

# CARACTERIZAÇÃO DE SOQUETES DE LÂMPADAS FLUORESCENTES COMPACTAS CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA – CRICTE 2013

**Emanuele Caroline Araujo dos Santos**

Graduanda Eng. Ambiental, Pesquisador de Iniciação Científica, Nucmat, Unisinos, Brasil  
emanuelearaujo@gmail.com

**Carlos Alberto Mendes Moraes**

Eng. Metalúrgico, Prof. Dr. Programa de Pós Graduação em Eng. Civil, Nucmat, Unisinos,  
Brasil.

cmoraes@unisinos.br

**Daiane Calheiro Evaldt**

Gestora Ambiental, Prof<sup>ª</sup> Mestre, Pesquisadora, Nucmat, Unisinos, Brasil  
dcalheiro@gmail.com

**André C. Marques**

Prof. MsC. Escola de Design – Unisinos  
andrecm@unisinos.br

**Rita Catarina Flores Picoli**

Graduanda Eng. Ambiental, Nucmat, Unisinos, Brasil  
ritacatequista@gmail.com

**Resumo.** *Lâmpadas Fluorescentes são classificadas como Resíduo Sólido Classe I - Perigoso, o que significa que seu descarte deve ser controlado. Existem empresas que reciclam o tubo de vidro com mercúrio, porém estas lâmpadas fluorescentes compactas geram outro resíduo, o soquete. Este soquete contém materiais metálicos, poliméricos e cerâmicos, além de uma placa de circuito impresso. Para que seja possível o reaproveitamento ou a reciclagem desses materiais, este trabalho tem como objetivo caracterizar os materiais contidos nos soquetes. Para desenvolver esta pesquisa, os soquetes foram pesados inteiros e, posteriormente desmontados para análise quantitativa e qualitativa como: Fluorescência de Raios-X, Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Espectroscopia por Dispersão de Energia e Perda ao Fogo. Com os estudos e análises feitos espera-se encontrar alternativa*

*adequada para esses materiais, que possuem alto valor agregado.*

**Palavras-chave:** *Soquetes; lâmpadas fluorescentes; Caracterização de Materiais*

## 1. INTRODUÇÃO

Com a criação da Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), que atribui responsabilidades aos geradores de resíduos e ao poder público, a procura por novas alternativas sustentáveis, para a destinação de resíduos, vem sendo intensificada. Entre os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estão: a reciclagem de resíduos sólidos, o incentivo a indústria de reciclagem e a priorização da reciclagem, ao invés da disposição em aterros. Além disso, a PNRS, na seção II Art. 30, ressalta a responsabilidade compartilhada na logística reversa do produto envolvendo os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e os titulares dos serviços

públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Com essa nova Lei houve um aumento da preocupação, por parte das pessoas e das empresas, com o destino de seus resíduos.

A geração de resíduos sólidos urbanos vem crescendo a cada ano, segundo a ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), em 2011, o Brasil gerou cerca de 61 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Porém, destes 61 milhões, 6,4 milhões de toneladas não foram coletados. O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela ABRELPE em 2011, indicou que aproximadamente 41,94% destes são destinados inadequadamente. Estes 41,94% contêm também resíduos perigosos como lâmpadas fluorescentes.

Desde o apagão de 2001, que ocorreu no Brasil, o consumo de lâmpadas fluorescentes vem crescendo. Em 2006, 70% da iluminação artificial no mundo já era feita com lâmpadas fluorescentes (PINTO, 2008). Além disso, após a publicação da Portaria Nº 1.007, de 31 de dezembro de 2001, pelo Ministério de Minas e Energia, que estabelece níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas incandescentes e, busca acabar com lâmpadas que não respeitam esses níveis até 2016, diminui-se gradativamente a fabricação dessas lâmpadas dando lugar às fluorescentes. Durão Júnior, Windmüller (2008) apontam que o Brasil comercializa cerca de 100 milhões de lâmpadas por ano. Mombach, Riella, Kuhnen(2008) citam a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX) ao comparar a mudança na quantidade de descarte de lâmpadas fluorescentes, contendo metais pesados como o mercúrio, após as mudanças em 2001. Segundo os autores, em 1998, 48,5 milhões de unidades de lâmpadas de mercúrio foram descartadas, ao passo que em 2001 esse descarte foi de 80 milhões de unidades.

Segundo Polanco (2007), as formas de destinação final, mais comumente

utilizadas, para as lâmpadas fluorescentes usadas (inservíveis) são: aterros de resíduos sólidos (com ou sem pré-tratamento), incineração juntamente com os resíduos urbanos, trituração e descarte sem separação dos componentes, encapsulamento e reciclagem (recuperando o mercúrio). Entre estas, a que predomina é a de descarte em aterros. Por apresentarem mercúrio em seu interior, as lâmpadas fluorescentes são classificadas conforme ABNT NBR 10004: 2004, como resíduo classe I – perigoso. Logo seu descarte deve ser controlado, caso contrário, pode causar risco à saúde pública e ao meio ambiente. Existem muitas empresas que trabalham com a reciclagem do tubo de vidro, porém esse processo não elimina todos os resíduos contidos em uma lâmpada fluorescente. O conceito adotado de recuperar e reciclar todos os materiais que constituem a lâmpada, em vez de simplesmente descartá-los é muito importante, pois protege o meio ambiente contra possíveis contaminações do solo bem como reduz a necessidade de área para disposição em aterros, evitando os passivos ambientais (POLANCO, 2007).

Lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) possuem, além do tubo de vidro, um soquete (base) que contém materiais como metal, polímero, material cerâmico e uma placa de circuito impresso. Da lâmpada pode-se reutilizar a poeira fosforosa, o vidro, o alumínio e o mercúrio (POLANCO, 2007). Por se tratarem de materiais de alto valor agregado, bens não renováveis e que podem causar poluição, percebe-se a necessidade de uma logística reversa capaz de dar destino adequado a todos esses materiais.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar estes materiais contidos em soquetes de lâmpadas fluorescentes para contribuir na busca de alternativas de reciclagem destes materiais.

## 2. METODOLOGIA

Foram recebidos 65 soquetes através da doação da empresa Apliquim Brasil Recycle, estes inicialmente foram pesados inteiros. Observou-se a necessidade de desmontar os soquetes para averiguar seu interior, e também para que cada parte pudesse ser analisada individualmente. Como haviam vários soquetes repetidos foram desmontados apenas seis de diferentes potências (40W, 45W, 65W, 25W, 15W e 22W). Após o desmonte do soquete, cada parte foi pesada na balança semi-analítica da marca Bel Engineering para quantificar o percentual de cada material.

Posteriormente, foi realizada análise de Fluorescência de Raios X em cada parte, para identificar qualitativamente os elementos presentes no soquete. O equipamento usado foi o Espectrômetro de Raios X por Energia Dispersiva, Modelo EDX 720 Shimadzu.

Foi utilizado Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para determinar a espessura do acabamento da base e do pino do parafuso de Edison (base padrão para fixação de lâmpadas). As peças foram cortadas na transversal e o aparelho utilizado para análise foi o modelo MEV EVO LS 15 BV da marca ZEISS. Neste aparelho foi possível analisar os elementos contidos nas mesmas, com análise de Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS).

Quanto ao material cerâmico, encontrado no soquete, constatou-se a necessidade de realizar uma análise de Perda ao Fogo, para verificar quantidade de material orgânico e volátil ali contido. Uma amostra de 1g foi submetida à estufa com temperatura de 105°C de 3 a 4 horas. O material foi então encaminhado ao Forno Mufla em temperatura de 950°C durante 3 horas até obter massa constante. O resultado dessa análise é a diferença da massa inicial e final (ABIFA, 2003).

### 3. RESULTADOS

Observou-se que os soquetes são divididos em três partes: capa de plástico,

parafuso de Edison (mecanismo de fixação) e placa de circuito impresso. Foram encontrados também fios, fragmentos de vidro e um material cerâmico colado pela capa de plástico. Dividiu-se o parafuso de Edison em pino, base, fundo de vidro ou fundo branco. O parafuso apresenta grande quantidade de material metálico e uma pequena de material plástico ou cerâmico.

Cada parte do soquete foi pesada para identificar a massa percentual dos material, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de massa em cada parte.

<b>Porcentagem de massa do soquete</b>	
<b>Parte</b>	<b>Percentual em massa</b>
Plástico	32,69%
Placa de circuito impresso	54,10%
Parafuso de Edison inteiro	4,39%
Material Cerâmico	4,53%
Somente metal (Base + pino do parafuso de Edison)	1,92%
Fragmentos de vidro	3,01%

A placa de circuito impresso totaliza 54,10%, em massa, de uma LFC, já capa de plástico representa 32,69%. O parafuso de Edison contribui com 4,39% da massa do soquete, sendo que seu material metálico é de apenas 1,92%, os outros 2,47% são do outro material contido nele: vidro ou plástico. O total da massa da LFC é formado também pelo material cerâmico com 4,53% e de fragmentos de vidro com 3,01%.

Com a análise de Fluorescência de Raios-X, observou-se a presença majoritária de Níquel (Ni) na parte metálica, e Cobre (Cu) no pino.

A base de metal do parafuso de Edison possui 0,31mm de espessura. Porém, para melhor quantificar a espessura, tanto dele quanto do pino, foi necessária uma análise no MEV. Com o MEV observou-se que a base do parafuso Edison possui uma camada de acabamento com 7,542 µm de

espessura.No pino do parafuso de Edison a espessura encontrada foi de 0,91 mm.

A análise EDS demonstrou que a base do parafuso de Edison é composta predominantemente de Alumínio e, que a camada de revestimento é de Níquel. Verificou-se a presença de Zinco e Estanho no pino, bem como o Cobre, detectado no FRX.

O material cerâmico teve como elemento majoritário o Silício, possivelmente na forma de sílica. A Perda ao Fogo resultou em 34,50% de perda de massa, equivalendo à presença de material volátil.Pode-se inferir que a maior parte é inorgânico.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados das análises feitas foram satisfatórios, porém ainda não completos. Serão necessárias mais análises para caracterização de outros materiais encontrados no resíduo. Porém, pode-se concluir que os constituintes do soquete possuem materiais de alto valor agregado que necessitam ser reciclados, em especial, os metálicos, como Al, Ni e Sn.

#### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a FAPERGS e UNISINOS pela bolsa de iniciação científica de autores, ao ITT FUSE pela análise de MEV realizadas, e a empresa Apliquim Brasil Recycle pela doação dos soquetes.

#### 5. REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)> Acesso em: 15 jan. 2013.

*ABRELPE* – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Panorama dos Resíduos Sólidos

no Brasil). Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>> Acesso em: 20 jan. 2013.

PINTO, A. J. G. ; NUNES, B. R. ; ANTUNES, M. O. ; LEITE, R. B. Fator De Potência E Distorção Harmônica De Lâmpadas Fluorescentes Compactas. Revista Ciências do Ambiente On-Line, V. 4, n. 2, agosto de 2008.

BRASIL,PORTARIA INTERMINISTERIAL No 1.007, DE 31 DE DEZEMBRO DE 2010.Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos\\_comite/cgiee/Portaria\\_Interministerial\\_nx\\_1007\\_2010.pdf](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/cgiee/Portaria_Interministerial_nx_1007_2010.pdf)> Acesso em : 15 jan. 2013

DURÃO JÚNIOR, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. Química Nova Na Escola, n. 28,maio de 2008.

MOMBACH, V. L.; RIELLA, H. G.; KUHNEN, N.C.O Estado Da Arte Na Reciclagem De Lâmpadas Fluorescentes No Brasil: Parte 1. Acta Ambiental Catarinense, V. 5, n. ½, jan./dez. 2008.

ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação. Disponível em: <<http://www.abilux.com.br/portal/>> Acesso em 20 jan. 2013.

POLANCO, S. L. C.; A situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil. 2007. (Dissertação) – Escola de Engenharia Mauá do centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO. CEMP (Comissão de Estudos

de Matérias Primas) n° 120: Materiais para  
Fundição – Determinação da Perda ao Fogo.  
São Paulo: ABIFA, 2003.