

O ESTADO DA ARTE NA RECICLAGEM DE LÂMPADAS FLUORESCENTES NO BRASIL: PARTE 1

Vera Lúcia Mombach¹, Humberto Gracher Riella¹,
Nivaldo Cabral Kuhnen¹

Resumo

O desenvolvimento tecnológico trouxe consigo um grande número de facilidades para a humanidade. Um dos maiores avanços é, sem dúvida, a energia elétrica. Por outro lado, este desenvolvimento, associado ao crescimento populacional, e o consumo inadequado, tem provocado muitos efeitos colaterais. Este trabalho apresenta uma análise de alguns impactos ambientais associados ao descarte das lâmpadas contendo mercúrio. Pretende contribuir, assim, para o desenvolvimento econômico e tecnológico, de acordo com a legislação ambiental. Relaciona, ainda, empresas e tecnologias de descontaminação de lâmpadas fluorescentes no Brasil que buscam evitar que as lâmpadas sejam fontes de contaminação ambiental. Com o intuito de diminuir o consumo de energia elétrica, novas lâmpadas mais econômicas foram desenvolvidas. Porém, isto significa mais contaminação para o ambiente, principalmente devido ao mercúrio que essas lâmpadas contêm. Este problema tem levado pesquisadores e empresas a buscar soluções adequadas, atendendo às questões econômicas, sociais e ambientais, desenvolvendo-se assim técnicas de descontaminação e a reciclagem desses materiais. **Palavras-chave:** lâmpadas; reciclagem; mercúrio; meio ambiente.

Abstract

Technological development brought a great number of facilities for the humanity, and one of the biggest advances is of course the electric energy. On the other hand, this development associated with the population increase, and the inadequate consumption, has brought many collateral effects. This assignment presents an analyze of some impacts at environment, resulting from turning away light bulbs that contend mercury, which are disposed of. It wants also to contribute for the economic and technological development, according laws about environment. It relates the companies and technologies of decontamination of existing fluorescent light bulbs in Brazil that want to avoid ambient pollution. With intention to reduce the consumption of electric energy, new more economic light bulbs had been developed. However, to signify more contamination for the environment, mainly because of the mercury that these light bulbs will count. This problem has taken researchers and companies to search adequate solutions taking care of the economic, social and environment questions, developing decontamination techniques and the recycling of these materials. **Keywords:** light bulbs; recycling; mercury; environment.

¹ Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, 88040-000-Florianópolis/SC, E-mail: veralucia@enq.ufsc.br/riella@enq.ufsc.br/nivaldo@enq.ufsc.br.

Introdução

Desde que Thomas Alva Edson inventou a primeira fonte de luz elétrica, contínuas pesquisas têm sido realizadas para criar melhores e efetivas fontes de luz artificial. Com o desenvolvimento tecnológico, surgiram no mercado lâmpadas mais eficientes na relação lumens por watt, sendo a utilização de mercúrio em lâmpadas fluorescentes uma técnica cada vez mais empregada.

Lâmpadas de mercúrio (fluorescentes, fluorescentes compactas, vapor de mercúrio, vapor de sódio e mistas), usam mercúrio como componente vital para seu funcionamento (RAPOSO *et al.* 2003).

As lâmpadas fluorescentes convencionais são fabricadas usando um tubo de vidro selado contendo pó de fósforo revestindo ao longo o interior do vidro, uma pequena quantidade de mercúrio e um gás inerte, tipicamente argônio, mantido a baixa pressão. Este tubo tem dois eletrodos, um em cada extremidade, e através de uma considerável diferença de potencial, faz os elétrons de mercúrio migrar por este gás, criando um arco elétrico que ativa o pó que reveste o tubo e faz com que este emita luz branca (HIRAJIMA *et al.* 2005a).

Devido ao racionamento de energia, o governo tem preconizado mudanças nos hábitos de consumo. Uma das alternativas mais incentivadas para atingir a meta de redução do gasto energético constitui no apelo feito aos consumidores residenciais e empresas para substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes, o que acarretou um maior consumo destas lâmpadas e, posteriormente, acarretará num grave problema ambiental que será o descarte destas (WIENS, 2001). O que muita gente não sabe é o quanto esta lâmpada é prejudicial à saúde e ao meio ambiente, pois quando quebradas acidentalmente ou simplesmente descartadas liberam substâncias tóxicas. Dentre estas, o mercúrio, metal pesado que quando absorvido pelo ser humano pode causar problemas respiratórios, neurológicos e gastrintestinais. Quando estão funcionando, o mercúrio que está dentro das lâmpadas não oferece riscos, entretanto quando se rompem na manipulação ou no descarte liberam o mesmo sob a forma de vapor, que será absorvido pelo organismo.

Embora uma lâmpada encerre apenas uma pequena quantidade de mercúrio, o efeito acumulativo e persistente deste, proveniente de muitas lâmpadas, quando descartadas em um mesmo aterro ao longo dos anos, por exemplo, será significativo. Ainda que o impacto sobre o meio ambiente causado por uma lâmpada seja desprezível, cerca de 20mg de mercúrio por lâmpada, o somatório deste, consumido para a produção dessas é na ordem de 10.000 kg ao ano (RAPOSO *et al.* 2003).

Muitas empresas se dedicam, atualmente, à descontaminação das lâmpadas, utilizando diferentes tecnologias e reciclando os materiais das mesmas, conseqüentemente aumentam o desenvolvimento econômico e são ambientalmente corretas. Da lâmpada pode-se reutilizar a poeira fosforosa, o vidro, o alumínio e o mercúrio.

A poeira fosforosa pode ser reutilizada como material fluorescente na produção de novas lâmpadas, como pigmento na produção de tintas. Alguns estudos (HIRAJIMA *et al.*, 2005; SHIMIZU *et al.*, 2005), vêm discutindo a extração de elementos de terras raras deste material.

Segundo Wiens (2001), o vidro é 100% reciclável, e sua permanência no meio ambiente demanda milhares de anos, já que seu tempo de decomposição é indeterminado. O vidro proveniente do processo de reciclagem de lâmpadas fluorescentes é utilizado na fabricação de contêineres não alimentícios, na produção de asfalto e, especialmente, como esmalte para vitrificação de cerâmicas.

Podendo ser reciclado infinitas vezes, sem perda de qualidade, o alumínio possui ótimo valor quando comercializado como sucata. Para reciclar uma tonelada de latas de alumínio, segundo Wiens (2001), se gasta 5% menos energia do que para produzir a mesma quantidade a partir da bauxita. O alumínio proveniente das lâmpadas fluorescentes não pode ser utilizado na fabricação de latas de alumínio para bebidas. Assim, o valor de venda deste é relativamente baixo, em relação ao alumínio proveniente de outros resíduos. A principal aplicação do alumínio proveniente das lâmpadas fluorescentes é a produção de soquetes para lâmpadas.

O mercúrio recuperado após a descontaminação das lâmpadas apresenta grande pureza. Ele é utilizado na fabricação de termômetros comuns e retorna ao ciclo produtivo de novas lâmpadas. A quantidade de mercúrio recuperada não é muito grande, mas qualquer quantia que deixe de ser jogado no ambiente, com certeza é significativa.

Gestão de lâmpadas pós-uso

A prática de descarte de lâmpadas que predomina amplamente é a modalidade feita diretamente no lixo. Os setores públicos e industriais são os maiores geradores de descarte de lâmpadas. Constatou-se que as empresas privadas e órgãos públicos, de modo geral, desconhecem os efeitos adversos causados pelo mercúrio e não sabem como gerenciar os resíduos desse metal. Segundo a ABILUX, em 1998, 48,5 milhões de unidades de lâmpadas de mercúrio foram descartadas, com uma carga poluidora de 1.000 kg de mercúrio (média de 20,6 mg/lâmpada). Já no ano de 2001, esse descarte passou a 80 milhões de unidades, em virtude do plano de racionamento de energia elétrica que motivou a troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas mais eficientes, especialmente no setor residencial.

No que se refere às alternativas de destino para lâmpadas pós-uso, a reutilização, que poderia ser a solução mais eficiente em termos de matérias-primas ainda não é tecnologicamente muito viável, devido ao desenho corrente das lâmpadas. Deste modo, o maior esforço tem sido no nível da prevenção e da reciclagem. A escolha de lâmpadas que têm vantagens em termos de economia de energia (lâmpadas de descarga),

resulta na prevenção do consumo de energia durante a sua utilização. É possível, assim, obter-se uma redução no consumo energético para se produzir a mesma quantidade de luz.

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 os aterros, evitando a formação de passivos ambientais.

Usualmente, como mencionado acima, o destino de lâmpadas queimadas são aterros, controlados ou não. Processos para o tratamento das lâmpadas são conhecidos desde a década de 1970, quando a MRT Technologies (Mercury Recovery Technology) surgiu na Suécia, tornando-se a primeira empresa no mundo a realizar o tratamento de lâmpadas.

Generalidade no tratamento das lâmpadas

Existem, hoje, diversas formas de tratamento das lâmpadas. Entre elas temos:

- a) disposição em aterros (com ou sem um pré-tratamento);
- b) moagem simples (com ou sem separação dos componentes);
- c) moagem com tratamento térmico;
- d) tratamento por sopro;
- e) solidificação/encapsulamento (cimento e compostos orgânicos).

Disposição em aterros

O uso de aterros para a disposição de resíduos é tão antigo quanto à própria história humana. À medida que o ser humano evoluía, passou a ter consciência de que manter seus resíduos dispostos a céu aberto implicava uma série de inconvenientes, como cheiros desagradáveis, proliferação de insetos, atração de animais predadores, entre outras. Então, há milênios, o homem passou a enterrar seus dejetos para se livrar destes malefícios.

O aterro é uma variação do lixão, os resíduos sólidos são cobertos com terra, de forma arbitrária, onde reduz os problemas da poluição visual, mas não reduz a poluição do solo, da água e atmosférica, não levando em consideração a formação de líquidos e gases (ATIYEL, 2001).

Ainda que nos dias de hoje existam aterros específicos para resíduos perigosos, a disposição de resíduos contendo mercúrio neles é polêmica, por uma série de fatores. Em primeiro lugar, o mercúrio é um metal volátil, podendo também difundir-se através do solo, posteriormente volatilizando para a atmosfera. Segundo, o mercúrio tem grande facilidade de transformação em compostos orgânicos, através da ação de bactérias, compostos estes que são solúveis e muito mais tóxicos que o próprio mercúrio metálico. Ainda que aterros modernos possuam tecnologia para captação das águas de chuva que se infiltram produzindo o chorume, as tecnologias existentes e comercializadas para o seu

tratamento não são eficazes para a recuperação do mercúrio.

Mesmo sendo uma alternativa controlada, os aterros possuem variáveis ambientais que ainda não foram quantificadas, e é incerto se a disposição de mercúrio metálico neles não irá acarretar um problema ambiental ainda maior no futuro. Além disso, a disposição no aterro do vidro, do alumínio e do mercúrio é contrária à filosofia de desenvolvimento sustentável, que busca justamente minimizar a extração de matéria-prima do meio ambiente.

Moagem simples

O processo de moagem simples visa a realizar a quebra das lâmpadas, utilizando-se um sistema de exaustão para a captação do mercúrio existente. Usualmente, as tecnologias empregadas não se preocupam em separar os componentes, visando apenas à captação de parte do mercúrio. Deste modo, o teor de mercúrio ainda presente no produto final da moagem é inferior ao anteriormente encontrado nas lâmpadas quando inteiras, com a vantagem de inexistir riscos de ruptura e emissão de vapores, quando da disposição destes resíduos em aterros.

O mais popular sistema de moagem foi desenvolvido pela Air Cycle, empresa dos Estados Unidos, e é conhecido mundialmente como Bulb Eater (comedor de lâmpadas). O equipamento consiste em moinho de lâmpadas montado sobre um tambor metálico, com sistema de exaustão para captura de vapores de mercúrio. Os gases exauridos pela unidade passam por um filtro de tecido, e um filtro de carvão ativado (no qual são agregados 15% em peso de enxofre amarelo), antes da emissão para a atmosfera. O enxofre combina-se com o mercúrio, formando sulfeto de mercúrio, composto insolúvel e não volátil.

É possível realizar a moagem simples com separação contínua dos componentes, mas não no processo Bulb Eater. Em equipamentos fixos, pode-se adaptar um leito vibratório na saída dos materiais, seguido de uma peneira para a separação destes.

Vale salientar, porém, que a maneira como o mercúrio se encontra dentro da lâmpada ainda é duvidosa. Mas sabe-se que, quando estas estão apagadas, o mercúrio encontra-se primordialmente depositado sobre as paredes internas do vidro. Segundo Raposo *et al.* (2003), o mercúrio contido na lâmpada fluorescente encontra-se na forma elementar (vapor ou líquido), e sob forma das espécies Hg^{+1} e Hg^{+2} que podem aparecer como cloretos Hg_2Cl_2 e $HgCl_2$ incorporados no pó de fosfato. A respeito do mercúrio divalente, estudos desenvolvidos por Foust (2001) e transcritos por Raposo *et al.* (2003) sugerem a formação HgO devido à reação do mercúrio elementar com o oxigênio livre gerado pela decomposição dos óxidos de metais alcalinos que volatilizam na zona da descarga elétrica da lâmpada. Deste modo, a moagem simples não faz a remoção de todo o mercúrio da lâmpada, apenas evita que o mercúrio que se encontra na forma gasosa escape para o meio ambiente. Além disso, a menos que a instituição possua uma unidade de tratamento térmico, todo o mercúrio recuperado nos filtros

acabará disposto em aterro juntamente com os respectivos filtros. A figura 1, apresenta o Bulbox utilizado pela empresa Ambiensys, sistema idêntico ao Bulb Eater.



Figura 1 - Sistema Bulbox (empresa Ambiensys).

Moagem com tratamento térmico

O processo envolve basicamente duas fases: esmagamento e destilação. Daí o nome de tratamento térmico. Na fase de esmagamento, as lâmpadas usadas são introduzidas em processadores para esmagamento. As partículas esmagadas são conduzidas a um ciclone por um sistema de exaustão, onde as partes maiores, tais como vidro quebrado, terminais de alumínio e pinos de latão, são separados e ejetados para fora do ciclone, onde então são separados por diferença gravimétrica. A poeira fosforosa e particulados menores são coletados em um filtro no interior do ciclone. Posteriormente, por um mecanismo de pulso reverso, a poeira é retirada deste filtro e transferida para uma unidade de destilação para recuperação do mercúrio. Na fase de destilação, ocorre a separação do mercúrio do material fosforoso, pela elevação da temperatura a mais de 375°C, ponto de ebulição do mercúrio (JANG *et al.* 2005).

Este tratamento, desde que devidamente controlado para que não haja emissões fugitivas de mercúrio, é a melhor alternativa existente no momento. Isto porque promove a recuperação do mercúrio, a reciclagem dos constituintes das lâmpadas e não gera resíduos perigosos que seriam destinados a aterros.

Moagem com tratamento químico

O processo químico, assim como o térmico, pode ser dividido em duas etapas: fase de esmagamento e fase de contenção do mercúrio. A fase de esmagamento difere do tratamento térmico, por ser realizada com lavagem do vidro. Assim, a quebra das lâmpadas ocorre sob uma cortina de água, evitando que o vapor de mercúrio escape para a atmosfera. A mistura de vidro e partes metálicas são então lavadas, separando-se o vidro e metais para reciclagem.

O líquido de lavagem contendo o mercúrio e o pó de fósforo é filtrado ou precipitado, separando-se o pó de fósforo. O líquido já filtrado passa por um tratamento químico com Na_2S , Na_2SO_3 ou NaHSO_3 . O mercúrio reage, formando HgS , que é insolúvel em água e precipita. Após o tratamento, nova filtragem separa o mercúrio precipitado da água. A água pode ser reutilizada no processo. Tanto o pó de fósforo quanto o mercúrio precipitado podem ser tratados por destilação, recuperando-se o mercúrio metálico que é encaminhado para reciclagem (artigo em preparação).

Tratamento por sopro

O tratamento por sopro surgiu como uma alternativa para a reciclagem do vidro. Este processo, utilizado exclusivamente para tratamento de lâmpadas fluorescentes tubulares, visa a manter a integridade do tubo de vidro, encaminhando-o ainda na forma tubular para reciclagem. Neste processo, as duas extremidades contendo os soquetes de alumínio são quebradas, através de um sistema de aquecimento e resfriamento. Em seguida, o tubo de vidro já sem os soquetes recebe um sopro de ar em seu interior, arrastando-se assim o pó de fósforo contendo o mercúrio. O pó removido pelo sopro passa por um sistema de ciclones, e a corrente de ar passa em seguida por um sistema de filtros de carvão ativado.

Uma vez mais, o sistema por sopro não faz a remoção de todo o mercúrio da lâmpada, apenas evita que o mercúrio que se encontra na fase gasosa escape para o meio ambiente. A menos que a instituição possua uma unidade de tratamento térmico, todo o mercúrio recuperado nos filtros acabará disposto em aterro junto com os respectivos filtros.

Solidificação ou encapsulamento

O processo de solidificação possui etapas similares aos processos de tratamento químico e tratamento térmico. Há uma fase de esmagamento, no qual a lâmpada pode ser quebrada por via seca ou úmida. Os materiais resultantes, porém, são encapsulados em concreto ou ligante orgânicos, e então destinados a aterros.

Os impactos associados são similares aos da disposição convencional em aterro. Além disso, o encapsulamento do vidro, do alumínio e do mercúrio é contrário à filosofia do desenvolvimento sustentável.

Tratamento de lâmpadas no Brasil

Antes de 1993, não existiam alternativas para o tratamento de lâmpadas no Brasil. Até então, a totalidade das lâmpadas era descartada juntamente ao lixo comum, normalmente sendo direcionado a aterros sanitários inadequados. Nos últimos anos, surgiram várias empresas no mercado se propondo a fazer o tratamento das lâmpadas. As principais instituições que hoje realizam este trabalho são: Apliquim, Mega Reciclagem, Naturalis Brasil, Brasil Recycle e Ambiensys (comunicação pessoal).

Apliquim

Fundada em 1985, a Apliquim foi a primeira empresa no Brasil a realizar tratamento de resíduos contendo mercúrio. Segundo a empresa, suas atividades iniciais envolveram a recuperação de mercúrio a partir de resíduos da fabricação de cloro-soda, termômetros, pesticidas agrícolas à base de mercúrio e resíduos da fabricação de lâmpadas. Em 1993, passou a realizar o tratamento de lâmpadas contendo mercúrio, tornando-se a primeira instituição do hemisfério sul a desenvolver tal atividade.

Com uma capacidade de tratamento de 18.000.000 lâmpadas/ano, utiliza dois sistemas de tratamento. Para lâmpadas fluorescentes tubulares, circulares e lâmpadas de bulbo, emprega o tradicional método de moagem com tratamento térmico. Lâmpadas fluorescentes compactas são tratadas pelo método de moagem simples.

A Apliquim é a única empresa que alega possuir destilador licenciado para a recuperação do mercúrio metálico. A empresa também comercializa contêineres especiais para o transporte de materiais contaminados com mercúrio.

Mega reciclagem

A história da Empresa Mega Reciclagem começou em Curitiba no ano de 1998, quando o seu fundador teve a sensibilidade de observar a carência do mercado em empresas especializadas na destinação final de lâmpadas de vapores metálicos e na descontaminação do mercúrio e outros metais pesados contidos neste material. Segundo a empresa, o processo utilizado é o químico e consiste, basicamente, na triagem e descontaminação das lâmpadas, que são quebradas por submersão em meio líquido, onde reagentes químicos separam os materiais tóxicos do vidro e dos metais.

Após o processo de destilação, o mercúrio é encaminhado para uma empresa especializada na destilação do mercúrio que, posteriormente, o comercializa. A capacidade de tratamento da empresa é de 7.000.000 lâmpadas/ano.

Naturalis Brasil

Legar às gerações futuras um mundo mais saudável e menos poluído é um dos maiores desafios da sociedade contemporânea, e, segundo a empresa, é um dos princípios que norteiam as atividades da Naturalis Brasil, especializada na descontaminação de lâmpadas fluorescentes contendo mercúrio.

Dentre as suas diversas atividades, a Naturalis Brasil, localizada em Jundiaí, São Paulo, atua na busca de alternativas que colaborem para que empresas e instituições, ecologicamente conscientes, possam dar um destino ambientalmente seguro a seus resíduos, e um dos maiores exemplos deste esforço, é o seu sistema de descontaminação “in company” de Lâmpadas Fluorescentes, a “Operação Papa-Lâmpadas”.

Composto de um tambor metálico móvel de 200 litros, com capacidade para armazenar aproximadamente 850 lâmpadas trituradas, reduz drasticamente a área de armazenagem e os riscos de estocagem; possui duplo sistema de filtragem, um para os fragmentos de vidro e pó fosfórico e outro para os gases venenosos, como o mercúrio, devolvendo à atmosfera apenas o ar descontaminado.

Brasil Recycle

A Brasil Recycle de Santa Catarina começou a atuar neste mercado em 2000, em consequência da necessidade de vidros para a empresa Murano, que industrializa produtos para animais de estimação, principalmente bebedouros para passarinhos. Precisando de vidro como matéria-prima, surgiu a idéia de recolher lâmpadas queimadas para retirá-lo. No entanto, as lâmpadas fluorescentes continham mercúrio, não bastando recolhê-las apenas, mas tratá-las também.

O processo de descontaminação, segundo a empresa, tem início quando as lâmpadas fluorescentes são levadas em *pallets* para descontaminação onde existe uma leve pressão negativa para expurgo dos resíduos. O processo é basicamente feito através de sucção, ou seja, tratamento por sopro, não gerando efluentes líquidos, evitando a contaminação dos solos e rios.

O mercúrio é separado da corrente de ar através de filtros especiais, onde é almagado. Para assegurar que o ar despejado na atmosfera esteja livre de uma quantidade de partículas de mercúrio superior a permitida pelas leis ambientais, existe em linha um sistema de amostragem comparando os índices medidos com os permitidos. O sistema de controle, em caso da existência de mercúrio em valores superiores ao limite permitido, impede a saída de gases ao exterior e desliga todo sistema automático de produção. A capacidade de tratamento da empresa é de 3.000.000 lâmpadas/ano.

Ambiensys

Ambiensys é uma empresa brasileira, localizada em Curitiba, no Paraná, que há 10 anos se dedica à implantação de soluções ambientais. Tem atuado em diversas áreas, como auditoria ambiental, despoluição de rios e lagos e gerenciamento de resíduos industriais, entre outros.

Um dos últimos projetos da empresa é a descontaminação de lâmpadas fluorescentes, utilizando o sistema denominado Bulbox Destruição Lâmpadas. Trata-se de um sistema muito parecido com o desenvolvido pela empresa Naturalis, já mencionada anteriormente. Composto por um tambor metálico de 200 litros, possui sistema interno de aspiração e filtragem em três fases, sistema eletrônico de contagem de lâmpadas, controle de vida útil dos filtros e desligamento automático. Com capacidade para armazenar aproximadamente 850 lâmpadas trituradas, reduz a área de armazenagem e os riscos de estocagem. Funciona com um sistema de operação a vácuo, isentando o operador de riscos de retrocesso de fragmentos e contaminação pelo vapor de mercúrio. Segundo a empresa, a capacidade de processamento do Bulbox é de 5 lâmpadas/minuto, podendo armazenar, dependendo do modelo, entre 400 a 1.350 lâmpadas.

Conclusões

O uso de lâmpadas fluorescentes pode representar uma significativa economia de energia elétrica, mas as substâncias químicas presentes em sua composição causam prejuízos ambientais, se não tiverem a destinação correta.

O grande vilão nas lâmpadas é o mercúrio, metal altamente tóxico, que pode contaminar o solo, os animais e a água. Isoladamente, o risco oferecido por uma lâmpada é quase nulo, mas levando em consideração a quantidade de lâmpadas comercializadas no Brasil, o problema se agrava. Intacta, ela não oferece perigo, sua contaminação se dá quando é quebrada, liberando vapor de mercúrio. Para evitar riscos de contaminação, as lâmpadas queimadas deveriam ter seu destino regulamentado, evitando prejuízos à sociedade.

As diretrizes para a gestão, manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos no país devem ser estabelecidas, ditando, também, a responsabilidade do gerador quanto aos riscos de danos ambientais e instituindo a logística reversa. Assim, o gerador ficaria responsável pelo recolhimento das lâmpadas e sua correta destinação.

Somente uma correta política ambiental, apoiada em projetos sérios de manejo, controle de elementos nocivos, descontaminação e reciclagem pode ajudar na preservação do ambiente. Leis ainda estão em vias de aprovação, porém muitas empresas, organizações e órgãos públicos, como visto, já estão adotando o descarte ecológico como procedimento industrial comum, em sua política de meio ambiente. Apesar das dificuldades, como custos e riscos de envio a unidades industriais de descarte, atualmente

milhões de lâmpadas fluorescentes são descartadas corretamente, observando a descontaminação e a reciclagem.

Alguns estados brasileiros têm regulamentação para o destino final de lâmpadas fluorescentes (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo), mas a maioria ainda não tomou medidas reguladoras e empreendedoras em relação à legislação para descarte de lâmpadas.

Técnicas alternativas de descarte de lâmpadas fluorescentes, como as desenvolvidas pela empresas citadas neste trabalho, tornam-se cada vez mais necessárias em função das crescentes dificuldades para tratamento e disposição de resíduos urbanos e industriais. Além de não contaminarem mais o ambiente, as lâmpadas podem ser fonte de renda nos resíduos reciclados, minimizar assim a extração de matéria-prima do meio ambiente.

Referências

ABILUX. Associação Brasileira da Indústria de Iluminação. Disponível em < www.abilux.com.br > Acesso em: setembro 2006.

ATIYEL, S.O. **Gestão de Resíduos Sólidos: O Caso das Lâmpadas Fluorescentes**. Porto Alegre, 101p. Dissertação (Mestrado em Administração). Escola de Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

HIRAJIMA, T.; BISSOMBOLO, A.; SASAKI, K.; NAKAYAMA, K.; HIRAI, H.; TSUNEKAWA, M.; Floatability of rare earth phosphors from waste fluorescent lamps, **International Journal of Mineral Processing**, v.77, 2005a.

_____. Feasibility of an efficient recovery of rare earth – actived phosphors from waste fluorescent lamps through dense-medium centrifugation, **Separation and Purification Technology**, v.11, 2005b.

JANG, M.; HONG, S.; PARK, J. K. Characterization and recovery of mercury from spent fluorescent lamps. **Waste Management**, v. 25, p. 5-14, 2005.

RAPOSO, C.; WINDMOLLER, C.C.; JUNIOR, W.A.D.; Mercury speciation in fluorescent lamps by thermal release analysis, **Waste Management**, v.23, 2003.

SHIMIZU, R.; SAWADA, K.; ENOKIDA, Y.; YAMAMOTO, I.; Supercritical fluid extraction of rare earth elements from luminescent material in waste fluorescent lamps, **Journal of Supercritical Fluids**, v.33, 2005.

WIENS, C.H. **Gestão de Resíduos Tóxicos: O Caso das Lâmpadas Fluorescentes Descartadas Em Quatro Empresas do Setor Automotivo da Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Porto Alegre, 106p. Dissertação (Mestrado em Administração). Escola de Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.