

# ESTUDO DE CASO DE LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES PÓS-CONSUMO: SISTEMA DE ARMAZENAGEM EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO

Carlos Humberto Martins<sup>1</sup>

William Cestari<sup>2</sup>

## RESUMO

Lâmpadas fluorescentes são produtos de grande utilidade para a sociedade atual e estão sendo utilizadas em grandes proporções. Classificadas como resíduos perigosos, devem ter seu destino pós-consumo de forma adequada. Este trabalho tem como objetivo explorar os conceitos de desenvolvimento sustentável, logística e logística reversa - assuntos recentes discutidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS 12.305/2010. O método da pesquisa foi a abordagem qualitativa, com realização de pesquisa de campo na instituição de ensino Universidade Estadual de Maringá – UEM. Foi realizada uma entrevista com o encarregado de almoxarifado da instituição. Desta forma, confirmou-se a hipótese de que a instituição não possui procedimentos adequados para implantação da logística reversa.

**Palavras-chave:** Lâmpadas. Logística Reversa. Armazenagem. Sustentabilidade. PNRS.

## ABSTRACT

Fluorescent lamps are very useful products for today's society. They are being used in large proportions, and they are classified as hazardous waste and should have a proper post-consumption destination. This paper aims to explore the concepts of sustainable development, logistics and reverse logistics, which are recent subjects discussed by the National Solid Waste Policy - PNRS 12,305 / 2010. The research method had a qualitative approach to conduct a field research in the educational institution Universidade Estadual de Maringá - UEM. The person in charge of the institution warehouse was interviewed. Thus we confirmed the hypothesis that the institution does not have appropriate procedures to implement reverse logistics.

**Keywords:** Lamps. Reverse Logistics. Warehousing. Sustainability. PNRS.

<sup>1</sup>Engenheiro Civil. E-mail: chmartins2007@gmail.com

<sup>2</sup>Mestre em Engenharia Urbana. E-mail: williamcestari@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Uma única lâmpada fluorescente pode ser insignificante no quesito contaminação. Porém, atualmente as lâmpadas fluorescentes estão sendo utilizadas em grande proporção. No Brasil estima-se que o resíduo de lâmpadas fluorescentes chega a 206 milhões de unidades e vem aumentando gradativamente. As lâmpadas, segundo o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC, são classificadas em incandescentes e fluorescentes. As lâmpadas incandescentes no mercado brasileiro podem custar até cinco vezes menos que a fluorescente. Essas lâmpadas têm dez vezes menos duração e gastam mais de 80% de energia que uma lâmpada fluorescente.

Com o aumento no consumo das lâmpadas fluorescentes começam a surgir problemas ambientais relacionados a destinação pós-consumo destes produtos. Esses resíduos são descartados ao ar livre em locais de grande circulação de pessoas. Constata-se que ocorrem baixos índices de reciclagens atuais. Em uma lâmpada fluorescente de 40W encontramos cerca de 21 mg de mercúrio. O mercúrio em grande quantidade depositado em rios contamina os peixes e frutos do mar. O homem, ingerindo estes produtos, acaba por contaminar-se. Os problemas que podem ocorrer aos seres humanos são: gengivite, insônia, vômitos, dores de cabeça, elevação da pressão arterial, lesões renais, danos neurológicos e convulsões (WALKER et al., 1996). Em 1960, em Minamata (Japão), uma indústria que usava metil mercúrio despejou seus resíduos na baía, contaminando a sua água e seus peixes, causando a morte de 65 pessoas e o nascimento de crianças com distúrbios genéticos e neurológicos graves. Os acidentes ambientais ocorridos no séc. XX levaram a uma profunda reflexão no modo de vida das populações e uma das palavras de ordem encontradas atualmente é sustentabilidade. Para Barbieri (2010), a sustentabilidade tornou-se palavra-chave que sugere mudanças que minimizem danos causados a natureza, e propõe que o processo de fabricação, antes linear, seja cíclico. Os processos produtivos devem aproveitar ao máximo a matéria-prima e valorizar os recursos naturais, reduzindo ao mínimo os descartes de resíduos oriundos da produção, evitando grandes impactos ambientais (DIAS, 2006). Pensando nisso,

podemos inserir as lâmpadas fluorescentes pós-consumo neste processo.

Segundo as normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.005 de 1987, as lâmpadas fluorescentes são classificadas como resíduos perigosos classe I. Este material, não sendo corretamente descartado, pode contaminar a água, o meio ambiente e os seres humanos. **Uma única lâmpada pode contaminar até 15 mil litros de água ou uma piscina inteira devido ao mercúrio encontrado em sua composição.** Com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos a legislação fica ainda mais séria.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, lei 12.305/10, disciplina a coleta, o destino final e o tratamento de resíduos, além de estabelecer diretrizes para reduzir a geração de resíduos e combater o desperdício de material descartado. Com a PNRS (2010) o país passou a contar com uma definição legal em âmbito nacional para resíduos sólidos, isto é, material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede no estado sólido ou semissólido. Para alcançar os objetivos da PNRS, a mesma estabelece como principal instrumento a logística reversa.

Este artigo tem por objetivo desenvolver uma pesquisa bibliográfica em livros e revistas especializadas, artigos científicos e internet demonstrando o conceito de desenvolvimento sustentável, logística, logística reversa e demonstrar o processo de reciclagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo. A construção do trabalho foi baseada em um estudo de caso realizado por meio da análise de como é feita a armazenagem e a logística reversa de lâmpadas fluorescentes na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Foi desenvolvida uma entrevista com o encarregado de almoxarifado da instituição e com uma câmera fotográfica foi feito o registro de como as lâmpadas fluorescentes pós-consumo são armazenadas.

## 2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Com o acirramento da concorrência, do avanço tecnológico e da melhoria nas formas de comunicação, as estratégias empresariais tornaram-se o cerne da organização moderna.** Porter (1987) explica que as grandes organizações possuem estratégias ambíguas e desfocadas, pois buscam atingir objetivos no meio econômico, por vezes no âmbito social, além de se preocuparem também com os impactos ambientais. Ao invés disso, deveriam ter estratégias únicas e conjuntas capazes de abranger todos os objetivos da organização. Pensando em uma forma sustentável, a Agenda 21 conceitua de uma forma mais ampla o desenvolvimento sustentável: o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as próprias necessidades”. (Relatório “OUR COMMON FUTURE” – United Nations Brundtland Commission, WCED, 1987). O desenvolvimento sustentável (conforme fig. 1) trabalha com os tripés: econômico, social e ambiental, os quais são indissociáveis nas análises de viabilidade e custo-benefício.

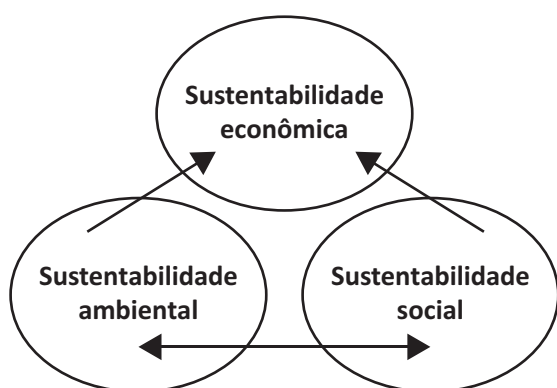


Fig. 01 – Tripé da Sustentabilidade  
Fonte: Leite (2002)

A interdependência entre estas dimensões pode ser verificada nas afirmações da Comissão Europeia (2005), segundo a qual o desenvolvimento sustentável abrange:

- O desenvolvimento econômico balanceado e igualitário;
- Altos níveis de emprego, coesão e inclusão social;

- Alto nível de proteção ambiental e responsabilidade no uso dos recursos naturais;
- Política coerente de abertura e sistema político responsável e transparente;
- Cooperação internacional eficiente para a promoção do desenvolvimento sustentável globalmente.

Muitas organizações estão preocupadas principalmente com as ações econômicas, deixando de lado as ações sociais e ambientalmente corretas. As organizações preocupadas com o tripé da sustentabilidade agregam valor a sua estratégia de negócio e tornam-se ganhadoras de pedidos, pois passam a ser vista de outra maneira pelos seus stakeholders, ou seja, todos os grupos que têm interesse na organização, como colaboradores, fornecedores, acionistas, clientes e sociedade. Para que isso ocorra deve haver uma mudança na cultura organizacional respeitando toda uma cultura regional.

Quando falamos em ações culturais não estamos falando da realização de promoções, eventos e produções artísticas. A cultura aqui é tratada de forma mais ampla, e diz respeito às crenças, comportamentos, valores e regras morais que representam uma sociedade. Toda ação sustentável deve ser ambientalmente correta, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceita. Desta forma a logística reversa tem fator primordial no aspecto econômico, social, ambiental e cultural das organizações.

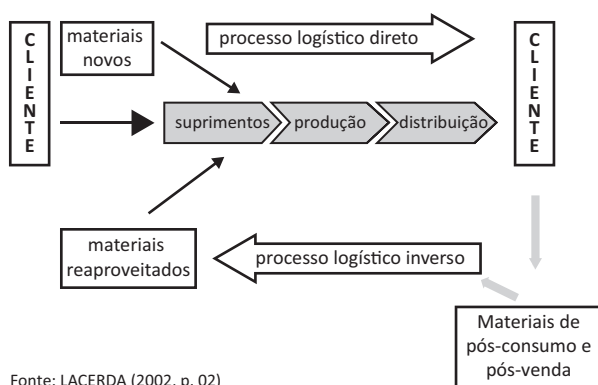
### 2.1 Logística

Segundo Martins (2006), a origem da palavra logística é militar, visando colocar os recursos certos, nos locais certos, na hora certa, com um só objetivo: vencer batalhas. No Brasil apareceu nos anos 1970, por meio de um de seus aspectos: a distribuição física, tanto interna quanto externa. O termo logística, de acordo com o dicionário Aurélio, vem do francês *logistique*, e pode ser definido como sendo a junção de quatro atividades básicas: aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. O Council of Logistics Management estipulou que:

Logística é a parte dos processos da cadeia de suprimentos<sup>3</sup> (SC) que planeja, implementa e controla o efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações correlatas desde o ponto de aquisição de matéria prima até o ponto de consumo final, com o objetivo, providenciando níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável. (BALLOU, 2007, p. 24)

A fig. 02 representa a integração logística. Para Bowersox (2009), a logística de uma empresa é um esforço integrado com o objetivo de ajudar a criar valor para o cliente pelo menor custo total possível. A logística existe para satisfazer as necessidades do cliente, facilitando as operações relevantes de produção e marketing”. A logística de forma objetiva inicia no cliente e termina no cliente. A partir de uma necessidade do cliente é iniciado o start em toda a cadeia produtiva, onde a matéria-prima chega à fábrica, passa por todo o processo produtivo e chega à mão do cliente final por meio da distribuição física. Deste ponto em diante o produto, esgotando seu ciclo de vida, retorna ao processo logístico de forma reversa, conhecido também como logística reversa.

Fig. 02 – Fluxo Logístico



Fonte: LACERDA (2002, p. 02)

<sup>3</sup>SCM é a integração dos processos de negócio desde o usuário final até os fornecedores originais (primários) que providenciam produtos, serviços e informações que adicional valor para os clientes e *stakeholders*.

## 2.2 Logística reversa

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, lei 12.305/10, estabelece a coleta, o destino final e o tratamento de resíduos, além de estabelecer diretrizes para reduzir a geração de resíduos e combater o desperdício de material descartado. Com a PNRS o país passou a contar com uma definição legal em âmbito nacional para resíduos sólidos, isto é, material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final ocorre no estado sólido ou semissólido. Para alcançar os objetivos da PNRS, a mesma estabelece como principal instrumento a logística reversa. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos considera-se logística reversa como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010b, p. 2).

A logística reversa também é conceituada como:

Área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valores de diversas naturezas: econômico, de prestação de serviços, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, dentre outros. (LEITE, 2009, p. 17).

Os conceitos apresentados são similares, mas o fator que pode ser dito como mais relevante é a utilização da logística reversa como elemento

para gerar valor agregado, ou seja, recapturar valores por meio da reutilização de materiais oriundos de produtos usados.

## 2.3 Barreiras à logística reversa

Leite (2003) cita alguns fatores que podem dificultar o ciclo reverso dos materiais. Em alguns casos, a causa principal pode ser a baixa disponibilidade do produto de pós-consumo, devido à dificuldade de captação que impede escalas econômicas de atividade; em outros casos, a causa pode ser a característica monopsônica ou oligopsônica dos mercados de matérias-primas secundárias, que desencoraja os investimentos não verticalizados, dificultando a estruturação logística adequada e o desenvolvimento de novas aplicações para os materiais reciclados, entre outras possibilidades.

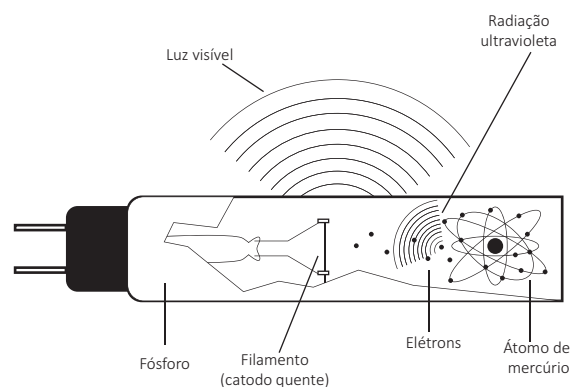
Segundo Lacerda (2002), os fatores críticos para a eficiência do processo de logística reversa são:

- Bons controles de entrada – separação e classificação eficiente dos produtos retornadas para uma destinação adequada;
- Processos padronizados e mapeados – ter as atividades padronizadas, principalmente por se tratar de um processo esporádico;
- Tempo de ciclo reduzido – refere-se ao tempo entre a identificação do processo adequado (reciclagem, disposição ou retorno de produtos) e seu efetivo processamento;
- Sistemas de informação – cuidar de variáveis importantes, como rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo, medição do desempenho de fornecedores;
- Rede logística planejada – planejamento e estrutura adequada para o fluxo reverso;
- Relações colaborativas entre clientes e fornecedores – uma boa relação entre clientes e fornecedores é essencial para que haja uma relação de confiança, principalmente em se tratando da logística reversa de pós-venda.

## 2.4 Lâmpadas fluorescentes - funcionamento e tipos

Segundo Bacila (2012), em um estudo realizado pela International Energy Agency – IEA, as lâmpadas fluorescentes tubulares são lâmpadas de descarga de baixa pressão (conforme a Fig. 3) que consistem em um tubo de vidro revestido internamente com pó de fósforo e possuem eletrodos de fios de tungstênio. Este tubo é preenchido com um ou mais gases inertes, geralmente argônio, e outro gás não inerte, mercúrio (Hg). Desta forma, Bacila (2012) relata que a luz ultravioleta (UV) é emitida pela passagem de corrente elétrica entre os eletrodos, criando um arco de baixa intensidade que excita o vapor de mercúrio e produz radiação ultravioleta, a qual excita os átomos de fósforo e então ocorre a emissão de luz visível. Para Bacila (2012), o fator mais influente apresentado pela IEA sobre a eficácia da luminosidade é a qualidade do pó de fósforo.

Figura 3 – Funcionamento da lâmpada fluorescente



Fonte: ELC (2011 a)

## 2.5 Ciclo de vida

Para Brasil (2010b), o ciclo de vida do produto pode ser definido como as fases que abrangem a fase do projeto do produto, a aquisição das matérias-primas, sua produção, a distribuição, o consumo e o descarte final. O ciclo de vida de um produto é definido pela ABNT (2009) como “Compilação e avaliação de entradas, saídas e dos impactos ambientais de toda uma sistemática de projeção do produto ao longo de todo seu ciclo de vida.”. A avaliação do ciclo de vida considera

a aquisição dos insumos e o destino final daquilo que foi produzido. Esta análise permite que sejam identificadas oportunidades de melhoria de fatores ambientais do produto nas diversas fases do ciclo de vida, de forma a enumerar os indicadores ambientais relacionados (ABNT, 2009).

Por meio da avaliação do ciclo de vida são definidas as matérias-primas, os processos e o tipo de embalagem. Esta ferramenta deveria ser utilizada como planejamento da cadeia do fluxo reverso contribuindo para uma produção ambientalmente correta, pois atualmente a obtenção de produtos não pode estar desvinculada dos fatores ambientais (RAZZOLINI FILHO; BERTÉ, 2009). O projeto do produto contribui significativamente para a viabilidade econômica e financeira da reciclagem, sendo aspecto fundamental para estruturar os canais de distribuição reversos (LEITE, 2009). Segundo ABILUMI - Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação, as principais vantagens das lâmpadas fluorescentes em relação às incandescentes são a vida útil maior e o gasto energético significativamente menor (ABILUMI, 2007). Bacila (2012), em seu estudo, aponta que uma lâmpada tubular, dependendo do seu tipo e do reator no qual está ligada, possui modelos com vida mediana de 10.000 h (OSRAM, 2011b). Na Tabela 1, pode ser verificado o comparativo de custos e a vida útil por tipo de lâmpada.

**Tabela 01 – Custos e durabilidade por tipo de lâmpada**

| Lâmpadas                | Preço de Compra (Euros) | Durabilidade (h) |
|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Incandescente           | 1                       | 1000             |
| Incandescente-Halogênio | 3                       | 2000             |
| Fluorescente tubular    | 3,5                     | 10000            |
| Fluorescente compacta   | 5                       | 10000            |
| LEDs                    | 8                       | 20000            |
| Vapor de mercúrio       | 8                       | 10000            |
| Iodetos metálicos       | 25                      | 9000             |

Fonte: Adaptado de COSTA (2010)

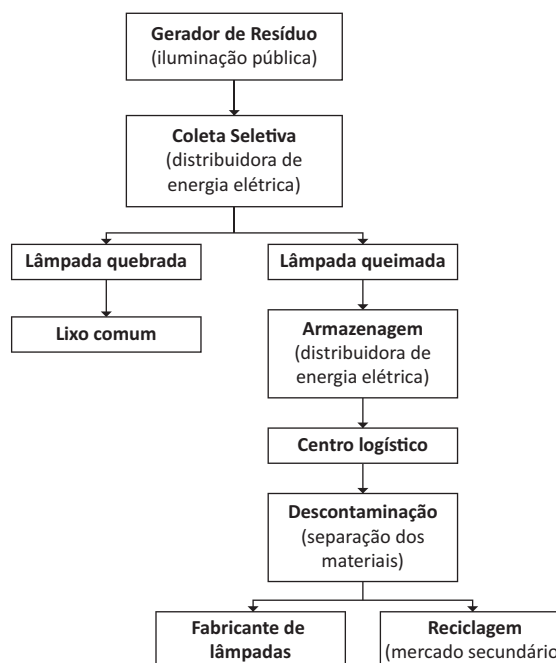
Uma análise de custos do ciclo de vida de lâmpadas fluorescentes compactas (8W e 11W) considerando os custos da compra da lâmpada, de consumo de eletricidade, de manutenção, de remoção e custos de tratamento dos resíduos, obteve valor de 2,60 e 3,40 euros por ano,

respectivamente (ZANGL; QUACK; BROMMER, 2010). Um estudo do ciclo de vida de produto para lâmpadas fluorescentes de 36W, resultante do “retrofitting” (renovação de edificações, visando elevar a eficiência energética) resultou em quantidades de resíduo comum, resíduo perigoso, escória e pequenas quantidades de resíduo radioativo (TECHATO; WATTS; CHAIPRAPRAT, 2009).

## 2.6 Fluxo logístico reverso das lâmpadas

Para SANCHES (2008), a logística reversa de lâmpadas fluorescentes inclui o gerenciamento das seguintes etapas: i) coleta, armazenagem, manuseio e movimentação ainda no gerador de resíduos; ii) coleta e transporte; iii) movimentação e armazenagem na indústria de reciclagem; iv) e os estoques de lâmpadas fluorescentes de pós-consumo e materiais recicláveis, podendo esses resíduos ser gerados por pessoa física ou empresa. Do mesmo modo, as lâmpadas de descarga do setor de iluminação pública percorrem o mesmo fluxo reverso, diferenciando apenas no gerador do resíduo por se tratar de uma única fonte, a iluminação pública (Figura 4).

**Fig. 04 – Fluxo reverso das lâmpadas IP**



Fonte: adaptado de Sanches (2008)

No Brasil, até 2010, quando da aprovação da lei 12.305, não havia padronização legal do gerenciamento de resíduos de lâmpadas contendo mercúrio. Até aquele momento, essa questão era tratada por meio da lei Federal nº. 9.605/98 (crimes ambientais), que pune agentes que geram poluição passiva causadora de danos à saúde humana e aos ecossistemas, e também por meio de legislações complementares estaduais e municipais. No estado de São Paulo, por exemplo, a lei Estadual nº. 997/76 (prevenção e controle da poluição do meio ambiente) e a lei Estadual nº. 12.300/06 (política estadual de resíduos sólidos) já tratavam do descarte adequado de lâmpadas potencialmente perigosas ao meio ambiente.

As lâmpadas que contêm mercúrio, classificadas como resíduos de Classe I, devem ser gerenciadas adequadamente, sendo necessário o planejamento de coleta e destinação deste e de outros tipos de resíduos pós-consumo, prolongando o ciclo de vida e capturando o valor dos materiais componentes por meio da reciclagem, reutilização ou mesmo da destinação adequada. Esta última alternativa pode ser usada quando as demais não se mostrarem viáveis técnica e economicamente.

## 2.7 Tratamentos de lâmpadas fluorescentes pós-consumo

Para Zavaris (2007), as lâmpadas fluorescentes usadas pós-consumo ou inservíveis (queimadas) devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Deverão ser reutilizadas as embalagens originais; caso não seja possível, deverão ser utilizados materiais como papelão, papel ou jornal e fitas autocolantes para embalar as lâmpadas, protegendo-as contra choques mecânicos. Depois de embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser acondicionadas em recipiente portátil ou caixa resistente apropriada para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas. Depois de embaladas, devem ser identificadas e encaminhadas para empresas de reciclagem licenciadas pelos órgãos ambientais competentes. Sanches (2008) comenta que as lâmpadas quebradas acidentalmente deverão ser separadas das demais e guardadas em recipientes herméticos, como tambores de aço. A vedação destes tambores deverá ser adequada.

Polanco (2007) realizou uma pesquisa na qual fez um levantamento de que estão instaladas no Brasil oito empresas “recicladoras”. No ano de 2010 houve a fusão da Apliquim (SP) com a Brasil Recicle (SC), passando a desenvolver toda sua operação como sendo de Apliquim Brasil Recicle. Desta forma, sete empresas são responsáveis pela reciclagem de lâmpadas fluorescente pós-consumo. As empresas de reciclagem estão concentradas basicamente nos estados apresentados na Tabela 3:

**Tabela 02 – Principais recicladoras de lâmpadas fluorescentes no Brasil**

| Estado            | Recicladora                                                        | Método utilizado    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| São Paulo         | Apliquim Brasil Recicle                                            | Usina de reciclagem |
|                   | Natural Brasil Desenvolvimento de Negócios                         | Papa lâmpadas       |
|                   | RCR Ambiental                                                      | Não informado       |
|                   | Ativa Reciclagem LTDA.                                             | Usina de reciclagem |
|                   | Trappo Comércio e Reciclagem de Produtos Industriais LTDA - ME     | Usina de reciclagem |
| Minas Gerais      | Hg Descontaminação LTDA.                                           | Não informado       |
|                   | Recitec - Reciclagem Técnica do Brasil LTDA.                       | Usina de reciclagem |
| Santa Catarina    | Apliquim Brasil Recicle                                            | Usina de reciclagem |
|                   | Cetric - Central de Tratamento de Resíduos                         | Papa lâmpadas       |
|                   | Silex - Indústria e Comércio de Produtos Químicos e Minerais LTDA. | MRT System          |
| Paraná            | Bap Light - Descontaminação de Lâmpadas Fluorescentes              | Papa lâmpadas       |
|                   | Ambserv Tratamento de Resíduos                                     | Papa lâmpadas       |
|                   | Mega Reciclagem de Materiais LTDA.                                 | Não informado       |
| Rio Grande do Sul | Recilux - Descontaminação e Reciclagem de Lâmpadas Usadas          | Papa lâmpadas       |
| Rio de Janeiro    | RCR Ambiental                                                      | Não informado       |

Fonte: Autor, 2015 “Adaptado” de POLANCO (2007) (2010)

Fonte: adaptado de POLANCO, S.C. A Situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil. 2007. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processo Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP

### 3 MÉTODO DA PESQUISA

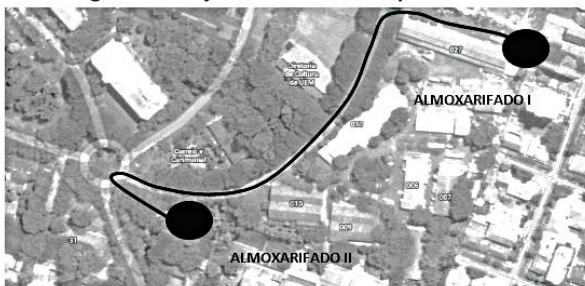
A metodologia utilizada para a pesquisa foi um estudo de caso em uma instituição de ensino localizada na cidade de Maringá-PR. Foram desenvolvidas pesquisas semiestruturadas com os encarregados de almoxarifado verificando a estocagem e o armazenamento de lâmpadas fluorescentes pós-consumo, e também foi utilizada uma câmera fotográfica para registro.

#### 3.1 Resultado da pesquisa

##### Caracterizações da organização - UEM

A Universidade Estadual de Maringá - UEM foi criada em 1969. Em maio de 1976 passou a ser reconhecida como Universidade pelo Decreto Federal 77.583. A UEM fica localizada em uma região nobre na cidade de Maringá-PR, ocupa uma área de 6.344.212,17m<sup>2</sup>, e é considerada a 21ª melhor universidade do Brasil. Segundo Diário (2015), atualmente, além do campus-sede, em Maringá, a instituição possui campi regionais em Cianorte (criado em 16 de junho de 1985), Goioerê (10 de agosto de 1992), Cidade Gaúcha (Campus do Arenito), Diamante do Norte, Umuarama e Ivaiporã, além de uma Fazenda Experimental em Iguatemi (distrito de Maringá), do Centro de Pesquisa em Agricultura em Floriano (também distrito maringaense), e do Centro de Pesquisa em Porto Rico (Nupélia). A Universidade Estadual de Maringá oferece 52 cursos de graduação, 93 cursos de especialização, 28 cursos de mestrado e 12 de doutorado. Na Fig.05 pode-se observar o trajeto percorrido entre o almoxarifado I e II para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 5 – Trajeto dentro do Campus da UEM



FONTE: Google Maps (2015)

##### Análise da entrevista e visita *in loco*

Foi realizada uma visita técnica no almoxarifado da Universidade Estadual de Maringá - UEM para verificar como são feitos os descartes de lâmpadas fluorescentes pós-consumo nesta instituição. No primeiro momento foi realizada uma entrevista semiestruturada com o objetivo de conhecer o fenômeno investigado. No primeiro contato com o chefe do almoxarifado, verificou-se como a instituição de ensino procede com o descarte das lâmpadas pós-consumo. Na entrevista constatou-se que existe no almoxarifado central um volume de 20 mil lâmpadas (Fig. 06) aguardando a destinação correta.

Figura 6 – Armazenagem Lâmpadas Almoxarifado I - UEM



FONTE: Autor (2015)

Em um segundo almoxarifado, localizado próximo ao almoxarifado central na mesma instituição, foram encontradas cerca de 10 mil lâmpadas também aguardando a destinação correta, conforme observado na Fig. 07.

#### 3.2 Análise e discussões

Para Zavariz (2007), o acondicionamento de lâmpadas de mercúrio deve ter atenção especial conforme trata o documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo o território nacional. Dessa forma, foram feitas análises de todo o processo de armazenagem conforme recomenda a literatura e feitas as seguintes observações para um processo de melhoria:

Figura 6 – Armazenagem Lâmpadas Almoxarifado II - UEM



FONTE: Autor (2015)

1. As lâmpadas devem ser armazenadas em local seco e embaladas em papel e papelão – Observou-se no almoxarifado central da UEM que as lâmpadas se encontram armazenadas em um cômodo à parte construído com madeira e cobertura em eternit, propensas aos efeitos do tempo (chuva, sol, ventos e tempestades), e estão embaladas em papel e papelão;

2. Acondicionar as lâmpadas em recipientes portáteis ou caixa resistente apropriadas para transporte, evitando quebras – Verificou-se que as lâmpadas estão acondicionadas em suas próprias embalagens, não havendo preocupação com quebras.

3. Lâmpadas quebradas ou danificadas devem ser separadas das demais, em recipientes hermeticamente fechados resistentes à pressão – Foram encontradas muitas lâmpadas em caixas de papelão sem nenhum cuidado para evitar contaminação e sem nenhuma informação tratando de lâmpadas quebradas por mercúrio.

4. Equipamentos de proteção individual (EPIs), tais como máscara para mercúrio, luvas, avental impermeável e calçados de segurança em todas as fases de movimentação, recolhimento, armazenagem e transporte – Não foi observado nenhum uso de EPI por parte dos funcionários, constatando local aberto com trânsito frequente de pessoas.

5. Alerta sobre o risco de contaminação por mercúrio – Nos almoxarifados visitados nenhum tipo de alerta foi observado quanto à quebra do

tubo de descarga ou ampola, ou dos danos nas extremidades da lâmpada, podendo ocorrer evaporação de mercúrio do tubo e consequente contaminação humana e ambiental.

6. Quebra accidental de lâmpadas – Não foi encontrada nenhuma orientação quanto à quebra accidental de lâmpada, situação na qual deverá ser providenciada coleta imediata, limpeza local e a abertura de portas e janelas para circulação do ar. O mercúrio deve ser recolhido com seringa (sem agulha) ou folha de papel evitando qualquer tipo de contato manual, e colocado em recipiente plástico resistente, fechando-o hermeticamente. Para evitar ferimentos com os fragmentos, deverão ser utilizados sacos plásticos que deverão ser armazenados e colocados em caixas de papelão resistente.

Outro ponto observado na entrevista é que na UEM foi realizada uma reciclagem de lâmpadas fluorescente pós-consumo há quatro anos, em 2010. Do ano de 2010 até o presente momento, as lâmpadas estão se acumulando nos almoxarifados sem destinação correta. Segundo relatos dos entrevistados existe uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes pós-consumo que necessitam de destino adequando em campi regionais, que abrangem 109 municípios do noroeste do Paraná e que mantém atividades de ensino, pesquisa e extensão em cidades como Loanda, Cruzeiro do Oeste, Guairá, Porto Rico, Cianorte, Cidade Gaúcha, Goioerê, Diamante do Norte e no distrito de Iguatemi, sem contar com o hospital universitário, que também tem estoques elevados de lâmpadas pós-consumo. Para os almoxarifados entrevistados, o que impacta no não recolhimento das lâmpadas é o alto custo de coleta, hoje em torno de R\$0,60 (sessenta centavos) por lâmpada a ser recolhida. Na cidade de Maringá apenas uma empresa faz a coleta deste material: a Norte Visual – Soluções Ambientais.

## 4 CONCLUSÃO

Com a entrevista e visita in loco pode-se constatar as condições precárias de armazenagem nos dois almoxarifados localizados na UEM. Uma série de medidas devem ser tomadas para que possíveis acidentes ambientais e ao ser

humano possam ser evitados. Medidas como local apropriado para o armazenamento das lâmpadas em locais secos, acondicionamento em caixas apropriadas resistentes apropriadas para o transporte, separação de lâmpadas quebradas em ambientes hermeticamente fechados, utilização de equipamentos de proteção individual - EPIs - para o manuseio dos encarregados de almoxarifado, placas indicativas alertando o risco de contaminação por mercúrio, e evitar a quebra acidental de lâmpadas fluorescentes pós-consumo. Outra forma seria a negociação com empresas credenciadas para a retirada das lâmpadas, com contratos firmados a longo prazo, contemplando, assim, a PNRS 10.305/2010 - o correto tratamento de resíduos sólidos e logística reversa. As limitações encontradas para o desenvolvimento da pesquisa foram a falta de informação precisa referente à quantidade de lâmpadas fluorescentes encontradas na instituição e nos demais campi regionais. Recomenda-se, para futuros trabalhos, pesquisas e entrevistas nos campi regionais para inventariar o estoque de lâmpadas fluorescentes pós-consumo, assim como análise do solo para verificar possível contaminação no meio ambiente pesquisado.

## 5 REFERÊNCIAS

ABILUMI. Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação. **Eficiência Energética, 2007**. Disponível em: <<http://www.abilumi.org.br/eficienciaenergetica.pdf>>. Acesso em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: solo e resíduos sólidos: amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

BACILA, Danniele Miranda. **Uso da logística reversa para apoiar a reciclagem de lâmpadas fluorescentes usadas**: estudo comparativo entre Brasil e Alemanha. [manuscrito] / Danniele Miranda Bacila. – Curitiba, 2012.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**. Saraiva, 2010.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BOWERSOX, Donald J. **Logística Empresarial: O processo de Integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.

BRASIL, Y. M.; SIMOES, A.; ADISSI, P.; RODRIGUES, F. **Análise do sistema logístico reverso de lâmpadas da iluminação pública do sul cearense. XXXI encontro nacional de engenharia de produção. ENEGEP. Out. 2011**

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Orientador para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 2010a.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasil, Brasília, DF, 03 ago. 2010b.

COSTA, D. O. **Estudo e Determinação das Características de Lâmpadas de Diferentes Tipos**. 79f. Dissertação (mestrado) - Universidade do Minho, Departamento de Eletrônica Industrial. Portugal, 2010.

DIAS, R. F.; **Educação ambiental**: princípios e práticas. 8ª. ed. São Paulo. Gaia, 2006.

IEA. International Energy Agency. **Light's Labor's Lost, Policies for Energy- efficient lighting, 2006**. Disponível em: <[http://www.iea.org/publications/free\\_new\\_Desc.asp?PUBS\\_ID=1695](http://www.iea.org/publications/free_new_Desc.asp?PUBS_ID=1695)>. Acesso em 20 out. 2011.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. **Agenda 21 on sustainable construction**. Rotterdam: CIB, 1999. (CIB Report Publication 237)

LACERDA, L. Logística Reversa – Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. **Revista TecnoLogística**. Curitiba. 2002. P. 46-50.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MARTINS, PETRÔNIO G. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

O DIÁRIO do Norte do Paraná. Fundação da UEM. Disponível em: <http://www.odiariorio.com/historiademaringa/>. Acesso em 11 mar. 2015

OSRAM. Catálogo Geral 2011/2012. Disponível em: [http://www.osram.com.br/osram\\_br/Ferramentas\\_%26\\_Catlogos/Downloads/Iluminacao\\_Geral/Catalogo\\_Geral\\_2011-2012/index.html](http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_%26_Catlogos/Downloads/Iluminacao_Geral/Catalogo_Geral_2011-2012/index.html). Acesso em: 11 mar. 2011b.

POLANCO, S.C. **A Situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil**. 2007. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processo Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP.

PORTER, M. E. “A Vantagem Competitiva das nações”. Rio Janeiro, Campus, 1989

RAZZOLINI FILHO, E., BERTÉ, R. **O Reverso da Logística e as Questões Ambientais no Brasil**. 1 ed. Curitiba: Ibpex, 2009.

SANCHES, E. S. S. de. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas Fluorescentes. In: V CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 18-22 ago. 2008, Salvador, Bahia, Brasil. **Anais do CONEM**, 2008.

TECHATO, K.; WATTS, D. J.; CHAIPRAPRAT, S. Life cycle analysis of retrofitting with high energy efficiency air-conditioner and fluorescent lamp in existing buildings. **Energy Policy**, Thailand, v. 37, p. 318-325, 2009.

WALKER, C.H.; HOPKIN, S.P.; SIBLY, R.M.; PEAKALL, D.B. **Principles of Ecotoxicology**. Bristol: Taylor & Francis, 1996.

ZANGL, S.; QUACK, D.; BROMMER, E. **Lampen in Privathaushalten. Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen. Studie im Rahmen des Projekts Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte**“.

ZAVARIS, C. **Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio**. Disponível em: [http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes\\_lampadas\\_hg.pdf](http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf). Acesso em: 19 nov 2011.