

Logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo Estudo de caso: Sistema de armazenagem em uma instituição de ensino

Logistics Reverse Lamp Post-Consumer Fluorescent Case Study: Storage System in a Educational Institution

William Cestari, Carlos Humberto Martins
Curso de pós-graduação em engenharia urbana PEU/UEM

Resumo

As lâmpadas fluorescentes são consideradas resíduos perigosos e devem ter seu destino pós-consumo de forma adequada. As empresas públicas e privadas estão trabalhando a logística reversa de forma a maximizar os usos de recursos e melhoria da imagem corporativa, gerando valor econômico, social, ambiental, além de atender às legislações vigentes. Este trabalho tem como objetivo averiguar como é realizada a armazenagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em uma instituição de ensino superior, localizada na cidade de Maringá-PR, verificando se está armazenagem está de acordo com as teorias encontradas ao armazenamento de resíduos perigosos e se a logística reversa está sendo realizada conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei 12.305/2010) no atendimento à legislação. A pesquisa envolveu levantamento bibliográfico em artigos, jornais, revistas, livros e internet que versam sobre o assunto. No que se refere ao estudo de caso, além da observação in loco, foi verificado o volume de lâmpadas fluorescentes pós-consumo localizadas nos almoxarifados da instituição analisada. Propostas de melhorias são apresentadas no processo de armazenagem atual, utilizando referencial teórico. Com as sugestões propostas e padronização do processo de armazenagem e logística reversa os ganhos sociais, ambientais e econômicos serão evidentes.

Palavras-chave: *Armazenagem, Lâmpadas Fluorescentes, Logística Reversa, PNRS.*

Abstract

Fluorescent bulbs are considered hazardous waste and should have their post-consumer appropriate destination. Public and private companies are working to reverse logistics in order to maximize the use of resources and improve the corporate image, creating economic, social, environmental value, and meet current legislation. This study aims to find out how the storage of post-consumption fluorescent lamps is performed in a higher education institution, located in the city of Maringá-PR, making sure it is stored in accordance with the theories found to hazardous waste storage and reverse logistics is being held as the National Policy on Solid Waste (PNRS - Law 12.305 / 2010) in compliance with the law. The research involved literature on articles, newspapers, magazines, books and internet that deal with the subject. With regard to the case study, addition of in situ observation, it was found the amount of post-consumer fluorescent lamps located in the warehouses of the analyzed institution. Improvement proposals are presented in the current storage process, using theoretical framework. With the proposed, the storage process standardization and reverse logistics social, environmental and economic benefits will be evident.

Keywords: *Storage, Fluorescent Lamps, Reverse Logistics, PNRS.*

1 Introdução

As lâmpadas fluorescentes são consideradas resíduos perigosos e devem ter seu destino pós-consumo de forma adequada. Este produto está sendo utilizado cada vez mais em grandes proporções pela sociedade e sendo descartado de forma indiscriminada, podendo ser encontrado seus rejeitos em terrenos baldios, fundo de vales, lixões e aterros sanitários. Descartados em locais inadequados podem contaminar o meio ambiente, intoxicar os seres humanos causando problemas físicos e neurológicos.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho consiste em averiguar como é realizada a armazenagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em uma instituição de ensino superior, verificando se esta armazenagem está de acordo com as teorias encontradas sobre armazenagem de resíduos perigosos e se a logística reversa está sendo utilizada conforme a legislação - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010). Para tanto, inicialmente serão explorados os conceitos de desenvolvimento sustentável, logística e logística reversa - assunto este recente e discutido pela PNRS 12.305/2010 - e as características das lâmpadas fluorescentes, salientando a importância da aplicação da logística reversa nas empresas e, em seguida, serão apresentados os dados referentes à investigação sobre o eficiência do procedimentos de recebimento, armazenagem, movimentação e destinação dessas lâmpadas em uma instituição de ensino, localizada na cidade de Maringá-PR, a Universidade Estadual de Maringá (UEM) onde a pesquisa foi realizada em janeiro de 2015.

Em relação à metodologia utilizada na elaboração desse trabalho, pode ser classificada como pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, visando proporcionar maior familiaridade com o fenômeno investigado, assim como explicar ou descrever a situação em foco. A pesquisa envolveu, ainda, levantamento bibliográfico em artigos, jornais, revistas, livros e *internet* que versam sobre o assunto. No que se refere ao estudo de caso, além da observação *in loco*, foi verificado o volume de lâmpadas fluorescentes pós-consumo localizadas nos almoxarifados da instituição analisada. Além disso, também ofereceram subsídios para a pesquisa registros realizados com câmera fotográfica.

As questões centrais do trabalho são: A armazenagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo na instituição de ensino analisada é eficiente? Existe aplicação de logística reversa para a coleta de lâmpadas fluorescentes na Universidade Estadual de Maringá - UEM? Como é o processamento e destinação final deste material?

Nesse sentido buscando uma forma de minimizar os impactos ambientais e evidenciar o processo de logística reversa no seguimento de lâmpadas florescentes, foi analisada a questão da armazenagem e da destinação adequada conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS 12.305/2010.

A partir da exposição teórica e do estudo de caso são apresentadas propostas para melhoria nos processos de logística reversa aplicados nessa organização. Com os procedimentos adequados poderá ser padronizado o processo de forma a diminuir o volume de resíduos perigosos ao local investigado e o aproveitamento de todos os componentes da lâmpada fluorescente ao início do ciclo produtivo. Nesse sentido, a relevância do trabalho se dá por propor a adequação às normas vigentes na legislação brasileira, além de promover ganhos econômicos, ambientais e sociais a todos os envolvidos no processo de implantação, maximizando recursos e melhorando a imagem corporativa e a qualidade de vida de todos os envolvidos.

2 A logística reversa e o desenvolvimento sustentável

Uma única lâmpada fluorescente pode ser insignificante no quesito contaminação. Atualmente, as lâmpadas fluorescentes estão sendo utilizadas em grande proporção. No Brasil, estima-se que o resíduo de lâmpadas fluorescentes seja de 206 milhões de unidades e vem aumentando gradativamente. As lâmpadas, segundo a Revista do IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2012), são classificadas em incandescentes e fluorescentes. As lâmpadas incandescentes no mercado brasileiro podem custar até cinco vezes menos que a fluorescente. Esta lâmpada tem dez vezes menos duração e gastam 80% mais energia que uma lâmpada fluorescente.

Com o aumento no consumo das lâmpadas fluorescentes começa a surgir problemas ambientais relacionados à destinação pós-consumo destes produtos. Estes resíduos são descartados ao ar livre em locais de grande circulação de pessoas. Consta-se que ocorrem baixos índices de reciclagens atuais. Em uma lâmpada fluorescente de 40W, encontramos cerca de 21mg de mercúrio. O mercúrio depositado em rios, em grande quantidade, contamina os peixes e frutos do mar e a ingestão desses alimentos acaba por contaminar o ser humano, podendo resultar em problemas como: gengivite, insônia, vômitos, dores de cabeça, elevação da pressão arterial, lesões renais, danos neurológicos e convulsões (WALKER *et al.*, 1996). A gravidade da situação pode ser exemplificada com o caso de Minamata (Japão), onde uma indústria que usava metil mercúrio, em 1960, despejou seus resíduos na baía, contaminando a sua água e seus peixes, causando a morte de sessenta e cinco pessoas, além do 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 de 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). Com base nestas propostas, acredita-se que as lâmpadas fluorescentes pós-consumo devem ser inseridas neste processo.

Segundo a NBR 10.005, de 1987, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as lâmpadas fluorescentes são classificadas como resíduos perigosos classe I. Se este material não for 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 – PNRS, na forma da lei 12.305, de 2010, observa-se a regulamentação e a gravidade da situação.

Esta lei 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, 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, estabelece-se como principal instrumento a logística reversa. Para melhor compreender este processo, mostra-se importante partir da exposição de questões referentes ao desenvolvimento sustentável, para então apresentar em que consiste a logística e a logística reversa.

2.1 Desenvolvimento Sustentável

Com o acirramento da concorrência, do avanço tecnológico e da melhoria nas formas de comunicação, as estratégias empresariais se tornaram o cerne da organização moderna. Porter (1989) afirma que as grandes organizações possuem estratégias ambíguas e desfocadas, pois buscam atingir objetivos ora no meio econômico, ora no âmbito social, além de se preocuparem também com os impactos ambientais. Ao contrário disso, deveriam ter estratégias únicas e conjuntas capazes de abranger todos os objetivos da organização.

Esta problemática pode ser resolvida a partir da perspectiva do desenvolvimento sustentável que é conceituado de uma forma mais ampla, conforme explicita Marcondes (2007), pelo Relatório “*Our Common Future*”, da *United Nations Brundtland Commission*, como “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as próprias necessidades”. A partir disso, salienta-se que o desenvolvimento sustentável trabalha com os tripés econômico, social e ambiental, os quais, segundo Marcondes (2007, p. 28) “são indissociáveis nas análises de viabilidade e custo-benefício”.

A autora expõe, ainda, como estas dimensões são interdependentes, com base nas colocações apresentadas pela Comissão Européia (2005 *apud* Marcondes, 2007, p. 28), a qual afirma o desenvolvimento sustentável compreende:

- 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.

Atualmente, verifica-se que muitas organizações estão preocupadas principalmente com as ações econômicas, deixando de lado as ações sociais e ambientalmente corretas. No entanto, nota-se que 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 vistas positivamente pelos seus *stackholders*, 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.

É válido salientar que por ações culturais não se entende apenas a realização de promoções, eventos e produções artísticas. A cultura aqui é tratada de forma mais ampla, e refere-se as crenças, comportamentos, valores, 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.

2.2 A logística reversa

Segundo Martins (2006), a origem da palavra logística é militar, visando colocar os recursos certos, no local certo, na hora certa, com um só objetivo: vencer batalhas. No Brasil, esta noção foi introduzida nos anos 1970, por meio de um de seus aspectos: a distribuição física, tanto interna quanto externa. O termo vem do francês (*logistique*) e trata do planejamento e realização de vários projetos, podendo ser definido como a junção de quatro atividades básicas: aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. O *Council of Logistics Management*, citado por Ballou (2007) estipulou que:

Logística é a parte dos processos da cadeia de suprimentos (SCM)¹ 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 adequado aos clientes a um custo razoável (BALLOU, 2007, p. 24).

Para Bowersox (2009, p. 23), “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 às 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, a partir do qual a matéria-prima chega à fábrica, passa por todo o processo produtivo e chega a mão do cliente final pelo da distribuição física. Deste ponto em diante, o produto, esgotando seu ciclo de vida, retorna ao processo logístico de forma reversa, processo também conhecido como logística reversa. A integração logística pode ser observada na figura 1:

¹ 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*.

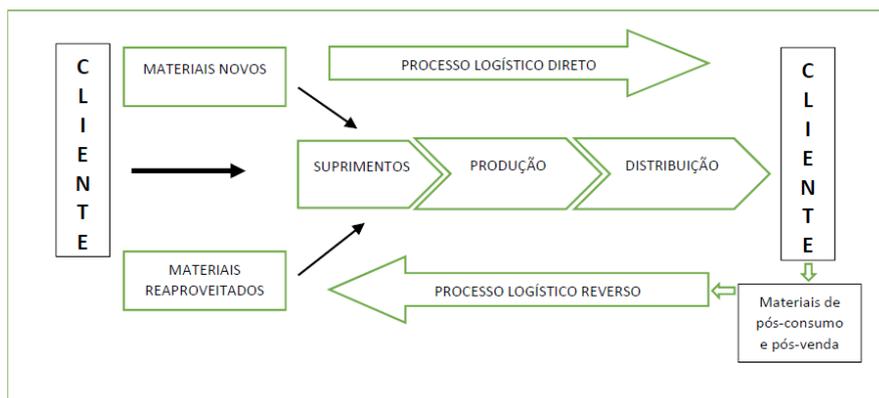


Figura 1 – Fluxo logístico
 Fonte: Lacerda (2002, p. 02).

Conforme a lei 12.305/10 (PNRS) a logística reversa consiste em:

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, 2010, p. 2).

Leite (2009) define a logística reversa como a área da logística em uma organização encarregada do planejamento, operações e controle dos fluxos e as informações, do retorno de bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, de forma a agregar valor de diversas maneiras: econômico, social, ambiental e legal garantindo a imagem corporativa.

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 percebido, ou seja, recapturar valores através da reutilização de materiais oriundos de produtos usados.

2.2.1 Barreiras à logística reversa

Leite (2009) cita alguns fatores que podem dificultar o ciclo reverso dos materiais, expondo que a principal causa pode ser a baixa disponibilidade do produto de pós-consumo, devido a dificuldades de captação que impedem escalas econômicas de atividades; em outros casos, pode ser a característica monopsônica² ou oligopsônica³ 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 reduzidos - se refere 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;

² Mercado onde existem muitas empresas vendedoras de um determinado produto para uma única empresa compradora.

³ Situação onde existem poucas empresas compradoras de determinados produtos, e muitas empresas vendedoras destes produtos.

- 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.

3 Fluxo logístico reverso das lâmpadas fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes tubulares são, segundo Bacila (2012), em um estudo realizado pela *International Energy Agency* – IEA, lâmpadas de descarga de baixa pressão. Consistem em um tubo de vidro revestido internamente com pó de fósforo e possui eletrodos de fios de tungstênio. Como demonstrado na figura 2, este tubo é preenchido com um ou mais gases inertes, geralmente argônio, e outro gás não inerte, mercúrio (Hg). 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. O fator mais influente apresentado pela IEA sobre a eficácia da luminosidade é a qualidade do pó de fósforo.

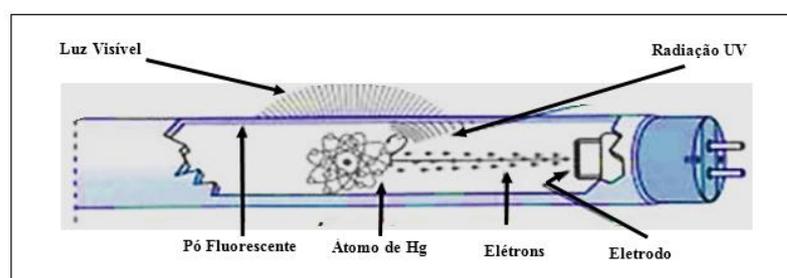


Figura 2 – Funcionamento da lâmpada fluorescente

Fonte: Bacila (2012, p.19)

Em relação ao ciclo de vida das lâmpadas fluorescentes, conforme exposto na PNRS (2010), o produto abrange a fase do projeto, 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).

A partir 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 a Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação – ABILUMI (2007), as principais vantagens das lâmpadas fluorescentes em relação às incandescentes são a maior vida útil e o gasto energético significativamente menor. Bacila (2012), com base nos dados fornecidos pelo catálogo da OSRAM, aponta na TABELA 1 o comparativo de custo e a vida útil de uma lâmpada, dependendo do seu tipo e do reator no qual está ligada, possui modelos com vida mediana de 10.000h.

Tabela 1 – Custo e Durabilidade por tipo de lâmpada

LÂMPADAS	PREÇO DE COMPRA (EUROS)	DURABILIDADE (horas)
Incandescente	1	1000
Incandescente-Halogêneo	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, 8 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).

Por essa razão, mostra-se de extrema relevância a aplicação da logística reversa às lâmpadas fluorescentes. Para Sanches (2008), este processo inclui o gerenciamento das seguintes etapas: coleta, armazenagem, manuseio e movimentação ainda no gerador de resíduos; a coleta e transporte; movimentação e armazenagem na indústria de reciclagem; e os estoques de lâmpadas fluorescentes de pós-consumo e materiais recicláveis, podendo esses resíduos serem gerados por pessoa física ou empresa (Figura 3). Semelhantemente, 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.

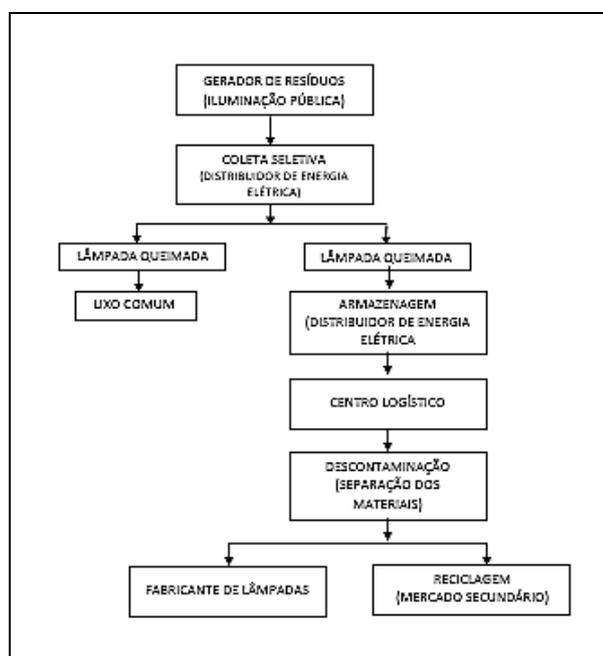


Figura 3 – Fluxo reverso das lâmpadas de Iluminação Pública
Fonte: Adaptado de Sanches (2008)

Nesse processo, é importante ressaltar o tratamento dado às lâmpadas fluorescentes pós-consumo. Para Zavaris (2007) as lâmpadas fluorescentes usadas pós-consumo ou inservíveis (queimadas) devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Deverá ser reutilizada as embalagens originais, caso não seja possível, deverá ser utilizado materiais como: papelão, papel ou jornal e fitas autocolantes para embalar as lâmpadas, protegendo-as contra choques mecânicos. Após estarem embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser acondicionadas em recipiente portátil ou caixa

resistente apropriada para o transporte, de forma a evitar sua quebra. 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.

Segundo o levantamento de Polanco (2007), estavam instaladas no Brasil oito empresas “recicladoras”. No ano de 2010, houve a fusão da Apliquim (SP) com a Brasil Recycle (SC) passando a desenvolver toda sua operação como de Apliquim Brasil Recycle. Desta forma, sete empresas são responsáveis pela reciclagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo. As empresas de reciclagem estão concentradas basicamente nos estados apresentados na tabela 2:

TABELA 2 – PRINCIPAIS RECICLADORAS DE LÂMPADAS FLUORESCENTES NO BRASIL

ESTADO	RECICLADORA
SÃO PAULO	APLIQUIM BRASIL RECICLE
	NATURALIS BRASIL DESENVOLVIMENTO DE NEGÓCIOS
	TRAMPPPO COMÉRCIO E RECICLAGEM DE PRODUTOS INDUSTRIAIS LTDA - ME
MINAS GERAIS	Hg DESCONTAMINAÇÃO LTDA
	RECITEC – RECICLAGEM TÉCNICA DO BRASIL LTDA
SANTA CATARINA	APLIQUIM BRASIL RECICLE
	SILEX INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PRODUTOS QUÍMICOS E MINERAIS LTDA
PARANÁ	MEGA RECICLAGEM DE MATERIAIS LTDA

Fonte: Adaptado de Polanco (2007).

4 Armazenagem e descarte de lâmpadas fluorescentes pós-consumo na UEM

O presente estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá – UEM, em janeiro de 2015. Esta instituição 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 e ocupa uma área de 6.344.212,17 m². É considerada a 21^a melhor universidade do Brasil. Segundo o jornal *O Diário do Norte do Paraná* (2015), atualmente, além do *campus* sede, em Maringá, a instituição possui *campus* 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 figura 04, pode-se observar o trajeto percorrido entre almoxarifado I e II, nos quais foi realizada a pesquisa. A distância entre os dois almoxarifados perfaz cerca de 600 metros sendo considerados pontos estratégicos para armazenagem das lâmpadas fluorescentes pós-consumo devido a fácil localização dentro do *campus* da universidade e recebimento de lâmpadas de *campus* de outras regiões.

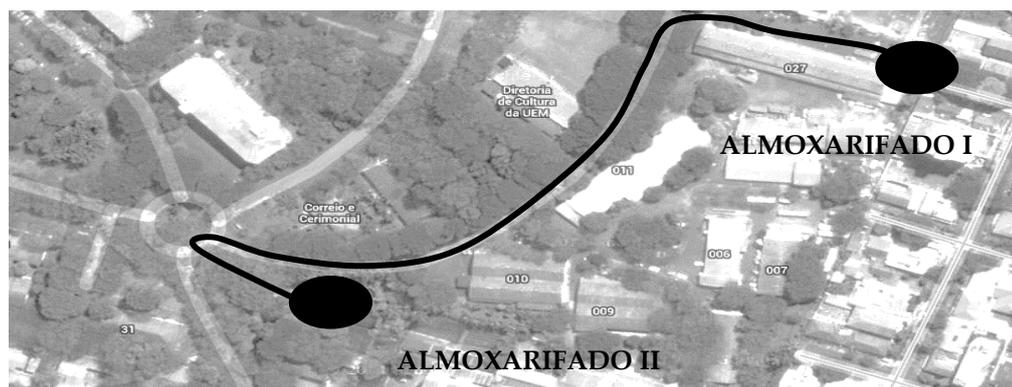


Figura 4 – Trajeto dentro do *Campus* da UEM
 Fonte: Google Maps (2015).

Para verificar como são feitos os descartes e armazenagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo nesta instituição, foram realizadas visitas técnicas aos seus almoxarifados. O objetivo da visita e da observação *in loco*, foi verificar como a UEM procede quanto ao armazenamento e o descarte das lâmpadas pós-consumo. A partir desta visita, constatou-se que no almoxarifado central da instituição existe um volume de 20 mil lâmpadas aguardando descarte apropriado (figura 5).



Figura 5 – Armazenagem Lâmpadas Almoxarifado I - UEM
 Crédito das fotos: Autor

No segundo almoxarifado, foram encontradas cerca de 10 mil lâmpadas também aguardando a destinação correta conforme observado na figura 6:



Figura 6 – Armazenagem Lâmpadas Almoxarifado II - UEM
 Crédito das fotos: Autor

Além disso, como pode ser observado nas imagens, as lâmpadas fluorescentes pós-consumo encontram-se armazenadas em local adaptado, de madeira e com cobertura em telhas de fibrocimento, propensas aos efeitos do tempo (chuva, sol, ventos e tempestades), embaladas em papel e papelão. Constatou-se também que as lâmpadas são acondicionadas em suas próprias embalagens, não havendo preocupação com quebras. Foram encontradas muitas lâmpadas em caixas de papelão sem nenhum cuidado para evitar contaminação e sem nenhuma informação tratando de lâmpadas quebradas por mercúrio. Não foi observado uso de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos funcionários, constatando local aberto com trânsito frequente de pessoas. Nos almoxarifados analisados, não foi encontrado nenhum tipo de alerta sobre 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, assim como nenhuma orientação quanto à quebra acidental de lâmpada.

Como formas de melhorias para amenizar os riscos de recebimento, movimentação, armazenagem e encaminhamento para reciclagem de produto considerado perigoso e tóxico para o ser humano e para o meio ambiente, sugere-se que os gestores procedam de forma a armazenar as lâmpadas em locais apropriados, visto que, para Zavaris (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:

1. As lâmpadas devem ser armazenadas em local seco embaladas em papel e papelão;
2. Acondicionar as lâmpadas em recipientes portáteis ou caixa resistente apropriadas para transporte, evitando quebras;
3. Lâmpadas quebradas ou danificadas devem ser separadas das demais, em recipientes hermeticamente fechados resistentes à pressão;
4. Equipamentos de proteção individual (EPI's), tais como, máscara para mercúrio, luvas, avental impermeável e calçados de segurança em todas as fases de movimentação, recolhimento, armazenagem e transporte;
5. Alerta sobre o risco de contaminação por mercúrio;
6. Orientação sobre a quebra acidental de lâmpadas;

Caso ocorram quebras acidentais 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, acondicionando-o em recipiente plástico resistente, fechado hermeticamente. Para evitar ferimentos com os fragmentos deverá ser utilizado sacos plásticos onde deverá ser armazenado e colocado em caixas de papelão resistente.

Mostra-se relevante o fato de que, na UEM, foi realizada reciclagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo há quatro anos, em 2010. Desde esse ano, as lâmpadas estão se acumulando nos almoxarifados sem destinação correta. Nesta visita técnica, também tomou-se conhecimento de que há uma grande quantidade de lâmpadas fluorescentes pós-consumo que necessitam de destino adequando, nos *campus* regionais que abrangem 109 municípios do Noroeste do Paraná e que mantém atividades de ensino, pesquisa e extensão, 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 apresentaria estoques elevados de lâmpadas pós-consumo. O que estaria impactando no não recolhimento das lâmpadas seria o auto custo de coleta, hoje, em torno de R\$ 0,60 (sessenta centavos) por lâmpada a ser recolhida, sendo que na cidade de Maringá, apenas uma empresa faz a coleta deste material a Norte Visual – Soluções Ambientais.

Para Rauber, (2011) para evitar danos ao meio ambiente e a saúde pública, exige-se que os resíduos perigosos sigam as normas estabelecidas na Lei Federal 12.305/2010 e que a responsabilidade pelo ciclo de vida do produto deve ser compartilhada, ou seja, há um conjunto de atribuições individualizadas, e outras encadeadas para fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, até titulares dos serviços públicos de limpeza urbana, e de manejo dos resíduos sólidos.

5 Conclusão

Com base na observação *in loco* e na análise realizada, pode-se concluir que o processo existente na instituição não está adequado à legislação em vigor (PNRS 12.305/2010) e pelo atual volume de lâmpadas armazenadas. Para a adequação, sugere-se que a Universidade Estadual de Maringá implante melhorias na infraestrutura de transporte, coleta, armazenagem e destinação final. Uma parceria com canais de distribuição reverso otimizaria o modo de coleta, movimentação e depósito de materiais, onde possibilitaria verificar o correto acondicionamento e destinação final.

Para o sucesso da logística reversa das lâmpadas fluorescentes alguns processos e procedimentos devem ser promovidos e aplicados. O planejamento, a organização e o controle do processo de logística reversa com datas pré-definidas para recolhimento das lâmpadas fluorescentes, assim como a ampliação do conhecimento do processo de reciclagem desse material, são instrumentos possíveis de serem aplicados em qualquer instituição pública/privada.

Outra estratégia relevante é que a UEM providencie o acondicionamento das lâmpadas em caixas metálicas ou tambores com tampa para a correta vedação, facilitando o manuseio, protegendo de possível rompimento e prezando pela segurança e proteção do operador.

Nos locais onde estão armazenadas as lâmpadas, é sugerido o acondicionamento em contêineres metálicos que possuam tampa selada e filtro de carvão para a acumulação de mercúrio, caso ocorra algum tipo de rompimento no transporte, opções como caixas de madeira e tambores poderão ser utilizadas.

As limitações encontradas para o desenvolvimento da pesquisa foram falta de informação precisa referente à quantidade de lâmpadas fluorescentes encontradas na instituição e nos demais *campi* regionais. Recomenda-se para futuros trabalhos que sejam realizadas pesquisas e entrevistas em todos os *campi* da UEM para inventariar o estoque de lâmpadas fluorescentes pós-consumo, assim como o encaminhamento de análise do solo para verificar possível contaminação.

Referências

- Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação – ABILUMI. Eficiência Energética [Internet]. 2007 sep. [cited 2015 mar 26]. Available from: <http://www.abilumi.org.br/eficienciaenergetica.pdf>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14040 – Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura. Rio de Janeiro, 2009.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10005 – Solo e resíduos sólidos: amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro, 1987.
- BACILA DM. Uso da logística reversa para apoiar a reciclagem de lâmpadas fluorescentes usadas: estudo comparativo entre Brasil e Alemanha [manuscrito]. Curitiba, 2012.
- BALLOU RH. Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BARBIERI JC. Gestão Ambiental Empresarial. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BOWERSOX DJ. Logística Empresarial: o processo de Integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2009.
- COSTA DO. Estudo e Determinação das Características de Lâmpadas de Diferentes Tipos. [dissertation]. Minho: Departamento de Eletrônica Industrial/ Universidade do Minho; 2010. 79p.
- DIAS RF. Educação ambiental: princípios e práticas. 8. ed. São Paulo: Gaia, 2006.
- Fundação da Universidade Estadual de Maringá - UEM. O Diário do Norte do Paraná [internet]. [cited 2015 mar 11] Available from: <http://www.odiario.com/historiademaringa/>.

- LACERDA L. Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro. COPPEAD/UFRJ, 2002.
- Lei N 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 (Brasília). 2010 ago 03.
- LEITE PR. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- MARCONDES ECS. Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil: Estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartunado [thesis]. São Paulo: Escola Politécnica/USP; 2007. 242p.
- MARTINS PG. Administração de materiais e recursos patrimoniais. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- POLANCO SC. A Situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil [dissertation]. São Caetano do Sul: Escola de Engenharia Mauá/Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia; 2007. 119p.
- RAUBER ME. Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal n. 12.305/2010, de 02.08.2010. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 2011, 4(4): 1-24.
- RAZZOLINI FILHO E, BERTÉ R. O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil. 1 ed. Curitiba: Ibpex, 2009.
- Revista do IDEC. Lâmpadas fluorescentes: onde descartá-las.2012;166. [cited 2015 maio. 26.] Available from: <http://www.idec.org.br/em-acao/revista/livros-inacessiveis/materia/lampadas-fluorescentes-onde-descarta-las/pagina/184>.
- SANCHES ESS. Logística reversa de pós-consumo do setor de lâmpadas Fluorescentes. In: V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2008 ago 18-22; Salvador, Bahia, Brasil.
- TECHATO K; WATTS DJ; CHAIPRAPRAT S. Life cycle analysis of retrofitting with high energy efficiency air-conditioner and fluorescent lamp in existing buildings. Energy Policy. 2009;37: p. 318-325.
- WALKER CH; HOPKIN SP; SIBLY RM; PEAKALL, DB. 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“. Feriburg: ÖKO-INSTITUT e. V. PROSA. Gefördert durch: BMU und Klima Schutz, august, 2010. 124 p. Relatório Técnico.
- ZAVARIS C. Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. [cited 2015 mar 19] Available from: http://www.acpo.org.br/campanhas/mercurio/docs/recomendacoes_lampadas_hg.pdf.