

# Política Nacional de resíduos sólidos e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo: estudo de caso

## *National Policy for solid waste and reverse logistics of fluorescent lamps after consumption: a case study*

William Cestari<sup>1</sup> – Universidade Estadual de Maringá – Dep. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana  
Carlos Humberto Martins<sup>2</sup> – Universidade Estadual de Maringá – Dep. de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

**RESUMO** As lâmpadas fluorescentes são utilizadas cada vez mais atualmente. Consideradas lâmpadas econômicas, ao final de seu ciclo de vida tornam-se resíduos perigosos. Sua composição possui frações de mercúrio, considerado prejudicial à saúde humana. As lâmpadas fluorescentes juntamente com pneus e embalagens de agrotóxicos, tem legislação federal que estabelece e regulamenta sua destinação correta. No ano de 2010 Foi criada a Lei Federal 12.305/2010 que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) responsabilizando empresas e consumidores pelo destino correto de seus resíduos. Este artigo tem como objetivo analisar o processo de logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em uma instituição de ensino público. Para esta pesquisa, foi utilizado estudo de caso, entrevistas com gestores pela área de administração de materiais/almoxarifado da instituição. Como resultado da pesquisa foi identificado que a instituição de ensino não realiza a logística reversa desde o ano de 2010 acumulando material perigoso em seus almoxarifados. O artigo contribui como sugestão de melhoria no processo de logística reversa, segurança do trabalhador e prevenção de riscos ambientais.

**Palavras-chave** Lâmpadas Fluorescentes. Logística Reversa. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

**ABSTRACT** *Fluorescent lamps are used increasingly today. Considered energy-saving lamps, they become hazardous waste at the end of their life cycle. They are composed partly of mercury, considered harmful to human health. Fluorescent lamps, together with tires and pesticide containers, fall under federal legislation that establishes and regulates their proper disposal. In 2010, Federal Law 12.305 / 2010 was created, establishing the National Policy on Solid Waste (PNRS), making businesses and consumers responsible for the proper disposal of their waste. This article aims to analyze the reverse logistics process of fluorescent lamps post-consumption, in a public education institution. The research used case studies and interviews with managers of the materials administration and warehouse departments of the institution. It was identified that since 2010, the educational institution has not been performing reverse logistics and has been accumulating hazardous material in its warehouses. This paper contributes a suggestion to improve the reverse logistics process and worker safety, and to prevent environmental risks.*

**Keywords** *Fluorescent lamps. Reverse Logistics. National Policy on Solid Waste.*

1. Rua Dr. Saulo Porto Virmond, 117, Bloco A 301, CEP 87005-090, Maringá-PR, e-mail: williamcestari@hotmail.com  
2. chmartins2007@gmail.com

CESTARI, W.; MARTINS, C. H. Política Nacional de resíduos sólidos e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo: estudo de caso. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 1, jan-mar/2016, p. 29-44.

DOI: 10.15675/gepros.v11i1.1342

## 1. INTRODUÇÃO

As lâmpadas fluorescentes são consideradas resíduos perigosos e devem ter seu destino pós-consumo de forma adequada (ABILUMI, 2007). 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 (APLIQUIM, 2010).

Com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei 12.305/2010 que trata da logística reversa de resíduos sólidos, foi levantando o problema de pesquisa. O objetivo é diagnosticar como é realizado o processo de logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em uma instituição de ensino superior (IES). Esta instituição recebe grande número de acadêmicos todos os anos, e tendo em vista a preocupação com resíduos tóxicos gerados por lâmpadas fluorescentes pós-consumos e a legislação vigente iniciou-se a pesquisa.

Para tal, foram delineados os seguintes objetivos específicos: (I) verificar o volume de lâmpadas fluorescentes pós-consumo no setor de administração de materiais/almojarifado na IES; (II) descrever como é feita a armazenagem de lâmpadas fluorescentes pós-consumo nos almoxarifados da IES e comparar com o referencial bibliográfico a correta armazenagem; (III) investigar a logística em uma IES com base PNRS 12.305/2011.

A pesquisa é classificada como exploratória e de abordagem qualitativa. Segundo Selltiz *et al.* (1965), a pesquisa exploratória busca descobrir ideias e intuições, na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado. Para Triviños (1987) a abordagem qualitativa trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro do seu contexto. Para Gil (1999), o uso dessa abordagem propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contato direto com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos. Quanto à escolha do objeto de estudo, a pesquisa pode ser classificada como estudo de caso que segundo Yin (2010) é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo dos fatos objetos de investigação, permitindo um amplo e pormenorizado conhecimento da realidade e dos fenômenos pesquisados.

A pesquisa envolveu, levantamento bibliográfico em artigos, jornais, revistas, livros e internet sobre temas que versam sobre o assunto pesquisado. Além disso, também ofereceram subsídios para a pesquisa registros realizados com câmera fotográfica, registrando como as lâmpadas pós-consumo são armazenados nos almoxarifados da IES.

A partir da exposição teórica e do estudo de caso são apresentadas propostas para melhoria nos processos de armazenagem e logística reversa a serem aplicados nessa IES. Com os procedimentos adequados poderá ser padronizado o processo de forma a diminuir o volume de resíduos perigosos no local investigado e o aproveitamento de todos os componentes das lâmpadas fluorescentes ao início do ciclo produtivo. Nesse sentido, a contribuição esperada a partir dos resultados do artigo é a de propor a adequação às normas vigentes na legislação brasileira PNRS 12.305/2010, além de promover ganhos econômicos, ambientais e sociais a todos os envolvidos no processo de implantação, maximizando recursos e melhorando a imagem da instituição estudada.

Para atender aos objetivos propostos, o trabalho está estruturado em cinco tópicos, incluindo esta introdução. O tópico 2 apresenta uma breve contextualização acerca de desenvolvimento sustentável, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), logística e logística reversa. No tópico 3 são destacados os procedimentos metodológicos utilizados. O tópico 4 apresenta os principais resultados relacionados aos objetivos traçados, enquanto que o tópico 5 traz as considerações finais, seguida das referências bibliográficas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

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 (APLIQUIM, 2010). 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 (ABILUMI, 2007).

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. Constata-se que ocorrem baixos índices de reciclagens atuais. Em uma lâmpada fluorescente de 40W, encontramos cerca de 21mg de mercúrio (MEGARECICLAGEM, 2015). 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 (APLIQUIM, 2010). 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 (BRASIL, 2010).

## 2.2. A logística e logística reversa

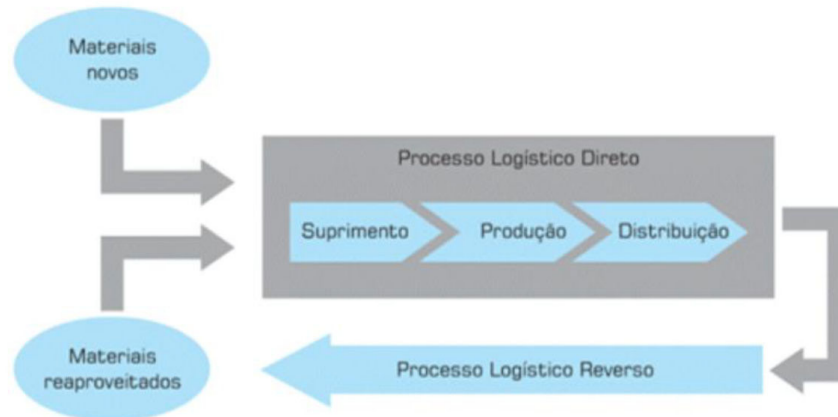
Segundo Martins (2006), a origem da palavra logística é militar, visando colocar os recursos certos, no local certo, na hora certa, com um só objetivo: vencer batalhas. No Brasil, esta noção foi introduzida nos anos 1970, por meio de um de seus aspectos: a distribuição física, tanto interna quanto externa. 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)<sup>3</sup> 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:

3 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 – Representação esquemática dos processos direto e reverso.



Fonte: Larcerda (2002, p. 2).

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 monopsônica<sup>4</sup> ou oligopsônica<sup>5</sup> 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.

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

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

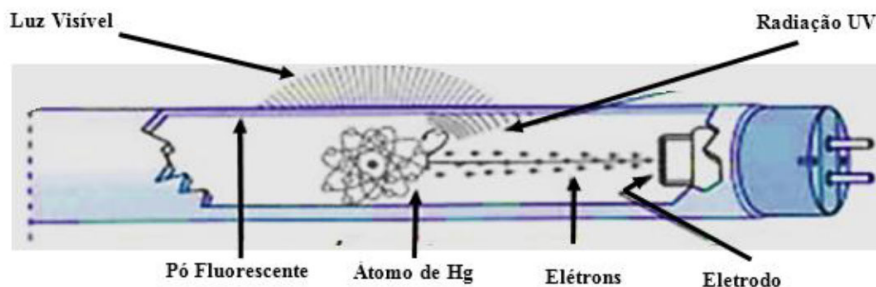
Segundo Lacerda (2002), os fatores críticos para a eficiência do processo de logística reversa são:

- 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;
- 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.

### 2.3. Fluxo logístico reverso das lâmpadas fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes tubulares são, segundo Bacila (2012), em um estudo realizado pela IEA – *International Energy Agency*, 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 ABILUMI – Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação, 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.

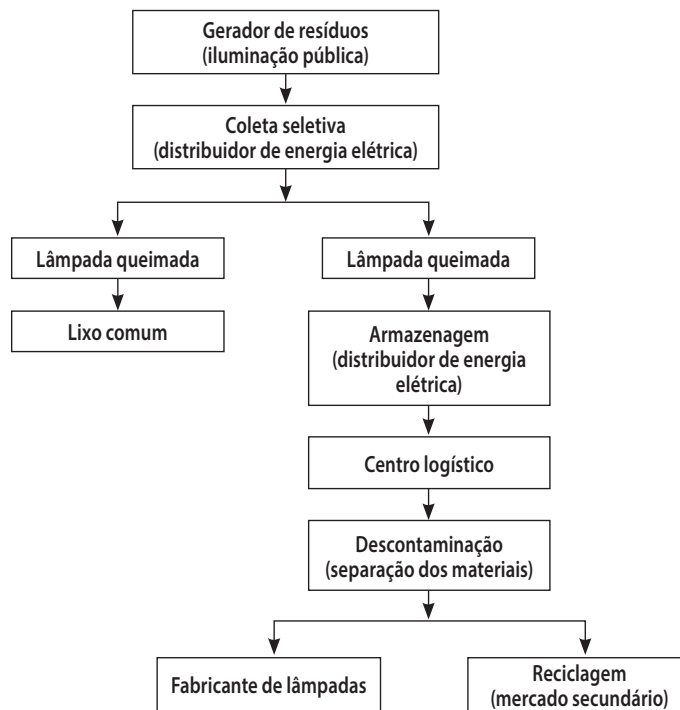
LÂMPADAS	PREÇO DE COMPRA (EUROS)	DURABILIDADE (horas)
<b>Incandescente</b>	1	1000
<b>Incandescente-Halogêneo</b>	3	2000
<b>Fluorescente tubular</b>	3,5	10000
<b>Fluorescente compacta</b>	5	10000
<b>LEDs</b>	8	20000
<b>Vapor de mercúrio</b>	8	10000
<b>Iodetos Metálicos</b>	25	9000

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).

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 no Quadro 1:

Quadro 1 – 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).

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Ao atendimento do objetivo geral desta pesquisa, foi utilizada a metodologia qualitativa, que de acordo com Denzin e Lincoln (2006), abrange o estudo do uso e a coleta de diversos materiais empíricos, como por exemplo, experiência pessoal, entrevistas, documentos, que visam descrever momentos e significados do dia a dia na vida dos seres humanos. A pesquisa foi conduzida por um estudo de caso aplicado na prática (YIN, 2010). A definição da instituição de ensino como referência para a pesquisa deu-se por ser uma instituição de referência em todo o Estado do Paraná e também a nível Brasil, além de ter foco na educação superior e formadora de opinião.

Foi utilizada a livre observação para obtenção e coleta de dados, nos setores por onde as lâmpadas fluorescentes são destinadas e armazenadas, possibilitando aos pesquisadores entenderem como são feitos os processos de recebimento, armazenagem, transporte e possível retorno durante a operação de logística reversa; e entrevistas semiestruturadas com as pessoas envolvidas diretamente no processo de gestão das lâmpadas fluorescentes, sendo os gestores respondentes aqueles que detém de informações e conhecimento sobre o objetivo da pesquisa e da questão-problema (COOPER; SCHINDLER, 2003), conforme abaixo:

- Administração de Materiais/Almoxarifado: área responsável por toda a movimentação e armazenagem das lâmpadas fluorescentes pós-consumo. Foram entrevistados 02 (dois) Gerentes de materiais/almoxarifado (GA).

A elaboração do roteiro optou-se por fundamentá-lo através de questões abertas utilizadas pelos autores, com isso identificou-se assuntos-chaves para o direcionamento das entrevistas: qual o volume de lâmpadas armazenadas na área de materiais/almojarifado, como está estruturada fisicamente a armazenagem das lâmpadas fluorescentes e qual os desafios no processo da logística reversa. Como o objetivo das entrevistas era compreender o processo de armazenagem e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo, as questões elaboradas para o roteiro, foram feitas para os dois gestores da área de materiais/almojarifado, havendo também a possibilidade de inclusão ou exclusão de perguntas de acordo com o andamento da entrevista e com a atividade do respondente.

Com a necessidade de uma melhor compreensão sobre o objeto estudado, os entrevistados do setor de materiais/almojarifado foram acionados devido a sua maior interação com o processo. A duração média de cada entrevista foi de aproximadamente 45 minutos.

Estas entrevistas foram transcritas em blocos de anotações e, após as primeiras leituras de exploração, foram organizadas em editor de texto Word de forma que viabilizaram a pré-análise e estabeleceram um esquema de trabalho. Assim sendo, foi utilizada a análise de conteúdo, que segundo Godoy (1995), possibilita aos pesquisadores a compreensão das características, das estruturas e dos modelos que estão compondo o conteúdo a ser estudado.

Como suporte ao levantamento de dados, foi utilizada uma câmera fotográfica, no qual foram registradas como as lâmpadas fluorescentes são armazenagens, o que facilita e também da credibilidade aos dados apresentados (COOPER; SCHINDLER, 2003).

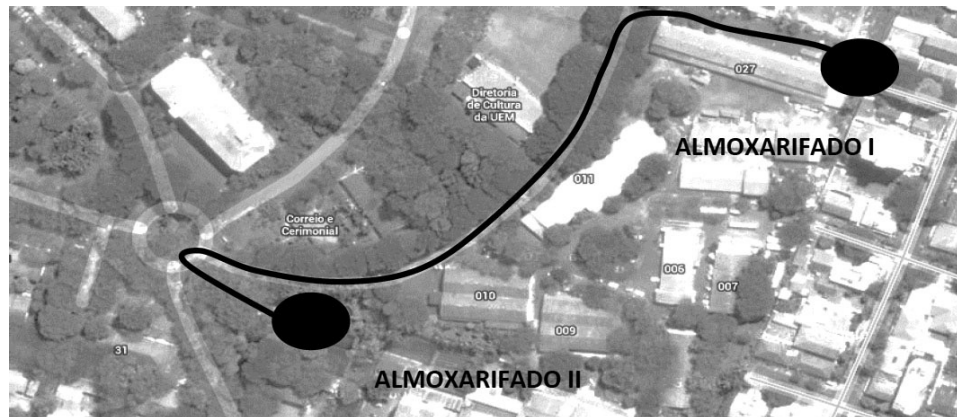
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Armazenagem e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo na UEM

O presente estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá – UEM, em janeiro de 2015. A 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 m<sup>2</sup>. É considerada a 21ª 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 4, pode-se observar o trajeto percorrido entre almojarifado I e II, nos quais foi realizada a pesquisa. A distância entre os dois almojarifados 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 nos almoxarifados, foi verificar como a IES analisada procede quanto ao armazenamento e o descarte das lâmpadas pós-consumo. A partir desta observação, constatou-se que no almoxarifado central da instituição existe um volume de 20 mil lâmpadas aguardando descarte apropriado (Figura 5).

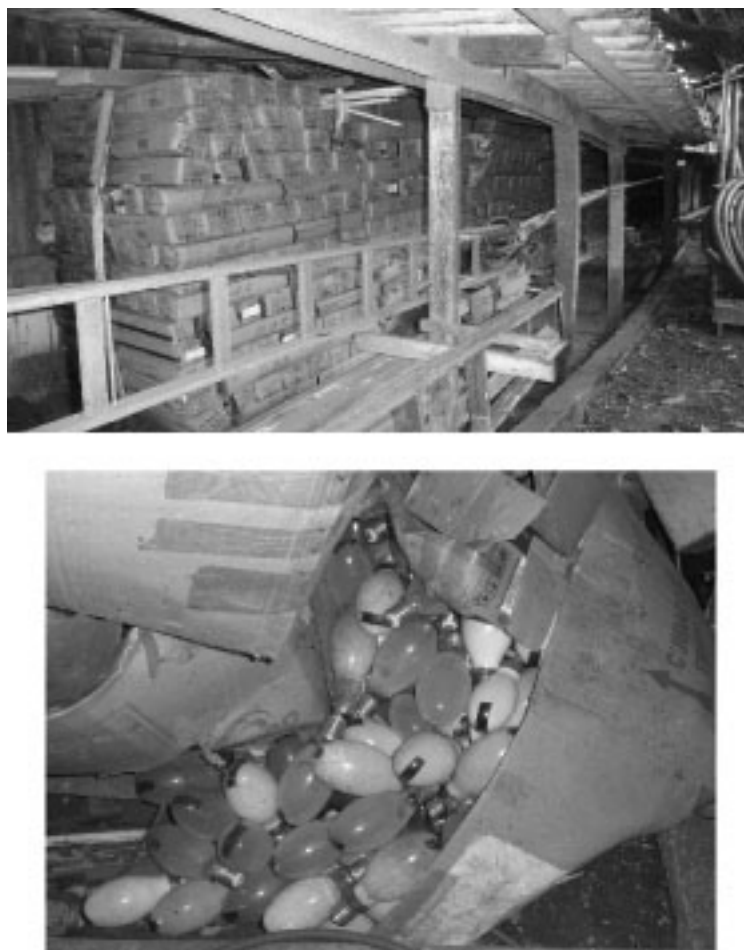
Figura 5 – Armazenagem Lâmpadas Almoxarifado I – UEM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Pode-se observar situação de armazenagem precária e lâmpadas fluorescentes quebradas ao lado de um possível “almoxarifado” que não atende as normas e procedimentos adequados de armazenagem. No segundo almoxarifado, foram encontradas cerca de 10 mil lâmpadas também aguardando a destinação correta conforme observado na Figura 6:

Figura 6 – Armazenagem Lâmpadas Almojarifado II – UEM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

Além disso, como pode ser observado nas fotos registradas, 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 almojarifados 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 adequado, 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. Segundo os gestores da área de materiais/almoxarifado o que estaria impactando no não recolhimento das lâmpadas seria o auto custo de coleta, 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 - Política Nacional de Resíduos Sólidos 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. CONCLUSÕES

Com base na observação e na análise realizada nas áreas de materiais/almojarifado, 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 otimizará o modo de coleta, movimentação e depósito de materiais, onde possibilitaria verificar o correto acondicionamento e destinação final.

Para o sucesso da logística reversa de lâmpadas fluorescentes alguns procedimentos devem ser promovidos e aplicados. O planejamento, a organização e o controle do processo de logística reversa juntamente com empresas parceiras negociando 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.

A limitação encontrada para o desenvolvimento da pesquisa foi a 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

ABILUMI. **Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação**. 2007. Disponível em: <<http://www.abilumi.org.br/eficienciaenergetica.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

APLIQUIM. **Brasil Recicle. Descarte de Lâmpadas e Política Nacional de Resíduos Sólidos: O que você precisa saber**. 2010. Disponível em: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/saiba-mais/sobrelampadas>>. Acesso em: 28 jun. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005**. *In: \_\_\_\_\_* Solo e resíduos sólidos: amostragem de resíduos: procedimento. Rio de Janeiro: [s.n.], 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**. *Gestão Ambiental: Avaliação do Ciclo de vida - Princípios e Estrutura*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.

BACILA, D. M. **Uso da logística reversa para apoiar a reciclagem de lâmpadas fluorescentes usadas: estudo comparativo entre Brasil e Alemanha**. Curitiba, p. 152, 2012.

- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transporte, administração de materiais e distribuição física**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial**. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BOWERSOX, D. J. **Logística Empresarial: o processo de Integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2009.
- 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, 2010.
- BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Intitui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras profidências. Diário Oficial da União, 2010.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Método da pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- COSTA, D. O. **Estudo e determinação das características de lâmpadas de diferentes tipos**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho, Departamento de Eletrônica Industrial. Portugal, 2010.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa**. Teorias e abordagens. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- DIAS, R. F. **Educação Ambiental**. 8. ed. São Paulo: Gaia, 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5º. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GODOY, A. S. A pesquisa qualitativa: tipos Fundamentais. **Revista de Administração - RAE**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Lâmpadas Fluorescentes: onde descartá-las**. 2012. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/em-acao/revista/livros-inacessiveis/materia/lampadas-fluorescentes-onde-descarta-las/pagina/184>>. Acesso em: 26 maio 2015.
- LACERDA, L. **Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.
- LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- MARCONDES, E. C. S. **Sistemas Logísticos reversos na indústria da construção civil: Estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonada**. 2007. 242 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica/USP, São Paulo, 2007.
- MARTINS, P. G. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2º ed. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MEGARECICLAGEM. **Descontaminação de Lâmpadas**. 2015. Disponível em: <<http://www.megareciclagem.com.br/site/>>. Acesso em: 04 jul. 2015.

O DIÁRIO DO NORTE DO PARANÁ. **História de Maringá** - Fundação da Universidade Estadual de Maringá - UEM. 2010. Disponível em: <<http://www.odiario.com/historiademaringa/>>. Acesso em: 11 março 2015.

POLANCO, S. C. **A situação da destinação pós-consumo de lâmpadas de mercúrio no Brasil**. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2007.

PORTER, M. E. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

RAZZOLINI FILHO E, B. R. O. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil**. 1º ed. Curitiba: Ibepe, 2009.

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

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

TECHATO, K.; CHAIPRAPRAT, D. J. W. S. Life cycle analysis of retrofitting with high energy efficiency air-conditioner and fluorescent lamp in existing buildings. **Energy Policy**, v. 3, p. 318-325, 2009

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em**. São Paulo: Atlas, 1987.

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZANGL, S.; QUACK, D.; BROMMER, E. **Lampen in Privathaushalten. Entwicklung der Vergebekriterien 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., [S.l.], p. 124, 2010.

ZAVARIS, C. **ACPO – Associação de Combate aos Poluentes**. Documento de recomendação a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio. 2007. 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 mar. 2015.