



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**GABRIELA PUTRIKUS**

**AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS  
FLUORESCENTES EXISTENTES EM ÂMBITO NACIONAL FRENTE A POLÍTICA  
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Palhoça

2015

**GABRIELA PUTRIKUS**

**AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS  
FLUORESCENTES EXISTENTES EM ÂMBITO NACIONAL FRENTE A POLÍTICA  
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da Universidade do  
Sul de Santa Catarina como requisito  
parcial à obtenção do título de Engenheira  
Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Marina de Medeiros Machado, Ms.

Palhoça  
2015

**GABRIELA PUTRIKUS**

**AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS  
FLUORESCENTES EXISTENTES EM ÂMBITO NACIONAL FRENTE A POLÍTICA  
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitária e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 23 de junho de 2015.

*marina medeiros machado*

---

Professor e orientador Marina de Medeiros Machado, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

*Anelise Leal Vieira Cubas*

---

Prof. Anelise Leal Vieira Cubas, Dra.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

*Bernadete Batalha Batista*

---

Bernadete Batalha Batista, Esp.  
Blocaus Pré-Fabricados Ltda

Com muito carinho e amor, dedico este trabalho aos meus pais amados Santino Putrikus e Glória Volpato Putrikus e toda minha família, que sempre com muito amor e compreensão, me incentivaram no que foi preciso, e acreditaram que eu poderia chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre estar me guiando e abençoando nessa jornada da minha vida e por me ajudar a escolher sempre os melhores caminhos a seguir.

Aos meus pais por estarem sempre presentes em minha vida, me dando amor e sempre me ajudando, apoiando minhas escolhas, acreditando no meu potencial. Agradeço por estarem comigo nos momentos de dificuldades, os quais presenciei durante esse caminho percorrido. Agradeço também às minhas irmãs Rafaela e Renata por estarem me apoiando sempre.

À minha querida orientadora Marina, pelo apoio, sugestões, dedicação, paciência, e ajudas constantes no desenvolvimento desse trabalho, pois com sua sabedoria soube me guiar ao alcance dos meus objetivos.

Aos meus colegas da Terra Ambiental, pela paciência comigo, quando precisei ausentar-me do estágio, em função do desenvolvimento desse trabalho.

À todos meus amigos, em especial os mais próximos que me incentivaram e apoiaram de alguma forma, e acreditaram na minha capacidade.

Aos meus professores que fizeram parte dessa trajetória da minha vida, transmitindo sabedoria e ampliando meus conhecimentos.

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes.”  
(Isaac Newton, 1642).

## RESUMO

As lâmpadas fluorescentes são produtos de grande utilidade para a sociedade. Entretanto, o descarte inadequado dessas lâmpadas fluorescentes pode causar um grande impacto ambiental, em decorrência, principalmente, da existência do mercúrio em sua composição. Com isso, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabeleceu como instrumento de desenvolvimento econômico e social a implantação do sistema de logística reversa, alegando aos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores a responsabilidade pós consumo desses resíduos. Tendo em vista a obrigatoriedade de maior eficácia desse sistema de logística reversa, este trabalho tem como objetivo propôr melhorias e diretrizes para implantação do sistema de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes no setor brasileiro, para que seu manejo seja ambientalmente adequado, reduzindo seu descarte em áreas suscetíveis a contaminação. A partir da elaboração de uma síntese dos principais resultados levantados com a pesquisa bibliográfica e a aplicação de questionários, foi possível propor diretrizes para o melhor funcionamento dos sistemas de logística reversa das lâmpadas fluorescentes. Segundo as respostas dos questionários enviados às empresas, em termos gerais, todas adotam o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes e o objetivo de todas elas é dar um destino ambientalmente adequado para lâmpadas fluorescentes. A conscientização do consumidor final sobre os riscos e o descarte adequado é essencial para aumentar os dados de reciclagem. Assim, esta conscientização deve estar associada a um incentivo para a devolução da lâmpada após o seu uso.

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

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais constituintes de uma lâmpada fluorescente.....	27
Figura 2: Componentes de lâmpadas fluorescentes antes de ir para sua devida reciclagem.....	29
Figura 3: Fluxograma do funcionamento da Logística Reversa. ....	39
Figura 4: Sistema Bulbox e acondicionamento de lâmpadas fluorescentes.....	51
Figura 5: Controle de Emissão de Gases.....	54
Figura 6: Processamento de lâmpadas fluorescentes da empresa Recilux. ....	55
Figura 7: Produto descontaminado. ....	55
Figura 8: Papa Lâmpadas da Naturalis Brasil. ....	57



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação de empresas brasileiras recicladoras de Lâmpadas Fluorescentes.....	45
Quadro 2: Resultados dos questionários. ....	48
Quadro 3: Ecopontos e EPI's .....	59
Quadro 4: Comparação da Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes e outros resíduos.....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b>	<b>15</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>16</b>
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.1.1	<b>Gerenciamento de Resíduos</b>	<b>18</b>
2.1.1.1	Identificação	18
2.1.1.2	Segregação	19
2.1.1.3	Armazenamento de Resíduos	19
2.1.1.4	Transporte	20
2.1.1.5	Tratamento, Destinação Final e Disposição Final	21
2.1.1.6	Plano de Gerenciamento de Resíduos	23
2.2	TIPOS DE LÂMPADAS	24
2.2.1	<b>Propriedades das Lâmpadas Fluorescentes</b>	<b>28</b>
2.2.2	<b>Produção Brasileira de Lâmpadas</b>	<b>29</b>
2.2.3	<b>Impactos Ambientais decorrentes da gestão incorreta das Lâmpadas fluorescentes</b>	<b>30</b>
2.2.4	<b>Tratamento de Lâmpadas Fluorescentes</b>	<b>31</b>
2.2.5	<b>Destinação final e reaproveitamento dos materiais provenientes da reciclagem das lâmpadas fluorescentes</b>	<b>32</b>
2.3	POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	33
2.3.1	<b>Responsabilidade Compartilhada</b>	<b>36</b>
2.3.2	<b>Logística Reversa</b>	<b>36</b>
2.3.2.1	Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes	39
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>41</b>
3.1	COLETA DE DADOS	43
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>45</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS	45
4.2	RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS	49

<b>4.2.1 Resíduos contemplados pela Logística Reversa das empresas e suas responsabilidades .....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.2 Etapas de identificação, acondicionamento, transporte, coleta, tratamento e disposição final para o sistema de Logística Reversa .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.3 Quantidade de descarte mensal de lâmpadas fluorescentes .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.4 Ecopontos para recebimentos de lâmpadas fluorescentes e Equipamentos Individuais de Segurança (EPI) utilizados .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.5 Quantidade de resíduos encaminhados para a coleta e destinação final</b>	<b>60</b>
<b>4.2.6 Problemas enfrentados com a implantação do sistema de Logística Reversa.....</b>	<b>61</b>
<b>4.2.7 Soluções aos problemas enfrentados com a implantação do sistema de Logística Reversa.....</b>	<b>63</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na metade do século XX, a sociedade industrial veio com novos padrões de consumo, a produção de resíduos vem crescendo continuamente em ritmo muito superior ao que a natureza pode absorver. Com isso, os centros urbanos vem enfrentando uma grande geração de resíduos pelas diversas atividades humanas. O desenvolvimento tecnológico vem provocando a obsolescência precoce dos bens, reduzindo a vida útil dos produtos, tornando lixo cada vez mais rápido (OLIVEIRA, 2013).

Os resíduos sólidos são gerados após a produção, utilização ou transformação dos mesmos. A maioria dos resíduos são gerados nos grandes centros urbanos e se originam, principalmente, em residências, escolas, indústrias e construção civil, como as lâmpadas, computadores, eletrodomésticos, pneus, etc (PORTAL BRASIL, 2010).

O mercado brasileiro é um grande consumidor de lâmpadas fluorescentes, fornecidas pela ABILUX (Associação Brasileira de Indústrias de Iluminação). Tratando especificamente de lâmpadas fluorescentes tubulares, 95% pertencem aos setores industriais e de serviços, e apenas 5% são residenciais (NAIME; GARCIA, 2004).

Sendo assim, torna-se de grande importância controlar o manejo das lâmpadas fluorescentes após seu uso, evitando a contaminação do solo, das águas e o contato do homem com esse material. Esse resíduo merece cuidados especiais quanto aos procedimentos de manuseio, acondicionamento, transporte, armazenagem e destinação final.

A preocupação sobre a utilização dos recursos naturais, assim como a quantidade de produtos industrializados nos grandes centros, veio a surgir uma nova preocupação: a geração de custos e despesas. Assim, surgiu o conceito de Logística Reversa, que, segundo Leite (2003) é:

A área que planeja, opera e controla o fluxo, e as informações logísticas correspondentes ao retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios, através dos canais de distribuição reversos agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2003).

As lâmpadas pós-consumo contendo mercúrio, do tipo fluorescente, são resíduos que necessitam de gerenciamento adequado para evitar impactos ao meio

ambiente e risco à saúde de seres humanos, devido ao manuseio, armazenamento e, principalmente, destinação final inadequada (DURÃO; WINDMOLLER, 2008).

Atualmente, os fabricantes não se sentem responsáveis por seus produtos após o consumo. A maioria dos produtos usados são jogados fora ou incinerados com consideráveis danos ao meio ambiente, o que representa grande preocupação ambiental, principalmente no que diz respeito das lâmpadas fluorescentes, as quais são consideradas resíduos perigosos, pois em sua composição existem substâncias tóxicas como o mercúrio, que pode contaminar solo e água. As legislações mais severas e a maior consciência do consumidor sobre danos ao meio ambiente estão levando as empresas a repensarem sua responsabilidade sobre seus produtos após o uso.

Além disso, há cinco anos foi aprovada a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a fim de disciplinar a coleta, o tratamento e o destino final de resíduos, além de estabelecer diretrizes para reduzir a geração dos resíduos sólidos e combater o desperdício de materiais descartados. A referida Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, que criou o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para implantação dos sistemas de Logística Reversa (LR).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabelece como principal instrumento a logística reversa. Como definido no inciso XII do artigo 3º, logística reversa:

É o 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).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A Lei nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e tem como ponto principal a redução da geração de resíduos sólidos, ou seja, a não geração de resíduos através do tratamento e da reutilização dos mesmos (BRASIL, 2010). Com isso, ocorrerá um aumento da ação de reciclagem no país e uma diminuição do uso de recursos naturais, como água e energia, na produção de novos produtos.

Dentre os principais pontos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, está a logística reversa, que prevê diversos mecanismos para minimizar os impactos negativos provocados pelos consumidores e fabricantes, constituindo uma ação para facilitar o retorno dos resíduos aos seus fabricantes para que sejam tratados ou reaproveitados corretamente (BRASIL, 2010).

A Logística Reversa estabelece como obrigatoriedade, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

O uso de lâmpadas fluorescentes e seu descarte incorreto traz grande preocupação para o meio ambiente. Ao quebrar-se, ela libera vapores de mercúrio que tem grande poder de contaminação e podem ser absorvidos pelos organismos vivos (ARSENEAU; OUELLETTE, 1993).

O mercúrio, ao ser liberado no meio ambiente, pode contaminar o solo e cursos d'água, além de se acumular nas cadeias alimentares, provocando graves consequências para a saúde humana. Os problemas causados a seres humanos são: gengivite, insônia, vômitos, dores de cabeça, elevação da pressão arterial, lesões renais danos neurológicos e convulsões (WALKER et al., 1996).

Assim, com a crescente utilização de lâmpadas fluorescentes e os sérios problemas que ela gera, se descartada inadequadamente, se fez necessária a implantação da logística reversa para eliminar tais problemas, reinserindo na cadeia produtiva os componentes das lâmpadas pós-consumo, que mais tarde poluiria o meio ambiente (MOURÃO; SEO, 2012).

Diante disto, o trabalho objetiva a proposição de melhorias no sistema de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes, de acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, priorizando a minimização dos impactos ambientais.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os sistemas de logística reversa de lâmpadas fluorescentes existentes em âmbito nacional, de acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, e com as legislações vigentes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar os problemas ambientais relacionados às lâmpadas fluorescentes;
- Levantar os problemas de implantação dos sistemas de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes existentes;
- Contribuir com as formas de aplicação da Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes, baseando-se nos programas de implantação dos sistemas de logística reversa já existentes e de acordo com as legislações vigentes.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a Norma Brasileira NBR 10.004 de 2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - Resíduos Sólidos – Classificação, os resíduos sólidos são:

Aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Classificam-se como resíduos sólidos também os materiais que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas e químicas ou infectocontagiosas podendo apresentar riscos à saúde pública, provocando mortalidade, doenças ou aumentando os índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for manuseado de forma incorreta (ABNT, 2004).

Ainda, de acordo com a NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos são classificados como:

- Classe I – Resíduos Perigosos – inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos.
- Classe IIA – Resíduos Não Inertes – combustíveis, solúveis e biodegradáveis.
- Classe IIB – Resíduos Inertes – não oferecem riscos à saúde ou ao meio ambiente.

De acordo com a Art. 13 da Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010, a qual institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os resíduos sólidos podem também ser classificados como: resíduos domiciliares – aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas; resíduos de limpeza urbana – provenientes de serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; resíduos sólidos urbanos - engloba os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana; resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores



de serviços – aqueles gerados nessas atividades; resíduos dos serviços públicos de saneamento básico – aqueles gerados nessas atividades; resíduos industriais – provenientes de processos produtivos e instalações industriais; resíduos de serviços de saúde - aqueles gerados nos serviços de saúde; resíduos da construção civil - gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; resíduos agrossilvopastoris – provenientes das atividades agropecuárias e silviculturais; resíduos de serviços de transportes - originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios (BRASIL, 2010).

De acordo com a NBR 10.004/2004, os resíduos sólidos Classe I – Perigosos, são aqueles que apresentam periculosidade, sendo essa a característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, ou uma das características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ABNT, 2004).

Já os resíduos Classe II A – não inertes, de acordo com a NBR 10.004/2004, são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A – não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Ainda, os resíduos Classe IIB – Inertes, conforme a NBR 10.004/2004, classificam-se como quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, de acordo com a ABNT NBR 10.007/2004, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

### 2.1.1 Gerenciamento de Resíduos

Segundo inciso X do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, o gerenciamento de resíduos sólidos, é definido como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010).

De acordo com Art. 9º da Lei nº 12.305/2010, deve ser observada na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos a ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

O gerenciamento adequado dos resíduos sólidos deve considerar o correto desenvolvimento de todas as etapas da gestão: segregação, identificação, armazenamento, coleta, transporte, tratamento, destinação final e disposição final.

#### 2.1.1.1 Identificação

A identificação dos resíduos deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004).

Na identificação dos resíduos sólidos deve-se valer das cores e símbolos padronizados para cada tipo de resíduo e descrever as formas de reconhecimento, para realizar a separação dos resíduos.

A Resolução CONAMA 275/01 estabelece, em seu artigo 1º o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. As cores utilizadas são: azul para papel/papelão; vermelho para plástico; verde para vidro; amarelo para metal; preto para madeira; laranja para resíduos perigosos; branco para resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde; roxo para resíduos radioativos; marrom para resíduos orgânicos; e cinza para resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação (CONAMA, 2001).

Os produtos químicos deverão ser armazenados e rotulados nos locais aonde são definidos e sinalizados, sendo que os locais destinados a armazenagem de produtos químicos, deverão estar adequadamente sinalizados, quanto ao produto e grau de agressividade (ABNT, 2013).

#### 2.1.1.2 Segregação

O processo de segregação consiste na separação dos resíduos no momento da geração, por classes, conforme Norma NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004). Assim, essa Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados de forma adequada.

Segundo a Norma, a classificação de resíduos nada mais é que a identificação do processo que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

A segregação adequada evita mistura de resíduos incompatíveis e reações químicas indesejadas, aumentando a possibilidade de reutilização, reciclagem e segurança no manuseio dos resíduos sólidos.

Segundo NBR 12.235/1992, resíduos que ao se misturarem, provocam efeitos nocivos, como fogo, liberação de gases tóxicos ou ainda podendo acontecer alguma lixiviação de substâncias tóxicas, não devem ser colocados em contato (ABNT, 1992).

#### 2.1.1.3 Armazenamento de Resíduos

Segundo a Norma NBR 12.235/1992, o armazenamento de resíduos é a contenção temporária em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, para sua devida reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, atendendo algumas condições de segurança (ABNT, 1992).

O processo de armazenamento deve acontecer em estabelecimento de condições que não alteram a qualidade ou quantidade dos resíduos, não provocando também sua classificação, reduzindo os riscos para o meio ambiente e os seres humanos (ABNT, 1992).

Segundo a NBR 12.235/1992, o acondicionamento de resíduos perigosos, como forma temporária para logo fazer sua reciclagem, recuperação, tratamento e/ou disposição final, pode ser feito em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel (ABNT, 1992).

Os resíduos possuem algumas características como: densidade, umidade, tamanho de partícula, ângulo de repouso, ângulo de deslizamento, temperatura, pressões diferenciais, propriedades de abrasão e coesão, ponto de fusão do material e higroscopicidade, e com isso, eles dependem do tipo de armazenamento que deve ser feito. Com características de corrosividade de alguns resíduos, o depósito deve ser construído de material ou revestimento adequado. O armazenamento de resíduos em montes pode ser feito dentro de edificações ou fora delas, com uma cobertura adequada, para controlar a dispersão pelo vento, e sobre uma base impermeabilizada (ABNT, 1992).

De acordo com a NBR 12.235/1992, todo resíduo perigoso tem de ser armazenado com análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, dependendo da sua caracterização como resíduo perigoso ou não, e o seu armazenamento devidamente adequado.

Segundo a NBR 12.235/1992, um local de armazenamento de resíduos perigosos deve possuir:

- a) sistema de isolamento que impeça o acesso de pessoas estranhas;
- b) sinalização de segurança identificando os riscos de acesso ao local de resíduos perigosos;
- c) áreas definidas, isoladas e sinalizadas para armazenamento de resíduos compatíveis.

Uma instalação de armazenamento de resíduos perigosos deve ser feita com iluminação e força, de forma que permita uma ação de emergência, mesmo à noite, possibilitando rapidamente o uso de equipamentos como bombas, compressores, etc (ABNT, 1992).

#### 2.1.1.4 Transporte

De acordo com a NBR 13.221, de fevereiro de 2003, o transporte dos resíduos deve ser feito por um equipamento adequado, para que não aconteça nenhum vazamento ou derramamento do resíduo. Além disso, os resíduos não

podem ser transportados juntamente com alimentos, medicamentos ou produtos destinados ao uso e/ou consumo humano ou animal, ou com embalagens destinados a estes fins (ABNT, 2003).

De acordo com a Resolução nº 3.665/2011 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que trata sobre o Transporte de Produtos Perigosos, no seu artigo 3º, alega que quando acontece as operações de carga, transporte, descarga, transbordo, limpeza e descontaminação, os veículos e equipamentos utilizados no transporte de produtos perigosos devem estar devidamente sinalizados, e portar a Ficha de Emergência e o Envelope para Transporte (ANTT, 2011).

No seu art. 4º esta mesma Resolução diz que os veículos utilizados no transporte de produtos perigosos devem conter equipamentos para casos de emergência para cada tipo de produto transportado (ANTT, 2011). Ainda, no Art. 5º, determina que os veículos utilizados no transporte de produtos perigosos devem conter conjuntos de Equipamentos de Proteção Individual - EPIs adequados aos tipos de produtos transportados para casos de emergência (ANTT, 2011).

#### 2.1.1.5 Tratamento, Destinação Final e Disposição Final

Lora (2000) alega que o tratamento de resíduos é qualquer processo que altere as características e propriedades de cada resíduo, fazendo com que se torne menos prejudicial quando sua disposição final for no solo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) define os seguintes termos:

[...] Parágrafo VII - Destinação Final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; [...]

[...] Parágrafo VIII - Disposição Final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

De acordo com Brasil e Santos (2004), os métodos mais utilizados para o tratamento, destinação e disposição final de resíduos são:

– Compostagem: Processo que se obtém um composto através de tratamento aeróbico de lodos de esgoto, resíduos agrícolas, industriais e, em especial, dos

resíduos urbanos. O resultado desse composto se chama composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo, melhorando assim as características do mesmo.

- Encapsulamento: as características dos resíduos e seu manuseio são modificadas, com propósito de diminuir a área superficial para que possa acontecer a perda de poluentes, limitar a solubilidade ou desintoxicar quaisquer elementos perigosos para assim ser enviado para aterros.

- Autoclavação: esterilização dos resíduos onde acontece a remoção e/ou destruição de todos os microorganismos presentes, vírus, bactérias.

- Co-processamento: destruição térmica através de fornos de cimento. Utiliza-se o resíduo como potencial energético e substituição de matéria-prima na indústria cimenteira. Devido às altas temperaturas a destruição do resíduo é total e não há geração de cinzas, onde o material da queima é incorporado à matriz do clínquer<sup>1</sup>, eliminando a disposição em aterros. Ressalta-se que não são todos os resíduos que podem ser co-processados. “Os resíduos que não podem ser co-processados são os resíduos hospitalares não-tratados, lixo doméstico não-classificado, explosivos, elementos radioativos, pesticidas, fossas orgânicas, materiais com alto teor de metais pesados, materiais com alto teor de Cloro e materiais com baixo poder calorífico ou sem contribuição na substituição de matérias-primas” (SOUZA, 2008).

- Incineração: é o processo de oxidação térmica que acontece sob alta temperatura, ocorrendo a decomposição da matéria orgânica (resíduo), transformando-a em uma fase gasosa e outra sólida, com a finalidade de diminuir o volume, peso ou eliminá-lo e as cinzas serem dispostas em aterros industriais quando for constatado resíduo de alta periculosidade. O resíduo a ser incinerado deve ser devidamente analisado, pois pode gerar uma poluição de gases, e nessa situação deve-se tomar todas as medidas e dispositivos de controle.

- Reciclagem: é uma forma de aproveitar os resíduos que eram considerados lixo e reutilizá-los no ciclo de produção de onde foram originados. São coletados, processados para serem utilizados como matéria-prima para fabricação de novos produtos.

- Aterro Classe I: são destinados os resíduos considerados perigosos de alta periculosidade, como cinzas de incineradores, resíduos inflamáveis, tóxicos e etc.

---

<sup>1</sup> Clínquer é um material granular de 3mm a 25mm de diâmetro, resultante da calcinação de uma mistura de calcário, argila e de componentes químicos como o silício, o alumínio e o ferro.

Esse aterro tem uma cobertura total com finalidade de evitar a formação de percolado devido as águas pluviais e ainda possui um sistema de dupla impermeabilização com manta PEAD (polietileno de alta densidade), minimizando os riscos de contaminação do lençol freático, solo e águas subterrâneas. Deve-se estar em conformidade com a NBR 8418/1983 e NBR 10.157/1987, as quais definem as os critérios de projeto, construção e operação de aterros industriais classe I (LIMA; FERREIRA, 2007).

- Aterro Classe II A: são para onde os resíduos não perigosos e não inertes são destinados, juntamente com os resíduos domiciliares. Os Aterros Classe II-A possuem as seguintes características: impermeabilização com argila e geomembrana de PEAD, sistema de drenagem e tratamento de efluentes líquidos e gasosos e completo programa de monitoramento ambiental (LIMA; FERREIRA, 2007).

- Aterro Classe IIB: destinam-se resíduos inertes. Devido à característica inerte destes resíduos, o Aterro Classe II-B não possui a impermeabilização do solo. Esse aterro possui sistema de drenagem de águas pluviais e um programa de monitoramento ambiental que possui juntamente o acompanhamento geotécnico (movimentação, recalque e deformação) do maciço de resíduos (LIMA; FERREIRA, 2007).

#### 2.1.1.6 Plano de Gerenciamento de Resíduos

Segundo inciso X do artigo 3º da Lei nº 12.305/2010, o gerenciamento de resíduos sólidos, é definido como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010).

Conforme o artigo 20º da Lei nº 12.305/2010, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos deve ser elaborado para os geradores de resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, de resíduos industriais, de resíduos de serviços de saúde, de resíduos de mineração, os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos ou que não sejam equiparados aos

domiciliares, as empresas de construção civil, os responsáveis pelos terminais e outras instalações e as atividades agrossilvopastoris (BRASIL, 2010).

Ainda se tratando da Lei da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em seu artigo 21, estabelece que o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos deve conter as seguintes informações: descrição do empreendimento; diagnóstico dos resíduos sólidos gerados (origem, volume e caracterização); quando houver Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, deverá ter explicitação dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento e a definição dos procedimentos operacionais; identificação das soluções consorciadas com outros geradores; ações preventivas e corretivas a serem executadas; metas e procedimentos relacionados à minimização da geração dos resíduos; se couber ações relativas à responsabilidade compartilhada; medidas saneadoras dos passivos ambientais e a periodicidade de sua revisão.

O gerenciamento de resíduos tem a importância de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, a adequada coleta, armazenamento, tratamento, transporte e destino final adequado, visando a preservação do meio ambiente.

Mombach et al. (2008) relata que as diretrizes para a gestão, manejo e gerenciamento dos resíduos sólidos no país devem ser estabelecidas, contando com a responsabilidade do gerador quanto aos riscos de danos ambientais e instituindo a logística reversa. Com isso, a pessoa que gera ficaria responsável pelo recolhimento das lâmpadas, e outros resíduos perigosos, para sua destinação adequada.

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos no Brasil pode ocasionar danos à saúde pública e ao meio ambiente, aumentando o problema da saúde da população, a contaminação da água, do solo e da atmosfera, podendo também acontecer a proliferação de vetores de transmissores de doenças (GARCIA, 2004).

## 2.2 TIPOS DE LÂMPADAS

Segundo o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor – IDEC (2008), as lâmpadas são classificadas em incandescentes e fluorescentes. As lâmpadas incandescentes no mercado brasileiro podem custar até cinco vezes menos que as fluorescentes. No entanto, duram até dez vezes menos, além de gastar 80% a mais



de energia que as fluorescentes. Contribuindo assim para os impactos ambientais da geração de energia (MOURÃO; SEO, 2012).

De acordo com os mesmos autores, as lâmpadas fluorescentes estão cada vez mais substituindo as incandescentes. Apesar de seu custo inicial ser mais caro, as fluorescentes reduzem a conta de energia elétrica, em média, em R\$25,00 por lâmpada, por ano, pois utilizam menos energia que uma incandescente para gerar a mesma quantidade de luz.

De acordo com Brandão, Gomes e Afonso (2011), a lâmpada incandescente foi inventada por Thomas Alva Edson, no ano de 1847, após centenas de testes. A lâmpada incandescente converte cerca de 8% da energia elétrica que recebe sob a forma de luz, 81% sob a forma calor por irradiação, e 11% por calor por convecção.

Segundo Pinheiro et al. (2009), as lâmpadas incandescentes convencionais foram as primeiras lâmpadas comercialmente viáveis, funcionando devido à passagem da corrente elétrica por um filamento de tungstênio, aquecendo-o e deixando-o incandescente (emitem mais calor do que luz) na prática, apenas 6% do que consome de energia é transformado em luz visível, e o restante (94%) é transformado em calor, seu rendimento luminoso é fraco e sua durabilidade é de cerca de 1000 horas, pois seu filamento se torna mais fino devido ao aquecimento, causando a depreciação do fluxo luminoso até o momento em que o filamento se rompe e a lâmpada queima.

A maioria das lâmpadas vendidas no Brasil ainda são incandescentes (75% do mercado em 2008). A razão disso está em algumas vantagens que elas oferecem: (a) são fáceis de usar; (b) têm baixo custo inicial em termos de lâmpada em si e da luminária; (c) apresentam acendimento imediato – não necessita de tempo de aquecimento; (d) tem excelente controle ótico – a incandescente é uma fonte de luz pontual; (e) tem intensidade de luz variável – as incandescentes podem ser controladas para produzir qualquer intensidade de luz desde zero até sua potência máxima; (f) apresentam flexibilidade – disponíveis em mais configurações que qualquer outro tipo de lâmpada, incluindo diferentes formatos, tipos de refletores, potências e cores (BRANDÃO; GOMES; AFONSO, 2011).

Já as desvantagens das lâmpadas incandescentes são: (a) possuem alto custo de operação – é a lâmpada de menor eficiência luminosa – de 2 a 5 vezes menos que um modelo fluorescente; (b) são frágeis a choques e vibrações – o

filamento poderá ser reforçado por suportes, entretanto, estes reduzem a eficiência luminosa da lâmpada; (c) são sensíveis à variação de tensão – mesmo pequenas variações podem afetar o desempenho da lâmpada. Elas vêm sendo bastante substituídas pelas lâmpadas fluorescentes, e alguns fabricantes já alegam que os modelos incandescentes deixarão de ser fabricados no futuro (BRANDÃO; GOMES E AFONSO, 2011).

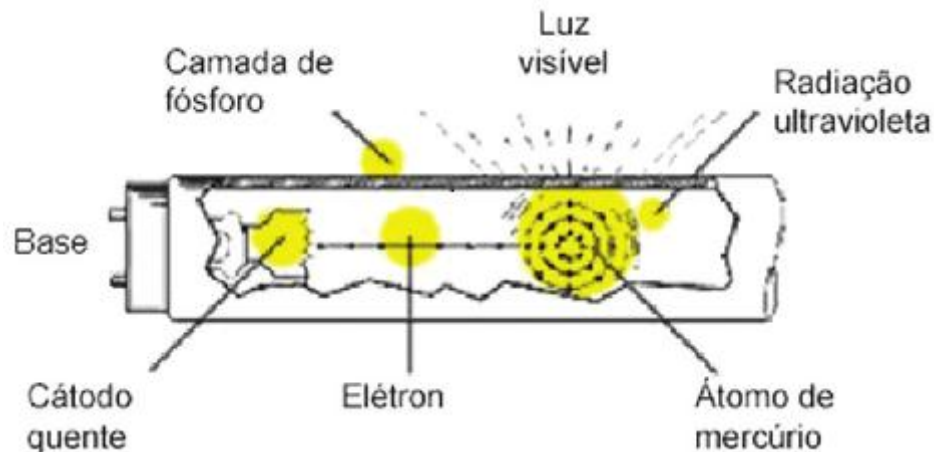
Com relação às lâmpadas fluorescentes, segundo Neime e Garcia (2004), ela foi inventada em 1938, cujo nome técnico é lâmpada de mercúrio de baixa pressão, e é responsável por 70% da luz artificial hoje presente no mundo.

Segundo Witkovski (2012), as lâmpadas fluorescentes funcionam através de descargas a gás, têm sido a principal fonte de iluminação desde o seu desenvolvimento, com alta eficiência e longa durabilidade, emitem luz pela passagem da corrente elétrica através de um gás, provocando uma descarga quase que totalmente formada por radiação ultravioleta (invisível ao olho humano), a radiação convertida em luz, pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo, a composição deste pó que resultam nas diferentes alternativas de cores de luz adequadas a cada tipo de aplicação. Além de determinar a qualidade e quantidade de luz, a eficiência na reprodução das cores, elas são amplamente utilizadas em setores industriais, comerciais e de serviços.

No interior de uma lâmpada fluorescente ocorrem fenômenos físicos muito interessantes. Existe um quarto estado da matéria, chamado de plasma, que ocorre quando ela se transforma numa mistura de íons e elétrons livres. Após a descarga da corrente elétrica, há formação de plasma, e a condução da corrente é acompanhada por emissão de radiação eletromagnética. É preciso converter esta radiação para região do visível do espectro eletromagnético. Isso se consegue através do revestimento da parede interna do tubo com um pó que, ao ser excitado pela radiação ultravioleta, passa a emitir a luz branca. A cor da lâmpada fluorescente, portanto, é determinada pela composição química desse pó (Figura 1). Ele é a base de fosfato de cálcio, contendo ainda Al, Sb, Ba, Fe, W, Mn, Hg e Na (BRANDÃO; GOMES E AFONSO, 2011).

A lâmpada fluorescente produz muito mais luz visível (18%) que a lâmpada incandescente. Cerca de 25% da energia é perdida como calor no reator, 32% por convecção e 25% por irradiação (BRANDÃO; GOMES E AFONSO, 2011).

Figura 1: Principais constituintes de uma lâmpada fluorescente.



Fonte: ANDRÉ, 2004.

A vida útil de uma lâmpada de mercúrio é de 3 a 5 anos, com um tempo de operação de aproximadamente 20.000 horas. As lâmpadas fluorescentes funcionam segundo o princípio de descarga de mercúrio de baixa pressão em uma quantidade mínima de mercúrio em estado líquido. Os elétrons se chocam com os átomos de mercúrio, liberando uma radiação que é convertida em luz visível, pelo revestimento de pó fluorescente que recobre o bulbo internamente (NEIME; GARCIA, 2004).

As lâmpadas fluorescentes podem ser classificadas de acordo com o seu formato; as mais comuns são as Lâmpadas Fluorescentes Tubulares. As lâmpadas fluorescentes tubulares são muito utilizadas, pois proporcionam uma boa iluminação com pouca potência e baixo consumo energético. Estas lâmpadas têm uma elevada eficácia e um período de vida muito elevado (cerca de 12.000 horas), permitindo economizar energia até 85%, dependendo do modelo e da potência. As Lâmpadas Fluorescentes Compactas não são mais do que uma lâmpada fluorescente miniaturizada que se desenvolveu para substituir as lâmpadas incandescentes, grandes consumidoras de energia (ECOCASA, 2015).

As principais vantagens das lâmpadas contendo mercúrio em relação às lâmpadas incandescentes são: eficiência luminosa 3 a 6 vezes superior, vida útil de 4 a 15 vezes maior, e até 80% de redução de consumo de energia para se obter a mesma quantidade de luz (BRANDÃO; GOMES; AFONSO, 2011).

### 2.2.1 Propriedades das Lâmpadas Fluorescentes

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

Elas contêm pequenas quantidades de mercúrio, substância altamente tóxica. De acordo com Silva (2013), o mercúrio possui algumas características, sendo elas:

- Único metal líquido à temperatura ambiente;
- Não tem cheiro e evapora facilmente na temperatura ambiente;
- Penetra com facilidade em frestas e em diversos materiais, como madeira, cimento, cerâmicas, barro e em canos metálicos;
- Em temperatura maiores transforma-se em vapores tóxicos e corrosivos mais densos que o ar penetrando no solo ou sendo transferido pelos ventos ou chuvas para os cursos d'água;
- Na água pode sofrer transformação em mercúrio orgânico (metilmercúrio), altamente tóxico, acumulando nos peixes e transferindo para o homem pela alimentação.
- O mercúrio é uma neurotoxina potente que pode afetar o cérebro, rins e fígado.

Segundo a Recitec (2015), os materiais constituintes das lâmpadas fluorescentes são separados em 4 grupos (Figura 2):

- Terminais de alumínio;
- Vidro triturado;
- Fosfato;
- Material ferroso e isolamento baquelítico.

Dentre todos os constituintes, somente o isolamento baquelítico não é reciclado.

Figura 2: Componentes de lâmpadas fluorescentes antes de ir para sua devida reciclagem.



Fonte: MRT, 1998.

Os vidros podem ser recuperados para a produção de novas lâmpadas ou novos vidros, sendo que não pode ser utilizado para aplicação alimentar. O alumínio e o material ferroso, após limpeza, podem ser fundidos e utilizados na produção de novos materiais. O fosfato, quando livre do mercúrio, pode ser reutilizado em fábricas de cimento ou usinas de asfalto (RECITEC, 2015).

### 2.2.2 Produção Brasileira de Lâmpadas

A grande quantidade de lâmpadas no mercado brasileiro é vindo de importações principalmente da China. Não existem pesquisas concretas que apresente a quantidade de lâmpadas comercializadas, portanto, os dados podem apresentar diferenças a partir de cada fonte (MOURÃO e SEO 2012).

Ainda segundo Mourão e Seo (2012), o número de lâmpadas comuns são: compactas fluorescentes cerca de 190 milhões/ano; fluorescentes tubulares cerca de 95 milhões/ano e fluorescentes compactas sem reator integrado aproximadamente 18 milhões/ano . Já de acordo com a ABILUX (2007), o Brasil produz por ano 48,5 milhões de lâmpadas contendo mercúrio, sendo 32 milhões de lâmpadas fluorescentes, 9 milhões de lâmpadas de descarga (mercúrio, mista, sódio e vapores metálicos) e 7,5 milhões de lâmpadas fluorescentes compactas.

O Brasil comercializa cerca de 100 milhões de lâmpadas por ano, podendo ocorrer um enorme risco oferecido pelo descarte destas em grande quantidade, enquanto se pensa em uma única lâmpada é quase nulo, sem contar que as indústrias de reciclagem de lâmpadas de mercúrio são responsáveis pelo controle de apenas aproximadamente 6% do estoque de lâmpadas queimadas no país (LUMIÈRE, 2007).

As lâmpadas fluorescentes no Brasil são provenientes de importadores associados da ABILUX (Associação Brasileira da Indústria de Iluminação) ou independentes. Entre os associados estão Dyna com, Fujilux, General Electric, Osram, Philips, Sadokin e Sylvania (NEIME; GARCIA 2004).

### **2.2.3 Impactos Ambientais decorrentes da gestão incorreta das Lâmpadas fluorescentes**

Por volta de 20 anos atrás, o problema dos resíduos e sua disposição segura não recebia muita atenção. A disposição inadequada levou à poluição das águas e a contaminação dos solos afetando diretamente a saúde humana e ao meio ambiente (LORA, 2000).

Na realidade, o que agravou a situação ambiental foi a Revolução Industrial, pois com a chegada da tecnologia, tiveram muitas melhoras as condições de vida na sociedade pré-moderna, contribuindo para o crescimento populacional, gerando a necessidade de investimentos em novas técnicas de produção em massa, visando atender a demanda cada vez mais crescente de consumo (LIMA; FERREIRA, 2007).

As lâmpadas fluorescentes pós-consumo são consideradas resíduos de Classe I – Perigosos, de acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004), pois possuem em sua composição, o mercúrio, que é um metal altamente tóxico e volátil presente nas lâmpadas. Quando liberado no meio ambiente pode contaminar a água, o solo e o ar, além de ameaçar a saúde da população (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2015). Desta forma, as lâmpadas fluorescentes precisam necessariamente receber tratamentos físico-químicos para serem neutralizadas, destruídas por incineração ou destinadas a aterros, em acondicionamentos especiais.

Enquanto estiver intacta, a lâmpada não oferece qualquer risco ambiental aos meios físico, biológico e antrópico. Mas, se quebrada, irá primeiramente liberar vapor de mercúrio que será inalado por quem manuseia o resíduo. Neste caso, a contaminação do organismo ocorre através dos pulmões (NEIME; GARCIA, 2004).

Em temperatura ambiente, o mercúrio volatiliza muito rápido e pode ficar na atmosfera por mais de um ano. Geralmente ele se encontra nos sedimentos no fundo dos lagos, onde é transformado na sua forma orgânica mais tóxica, chamada de metilmercúrio, a qual se acumula em tecidos de peixes (WHO, 2011).

O mercúrio quando inalado pode ocasionar danos para o sistema nervoso, sistema digestivo, sistema imunológico, pulmões, rins e pode ser fatal. Os efeitos ocasionados à saúde provocados pelo contato com mercúrio são irreversíveis. As crianças são mais sensíveis quando expostas ao metal. Este metal é uma ameaça particular, principalmente para o desenvolvimento de crianças no útero (WHO, 2007).

Segundo Neime e Garcia (2004), o impacto gerado sobre o meio ambiente apenas de uma lâmpada poderia ser considerado desprezível. Mas, o descarte anual de cerca de 50 milhões de lâmpadas representa um sério problema, sendo a principal via de intoxicação dos seres humanos é através do consumo de peixes contaminados.

Além disso, o descarte realizado em aterros não industriais pode fazer com que esses resíduos contaminem o solo e, mais tarde, os cursos d'água.

#### **2.2.4 Tratamento de Lâmpadas Fluorescentes**

Segundo a recicladora Ambiansys (2007), apenas 6% das lâmpadas descartadas passam por algum processo de reciclagem; aproximadamente 95% dos usuários pertencem ao comércio, indústria ou serviços; apenas 5% são residenciais; 10% dos municípios brasileiros dispõem seus resíduos domiciliares em aterros sanitários e aproximadamente 77% dos usuários brasileiros descartam lâmpadas fluorescentes queimadas em lixões, aterros industriais ou sanitários.

O tratamento das lâmpadas com mercúrio no Brasil é realizado principalmente pelas maiores instituições especializadas. Cada uma é possuidora de uma tecnologia diferente para a reciclagem das lâmpadas.

Atualmente empresas espalhadas pelo Brasil que realizam a reciclagem e descontaminação de lâmpadas são:

- Recilux – Descontaminação e reciclagem de lâmpadas usadas – localizada em Canoas, no Rio Grande do Sul, realiza o tratamento de lâmpadas fluorescentes através da recuperação do mercúrio;
- Apliquim Equipamentos e Produtos Químicos Ltda – localizada em Paulínia, São Paulo, realiza o tratamento através da desmercurização térmica das lâmpadas fluorescentes;
- Brasil Recycle Ltda. – localizada em Indaial, Santa Catarina;
- Naturalis Brasil Desenvolvimento de Negócios – localizada em Jundiaí, São Paulo, possui um programa de tratamento de lâmpadas fluorescentes chamado “Operação Papa Lâmpadas in Company”;
- Recitec – Reciclagem Técnica do Brasil Ltda. – localizada em Pedro Leopoldo, Minas Gerais;
- Bulbox – Triturador e Descontaminador de Lâmpadas – localizada em Curitiba, PR.

O tratamento das lâmpadas fluorescentes de cada uma das empresas citadas é apresentado no item 4.2.2 dos Resultados deste trabalho.

### **2.2.5 Destinação final e reaproveitamento dos materiais provenientes da reciclagem das lâmpadas fluorescentes**

Mombach et. al (2008) relata os tipos de usos dados aos componentes das lâmpadas após a reciclagem. A poeira fosforosa pode ser reutilizada como material fluorescente na produção de novas lâmpadas, como pigmento na produção de tintas. O vidro é utilizado na fabricação de contêineres não alimentícios, na produção de asfalto e, também, como esmalte para vitrificação de cerâmicas.

Para reciclar uma tonelada de latas de alumínio, segundo Wiens (2001) apud Mombach et. al (2008), se gasta 5% menos energia do que para produzir a mesma quantidade a partir da bauxita. O alumínio proveniente das lâmpadas fluorescentes não pode ser utilizado na fabricação de latas de alumínio para



bebidas. Assim, o valor de venda deste é bastante baixo, em relação ao alumínio proveniente de outros resíduos (WIENS, 2001).

O mercúrio recuperado após a descontaminação das lâmpadas apresenta grande pureza. Ele é utilizado na fabricação de termômetros comuns e pode retornar ao ciclo produtivo de novas lâmpadas (Mombach et. al, 2003). A quantidade de mercúrio recuperada não é muito grande, mas qualquer quantia que deixe de ser jogado no ambiente, com certeza é significativa.

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

### 2.3 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), relata no seu Art. 1º sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os resíduos perigosos, às responsabilidades dos geradores, bem como do poder público, a fim de disciplinar 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 materiais descartados (BRASIL, 2010).

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

§ 2º Esta Lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece princípios, objetivos, instrumentos – inclusive instrumentos econômicos aplicáveis - e diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos, indicando as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores. Define ainda, princípios importantes como o da prevenção e precaução, do poluidor-pagador, da ecoeficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, do reconhecimento

do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros (BRASIL, 2010).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os princípios e objetivos desta lei estão descritos em seu art. 6º, sendo eles: a prevenção e a precaução; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; o respeito às diversidades locais e regionais; o direito da sociedade à informação e ao controle social; a razoabilidade e a proporcionalidade (BRASIL, 2010).

No art. 7º da PNRS são descritos os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo alguns deles: proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; diminuição do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; gestão integrada de resíduos sólidos; prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para: a) produtos reciclados e recicláveis; b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis; integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

As diretrizes da Lei 12.305/2010 de acordo com o art. 9º, são: na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, a seguinte ordem de prioridade deve ser observada: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A PNRS determina a responsabilidade da gestão integrada dos resíduos sólidos ao Distrito Federal e aos Municípios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais do Sisnama, do SNVS e do Suasa, bem como da responsabilidade do gerador pelo gerenciamento de resíduos (BRASIL, 2010). Os Estados ficam obrigados a promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no § 3º do art. 25 da Constituição Federal; controlar e fiscalizar as atividades dos geradores sujeitas a licenciamento ambiental pelo órgão estadual do Sisnama (BRASIL, 2010).

Entre os instrumentos definidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos estão: a coleta seletiva; os sistemas de logística reversa; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação dos catadores de materiais recicláveis, e o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) (BRASIL, 2010).

De acordo com a Lei 12.305/2010, art. 3º:

A logística reversa é apresentada como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios para coletar e devolver os resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010).

Outro aspecto muito relevante da Lei é o apoio à inclusão produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, priorizando a participação de cooperativas ou de outras formas de associação destes trabalhadores. A PNRS definiu, por meio do Decreto 7.404/2010, que os sistemas de coleta seletiva e de logística reversa, deverão priorizar a participação dos catadores de materiais recicláveis, e que os Planos Municipais deverão definir programas e ações para sua inclusão nos processos (BRASIL, 2010).

### **2.3.1 Responsabilidade Compartilhada**

Durante a vida útil de um determinado produto, são vários os agentes envolvidos que podem contribuir expressamente para ajudar no combate de problemas ambientais. Desde o fabricante, passando pelo comerciante e o consumidor, podem contribuir para uma melhor gestão de resíduos (PORTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, 2015).

Diante dos fatos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos introduz no país um conceito moderno de Responsabilidade Compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que é definido como o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para reduzir o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para minimizar os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada tem o objetivo de fazer os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos. Todos têm responsabilidades, seja o poder público que deve apresentar planos para o manejo correto dos materiais; às empresas que devem recolher os produtos após o uso e; à sociedade que deve participar dos programas de coleta seletiva (acondicionando os resíduos adequadamente e de forma diferenciada) e implantar mudanças de hábitos para diminuir o consumo e a geração (BRASIL, 2010).

### **2.3.2 Logística Reversa**

A Logística Reversa (LR) tem se tornado cada vez mais importante no mercado competitivo, e, devido a isso, conceitos novos surgem com objetivo de defini-la. A seguir, serão abordados alguns conceitos mais relevantes encontrados nas literaturas pesquisadas.

Leite (2003) amplia o conceito de logística reversa e a define como:

A 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 valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outras.

Adlmaier e Sellitto (2007) complementam a definição de Leite (2003), conceituando LR como:

Área da logística empresarial que visa gerenciar, de modo integrado, todos os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos de pós-venda e de pós-consumo, agregando-lhes valor econômico e ambiental [...] pela sua reintegração a um ponto do ciclo produtivo de origem, ou a outro ciclo produtivo, sob a forma de insumo ou matéria-prima.

A logística reversa tem como objetivo relacionar tópicos como: redução; conservação da fonte; reciclagem; substituição; e descarte às atividades logísticas tradicionais de compras, como suprimentos, tráfego, transporte, armazenagem, estocagem e embalagem (LAMBERT, 1998).

De acordo com Andrade, Ferreira e Santos (2009), a logística reversa alega que as empresas sejam responsáveis pela destinação final adequada de seus produtos e/ou embalagens, evitando que estes sejam descartados de forma inadequada pelos consumidores, proporcionando assim a diminuição dos riscos em relação ao descarte inadequado de produtos perigosos como lâmpadas, baterias, embalagens de agrotóxicos, resíduos de tintas, entre outros.

Segundo a PNRS 12.305/2010, no seu artigo 33 diz que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, e suas embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, possua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em Lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Fica estabelecido que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos citados acima devem tomar todas as medidas necessárias para a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados.

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis.

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2010).

De acordo com a PNRS, os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens como pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010). Já os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos, sendo que esses darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos. (BRASIL, 2010).

O Governo Federal instalou, no dia 17 de fevereiro de 2011, o Comitê Orientador para implementação de Sistemas de Logística Reversa, sendo este formado pelos Ministérios do Meio Ambiente, da Saúde, da Fazenda, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e tem como objetivo definir as regras para devolução dos resíduos à indústria, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (MMA, 2015).

Conforme relatou César e Neto (2007), atualmente a logística está saindo da condição de centro de custo para uma área de agregação de valor, pois com os conceitos modernos de manufatura e distribuição a logística está modificando a área do conhecimento a qual irá trazer grande competitividade às empresas.

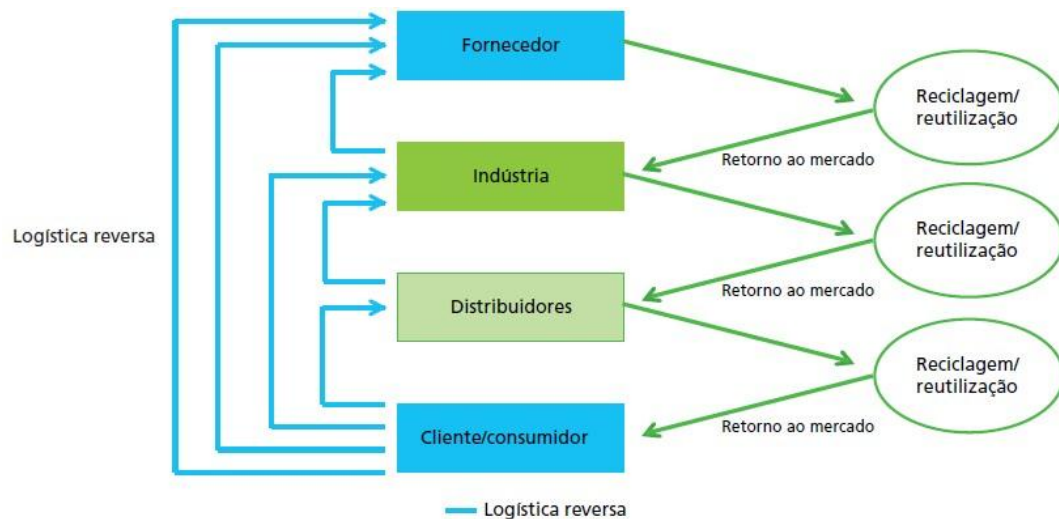
Leite (2003) relata que esse aumento do interesse em relação a isso aconteceu pela crescente preocupação com o meio ambiente e, acima disso, com a preocupação de atender aos desejos dos clientes e reduzir custos. Com relação ao meio ambiente, através das legislações ambientais, as empresas têm obrigação em fazer estudos de descarte de materiais para não haver degradação do mesmo.

Diante disso, elaboram políticas e programas para descarte do resíduo industrial e administrativo, através da logística reversa. Já para atender aos anseios dos clientes e à legislação de defesa do consumidor, a LR é aplicada quando há problemas no produto vendido e a empresa deve estudar a melhor maneira de recolhê-lo, independente de o mesmo se relacionar à garantia, avaria no transporte,

ou prazo de validade expirado. Ao ter um programa para isso, as empresas ganham mais credibilidade na visão dos clientes, podendo ter um retorno com o aumento das vendas dos produtos e podem, também, ganhar destaque no mercado.

A figura 3 a seguir mostra os sistemas de logística reversa entre fornecedor, empresas fabricantes e consumidores, indicando as vias de retorno dos materiais às indústrias e posterior disponibilização para o mercado consumidor.

Figura 3: Fluxograma do funcionamento da Logística Reversa.



Fonte: Portal dos Resíduos Sólidos, 2015.

### 2.3.2.1 Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes

Em maio de 2010, foram instalados cinco grupos de trabalho para implementar a Logística Reversa (LR). As cadeias que fazem parte deste primeiro grupo são: eletroeletrônicos; lâmpadas de vapores mercuriais, sódio e mista; embalagens em geral; embalagens e resíduos de óleos lubrificantes e o descarte de medicamentos (ABILUX, 2011).

A Abilumi - Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação (2011) destaca a importância do Acordo que deve possuir regras baseadas nas suas características específicas, mas sempre com o controle e fiscalização do poder público e sociedade. A Abilumi, ainda não sabe como isto vai ser implementado. Mas se a responsabilidade de cumprir com o Acordo Setorial não cobrir todos os participantes do setor de lâmpadas, este será um ponto negativo (ABILUMI, 2011).

Se as lâmpadas estiverem em bom estado, é possível utilizar o vidro, o alumínio e o mercúrio na fabricação de outros produtos. Mas se estiverem quebradas e, conseqüentemente, contaminadas, não podem ser reaproveitadas (IDEC, 2012).

A Abilumi (2011) salienta que todo o processo de coleta, transporte e destinação final das lâmpadas não é coberto pela venda dos produtos que são recuperados. O custo da logística reversa (destinação correta e descontaminação), no ano de 2015, está por volta de R\$1,00/ lâmpada, independente do tipo da lâmpada, e este custo faz parte da composição do preço do produto final. As empresas estão tentando buscar um custo que seja viável para que o consumidor final possa participar desse processo (ABILUMI, 2015).

Cabe ressaltar ainda que a Lei 12.305/2010 deixou claro o conceito de corresponsabilidade do gerador, ao definir, em seu artigo 27, parágrafo 1º: “A contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de resíduos sólidos, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos”. Assim, não apenas o gerador de uma lâmpada queimada deve tomar os cuidados necessários para que seja descartada corretamente, mas também deve tomar os cuidados necessários para que o destino desta lâmpada não cause impactos ambientais. Para que os órgãos envolvidos possam selecionar as opções menos impactantes, devem conhecer os processos de acondicionamento, transporte e destinação das lâmpadas (SILVA, 2013).

Para evitar danos ao meio ambiente e a saúde pública, exige-se que os resíduos perigosos que possuem características especiais sigam as normas estabelecidas na Lei 12.305/2010, onde devem receber um tratamento específico durante a segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (RAUBER, 2011).

Dessa forma, a fonte que gera o resíduo, como as empresas produtoras ou que comercializam lâmpadas fluorescentes, é responsável por fornecer as informações necessárias sobre o resíduo às organizações que venham a realizar seu transporte, processamento ou disposição final (VALLE, 2002).



### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho se baseou em um conjunto de métodos e técnicas de acordo com cada etapa do mesmo, que trata sobre o sistema de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes.

O método de pesquisa utilizado foi de natureza qualitativa, que segundo Godoy (1995, p. 62) possui características fundamentais, a saber:

- O ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
- O caráter descritivo;
- O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador;
- Enfoque indutivo.

Na pesquisa qualitativa deve-se ter como foco a intenção de buscar compreender o fenômeno, observando-o cuidadosamente. É uma ação fundamental na pesquisa qualitativa, e quanto mais o pesquisador se apropria de detalhes, melhor é compreendida a experiência que foi compartilhada pelo sujeito (GODOY, 1995).

A pesquisa qualitativa é utilizada quando se busca percepções e entendimento sobre a natureza geral de uma questão, abrindo espaço para a interpretação. É uma pesquisa indutiva, isto é, o pesquisador desenvolve conceitos, ideias e entendimentos a partir de padrões encontrados nos dados, ao invés de coletar dados para comprovar teorias, hipóteses e modelos pré-concebidos (MINAYO, 2010).

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

As pesquisas com objetivos exploratórios (GIL, 2002) se caracterizam, na maioria das vezes, no formato de pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica caracteriza-se por um levantamento bibliográfico que se busca fontes, leitura do

material, fichamento, organização lógica do assunto e redação do texto. Para desenvolvimento da pesquisa qualitativa utilizou-se o método do levantamento bibliográfico, sendo este um método inicial do desenvolvimento efetivo de pesquisa do trabalho, ou seja, após a escolha do tema, é preciso fazer uma revisão bibliográfica do tema apontado. Essa pesquisa auxilia na escolha de um método mais apropriado, assim como num conhecimento das variáveis e na autenticidade da pesquisa (GIL, 2002).

A pesquisa bibliográfica foi realizada em livros, dissertações, teses, artigos científicos, dentre outros materiais que abordassem temas relacionados à Política Nacional dos Resíduos Sólidos, os programas implantados de Logística Reversa. Utilizou-se da pesquisa bibliográfica também como método de pesquisa sobre as empresas que já desenvolvem o programa de Logística Reversa, procurando saber como funciona esse processo e quais são as principais barreiras para o sucesso desses programas. Para este objetivo, também utilizou-se o método de pesquisa quantitativa, com a aplicação de questionários.

As pesquisas quantitativas são mais adequadas para apurar opiniões e atitudes explícitas e conscientes dos entrevistados, pois utilizam os questionários. São utilizados quando se sabe exatamente o que deve ser perguntado para atingir os objetivos da pesquisa. Elas testam as hipóteses levantadas para a pesquisa e fornecem índices que podem ser comparados com outros (GIL, 1999).

O questionário, segundo Gil (1999), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”.

Assim, nas questões que foram elaboradas, o questionário é uma técnica que servirá para coletar as informações da realidade, tanto do empreendimento quanto do mercado que o cerca, e que serão utilizadas nos resultados e discussões desse trabalho (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011).

Foram aplicados questionários com 12 perguntas abertas e fechadas à seis empresas que realizam o sistema de logística reversa com lâmpadas fluorescentes, o qual foi encaminhado via-email com as principais questões relacionadas a Logística Reversa que cada uma adota. As empresas foram escolhidas aleatoriamente, considerando as mais representativas no mercado brasileiro.

### 3.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de contato telefônico com as empresas brasileiras que adotam a logística reversa de lâmpadas fluorescentes como prática da reciclagem de lâmpadas e descontaminação, informações estas obtidas através de pesquisas feitas pela internet, sendo enviado para estas um questionário (Apêndice A) abordando as principais questões e soluções da Logística Reversa implantada em cada uma delas.

Foi realizada a aplicação de um questionário composto por 12 questões abertas referentes ao sistema de Logística Reversa em que as empresas adotam para a reciclagem de lâmpadas fluorescentes.

O questionário foi utilizado como coleta de dados com o propósito de alcançar dados suficientes para a projeção de diretrizes de melhoria da reciclagem de lâmpadas fluorescentes.

As perguntas podem ser classificadas em perguntas abertas e em perguntas fechadas. As perguntas abertas são aquelas que permitem liberdade de respostas ao informante. Nelas poderá ser utilizada linguagem própria do respondente. Elas trazem a vantagem de não haver influência das respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador, pois o informante escreverá aquilo que lhe vier à mente (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011).

No questionário enviado para as empresas, as perguntas foram abertas, pois o entrevistado teve liberdade para responder todas as questões do questionário, sendo estas discursivas.

O questionário pode buscar resposta a diversos aspectos da realidade. As perguntas, assim, poderão ter, segundo ensina Gil (1999,) conteúdo sobre fatos, atitudes, comportamentos, sentimentos, comportamento presente ou passado, entre outros.

A partir da elaboração de uma síntese dos principais resultados levantados com a pesquisa bibliográfica e a aplicação de questionários, foi possível propor diretrizes para o melhor funcionamento dos sistemas de logística reversa das lâmpadas fluorescentes, comparando-os com os programas já existentes. Esta etapa foi realizada através do levantamento de atores, onde se buscou contato com empresas e pessoas que já desenvolvem o sistema de logística reversa, para que fosse possível o fornecimento de informações quanto ao funcionamento dos atuais

programas de Logística Reversa, qual a metodologia utilizada por estes programas e qual a destinação final realizada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados e discussões coletados a partir da aplicação de questionário em algumas empresas brasileiras que adotam diretrizes para o bom funcionamento da Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

Foram aplicados questionários com 12 perguntas à algumas empresas que realizam o sistema de logística reversa com lâmpadas fluorescentes. A seguir, o quadro 1 com a relação das empresas que foram enviados os questionários:

Quadro 1: Relação de empresas brasileiras recicladoras de Lâmpadas Fluorescentes.

<b>Empresas brasileiras de Reciclagem e Descontaminação de Lâmpadas Fluorescentes entrevistadas</b>	
<b>Nome da empresa</b>	<b>Localização</b>
<b>Recilux</b> – Descontaminação e reciclagem de lâmpadas usadas	Canoas, no Rio Grande do Sul
<b>Apliquim</b> Equipamentos e Produtos Químicos Ltda	Paulínia, São Paulo
<b>Brasil Recycle</b> Ltda	Indaial, Santa Catarina
<b>HG Descontaminação</b> Ltda.	Nova Lima, Minas Gerais
<b>Mega Reciclagem</b> de Materiais Ltda.	Curitiba, Paraná
<b>Naturalis Brasil</b> Desenvolvimento de Negócios	Jundiaí, São Paulo
<b>Recitec</b> – Reciclagem Técnica do Brasil Ltda	Pedro Leopoldo, Minas Gerais
<b>Silex</b> Indústria e Comercio de Produtos Químicos e Mineraiis Ltda	Gravataí, Rio Grande do Sul
<b>Bulbox</b> – Triturador e Descontaminador de Lâmpadas	Curitiba, Paraná

<b>Empresas brasileiras de Reciclagem e Descontaminação de Lâmpadas Fluorescentes entrevistadas</b>	
<b>Nome da empresa</b>	<b>Localização</b>
<b>Tramppo</b> – Gestão Sustentável de Lâmpadas	Cotia, São Paulo

Fonte: Elaboração da autora, 2015.

Apenas 4 (quatro) empresas responderam ao questionário. São as seguintes:

- ✓ Bulbox – Triturador e Descontaminador de Lâmpadas;
- ✓ Naturalis Brasil Desenvolvimento de Negócios;
- ✓ Brasil Recycle Ltda e;
- ✓ Recilux – Descontaminação e reciclagem de lâmpadas usadas.

A empresa Bulbox está localizada em Curitiba – Paraná. Sua principal atividade é comercial e seu ramo de atividade é a fabricação de equipamentos trituradores de lâmpadas fluorescentes. Ela coleta, transporta, descaracteriza e dá destinação final para lâmpadas inservíveis.

O principal objetivo da empresa Bulbox é contribuir para a preservação ambiental evitando a contaminação do ar e do solo, pelo mercúrio presente na composição de lâmpadas fluorescentes. Ela permite a destruição das lâmpadas no próprio local de descarte com total segurança e praticidade, evitando a contaminação do ar pelo gás de mercúrio e possibilitando uma operação de custo e risco mais baixos em relação ao sistema convencional (BULBOX, 2015).

A Naturalis Brasil Desenvolvimento de Negócios está localizada em Jundiaí – São Paulo e é uma empresa especializada em soluções ambientais e única possuidora de dispensa de licença outorgada pela Cetesb para manuseio e descarte "in company" de lâmpadas e transporte dos resíduos gerados, apresenta seu projeto de descontaminação e reciclagem de lâmpadas fluorescentes - "Operação Papa Lâmpadas in Company" (NATURALIS BRASIL, 2015). Sua atividade principal é Industrial, sendo que o ramo da atividade da empresa é a reciclagem de lâmpadas e sucata ferrosa e não ferrosa.

A empresa Apliquim Brasil Recicle Materiais Recicláveis atua na recuperação do mercúrio em estado líquido elementar e com a reciclagem de todos os demais componentes (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2015).

A Apliquim foi fundada em 1985, no município de Paulínia (SP), com o objetivo de tratar resíduos mercuriais resultantes da indústria de cloro-soda, por meio de processos tecnológicos altamente seguros e especializados. A Brasil Recicle iniciou suas atividades em 1999, na cidade de Indaial (SC), focada na coleta, descontaminação e reciclagem de lâmpadas fluorescentes. Em 2009, as duas empresas foram adquiridas pelo Grupo Datasys e passaram a operar sob o nome Apliquim Brasil Recicle. O processo de descontaminação, segundo a empresa, tem início quando as lâmpadas fluorescentes são levadas em pallets para descontaminação onde existe uma leve pressão negativa para expurgo dos resíduos. O processo é basicamente feito através de sucção, ou seja, tratamento por sopro, não gerando efluentes líquidos, evitando a contaminação dos solos e rios (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2015).

A atividade principal da empresa é Industrial e o ramo de suas atividades é a reciclagem de lâmpadas fluorescentes com vapor de mercúrio após o uso, com recuperação do mesmo.

A Recilux, estabelecida na Rua Berto Círio, no bairro industrial São Luiz, Canoas – Rio Grande do Sul e em São João do Sul – Santa Catarina, possui Licença de Operação para recebimento e armazenagem de até 120.000 lâmpadas/mês. Ela atua no segmento de recolhimento, descontaminação e reciclagem de lâmpadas usadas (RECILUX, 2015).

A atividade principal da Recilux é a Prestação de Serviços e o ramo de suas atividades é a reciclagem de lâmpadas fluorescentes. No processamento das lâmpadas, as máquinas capturam o vapor de mercúrio retido no filtro de carvão ativado que fica em compartimento lacrado e a cada 200.000 lâmpadas é descartado em aterro de Classe I. Outros dois filtros retêm todas as impurezas resultantes do processo e também são descartadas em aterros licenciados.

O quadro 2 a seguir mostra a caracterização das empresas entrevistadas. As informações contidas no mesmo baseiam-se nas respostas as perguntas 1, 2, 5, 7, 8 e 10 do questionário enviado às empresas recicladoras de lâmpadas fluorescentes (Apêndice A).

Quadro 2: Resultados dos questionários.

<b>Resultados e discussões dos questionários</b>				
<b>Pergunta 01:</b>		<b>Pergunta 02:</b>	<b>Pergunta 05:</b>	<b>Pergunta 07:</b>
<b>Empresa</b>	<b>Atividade principal</b>	<b>Possui Logística Reversa?</b>	<b>A empresa possui:</b>	<b>Volume de Lâmpadas para descarte final</b>
Bulbox Fabricação LTDA	Comercial	Sim	Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental	Em média 80 mil lâmpadas/mês
Naturalis Brasil	Industrial	Sim	Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental	250 mil lâmpadas/mês
Apliquim Brasil Recycle	Industrial	Sim	Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental, Registro no IBAMA, Alvará Sanitário, Plano de Monitoramento Ambiental e Programa de Emergência Ambiental	Por ser uma empresa pequena, o volume de lâmpadas mensalmente é insignificante.



<b>Resultados e discussões dos questionários</b>				
<b>Pergunta 01:</b>		<b>Pergunta 02:</b>	<b>Pergunta 05:</b>	<b>Pergunta 07:</b>
Recilux Reciclagem de Lâmpadas	Prestação de Serviços	Sim	Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental	50 mil lâmpadas/mês

Fonte: Elaboração da autora, 2015.

Conforme visto no Quadro 2, todas as empresas possuem o sistema de Logística Reversa. A empresa Bulbox, Naturalis Brasil e Recilux possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental. A Apliquim Brasil Recicle, além de possuir Plano de Gerenciamento de Resíduos e Licença Ambiental, ela também possui Registro no IBAMA, Alvará Sanitário, Plano de Monitoramento Ambiental e Programa de Emergência Ambiental, o que demonstra o comprometimento dessas empresas com as obrigações de caráter ambiental.

## 4.2 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

### 4.2.1 Resíduos contemplados pela Logística Reversa das empresas e suas responsabilidades

De acordo com as respostas obtidas no questionário aplicado, pode-se perceber que a empresa Bulbox possui um sistema de Logística Reversa apenas de Lâmpadas Fluorescentes. As responsabilidades da empresa são prestar o serviço de descaracterização e destinação final dessas lâmpadas.

A Naturalis Brasil apresenta um sistema de Logística Reversa desde a coleta seletiva até os resíduos que coletam dos diferentes clientes. Os resíduos contemplados pela Logística Reversa dentro da empresa são: Vidro, Plástico, Alumínio, Metal, Sucata eletrônica e mercúrio em fase final de processo.

As responsabilidades da empresa são as contribuições com meio ambiente e a comunidade vizinha, dando auxílio inclusive às pessoas que não tem conhecimento sobre a destinação correta deste tipo de material.

A empresa Brasil Recycle conta com o sistema de Logística Reversa e afirma que todos os subprodutos gerados na descontaminação das lâmpadas fluorescentes são encaminhados para recicladores que reutilizam esses materiais como matéria prima. Os resíduos contemplados pela Logística Reversa da empresa são o vidro descontaminado, alumínio e latão descontaminado oriundos dos soquetes das lâmpadas, mercúrio obtido das lâmpadas e o papelão, nos quais as lâmpadas vêm embaladas.

As responsabilidades que a empresa possui estão relacionadas a política ambiental, os quais são evidenciados pelas seguintes diretrizes adotadas pela empresa:- Conscientizar ambientalmente a sociedade e o quadro de funcionários, bem como gerenciar e controlar os resíduos gerados e a destinação de subprodutos;

- Promover a melhoria contínua de atividades e a prevenção da poluição, minimizando os impactos gerados;

- Manter um sistema de gestão ambiental, para assegurar o atendimento a legislação ambiental, normas ambientais e demais requisitos ambientais aplicáveis as atividades;

- Gerenciar com eficácia os aspectos ambientais significativos em conformidade com os objetivos e metas definidos pelo SGA.

A empresa Recilux possui um sistema de Logística Reversa para lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista. Os resíduos contemplados pela Logística Reversa da empresa são os resíduos do art. 33 da Política Nacional dos Resíduos Sólidos 12.305/2010: agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. A responsabilidade da empresa é praticar ações de preservação do meio ambiente e de proteção à vida, através da descontaminação de resíduos industriais e da reciclagem de produtos, com excelência e responsabilidade socioambiental.

#### **4.2.2 Etapas de identificação, acondicionamento, transporte, coleta, tratamento e disposição final para o sistema de Logística Reversa**

O acondicionamento da empresa Bulbox acontece em caixas e tambores específicos para lâmpadas, o transporte é através de veículo devidamente licenciado

e sinalizado, trituração, descaracterização e destinação final dos resíduos gerados no processo.

O sistema de acondicionamento é composto de tambor de 200 litros, sistema interno de aspiração e filtragem em três fases, sistema eletrônico de contagem de lâmpadas, controle de vida útil de filtros e desligamento automático. O Sistema Bulbox é um sistema portátil (Figura 4) que reduz custos de transporte, pois executa o trabalho no próprio local de armazenagem das lâmpadas permitindo uma grande redução de espaço na estocagem.

Figura 4: Sistema Bulbox e acondicionamento de lâmpadas fluorescentes.



Fonte: Podium Serviços Ambientais Ltda, 2015.

Dentro da empresa Naturalis Brasil, após coleta feita nos clientes, tem-se um sistema de triagem, que objetiva a separação e limpeza de cada material, conforme sua periculosidade, para posteriormente serem ensacados em Big-Bags e coletados por empresas especializadas em cada tipo de resíduo, permitindo assim a reutilização, evitando a utilização de novos recursos para fabricação de um novo produto.

As etapas da empresa Brasil Recycle são seguidas de acordo com as exigências das NBR's 12.235/92 e 11.174/90. Tanto para os resíduos de classe II como para os resíduos de classe I, a empresa possui local de armazenamento específico, impermeável, coberto e identificado com placas de sinalização. Quando se tem uma quantidade significativa de subproduto, uma empresa terceirizada, licenciada para tal atividade, coleta os resíduos com caminhões específicos.

Segundo questionário respondido, na Recilux as lâmpadas são coletadas, embaladas, desembaladas durante o processo de tratamento de cada resíduo, e logo após encaminhado para a reciclagem.

Segundo a Apliquim (2015), os processos de descontaminação e reciclagem das lâmpadas variam de acordo com o modelo do produto. Os terminais (componentes de alumínio, soquetes plásticos, e estruturas metálicas/eletrônicas), o vidro (em forma de tubo, cilindro ou outro formato), o pó fosfórico (pó branco contido no interior da lâmpada) e, principalmente, o mercúrio, que é extraído e recuperado em seu estado líquido elementar são separados. Todos os processos ocorrem de maneira que não haja fuga de vapores, e com isso, possa ocorrer a contaminação do ambiente e das pessoas que operam os equipamentos. Posteriormente, os principais subprodutos (alumínio, vidro, soquetes, pó e mercúrio) são reaproveitados.

De acordo com a APLIQUIM BRASIL RECICLE (2015), as principais etapas do processo de descontaminação e reciclagem são:

#### 1 - Recebimento de lâmpadas

Ao chegarem na Apliquim Brasil Recycle, as lâmpadas são descarregadas do caminhão e inspecionadas para a verificação de variações e origem.

#### 2 - Desembalagem, contagem e estocagem em pallets

Nesta etapa, as lâmpadas são desembaladas, contadas e estocadas em pallets, de acordo com o tipo e tamanho.

#### 3 - Ruptura Controlada

Nesta etapa, as lâmpadas são rompidas em equipamento enclausurado e sob pressão negativa, para que não haja fuga de vapor de mercúrio. Os soquetes/terminais das lâmpadas são separados, passam por processo de segregação, sendo encaminhados à reciclagem.

#### 4 - Separação dos Componentes

Após a ruptura controlada das lâmpadas e segregação do metal, o vidro é descontaminado, e o pó de fósforo é removido de sua superfície. Nesta etapa, o vidro sai pronto para ser comercializado para as indústrias de beneficiamento. O pó de fósforo contaminado com mercúrio é retido e segue para o processo de desmercurização.

## 5 - Lâmpadas de Descarga de Alta Pressão (HID)

A descontaminação das lâmpadas ocorre basicamente com a separação do bulbo interno (cápsula contendo mercúrio) dos demais componentes deste tipo de lâmpada (suportes metálicos e terminal). Após a quebra do vidro externo, o bulbo interno é separado das estruturas e é encaminhado para desmercurização térmica. Os suportes metálicos e terminais são separados através de corte e são encaminhados para as indústrias de beneficiamento.

## 6 - Desmercurização Térmica e Destilação

A desmercurização térmica e a destilação são realizadas através de tecnologia capaz de extrair e recuperar o mercúrio, com boa qualidade e pureza para sua comercialização. Nestes equipamentos, o pó de fósforo e os bulbos internos contaminados com mercúrio, sofrem processo de descontaminação, e o mercúrio é recuperado em seu estado líquido elementar. Através destes processos, também se realiza o tratamento de termômetros, amálgamas dentários e outros resíduos mercuriais.

A recuperação é obtida pelo processo de retortagem, onde o material é aquecido até a vaporização do mercúrio (temperaturas acima do ponto de ebulição do mercúrio  $-357^{\circ}\text{C}$ ). O material vaporizado a partir deste processo é condensado e coletado em coletores especiais ou decantadores. O mercúrio assim obtido pode requerer tratamento adicional, tal como borbulhamento em ácido nítrico para remover impurezas. Emissões fugitivas durante este processo podem ser evitadas utilizando um sistema de operação sob pressão negativa.

## 7 - Controle de Emissão de Gases

O vapor de mercúrio, capturado na etapa de ruptura controlada e separação dos componentes, segue para o Sistema de Controle de Emissão de Gases (Figura 5), composto por filtros de cartucho para a retenção do particulado e filtro de carvão ativado que retém os vapores de mercúrio (APLIQUIM BRASIL RECICLE, 2015).

Figura 5: Controle de Emissão de Gases.



Fonte: Apliquim Brasil Recicle, 2015.

As Lâmpadas fluorescentes compactas são tratadas pelo método de moagem simples. Esse processo visa a quebra das lâmpadas, utilizando-se um sistema de exaustão para a captação do mercúrio existente. As tecnologias empregadas não se preocupam em separar os componentes, visando apenas a captação de parte do mercúrio. Deste modo, o teor de mercúrio ainda presente no produto final da moagem é inferior ao anteriormente encontrado nas lâmpadas quando inteiras, com a vantagem de não existir riscos de ruptura e emissão de vapores, quando forem dispostos em aterros (MOMBACH et al., 2008).

Mombach et. al (2008) ressalta que este tratamento, desde que controlado, para que não haja emissões de mercúrio, é a melhor alternativa existente no momento, pois promove a recuperação do mercúrio, a reciclagem dos constituintes das lâmpadas e não gera resíduos perigosos que seriam destinados a aterros.

Já a empresa Recilux, utiliza, no processamento das lâmpadas, máquinas que capturam o vapor de mercúrio (Figura 6) retido no filtro de carvão ativado que fica em compartimento lacrado e a cada 200.000 lâmpadas é descartado em aterro de Classe I.

Outros dois filtros retém todas as impurezas resultantes do processo e também são descartadas em aterros licenciados (Figura 7). O vidro é separado e, após moagem, é utilizado na fabricação de garrafas. O alumínio é derretido e reintegrado ao processo produtivo. Ao chegar na unidade de descontaminação e reciclagem, as lâmpadas fluorescentes são processadas. As máquinas trituram as lâmpadas, separando o vidro e o alumínio dos demais componentes, de modo que

possam ser reutilizados em novos processos industriais. O vidro é triturado e encaminhado para a reutilização em indústrias cerâmicas. O alumínio restante também é enviado para reciclagem, gerando um novo ciclo e colaborando para a diminuição da necessidade de extração desse material no meio ambiente. As partículas sólidas, como o pó de fósforo e pequenas partículas de sílica do vidro triturado, ficam acondicionadas nos filtros de papel apropriado para este tipo de processo (RECILUX, 2015).

Figura 6: Processamento de lâmpadas fluorescentes da empresa Recilux.



Fonte: Recilux, 2015.

Figura 7: Produto descontaminado.



Fonte: Recilux, 2015.

O mercúrio é isolado imediatamente, retido em estado sólido no filtro de carvão ativado, evitando contaminações futuras no meio ambiente. Esse processo consiste em capturar todo o vapor de mercúrio através do filtro de carvão ativado que fica em compartimento lacrado. A cada 200.000 lâmpadas o filtro é destinado corretamente para uma empresa especializada no tratamento e correta destinação deste tipo de resíduo, atendendo as exigências do órgão ambiental do estado. A Recilux, seguindo as normas utilizadas nos principais países de primeiro mundo, é contra a recuperação do mercúrio para o estado líquido, pois aumenta muito a capacidade de contaminação (RECILUX, 2015).

O tratamento realizado pela empresa Naturalis Brasil é conhecido como "Operação Papa Lâmpadas in Company" que consiste em transformar a lâmpada fluorescente contendo mercúrio, um produto perigoso de Classe I, em resíduo não perigoso de Classe II (NATURALIS BRASIL, 2015).

Para que esse processo seja realizado, utiliza-se um equipamento denominado "Papa-Lâmpadas" (Figura 8) que consiste em um tambor metálico com capacidade de 200L, cuja base superior é a tampa que o sela. Esta base/tampa possui um vinco arredondado em toda sua circunferência com um anel de borracha que se apóia sobre a borda do tambor e o veda. Sobre essa base/tampa, tem-se um tubo múltiplo de alimentação por onde se introduz a lâmpada, um motor elétrico que opera em posição invertida, com o eixo para dentro do tambor cerca de 10 cm da tampa em cuja extremidade há uma roldana ou catraca contendo 3 tiras de corrente com cerca de 15 cm de comprimento, que tem por finalidade quebrar a lâmpada quando esta ultrapassa a base/tampa para dentro do tambor.



Figura 8: Papa Lâmpadas da Naturalis Brasil.



Fonte: Naturalis Brasil, 2015.

Ao ser quebrada a lâmpada, os materiais pesados que a constitui, tais como o vidro e o alumínio, se depositam no fundo do tambor. Já o pó de fósforo, as micropartículas de vidro e o vapor de mercúrio ficam em suspensão dentro desse tambor, sendo sugadas através de um tubo coletor diretamente ligado a uma unidade aspiradora externa devidamente blindada, que tem em seu interior 2 filtros especiais à base de celulose, cujo objetivo é coletar o pó de fósforo e as micro partículas de vidro e permitir que o vapor de mercúrio viaje através de todo seu interior soprando-o para um container (NATURALIS BRASIL, 2015).

De acordo com as respostas obtidas no questionário aplicado, pode-se perceber que todas as empresas adotam o sistema de logística reversa. Pode-se perceber também que todas elas possuem um mesmo sistema de trituração de lâmpadas, onde seus componentes são separados e enviados para sua devida reciclagem. Caso a lâmpada fluorescente seja quebrada, faz-se o uso de um aspirador industrial equipado com filtro de carvão ativado. Sendo que o mercúrio sempre é tratado e enviado para empresas como matéria prima para a produção de outro produto. Pode-se perceber que todas empresas que adotam o sistema de

logística reversa entrevistadas procuram dar um destino ambientalmente correto para todos os componentes da lâmpada fluorescente.

#### 4.2.3 Quantidade de descarte mensal de lâmpadas fluorescentes

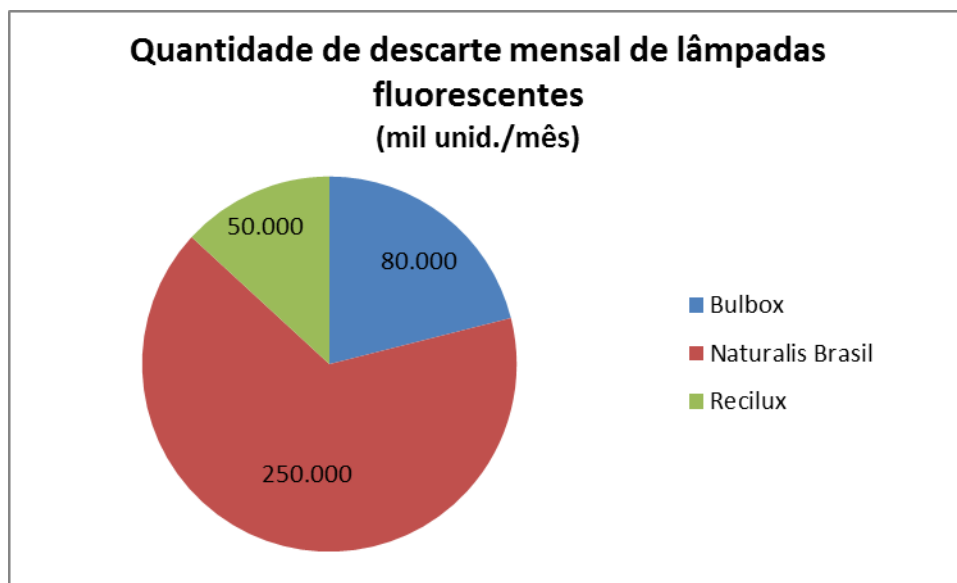
De acordo com as respostas obtidas à questão 7 do questionário, percebeu-se que a quantidade mensal de descarte de lâmpadas fluorescentes na empresa Bulbox é em média 80 mil Lâmpadas/Mês.

A volume mensal de descarte estabelecido pela Naturalis Brasil é de 250 mil Lâmpadas/Mês.

A quantidade de descarte mensal de lâmpadas fluorescentes é de 50 mil Lâmpadas/Mês da empresa Recilux.

No gráfico 1 está sendo ilustrado a quantidade de lâmpadas fluorescentes que são descartadas mensalmente em cada empresa:

Gráfico 1: Quantidade de lâmpadas fluorescentes que são descartadas mensalmente.



Fonte:Elaboração da autora, 2015.

Pode-se observar que entre as 4 empresas que responderam ao questionário, a Naturalis Brasil é a maior empresa que descarta lâmpadas fluorescentes mensalmente e faz sua reciclagem e descontaminação das mesmas. Já o questionário respondido pela a Apliquim mostrou que a quantidade de

lâmpadas fluorescentes para descarte é insignificante por ser um número muito baixo.

No Brasil, segundo uma pesquisada realizada por Sampaio (2009) em Pelotas (RS), demonstrou que o índice superior a 58% dos estabelecimentos estavam recebendo as lâmpadas usadas, mas encontrando dificuldades para receber destas pelos fornecedores, ocasionando o armazenamento destes por tempo indefinido. Por isso, é importante ter uma coleta de lâmpadas fluorescentes definida, para que estas sejam enviadas para descarte final.

#### 4.2.4 Ecopontos para recebimentos de lâmpadas fluorescentes e Equipamentos Individuais de Segurança (EPI) utilizados

O quadro 3 a seguir apresenta as empresas que possuem ecopontos e Equipamentos Individuais de Segurança (EPI).

Quadro 3: Ecopontos e EPI's

<b>Ecopontos e EPI's</b>		
<b>Empresa</b>	<b>Possui ecopontos?</b>	<b>Funcionários utilizam EPI's?</b>
Bulbox	Sim, Lojas Balaroti	Sim
Naturalis Brasil	Sim	Sim
Apliquim Brasil Recycle	Não	Sim
Recilux	Não	Sim

Fonte: Elaboração da autora, 2015.

Na empresa Bulbox, o único Ecoponto citado no questionário foi a Loja Balaroti.

No questionário respondido pela empresa, todos os funcionários utilizam EPI's no manuseio dessas lâmpadas fluorescentes e a empresa não apresenta nenhum problema que pode-se enfrentar com o sistema de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes.

No questionário, a empresa Naturalis Brasil não especificou a localização dos ecopontos, porém afirmou possuir ecopontos em algumas cidades. Todos os

funcionários utilizam EPI's abordando ser exigência de qualidade perante o exercício de prestação de serviço e das empresas contratantes.

A Apliquim Brasil Recycle não possui ecopontos, pois como reciclam, as lâmpadas queimadas são encaminhadas direto para a produção, para posteriormente passarem pelo processo de descontaminação. Os funcionários da empresa utilizam EPI's como: respirador com filtros para retenção de particulado e vapor de mercúrio; Óculos de Segurança; Luvas, protetor auricular e Calçado de Segurança.

A empresa Recilux alegou não possuir ecopontos para o recebimento de lâmpadas fluorescentes. E, todos os funcionários utilizam EPI's.

Conforme descrito no questionário, algumas empresas possuem poucos ecopontos e outras, nem possuem. Para que todos possam encaminhar suas lâmpadas para o descarte final de lâmpadas fluorescentes, seria correto ter mais ecopontos distribuídos em um maior número de locais. Os pontos de coleta devem ser definidos conforme a densidade populacional e geração de resíduos de cada região, sendo que a informação sobre a localização destes pontos deve estar acessível à população.

É essencial para favorecer a contribuição dos consumidores domésticos a disponibilização de coletores padrões em grandes condomínios. Além disso, pontos de coleta de lâmpadas fluorescentes usadas em grandes instituições de ensino e em hospitais.

#### **4.2.5 Quantidade de resíduos encaminhados para a coleta e destinação final**

De acordo com o questionário aplicado, na questão 9, a qual fazia referencia a quantidade de resíduos encaminhados para tratamento e destinação final, a quantidade de resíduos encaminhados para a coleta e destinação final é de 80.000 mil lâmpadas fluorescentes mensalmente na empresa Bulbox.

Já a empresa Naturalis Brasil alegou que 97% do volume total que ela gerencia é encaminhada para destinação final.

Conforme resposta do questionário da empresa Apliquim Brasil Recycle, considerando a quantidade de coleta de lâmpadas que a empresa realiza para fazer

a descontaminação e recuperação do mercúrio, é cerca de 420.000 mil unidades mensais.

A quantidade de resíduos da empresa Recilux que são encaminhados para a coleta e destinação final é de 50.000 lâmpadas fluorescentes mensalmente.

A ABILUX (2010) estima que em 2019, através da estruturação do sistema de logística reversa, os índices de coleta de lâmpadas fluorescentes previstos, estarão em torno de 32%. Para elaborar estes cenários, a vida útil das lâmpadas adotada foi de 6 anos.

O município de Curitiba, através da Lei 13.509 de 2010, iniciou o processo de logística reversa para lâmpadas fluorescentes (PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA, 2010).

Segundo a Prefeitura Municipal de Curitiba (2011), a quantidade de lâmpadas fluorescentes coletadas em 2010 foi de 15 t. Após a coleta, as LF são encaminhadas para duas empresas da região especializadas no tratamento desse tipo de material.

Pode-se perceber que o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes está se desenvolvendo cada vez mais, evitando assim, que as estas sejam encaminhadas para locais onde possa ocorrer a contaminação de solos, rios, etc.

#### **4.2.6 Problemas enfrentados com a implantação do sistema de Logística Reversa**

De acordo com a pergunta 11 do questionário aplicado, a qual se refere aos problemas de implantação dos sistemas de logística reversa, a empresa Bulbox afirma não ter enfrentado nenhum problema com a implantação desse sistema.

Os problemas enfrentados pela empresa Naturalis Brasil que foram alegados pela empresa são a falta de compromisso dos governantes e, principalmente, das prefeituras municipais, pois alegam que o volume gerado por esses órgãos são grandes e difíceis de serem geridos, necessitando, portanto, o envolvimento de uma política global.

Com a implantação da logística reversa, segundo a empresa Apliquim Brasil Recycle, não foi detectado nenhum problema. Como são recicladores de resíduos de lâmpadas fluorescentes e têm ciência de que o mercúrio contido nesse

material é tóxico para o meio ambiente e para a saúde humana, são os mais interessados no sucesso do sistema de logística reversa.

Segundo o questionário respondido pela empresa Recilux, um dos problemas enfrentados é a falta de divulgação sobre o sistema de Logística Reversa que pode ser aplicado para lâmpadas fluorescentes e de qualquer resíduo que se pode utilizar desse sistema.

Pode-se perceber que algumas empresas informaram que um dos problemas para implantar o sistema de Logística Reversa dentro da empresa é governamental. Os governantes, empresas que comercializam lâmpadas e as próprias prefeituras não se preocupam em dar um descarte final ambientalmente correto a esse resíduo. Para o financiamento do sistema, o ideal seria que todos os parceiros (fabricantes, importadores, distribuidores e consumidores finais) contribuíssem com os custos da sistemática necessária para a implantação da logística reversa e da reciclagem de lâmpadas fluorescentes. De acordo com a Lei 12.305/2010, 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. Essa estratégia permite diminuir a quantidade de resíduos sólidos e rejeitos gerados, minimizando o impacto ambiental e problemas associados com a saúde humana (RAUBER, 2011).

Outro problema informado com a implantação desse sistema de LR é a falta de divulgação desse sistema de Logística Reversa. A maioria das pessoas não tem consciência sobre a responsabilidade e a importância ambiental do assunto, sendo que um método de informação seria a educação ambiental em escolas, setores públicos, etc. Sendo assim, seria comum as pessoas ao se dirigirem a uma loja para aquisição de uma nova lâmpada fluorescente, levar as lâmpadas usadas para que seja feita a destinação correta deste produto. Figueiredo et al. (2003), afirmam que do ponto de vista logístico a vida do produto não acaba com a entrega ao consumidor, ao se tornar obsoleto, danificados ou não, deve retornar ao ponto de origem para ser reaproveitado, reparado ou descartado adequadamente.

#### **4.2.7 Soluções aos problemas enfrentados com a implantação do sistema de Logística Reversa**

A empresa Naturalis Brasil alega que a solução para os problemas enfrentados com a implantação do sistema de logística reversa é ter o acompanhamento de pessoas especializadas sem interesses pessoais, pelo contrário com interesse mútuo, objetivando o sucesso na execução das atividades.

Conforme questionário da Apliquim acredita-se que a principal solução é a conscientização das pessoas e maior fiscalização dos órgãos ambientais, os quais deveriam cobrar mais das empresas o descarte ambientalmente correto dos seus resíduos poluentes.

De acordo com as respostas da empresa Recilux, as soluções para problemas como a falta de divulgação do sistema de logística reversa, seria desenvolver uma educação ambiental sobre esse assunto, e divulgá-la em escolas, setores públicos, comércios e também em locais que se tem um maior consumo de lâmpadas fluorescentes.

Uma das soluções possíveis para resolução da eficácia do sistema de logística reversa seria a elaboração de uma metodologia para cálculo dos resíduos de lâmpadas gerados conjuntamente com os fabricantes/importadores e o governo, bem como um manual de descarte de resíduos que contemple as principais medidas para que estes resíduos sejam enviados corretamente para sua devida reciclagem.

Torna-se fundamental ainda a criação de uma agência de registro e com poder fiscalizador vinculada ao governo e responsável pelo registro e controle das quantidades produzidas, importadas, coletadas e recicladas. O grande objetivo dessa agência é ter um controle da quantidade de lâmpadas que são produzidas, e a quantidade que serão encaminhadas para sua reciclagem. É importante que essa agência tome devidas providências, caso haja uma grande quantidade de lâmpadas produzidas, não sendo equivalente a quantidade reciclada.

Uma outra alternativa seria a distribuição de ecopontos em mais locais como solução viável ao gerenciamento destes resíduos, para que as pessoas tenham mais acesso, podendo descartar sua lâmpada fluorescente corretamente para sua devida reciclagem.

Para Arima e Battaglia (2003), uma logística reversa eficiente depende de alguns fatores, quais sejam:

- a possibilidade de visualização fácil dos ganhos financeiros obtidos com investimentos no canal reverso, através da recuperação financeira de materiais antes considerados “perdidos” ou da revenda para mercados secundários;
- o estabelecimento de um centro de retorno centralizado, com a concentração dos recursos operacionais e técnicos usando, por exemplo, a consolidação de fretes ou coletas de retorno, visando melhorar o contato e o nível de serviço oferecido ao cliente;
- o bom desempenho do sistema de informações, estas devendo estar disponíveis (quase que) imediatamente para todos os participantes da cadeia reversa; -
- a adoção de tecnologias eficientes capazes de agilizar o processo de coleta e transmissão de dados sem erros;
- o constante treinamento dos recursos humanos ligados diretamente às atividades de logística reversa; e
- a boa administração dos recursos financeiros, tentando incorporar os ativos envolvidos e com o tempo reduzi-los.

Segundo as respostas dos questionários enviados às empresas, em termos gerais, todas adotam o sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes e o objetivo de todas empresas é dar um destino ambientalmente adequado para lâmpadas fluorescentes, minimizando seu impacto quando descartadas incorretamente no meio ambiente. Alguns problemas comentados no questionário foram: a grande falta de divulgação sobre a logística reversa de resíduos, sendo que muitas pessoas não tem conhecimento sobre esse assunto, e a falta de locais de recebimento (ecopontos) destes resíduos.

Em comparação ao sistema de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos, tanto esses materiais quanto as lâmpadas fluorescentes se manuseados de maneira descuidada, após sua vida útil, podem expor o ambiente a produtos tóxicos, causando sérios impactos à saúde humana.

No presente caso, o principal objetivo da realização da logística reversa é a adequação às normas vigentes. A recuperação de valor, embora ocorra como



consequência da reciclagem das embalagens lavadas, não é o foco do processo. O sistema enquadra-se no Sistema Logístico de Descarte, no qual os motivadores e barreiras influenciam a adoção da logística reversa como forma de adequação e diminuição de impactos ambientais advindos do descarte inadequado de produtos e embalagens, assim também como o caso do sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, que tem como foco a redução dos impactos ambientais resultantes do descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes.

O processo da logística reversa de lâmpadas fluorescentes é caro, dependendo da empresa que fará essa reciclagem. Segundo a Apliquim Brasil Recycle, para realizar o tratamento de lâmpadas fluorescentes, gasta-se R\$ 1,00 por cada lâmpada. Segundo a Recitec, o custo do tratamento de lâmpadas queimadas é de R\$ 5,00 por lâmpada.

O estudo dos sistemas logísticos das empresas citadas permite uma análise comparativa dos processos realizados por cada uma delas, bem como das principais problemas enumeradas pelas mesmas à realização da logística reversa, tendo sido estas empresas com características diferentes. Os processos envolvidos em cada sistema podem ser associados à proporção de produtos retornados em relação ao total produzido e ao reprocessamento pretendido. Os produtos com maior índice de retorno, embalagens de agrotóxicos (90%) e jornais (30%) (ANDRADE; FERREIRA; SANTOS, 2009), e também da reciclagem de lâmpadas fluorescentes são retornados com a mesma periodicidade e por meio das mesmas estruturas da cadeia de distribuição direta.

No quadro 4 encontra-se a comparação do sistema de logística reversa entre alguns resíduos discutidos anteriormente:

Quadro 4: Comparação da Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes e outros resíduos.

Resíduo encaminhado para a Logística Reversa	Razão do retorno	Principal barreira	Incorporação da variável ambiental
Embalagem de agrotóxico	Fim de vida	Melhoria contínua do sistema	Destinação ambientalmente adequada do produto

Jornais	Encalhe	Falta de sistemas	Reciclagem de materiais
Lâmpadas Fluorescentes	Fim de vida	Melhoria contínua do sistema	Destinação ambientalmente adequada do produto

Fonte: Elaboração da autora, 2015.

Dessa forma, todas as ações feitas para diminuir os impactos ao meio ambiente refletem de maneira favorável a organização e demais envolvidos, sendo assim temos algumas ações produtivas que contribuem com essa necessidade conhecida como produção mais limpa, diminuindo o uso de insumos, energia e água por meio de processos de reciclagem (KUNDE, 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Através da análise de todas as perguntas respondidas no questionário aplicado a quatro diferentes empresas do ramo industrial, foi possível conhecer o funcionamento da Logística Reversa dentro das empresas de reciclagem de lâmpadas fluorescentes.

Pode-se concluir, portanto, que as diretrizes para o melhoramento da Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes é a criação de um sistema de produção e importações de lâmpadas fluorescentes, para se ter um controle da quantidade de lâmpadas fluorescentes que são encaminhadas corretamente para seu destino final e também conhecer aquelas que são encaminhadas para aterros.

Outra diretriz observada neste sistema é o princípio da responsabilidade compartilhada estabelecido na Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que prevê a obrigatoriedade da participação dos comerciantes e distribuidores no sistema de Logística Reversa de lâmpadas fluorescentes, pois o comprometimento deles é muito importante, porém, deve ser implantada com isso, uma infraestrutura adequada, para que o sistema tenha resultados satisfatórios. São necessários também locais adequados para o armazenamento temporário das lâmpadas fluorescentes usadas. É importante que os ecopontos para recolhimento dessas lâmpadas seja bem definido.

Um dos desafios para a implantação desse sistema de Logística Reversa é a falta de informações que caracterize este setor, à pequena quantidade de estudos sobre lâmpadas fluorescentes e ainda, poucos os exemplos de logística reversa já praticada no Brasil, os quais não possuem o agravante das lâmpadas que se tratam de um resíduo perigoso.

A conscientização do consumidor final sobre os riscos e o descarte adequado é essencial para aumentar os dados de reciclagem. Assim, esta conscientização deve estar associada a um incentivo para a devolução da lâmpada após o seu uso.

Neste trabalho, foram estudadas apenas as lâmpadas fluorescentes, devido a sua constante utilização, e conseqüente geração de resíduos. Porém, sugere-se para trabalhos futuros, a realização de um levantamento do descarte final também de lâmpadas de descarga de alta pressão, pois ela possui uma quantidade de mercúrio bem maior, as quais não foram abordadas neste trabalho. Ainda,

sugere-se a realização de um levantamento da destinação final dada aos materiais oriundos do processo de descontaminação de lâmpadas fluorescentes.

## REFERÊNCIAS

- ABILUMI. **Reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil é dificultada por rigidez na legislação sobre transporte do produto.** Disponível em: <[http://www.bulbox.com.br/news\\_rel\\_25\\_06\\_08.html](http://www.bulbox.com.br/news_rel_25_06_08.html)> Acesso em: 26 de Abr. de 2015.
- ABILUX. **Brasil inicia processo para instalação da logística reversa.** Disponível em: <<http://www.abilux.com.br/noticias67.asp>> Acesso em: 26 Abr. 2015.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos.** Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221: Transporte Terrestre de Resíduos.** Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17.505-1: 2013 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 1: Disposições gerais.** Rio de Janeiro, 2013.
- ADLMAIER, D.; SELLITTO, M. A. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v. 17, n.2. 2007.
- AMBIENSYS. **O lucrativo vilão de reciclar lâmpadas.** Disponível em: <[http://www.bulbox.com.br/news\\_02\\_03\\_07.html](http://www.bulbox.com.br/news_02_03_07.html)> Acesso em: 10 abr. 2015.
- ANDRADE, E. M.; FERREIRA, A.C.; SANTOS, F. C. A. **Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor.** In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009. Anais. São Paulo: FGV:EAESP, 2009.
- ANDRÉ, A. S. **Sistemas eletrônicos para lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão.** 2004. 134 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Departamento de engenharia elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- APLIQUIM BRASIL RECICLE. Serviços. Disponível em: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/servicos>>. Acesso em 17 abr. 2015.
- ARIMA, S.; BATTAGLIA, A. Logística Reversa – Da terra para a terra, uma visão do ciclo total – 2a. parte. **Revista Tecnológica**, nº 90, Ano VIII, pp 70-76. São Paulo: Publicare Editora, 2003.

ARSENEAU, R.; OUELLETTE, M. The Effects of Supply Harmonics on the Performance of Compact Fluorescent Lamps. **IEE Engineering Science and Educ. Journ.**, v. 2, n. 8, p. 473-479, 1993.

ANTT - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. **Resolução nº 3.665/11, de 4 de maio de 2011**. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Rio de Janeiro, 2011.

BRANDÃO, A. C.; GOMES L. M. B.; AFONSO J. C. **Educação Ambiental: O caso das lâmpadas usadas**. Instituto de Química RQI - 2º trimestre 2011 - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

BRASIL, A. M.; SANTOS, F. **Equilíbrio Ambiental e resíduos na sociedade moderna**. Ed. FAARTE, São Paulo, 2004.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 22 abr. 2015.

BULBOX. Função. Disponível em < <http://bulbox.com.br/abulbo/>> Acesso em 20 Abr. 2015.

CÉSAR F. I. G.; NETO M. S. **Logística Reversa Integrada**. São Paulo, 2007. Disponível em: < [http://www.giocondo.pro.br/documentos/artigo4\\_logisticareversaintegrada11910.pdf](http://www.giocondo.pro.br/documentos/artigo4_logisticareversaintegrada11910.pdf) > Acesso em 26 de Abril 2015.

CHAER, G.; DINIZ, R. P.; RIBEIRO, E. A. A Técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, v.7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 275**, de 25 de abril de 2001. Brasília, 2001.

CURITIBA. Lei nº 13.509, de 08 de junho de 2010. Dispõe sobre o Tratamento e Destinação Final Diferenciada de Resíduos Especiais que especifica e dá outras providências correlatas. **Palácio 29 de março**, Curitiba, PR, 08 de junho de 2010. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em: 25 mai 2015.

DURÃO, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. **Química Nova na Escola**, n. 28, 2008.

ECOCASA. **Iluminação - Tipo de Lâmpadas**. Disponível em: <[http://www.ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=1](http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=1)> Acesso em 04 Abr de 2015.

FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (org.) et al. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Atlas, 2003.

GARCIA, L. P., RAMOS, B. G. Z. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Caderno de Saúde Pública**, v.20, n.3, p. 744-752. 2004.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas**. In: Gil A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 Ed. São Paulo: Atlas, p. 41-57, 2002.

\_\_\_\_\_. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. In Revista de Administração de Empresas, v. 35 n.2 Mar/Abril 1995<sup>a</sup>, p.57-63. Pesquisa qualitativa- tipos fundamentais, In Revista de Administração de Empresas, v. 35 n.3 Mai/Jun,p. 20-29, 1995,

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

IDEC - Idéia Luminosa. Revista do Idec, nº 119, p.05, mar 2008. Disponível em: <[http://www.idec.org.br/rev\\_idec\\_texto2.asp?pagina=5&ordem=5&id=814](http://www.idec.org.br/rev_idec_texto2.asp?pagina=5&ordem=5&id=814)> Acesso em 15 Abr. 2015.

KUNDE, W. G. **Vamos Implantar produção Mais Limpa?** Disponível em: <<http://portal.pr.sebrae.com.br/blogs/posts/gestaoproducao?c=892>> Acesso: 25 Abr 2015.

LAMBERT, D.; STOCK, J.; VANTINE, J. **Administração Estratégica da Logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall , 2003.

LIMA, R. G. C.; FERREIRA, O. M. **Resíduos Industriais – métodos de tratamento e análise de custos**. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, Goiânia, 2007.

LORA, E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energéticos, industrial e de transporte**. ANEEL: Brasília, 2000.

LUMIÈRE. **Revista Lumière**. Disponível em <<http://www.revistalumiere.com.br>>. Acesso em 12 Mai de 2015.

MANSOR, M. T. C.; CAMARÃO, T. C. R. C.; CAPELINI, M.; KOVACS, A.; FILET, M.; SANTOS, G. A.; SILVA, A. B. **Portal Brasil** - Resíduos Sólidos - 2010.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. 12ª Edição: Hucitec-Abrasco. São Paulo, 2010; MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Logística Reversa**. Disponível em <[www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa)>. Acesso em 26 Abr. 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Esquema Simplificado da Logística Reversa**. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/Apres\\_SRHU-MMA\\_MarcosBandini\\_27jan10.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/Apres_SRHU-MMA_MarcosBandini_27jan10.pdf) Acesso em: 07 abr de 2015.

MOMBACH, V L; RIELLA, H. G.; KUHNEN, N. C. O estado da arte na reciclagem de lâmpadas fluorescentes no brasil: parte 1. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 5. n.1/2, jan./dez., 2008.

MOURÃO, R F; SEO, E. S. M. Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes. **InterfacEHS, Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7. n. 3, 2012.

NAIME, R.; GARCIA, A. C.; Propostas para o Gerenciamento dos Resíduos de Lâmpadas Fluorescentes. **Revista Espaço para a Saúde**. v.6, n.1, p. 1-6, Londrina, dez. 2004.

NATURALIS BRASIL. Área de Atuação. Disponível em <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/servicos>>. Acesso em 10 Abr. 2015.

OLIVEIRA, R. C. **Metodologia de análise da logística reversa de pós-consumo: uma aplicação ao caso de pilhas e baterias**. 2013. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

PINHEIRO, E. L.; MONTEIRO, M. A.; FRANCO R. G. F. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Pilhas, Baterias e Lâmpadas**. PGIRPBL, 2009.

PORTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **A Logística Reversa**. Disponível em <http://www.portalresiduossolidos.com/responsabilidade-compartilhada-pelo-ciclo-de-vida-dos-produtos/> Acesso em 14 Abr. 2015.

RAUBER, M. E. 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**, v. 4, n. 4: 1-24, 2011.

RECILUX – Descontaminação e Reciclagem de lâmpadas usadas. Serviços. Disponível em: < <http://www.recilux.com.br/servicos>> Acesso em 20 abr. 2015.

RECITEC-Reciclagem Técnica do Brasil Ltda. Lâmpadas. Disponível em < <http://www.recitecmg.com.br/index.php?pg=lampadas>> Acesso em 05 Abr. 2015.

SAMPAIO, M. R. F.; SÁ, J. S. **Diagnóstico da situação de lâmpadas fluorescentes pós-consumo em Pelotas, RS**. Livro de Resumos da 2ª Mostra de Trabalhos de Tecnologia Ambiental, p. 36-39, 2009.



SILVA F. R. Impactos Ambientais Associados à Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes. **InterfacESH Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Vol. 8, n. 1, 2013.

SOUZA F. A. **Co-processamento de Resíduos Industriais**. Votorantim Cimentos, 2008. Disponível em: <[http://abmbrasil.com.br/cim/download/20080327\\_2workshopagregado\\_FranciscoAlberto.pdf](http://abmbrasil.com.br/cim/download/20080327_2workshopagregado_FranciscoAlberto.pdf)> Acesso em 05 jun. 2015.

VALLE, C.E. **Qualidade Ambiental**. São Paulo: Editora Senac, 2002.

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

WIENS, C. H.; **A busca de alternativas de destino das lâmpadas fluorescentes descartadas em quatro empresas do setor automotivo da região metropolitana de Curitiba, PR**. Dissertação (Mestrado em Administração) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

WHO. World Health Organization. **Preventing Disease Through Healthy Environments. Exposure to Mercury. A Major Public Health Concern, 2007**. Disponível em: <<http://www.who.int/ipcs/features/mercury.pdf>>. Acesso em: 15 Abr. 2015.

WHO. World Health Organization. **Mercury**. Disponível em: <[http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury/en/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/)>. Acesso em: 15 Abr. 2015.

WITKOVSKI, A. **Serviço nacional de aprendizagem industrial unidade pato branco curso técnico industrial em eletrotécnica disciplina de instalações elétricas**. 2012. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAPOIAE/tipos-lampadas>> Acesso Mai de 2015.

## **APÊNDICE A – Questionário aplicado às empresas**

O presente questionário destina-se à coleta de dados para o trabalho de conclusão do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

### **QUESTIONÁRIO – SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA DE LÂMPADAS FLUORESCENTES ADOTADAS NAS EMPRESAS.**

#### **1. Identificação da Empresa:**

**Nome da Empresa:**

**Cidade:**

**Qual atividade principal de sua empresa?**

- Industrial
- Comercial
- Hospitalar
- Órgão Público

**Qual o ramo de atividade?**

#### **2. Existe um sistema de Logística Reversa dentro da empresa?**

**R:**

#### **3. Quais os resíduos que são contemplados por sistemas de Logística reversa dentro da empresa?**

**R:**

**4. Quais são as responsabilidades da empresa?**

**R:**

**5. A empresa possui:**

Plano de Gerenciamento de Resíduos

Licença Ambiental

Outros documentos de caráter ambiental. Especificar:

\_\_\_\_\_.

**6. Como são executadas as etapas de identificação, acondicionamento, transporte, coleta, tratamento e disposição final para o sistema de Logística Reversa?**

**R:**

**7. Qual o volume e/ou quantidade de descarte mensal de lâmpadas fluorescentes em sua empresa?**

**R:**

**8. A empresa possui ecopontos para recolhimento de lâmpadas fluorescentes?**

**R:**

**9. Qual a quantidade coletada de resíduos encaminhados para o tratamento e destino final?**

**R:**

**10. Os funcionários utilizam EPIs no manuseio com as lâmpadas fluorescentes?**

**R:**

**11. Quais são os problemas enfrentados com a implantação desse sistema?**

**R:**

**12. Quais as soluções para os problemas enfrentados na implantação desse sistema?**

**R:**