

A reciclagem de lâmpadas fluorescentes e a logística reversa em um caso prático.

MURIEL VICTORIA CAETANO E SILVA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE GUARULHOS - FATEC

PAULA FERREIRA DA CRUZ CORREIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE GUARULHOS - FATEC

RAPHAEL SILVEIRA HYPOLITO
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE GUARULHOS - FATEC

RUBENS TOPAL DE CARVA BASTOS
UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL

A reciclagem de lâmpadas fluorescentes e a logística reversa em um caso prático.

Resumo:

Com a premissa do desenvolvimento sustentável e a legislação apropriada, algumas organizações ainda não evidenciaram interesse em fazer parte do time das empresas verdes, com uma gestão sustentável e com comprometimento ao meio ambiente. Tendo em visão a reciclagem de lâmpadas fluorescentes, a presente produção tem como objetivo apresentar os processos da reciclagem do material das lâmpadas e salientar a adequação da gestão do fluxo de materiais dentro da cadeia de suprimentos através da logística reversa. A metodologia deste trabalho foi fundamentada em uma pesquisa exploratória, levantamento bibliográfico e uma pesquisa qualitativa para estudar os processos que são realizados pela Naturalis Brasil, empresa situada no interior de São Paulo onde foi realizada um estudo de caso. Os resultados evidenciam que a legislação preconiza com rigor a maneira como as empresas que desenvolvem atividades no ramo de destruição de lâmpadas fluorescentes devem proceder e normatiza todas as atividades.

Palavras-Chave: Reciclagem; Lâmpadas fluorescentes; Logística reversa.

The recycling of fluorescent lamps and their reverse logistics in a practical case.

Abstract:

With a premise of the sustainable development and the appropriate legislation, some organizations still haven't show any interest in become part of the team of the green enterprises, with a sustainable management and compromising to the environment. Having at sight the recycling of fluorescent lamps, this paper aims to present the processes of recycling the material from the lamps and to emphasize the adaptation of the management of the materials' flow inside the supply chain through the reverse logistics. The methodology of this essay was based on an exploratory research, bibliographical survey a qualitative research to analyse the processes that have been carried out by Naturalis Brasil, an company located in the interior of the state of São Paulo, in Brazil, where it was accomplished a case study. The following results shows that the brazilian legislation calls for a precisely way to companies develop activities in the field of the destruction of fluorescent lamps correctly, regulating all their activities.

Keywords: Recycling; Fluorescent lamps; Reverse logistics.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é caracterizado pela aptidão de atender as necessidades da geração atual, sem o comprometimento da capacidade de atender às das futuras gerações, ou seja, produzir essas necessidades sem esgotamento dos recursos. Mesmo com a premissa do desenvolvimento sustentável e a legislação pertinente, algumas empresas ainda fazem vista grossa ou delegam de maneira relapsa a questão da reciclagem do material de lâmpadas fluorescentes. Como consequência: anualmente, se estima a soma de 206 milhões de unidades de resíduos de lâmpadas fluorescentes (LF), uso vem aumentando significativamente devido à política de banimento das lâmpadas incandescentes (BACILA *et al*, 2014)

Logo, surge a pergunta: como melhorar a abrangência da reciclagem de lâmpadas fluorescentes levando-se em consideração as questões legais que vigoram sobre o assunto?

A adaptação à reciclagem de lâmpadas fluorescentes por todas as empresas fabricantes e as empresas que as comercializam pode ser um desafio, ainda mais se tratando do Brasil, um país onde não se cogitou a respeito da contaminação ambiental por metais pesados até a década de 1990 (RODRIGUES *et al*, 2015). Partindo do enfoque da logística reversa, tal adaptação pode aumentar os custos dos processos e a adequação à gestão do fluxo de materiais dentro da cadeia de suprimentos pode ser prejudicada.

O presente trabalho consiste em um estudo de caso que será realizado na empresa Naturalis Brasil, localizada na cidade de Itupeva, interior de São Paulo. Pertencente ao ramo de reciclagem do material de lâmpadas fluorescentes, seu carro chefe é o método “papa lâmpadas”, que consiste em ir até a empresa que contrata seus serviços munidos de um barril adaptado para realizar o processo de recolhe no local.

Portanto, o estudo seguinte será fundamentado em um levantamento bibliográfico e em uma pesquisa qualitativa para estudar os processos que são realizados pela empresa. Tem-se como objetivo apresentar os processos da reciclagem do material de lâmpadas fluorescentes e salientar a adequação da gestão do fluxo de materiais dentro da cadeia de suprimentos através da logística reversa, baseando-se em sua legislação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A lâmpada fluorescente

De acordo com Coelho *et al* (2012) lâmpadas fluorescentes são basicamente compostas por um tubo selado de vidro preenchido com gás argônio à baixa pressão (2,5 Torr) e vapor de mercúrio (Hg), também à baixa pressão parcial. A quantidade de mercúrio presente varia de acordo com o tipo de lâmpada, fabricante e ano de fabricação. Ainda assim, essas lâmpadas ficam atrás apenas de pilhas e baterias na porcentagem de mercúrio em sua composição (RODRIGUES *et al*, 2015).

O tubo usado em qualquer lâmpada padronizada é fabricado com vidro; suas pontas são de alumínio ou plástico; os eletrodos são de tungstênio, níquel, cobre ou ferro; o interior de seu

tubo possui uma poeira fosforosa composta por vários elementos. Uma lâmpada padrão de 40 watts possui cerca de 4 a 6 gramas de poeira fosforosa. (COELHO *et al*, 2012)

Comparadas às outras opções de lâmpadas, as fluorescentes chegam a ser 3 a 6 vezes mais eficientes e sua vida útil é 4 a 15 vezes mais longa, com até 80% de redução de consumo de energia (DURÃO JÚNIOR; WINDMÖLLER, 2008). Entretanto, seu descarte é o mais perigoso, primeiramente, é preciso fazer a descontaminação, para assim, fazer sua reciclagem via tratamento químico ou térmico.

2.2 Resíduos

Quanto ao seu descarte, no Brasil existem diversas tecnologias de reciclagem e destinação de lâmpadas fluorescentes, como por exemplo, a moagem simples, que consiste em realizar a ruptura das lâmpadas e através de sucção reter uma parcela do mercúrio das lâmpadas, impedindo que o mesmo seja liberado para a atmosfera. Em sua maioria, não há a separação dos materiais e estes são enviados para a aterros sanitários (MONBACH; RIELLA; KUHNEN, 2008).

Outra tecnologia é a trituração com tratamento químico, que é a moagem com tratamento químico, composta de duas etapas essenciais: o esmagamento e a contenção do mercúrio. No procedimento é realizada a lavagem do vidro e feita a separação do pó de fósforo. Após a lavagem o líquido gerado é tratado quimicamente, para a separação do mercúrio (MONBACH; RIELLA; KUHNEN, 2008).

Uma terceira possibilidade é a trituração com tratamento térmico, que se trata do esmagamento e destilação do mercúrio. O mercúrio é recuperado através do aquecimento do pó de fósforo, vaporização e posterior condensação do mercúrio. Sendo a melhor alternativa de tratamento, permite a recuperação do mercúrio (MONBACH; RIELLA; KUHNEN, 2008).

Nessa mesma linha, ainda existe o sopro, que é uma técnica utilizada somente em lâmpadas fluorescentes tubulares. As extremidades são rompidas com aquecimento e resfriamento e é soprada uma corrente de ar no tubo, que arrasta o pó de fósforo com mercúrio. Como na moagem simples, não é removida a totalidade do mercúrio (MONBACH; RIELLA; KUHNEN, 2008).

Por último, há a solidificação com encapsulamento, que é realizada através de esmagamento e posterior encapsulamento dos materiais, para posterior envio a aterros sanitários (MONBACH; RIELLA; KUHNEN, 2008).

Todavia, os resíduos das lâmpadas geralmente são descartados ao ar livre e em locais com alta circulação de pessoas. De acordo com Cestari e Martins (2015), em uma lâmpada fluorescente de 40 W, encontra-se cerca de 21 mg de mercúrio (Hg) que, segundo Pawlowski (2011), é um componente que representa uma grave ameaça para o meio ambiente em geral, pois é tóxico, perdurável (não podendo ser eliminado e permanecendo no meio ambiente) e acumulativo, além de se dispersar continuamente através da superfície terrestre.

O mercúrio contido em lâmpadas, mesmo que em miligramas, pode ser liberado para as matrizes solo, ar e água. Depositado em rios, por exemplo, contamina peixes e quaisquer outros organismos presentes neste hábitat. Após a ingestão desses alimentos, o Hg contamina o ser humano, podendo resultar em problemas como: gengivite, insônia, vômitos, dores de cabeça,

elevação da pressão arterial, lesões renais, danos neurológicos e convulsões (WALKER *et al.*, 1996; *apud* CESTARI, MARTINS, 2015).

Também é possível a ocorrência da conversão de mercúrio para novas versões mais tóxicas desse elemento em resíduos de lâmpadas (DURÃO JÚNIOR; WINDMÖLLER, 2008). Estudos descritos por estes autores descrevem exemplos como a oxidação do mercúrio, tornando Hg em HgO e, como o Hg²⁺, onde o mercúrio pode se tornar, além de mais tóxico, mais solúvel, podendo ser diluído em sistemas aquosos. Resultados como esses são alarmantes e apontam a necessidade de uma maior preocupação com relação ao descarte dessas lâmpadas.

É importante o cuidado e atitude de todos, mas focando-se no segmento empresarial, pode-se dizer que se tornou muito importante que empresas dessem a devida atenção no momento de adequar seus processos para atender seus fins econômicos sem prejudicar o ambiente em geral, não apenas quanto às lâmpadas. Não se deve deixar de imaginar a performance ambiental e social da companhia, além da financeira e econômica. (GARCEZ; HOURNEAUX JUNIOR; FARAH, 2016).

Vale dizer também que empresas visam ganhos intangíveis, como por exemplo, reputação e compartilhamento de experiências na comunidade empresarial (GVCES, 2012). O nicho consumidor também evoluiu e atualmente demonstra diferentes interesses comparados aos de antigamente, cada vez mais se aumenta expectativas em relação à experiência, qualidade, serviço e produtos, com uma boa e sustentável gestão (i-SCOOP, 2016).

Partindo deste pensamento, empresas passam a perceber que assumir uma responsabilidade de fins não só absolutamente lucrativos, mas de, também, assumir sua parcela de comprometimento com os outros setores da sociedade pode, sim, ser bastante vantajoso. Isso fica evidenciado com a Lei 12.305/2010, que dita as normas para o descarte de resíduos e atribui as responsabilidades para as empresas que produzem, utilizam e comercializam materiais que podem causar danos ao ambiente.

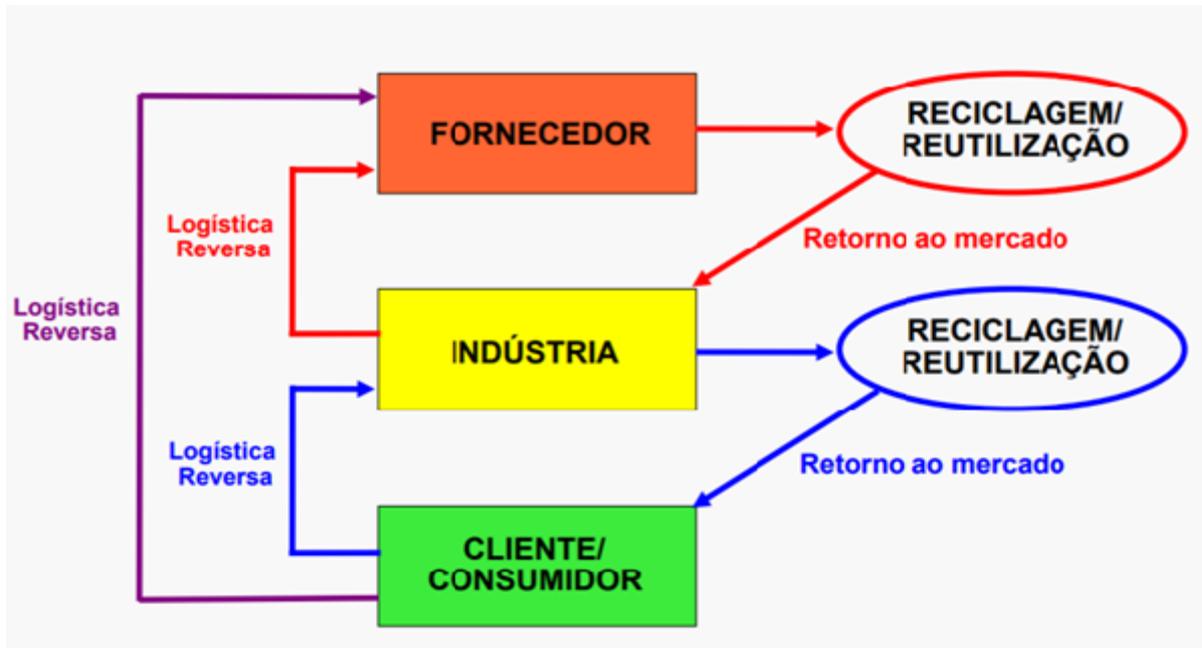
Retomando a este contexto, se encaixam as lâmpadas fluorescentes devido aos materiais utilizados na sua confecção, anteriormente descritos, enfatizando o mercúrio altamente poluente, que se não descartado de maneira correta pode causar danos ao solo e as águas, trazendo grandes prejuízos econômicos e ambientais para as gerações futuras.

2.3 Logística Reversa

O enfoque na logística reversa é uma novidade que vem sendo acolhida e difundida em razão de mais informações sobre sua aplicação na gestão de fluxo de materiais (MOURÃO; SEO, 2012).

A figura 1 mostra o esquema simplificado da logística reversa, que trata do mecanismo que torna possível o retorno de resíduos sólidos para as empresas fabricantes. Tem como objetivo o reaproveitamento dos mesmos na própria empresa ou em outra.

Figura 1: Esquema Simplificado da Logística Reversa



Fonte: Bandini, MMA, 2010.

Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é considerado logística reversa:

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

Para realizar as normas da PNRS, faz-se uso de um instrumento chamado de educação ambiental, que define como obrigatória a logística reversa para lâmpadas fluorescentes. Dessa forma, baseia-se na responsabilidade compartilhada, na qual os consumidores devem retornar os produtos usados (estes produtos são relacionados na lei) aos meios de venda e distribuição, esses devem encaminhá-los aos fabricantes (BRASIL, 2010).

Associam-se a processos produtivos os resíduos sólidos que também podem ser oriundos de consumidores que se utilizam de determinado produto e o descartam, pois não o consideram mais com utilidade direta. Como citado anteriormente, este descarte incorreto de lixo no meio ambiente pode gerar inúmeros malefícios à saúde e ao próprio meio ambiente. Isso porque os resíduos descartados (industriais ou domésticos) podem apresentar em suas composições elementos ou substâncias que podem acarretar a contaminação do meio ambiente, impossibilitando o uso dos solos, das águas e do ar. O descarte dos resíduos deve, sim, ocorrer de forma adequada, de modo que sejam evitados mais casos de contaminação (MORAES; ALVES; SCHREIBER, 2014).

Para tratar os resíduos sólidos que são gerados é preciso observar algumas práticas como a classificação destes, que tem a finalidade de destinar os mesmos de forma adequada e segura, esquivando-se de uma potencial degradação do meio ambiente. A classificação dos resíduos sólidos é feita pela Norma Brasileira (NBR) ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos:

Classificação, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a qual considera também o reconhecimento da técnica ou da ação de origem, de seus integrantes e especificações, e a conferência destes integrantes com as listas de resíduos e substâncias que podem impactar a saúde e o meio ambiente.

A resolução nº 5232/16 da Agência Nacional de Transportes Terrestres define a classe de risco de acordo com a qual os resíduos devem ser transportados. Já a NBR 9735/16 da ABNT estabelece critérios para o tipo de transporte empregado. Além destes normativos, a CETESB (2018) também define obrigações legais a serem observadas pelas transportadoras de resíduos perigosos devem seguir, quais sejam:

- Emissão de licença junto ao órgão ambiental estadual de meio ambiente, no caso de transporte intra-estadual. A administração de cada Estado definirá a forma como deverá ser feito o transporte;
- Emissão de licença junto ao IBAMA, no caso de transporte interestadual;
- Providenciar, junto ao IBAMA, o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras – CTF-APP e o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos – CNORP;
- Emissão do Comprovante de Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas – RNTRC;
- Pagar da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TFCA.

Podem ser exigidas outras licenças ambientais, conforme o tipo de material transportado, a exemplo do transporte de resíduos radioativos. Devem ser observados os ditames da Comissão Nacional de Energia Nuclear (NE 5.01 Res. 013, 1988) no transporte deste tipo de resíduos. Já a RESOLUÇÃO 5232/16 da Agência Nacional de Transporte Terrestre - ANTT traz requisitos de segurança e proteção a serem observados desde a origem até o destino final, assegurando o nível de controle apropriado de eventual exposição de pessoas, bens e meio ambiente aos efeitos deletérios das radiações ionizantes.

Os meios de transporte desses materiais devem igualmente seguir regras específicas para a movimentação adequada dos resíduos, relativamente ao tipo e classe de risco. Os veículos devem estar em perfeitas condições de funcionamento e uso, sendo que a NBR 9735/16 da Agência Nacional de Normas Técnicas prevê que devem ser utilizados sinalização adequada de riscos, painéis de segurança específicos a cada caso, conter a ficha de emergência e um kit para atendimento a emergência ambiental.

No caso de materiais a granel que possam oferecer risco à saúde e ao meio ambiente, a ANTT (2017) exige o Certificado de Capacitação para transporte de Produtos Perigosos a granel – CIPP. Para o deslocamento de resíduos sólidos devem ser empregados veículos com estrutura de guardas laterais fechadas, ou com proteções laterais e telas metálicas com malhas de tamanho adequado para prevenir eventual escape de parte do material em transporte. Os resíduos perigosos devem estar cobertos, em sua totalidade, por lonas ou artigos compatíveis. O material deve ser identificado com número e nome.

A ANTT (2017) também prevê obrigações quanto ao motorista, que deve possuir carteira de identidade, carteira nacional de habilitação na categoria adequada e ter o comprovante do curso de Movimentação e Operação de Produtos Perigosos - MOPP.

3. METODOLOGIA

Para este artigo foi realizada uma pesquisa exploratória, pois não havia o pré-estabelecimento da análise a ser feita. Todos os dados foram averiguados com foco qualitativo.

Procurou-se entender primeiramente a composição das lâmpadas fluorescentes, para saber mais as razões da necessidade de sua reciclagem, principalmente pela presença de mercúrio e outros componentes químicos como o fósforo, por exemplo.

Depois analisou-se os processos de Logística Reversa, revendo as leis e normas brasileiras que devem ser respeitadas e etapas a serem tomadas para sua realização efetivamente.

Na sequência da pesquisa inicial com conseqüente estudo da proposta, foi realizada uma análise *in locus* com uma visita técnica a uma empresa brasileira que recicla lâmpadas fluorescentes, onde foi possível observar na prática o que foi encontrado na literatura sobre o assunto e comprovar detalhes a respeito.

Na visita técnica foram apresentados dados e documentos relativos ao manuseio dos resíduos, os quais foram analisados. Não houve a indução de respostas durante a entrevista. A conformidade dos métodos levantados na entrevista com a legislação aplicável foi verificada.

Aliado a isso, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema. Com isso, foi possível um estudo teórico que possibilitou uma adequada análise dos dados coletados.

4. ESTUDO DE CASO

Visita realizada na empresa Naturalis Brasil. A empresa possui um programa de descarte de lâmpadas fluorescentes. Sua proposta inicial era oferecer esse serviço nas instalações da empresa contratante. Porém, devido às novas normas, o serviço, que antes era realizado no espaço de seus clientes, hoje deve ser realizado na sede da Naturalis.

A empresa tem sua sede em Itupeva, cidade localizada a cerca de uma hora da cidade de São Paulo. Localiza-se em um distrito industrial que oferece total infraestrutura para esse tipo de atividade.

A visita técnica pode ser caracterizada como uma observação pessoal dos autores, que apenas conduziram a conversa com algumas questões básicas para entender os processos envolvidos na atividade. No decorrer da conversa os autores basicamente ouviram as alegações do sócio-proprietário sobre as atividades da empresa.

Em seguida, realizou-se um *tour* pelo espaço da empresa, vendo por conta própria algumas das locações e estoque de lâmpadas pós-consumo. Os autores foram muito bem recepcionados e puderam ter uma ampla visão das atividades realizadas pela empresa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente as questões referentes ao meio ambiente tem grande relevância devido à todas as implicações que o desenvolvimento de certas atividades pode causar no mesmo. Averiguou-se todas as conseqüências positivas e negativas do excesso de lâmpadas fluorescentes que, mesmo sendo mais eficientes comparadas às outras opções, ainda prejudicam

gravemente o meio ambiente com os materiais presentes em sua composição, sobretudo com o mercúrio (Hg).

Entretanto, mesmo com todos esses problemas advindos, observa-se ainda uma falta de comprometimento acerca dos brasileiros. Conforme citado por Ambiensys (2007), apenas 6% dessas lâmpadas são descartadas passando por alguma reciclagem.

Vale ressaltar que cerca de 95% dos usuários compõem comércios, indústrias ou serviços, apenas 5% estão na parcela residencial. De 5570 municípios brasileiros - mais o Distrito Federal - só 10% dispõem seus resíduos domiciliares em aterros sanitários e aproximadamente 77% dos usuários brasileiros descartam lâmpadas fluorescentes queimadas em lixões, aterros industriais ou sanitários (AMBIENSYS, 2007). Como resultado, com o passar dos anos as leis ambientais tornaram-se mais restritivas e punitivas para que o meio ambiente seja preservado. Existe um trâmite legal que deve ser cumprido por todas as empresas que exerçam atividade que possa prejudicar o meio ambiente. As exigências são rigorosas e os órgãos responsáveis fiscalizam com rigor.

No início da regulamentação das atividades industriais ou fabris não havia regras para o controle dessas atividades no que diz respeito ao meio ambiente. Acreditava-se que os resíduos oriundos do reaproveitamento do material de lâmpadas fluorescentes eram inertes e poderiam ser reaproveitados, vidro e metal principalmente. Posteriormente houve a criação e regulamentação das leis ambientais, como por exemplo, o PNRS (2010), que apresenta diretrizes para a prática de atividades que podem impactar o meio ambiente. No Estado de São Paulo a CETESB normatiza o funcionamento destas empresas. Passou-se a exigir e regulamentar práticas e cuidados com um enfoque sustentável.

Com o passar dos anos, houve uma inversão das concepções e a legislação que antes era permissiva em relação ao reaproveitamento desses resíduos passou a ser mais rigorosa sobre como reaproveitar ou descartar estes materiais.

De acordo com a empresa estudada, existe um custo de R\$ 1,00 por quilo de produto que é enviado ao aterro sanitário. Antes apenas era enviado o carvão ativado que filtrava o mercúrio das lâmpadas fluorescentes. Hoje, além do carvão ativado com mercúrio, o vidro e o metal devem ser enviados para o aterro sanitário, uma nova realidade que aumenta consideravelmente os custos da empresa que trabalha nesse ramo.

Existe uma discussão a respeito de se enviar todo o material proveniente da destruição de lâmpadas fluorescentes para o aterro sanitário ou buscar meios de provar que esses resíduos são inertes e podem ser reaproveitados através da reciclagem, porém ainda há também muitas pessoas contrárias a esses processos por conta de sua opinião.

Portanto, mesmo que seja provado, através de testes laboratoriais em laboratórios de renome, que os resíduos do reaproveitamento da destruição de lâmpadas são inertes, a legislação atual preconiza que não há a desmercurização dos mesmos através da técnica utilizada pela empresa estudada.

A desmercurização é um processo de alto custo, o que inviabiliza sua realização sem estrutura apropriada. Mesmo com a retirada do mercúrio das lâmpadas fluorescentes, ainda é necessária sua descontaminação.

Ainda que haja enfoque na sustentabilidade, em reaproveitar os materiais na intenção de deixar um mundo melhor para as gerações futuras, nesse caso, a legislação tem essa intenção de evitar contaminação do ambiente com metal pesado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de mostrar os processos da reciclagem de lâmpadas fluorescentes, salientando o material presente nestas e a adequação da gestão do fluxo de materiais dentro da cadeia de suprimentos, através da logística reversa baseada na legislação, o presente trabalho respondeu à questão de pesquisa, oferecendo uma visão geral do cenário legal e evidenciando os procedimentos que devem ser seguidos para a realização de atividades relacionadas a reciclagem de lâmpadas fluorescentes.

Foi necessária uma introdução às composições das lâmpadas para que o leitor pudesse compreender por completo a razão de sua periculosidade em relação ao meio ambiente e as ações do mercúrio, seu principal composto, neste. Depois, introduziu-se os processos de Logística Reversa destas, atividade crucial para que o descarte correto ocorra sempre, mas que ainda é parco no Brasil.

O enfoque no meio ambiente é grande, é o motivo principal para a preocupação com o descarte das lâmpadas. É esperado que com o passar do tempo boa parte dos materiais que virariam lixo sejam reciclados ou reaproveitados. Porém, caso não seja realizada a descontaminação desses materiais, seu reaproveitamento é impedido.

O bem da população e do ambiente que a cerca é de responsabilidade do Estado, cumpre seu papel legislando com rigor sobre qualquer atividade que ofereça risco à saúde e ao meio ambiente. Logo, a base de toda pesquisa foi fundamentada na legislação que, visando um bem maior, tem rigor ao apresentar normas que regulam o desenvolvimento de trabalhos que possam, de algum modo, contaminar o meio ambiente.

Houve uma limitação do estudo, visto que se trata da realização de um estudo de caso único. Isso impede com que as informações que foram levantadas nesse estudo sejam comparadas com outros casos similares.

Sugere-se que sejam realizados novos trabalhos na área com o enfoque nos limites toleráveis e permitidos de níveis de radiação segundo a legislação brasileira. Tal estudo teria a intenção de apresentar os níveis que são permitidos de radiação aos seres humanos e fazer uma comparação com os níveis de radiação que são apresentados pelos resíduos sólidos oriundos da destruição de lâmpadas.

Também é interessante uma revisão de pesquisas acerca das possibilidades de reciclagem, visando encontrar uma alternativa aperfeiçoada que torne os materiais descartados em novos meios, que lhe dê novos e eficientes fins.

REFERÊNCIAS

NBR 10004:2004 Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AMBIENSY. **O lucrativo filão de reciclar lâmpadas.** Disponível em: <https://ambiensys.com.br/o_lucrativo_filao_de_reciclar_lampadas/> Acesso em: 20 de agosto de 2018

ANTT. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. **Resolução nº 5232/17, de 16 de dezembro de 2017.** <http://portal.antt.gov.br/index.php/content/view/50082/Resolucao_n__5232.html>. Acesso em: 15 de março de 2018.

BACILA, D. M.; FISCHER, K; KOLICHESKI, M.B. **Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes.** Eng. Sanit. Ambient. 2014, vol.19, n.spe, pp.21-30. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522014000500021&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 18 de agosto de 2018.

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

BRASIL. **Constituição: República Federativa do Brasil.** Artigo 225 e incisos, Brasília, 1988. <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/art_225_.asp> . Acesso em: 08 de mar. 2018.

CENEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENRGIA NUCLEAR. **Transporte de Materiais Radioativos, Norma CNEN NE 5.01 Resolução CNEN 013/88,** de 1 de agosto de 1988. <www.cnen.gov.br/transporte-de-material-radioativo> . Acesso em: 20 de abr. 2018.

CESTARIA, W.; MARTINS, C.H. **Logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo** Estudo de caso: Sistema de armazenagem em uma instituição de ensino. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez. 2015, p. 124-135. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/17725>>. Acesso em: 18 de agosto de 2018.

CETESB. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **Kit de Emergência Ambiental, Norma Brasileira nº 9735/16,** de 30 de agosto de 2017. <www.abtlnp.org.br/index.php/circular-abnt-nbr-9735-abntcb-16/>. Acesso em: 28 de maio de 2018.

CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - **Decisão de Diretoria nº 120/2016/C,** de 01 de junho de 2016. <<http://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-120-2016-C-010616.pdf>>. Acesso em: 05 de maio de 2018.

CETESB. **Resíduos Sólidos.** Disponível em: <<http://residuossolidos.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em 08 de junho de 2018.

COELHO et al. **Lâmpadas de mercúrio queimadas.** Um resíduo sólido causador de problemas ambientais. UFU - Universidade Federal de Uberlândia; Faculdade de Engenharia Química, 2018. Disponível em:

<<https://www.researchgate.net/publication/273455755/download>>. Acesso em: 18 de agosto de 2018

CONAMA. **Documento de Normas a Serem Implementadas Pelos Órgãos Competentes em Todo o Território Nacional Relativas as Lâmpadas com Mercúrio.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/DocRecomendaAcoesLampadas1.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2018.

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

FACHIN, O. **Fundamentos de Metodologia.** 5.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

GARCEZ, HOURNEOUX JUNIOR, FARAH. **Journal of Environmental Management and Sustainability** – JEMS Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS Vol. 5, N. 3. Setembro. / Dezembro. 2016

GVCES. (2012). O Valor do ISE - Principais estudos e perspectiva dos investidores. São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://gvces.com.br/o-valor-do-ise-principais-estudos-e-a-perspectiva-dos-investidores?locale=pt-br>

i-SCOOP. **Industry 4.0: the fourth industrial revolution** – guide to Industrie 4.0, 2016. Disponível em: < <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>>. Acesso em: 4 de março de 2018.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa:** Planejamento e execução de pesquisas: Amostragens e técnicas de pesquisa: Elaboração, análise e interpretação de dados. 7.ed. 2. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

MOMBACH, V.L.; RIELLA, H.G.; KUHNEN, N.C. **O estado da arte na reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil:** Parte 1. ACTA Ambiental Catarinense, v. 5, n. 1/2, p. 43-53, 2008.

MORAES, M.A.; ALVES, D.D.; SCHREIBER, D. **Logística reversa de lâmpadas fluorescentes.** XVI ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Faculdade de Engenharia e Arquitetura USP, 2014.

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.

PAWLOWSKI, L. (2011) **Effect of mercury and lead on the total environment.** *Environmental Protection Engineering*, v. 37, n. 1, p. 105-117. Disponível em: <http://epe.pwr.wroc.pl/2011/1_2011/11pawlowski.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

RODRIGUES et al. **Os riscos para a saúde humana oriundo do descarte inadequado de pilhas, baterias e lâmpadas.** IV Simpósio de ciências Farmacêuticas. Centro Universitário São Camilo. Disponível em: <www.saocamilo-sp.br/novo/eventos-noticias/simposio/15/SCF021_15.pdf>. Acesso em: 18 de agosto de 2018.

SENADO FEDERAL. **ATIVIDADE LEGISLATIVA, ART. 225.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/Apres_SRHUMMA_MarcosBandidi_27jan10.pdf> Acesso em 12 de maio de 2018.

TERA. **O que é CADRI e qual sua utilidade.** Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/334573/o-que-cadri-e-qual-a-sua-utilidade>>. Acesso em: 20 de maio de 2018.

VGRESIDUOS. O Licenciamento Ambiental é Aplicável ao Transporte de Qualquer Resíduo? Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/o-licenciamento-ambiental-e-aplicavel-ao-transporte-de-qualquer-residuo/>>. Acessado em: 29 de maio de 2018