



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Alexandra Fernanda da Silva

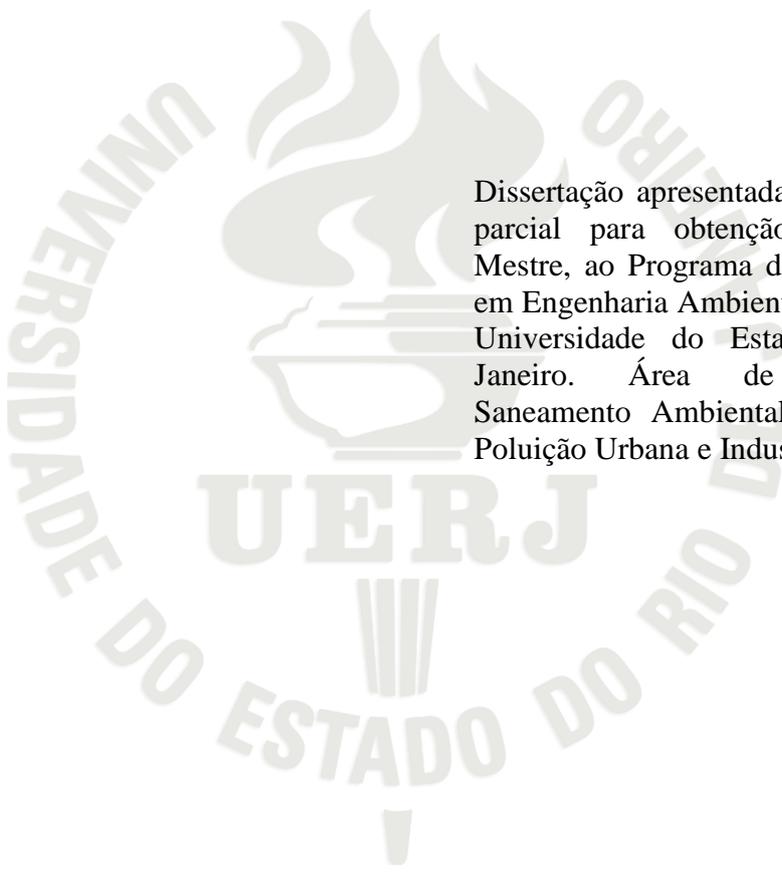
**Avaliação da gestão de lâmpadas fluorescentes na Universidade do
Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de gestão e logística reversa**

Rio de Janeiro

2018

Alexandra Fernanda da Silva

Avaliação da gestão de lâmpadas fluorescentes na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de gestão e logística reversa



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Aluízio de Oliveira Mattos

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

S586 Silva, Alexandra Fernanda da.
Avaliação da gestão de lâmpadas fluorescentes na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de gestão e logística reversa / Alexandra Fernanda da Silva. – 2018.
92f.

Orientador: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Lâmpadas fluorescentes - Teses. 3. Resíduos perigosos - Aspectos ambientais - Teses. 4. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.) - Teses. 5. Gestão ambiental - Teses I. Mattos, Ubirajara Aluizio de Oliveira. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. III. Título.

CDU 628.4.045

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Alexandra Fernanda da Silva

Avaliação da gestão de lâmpadas fluorescentes na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de gestão e logística reversa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em 21 de agosto de 2018.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Valéria Pereira Bastos
Departamento de Serviço Social – PUC

Prof. Dr. Karoline Pinheiro Frankenfeld
Engenheira Civil - empresa GE

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

Aos Deuses e forças superiores que me amparam e auxiliam permitindo mais essa vitória. A minha Mãe, para quem quero sempre dar orgulho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos, por ter orientado o trabalho.

Aos professores, pelos ensinamentos, dentro e fora da sala de aula, durante a época da graduação e agora no mestrado.

Aos meus familiares e amigos pela compreensão em serem por muitas vezes privados da minha companhia para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

Aos meus amores de vida que atravessaram comigo essa caminhada.

Aos meus colegas de mestrado, pelo companheirismo e pelo inegável apoio quando necessário. Em especial aos companheiros Debora Mainenti e Igor Laguna pelo apoio e paciência.

À UERJ, porque sem ela não poderia ter realizado este sonho de conquista.

A todos os funcionários da UERJ que de alguma forma contribuíram para esse trabalho, em especial, Ana Paula Diniz do IGEOG e o Engenheiro Marcelo Bruno de Lima, especialista em gestão ambiental, que vem atuando junto à prefeitura do Campus.

A todos aqueles, que embora não citados nominalmente, contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho.

Avalia-se a inteligência de um indivíduo pela
quantidade de incertezas que ele é capaz de suportar.

Immanuel Kant

RESUMO

SILVA, Alexandra Fernanda. **Avaliação da gestão de lâmpadas fluorescentes na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma proposta de gestão e logística reversa.** 2018. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

Nos últimos anos, desde a assinatura do Acordo de Minamata, países do mundo inteiro vêm tentando reduzir o uso do mercúrio e dar aos produtos que o contém destinação ambiental adequada. As lâmpadas fluorescentes, produto de uso doméstico e comum, possuem mercúrio em sua composição e por tanto necessitam, de acordo com a legislação, de destinação final adequada. Parte importante no processo dessa destinação é a logística reversa desse produto ao final de sua vida útil. Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo diagnosticar a forma como a Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ vem lidando com esse passivo e propor um plano de gestão para resíduos de lâmpadas fluorescentes nesta instituição. Os procedimentos metodológicos utilizados para atingir os objetivos da pesquisa foram: investigação empírica nos campi da universidade, entrevistas e questionários. Os resultados obtidos demonstram que há, de fato, a necessidade de um plano de gestão ambiental para que se possa adequar a instituição à legislação ambiental vigente e para que a logística reversa deste resíduo se cumpra, minimizando o impacto ambiental deste passivo.

Palavras-chave: UERJ; Lâmpadas fluorescentes; Logística reversa; Resíduo perigoso; Gestão ambiental em IES.

ABSTRACT

SILVA, Alexandra Fernanda. **Assessment of fluorescent lamp management in the Universidade do Estado do Rio de Janeiro**: a management proposal and the reverse logistics. 2018. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

In recent years, since the signing of the Minamata Agreement, countries around the world have been trying to reduce the use of mercury and to give the products that contain the appropriate environmental destination. Fluorescent lamps, products of domestic and common use, have mercury in their composition and therefore require, according to the legislation, adequate final destination. An important part of this destination is the reverse logistics of this product at the end of its useful life. In this sense, the present study aims to diagnose how the University of the State of Rio de Janeiro - UERJ has been dealing with this liability and propose a management plan for residues of fluorescent lamps in this institution. The methodological procedures used to reach the objectives of the research were: empirical research on university campuses, interviews and questionnaires. The results show that there is, in fact, the need for an environmental management plan so that the institution can be adapted to the current environmental legislation and that the reverse logistics of this respect be fulfilled, minimizing the environmental impact of this liability.

Keywords: UERJ; Fluorescent lamps; Reverse logistics; Hazardous waste; Environmental management in IES.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relevância da pesquisa	16
Figura 2- Fluxos de uma IES	23
Figura 3 - Modelo de Gestão Ambiental para IES	24
Figura 4 - Geração de luz em uma lâmpada fluorescente.....	37
Figura 5 - Ciclo global do mercúrio	41
Figura 6 - Os <i>campus</i> da UERJ	45
Figura 7 - <i>Campus</i> principal da UERJ - Francisco Negrão de Lima.....	48
Figura 8 - Visualização do cenário (continua).....	55
Figura 9 - Troca de lâmpadas (UERJ - Maracanã).....	60
Figura 10 - Representação diagramática do modelo	62
Figura 11 - Caixa para coleta ou armazenamento de lâmpadas tubulares com separador 500	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição percentual da responsabilidade na substituição de lâmpadas da unidade	50
Gráfico 2 - Distribuição percentual relativa ao uso de equipamentos de segurança	51
Gráfico 3 - Distribuição percentual do armazenamento das lâmpadas	51
Gráfico 4 - Distribuição percentual quanto à percepção quanto ao riscos	52
Gráfico 5 - Distribuição percentual quanto ao quantitativo de lâmpadas.....	52
Gráfico 6 - Distribuição percentual sobre a média de substituição	53
Gráfico 7 - Distribuição percentual sobre a forma de destinação.....	53
Gráfico 8 - Distribuição percentual sobre ações frente a acidentes com lâmpadas.....	54
Gráfico 9 - Distribuição percentual da percepção quanto à existência de informações sobre riscos químicos nas embalagens	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões para um sistema de gestão ambiental	22
Tabela 2 - Tipos de lâmpadas fluorescentes, potência de cada modelo e quantidade média de mercúrio.....	36
Tabela 3 - Composição da poeira fosforosa de uma lâmpada fluorescente	37
Tabela 4 - Tecnologias de tratamento, reciclagem e destinação final de lâmpadas fluorescentes utilizadas no Brasil	39
Tabela 5 - Principais aplicações do mercúrio.....	43
Tabela 6 - Estrutura Organizacional da UERJ.....	46
Tabela 7 - Requisitos de cada etapa da implantação da ISO 14001:2015 (continua)	61
Tabela 8 – Propriedades química e toxicológicas da substância mercúrio.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABILUME	Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação.
ABILUX	Associação Brasileira da Indústria de Iluminação.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
CNC	Confederação Nacional do Comércio.
CNTP	Condições Normais de Pressão e Temperatura.
COGERE	Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
CORI	Comitê Orientador para Implementação de Sistema de Logística Reversa.
DMA	Diretoria do Meio Ambiente.
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAT	Faculdade de Tecnologia.
FCM	Faculdade de Ciências Médicas.
FEBF	Faculdade de Educação da Baixada Fluminense.
FEN	Fonseca Teles.
FFP	Faculdade de Formação de Professores.
FURB	Universidade Regional de Blumenau.
GERESOL	Programa de Administração e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.
GT	Grupo de Trabalho.
Hg	Simbolo químico do elemento Mercúrio.
HUPE	Hospital Universitário Pedro Hernesto.
IES	Instituição de Ensino Superior.
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
IPRJ	Instituto Politécnico do Rio de Janeiro.
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (diodo emissor de luz).
LF	Lâmpada Fluorescente.
LR	Logística Reversa.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
MME	Ministério de Minas e Energia.
ONU	Organização das Nações Unidas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos.
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
PPC	Policlínica Piquet Carneiro.
PUREUSP	Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP.
RECICLOS	Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa.
SGA	Sistema de Gestão Ambiental.
SIGIRPE	Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Perigosos.
SINIR	Sistema Nacional de Informação Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos.
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente.
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina.
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo.
UFLA	Universidade Federal de Lavras.
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais.
UFPB	Universidade Federal da Paraíba.
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro.
UFRN	Universidade do Rio Grande do Norte.
UFRS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
UFS	Universidade Federal do Sergipe.
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina.
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
UPF	Universidade de Passo Fundo.
USP	Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
O problema e sua importância	15
Objetivos específicos	16
Estrutura do trabalho	17
1 METODOLOGIA	18
1.1 Tipo de pesquisa	18
1.2 Tipos de dados	19
1.3 Técnicas utilizadas	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Gestão Ambiental	22
2.1.1 Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior – IES	23
2.1.2 Europa	25
2.1.3 Estados Unidos	26
2.1.4 Brasil	26
2.2 Logística Reversa	29
2.2.1 Conceituação e implementação	29
2.2.2 Legislação e normas aplicáveis	32
2.2.3 Acordos setoriais	33
2.3 Lâmpadas fluorescentes	35
2.3.1 Utilização de lâmpadas mercuriais no Brasil	35
2.3.2 Tipos de lâmpadas mercuriais e sua composição	36
2.3.3 Tipos de tratamento para a reciclagem de lâmpadas fluorescentes	38
2.4 O mercúrio	40
2.4.1 Toxicidade	42
3 O ESTUDO DE CASO	45
3.1 Descrição da área de estudo	45
3.2 Formulação e aplicação do questionário para avaliar a gestão	48
3.2.1 Resultados e discussões do cenário nos <i>campus</i>	50
3.3 Modelo proposto para gestão das lâmpadas fluorescentes na universidade	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72

SUMÁRIO

APÊNDICE A – Perguntas do questionário	79
APÊNDICE B – Classificação de perigo da substância mercúrio	81
ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio	82
ANEXO 2 – Última cotação para o descarte de lâmpadas.....	92

INTRODUÇÃO

O problema e sua importância

O mercúrio, embora amplamente utilizado na fabricação de diversos materiais no Brasil e no mundo, é um metal pesado que representa graves riscos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos. Visando reduzir os impactos ambientais causados por este elemento, países do mundo inteiro vêm criando leis e normas que regulamentem seu uso e, principalmente, a destinação final de seus resíduos.

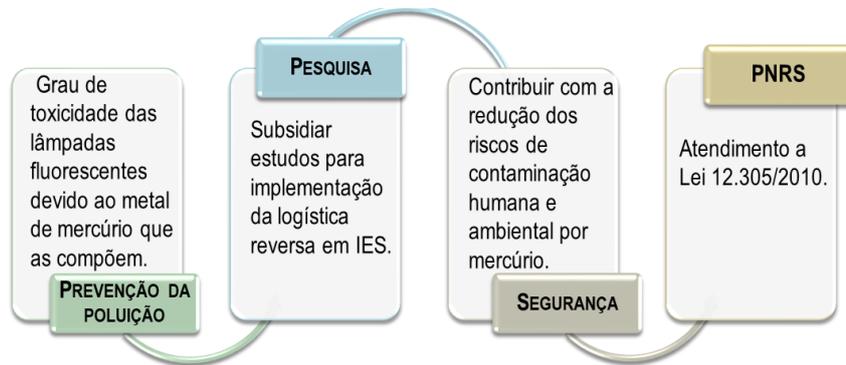
No Brasil, as lâmpadas fluorescentes, componentes amplamente utilizados por residências, empresas e instituições, tomaram o mercado no ano 2000 devido aos apagões e a grande necessidade de uma alternativa energeticamente mais eficiente. Estas lâmpadas vieram para substituir as lâmpadas incandescentes, que deixaram de ser comercializadas no Brasil em 2016. Contudo, as lâmpadas fluorescentes são consideradas como grande foco de contaminação por mercúrio, visto que muitas vezes não são destinadas corretamente ao final de sua vida útil. Visando a preservação ambiental, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei nº 12.305 instituída em 2010, prevê em seu artigo 33 a logística reversa no ciclo de vida de alguns produtos, entre estes as lâmpadas fluorescentes, que devem retornar obrigatoriamente aos seus fabricantes e distribuidores após o uso (BRASIL, 2010).

A logística reversa de lâmpadas fluorescentes vem sendo implantada no Brasil por meio do acordo setorial firmado em 2014 e publicado em 2015. Acordo este que a princípio prioriza os resíduos de lâmpadas de uso doméstico, enquanto que para os “grandes geradores” a negociação ainda é delicada por exigir destes coparticipação nos custos logísticos (BRASIL, 2010).

Na condição de grandes geradores de resíduos, as Instituições de Ensino Superior (IES) são alvo de vários estudos relacionados a gestão dos mesmos. Nesse sentido, o presente estudo busca avaliar o manuseio, acondicionamento e a destinação final das lâmpadas fluorescentes na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e propor um modelo de gestão que viabilize a logística reversa deste resíduo, visando contribuir para a redução dos riscos de contaminação humana e ambiental por mercúrio e, conseqüentemente, cumprir com a PNRS.

A relevância da pesquisa encontra-se representada na Figura 1.

Figura 1 - Relevância da pesquisa



Fonte: A autora, 2018.

A pesquisa se faz relevante devido ao grau de toxicidade do metal mercúrio contido nas lâmpadas fluorescentes que pode causar contaminação humana e ambiental. Através de estudos é possível prevenir a poluição, reduzir os riscos e subsidiar novas pesquisas relativas a esta temática, além de atender a legislação ambiental vigente.

Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa é propor um sistema de gerenciamento das lâmpadas pós-consumo na UERJ, demonstrando a relevância do descarte adequado em atendimento a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Objetivos específicos

- Identificar e quantificar o passivo ambiental de lâmpadas contendo mercúrio.
- Avaliar o gerenciamento atual das lâmpadas fluorescentes nos *campus* da UERJ.
- Propor ações para o gerenciamento ambientalmente adequado deste resíduo contribuindo para que o processo de logística reversa se cumpra na UERJ.

Estrutura do trabalho

A pesquisa foi organizada em três capítulos. O primeiro tratou de elucidar os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento desta pesquisa. O capítulo 2 abordou práticas de gestão ambiental em instituições de ensino superior no Brasil e em outras partes do mundo, como Estados Unidos e países da Europa. Foram apresentados, ainda neste capítulo, a conceituação e os aspectos que norteiam a implementação de um sistema de logística reversa, com considerações acerca da legislação ambiental, normas técnicas e acordos setoriais aplicáveis ao assunto. Na sequência, as informações relativas a utilização, tipos e tratamento das lâmpadas fluorescentes. A toxicidade do elemento mercúrio complementou essa parte do trabalho, constituindo um referencial teórico voltado para a contextualização da gestão de lâmpadas fluorescentes.

O capítulo 3 traçou um breve descritivo do local do estudo de caso, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Apresenta também a elaboração e análise do questionário utilizado na investigação do problema, assim como relata os resultados obtidos na pesquisa e a proposta de gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos de lâmpadas fluorescentes.

A pesquisa se encerra com as considerações finais seguidas do encaminhamento de algumas reflexões importantes para futuras pesquisas acerca do assunto.

1 METODOLOGIA

1.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa foi elaborada com base na compilação de dois métodos que podem ser complementares, o método qualitativo e o método quantitativo. Para Neves (1996, p.2):

Combinar técnicas qualitativas e quantitativas torna uma pesquisa mais forte e reduz os problemas de adoção exclusiva de um desses grupos; por outro lado, a omissão no emprego de métodos qualitativos, num estudo em que se faz possível e útil empregá-los, empobrece a visão do pesquisador quanto ao contexto em que ocorre o fenômeno.

O método quantitativo se caracteriza pela objetividade na coleta e análise dos dados enquanto que o método qualitativo tenta compreender a totalidade dos fenômenos. Assim, Polit, Becker e Hungler (2004, p.201) nos dizem que:

A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana. Por outro lado, a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno.

A metodologia quanti-qualitativa vem sendo muito difundida nas pesquisas sociais e apresenta a vantagem de dois olhares diferentes possibilitando uma visualização mais ampla do problema investigado. Sobre isso Flick (2004) *apud* Souza e Kerbauy (2017) “salienta que a convergência dos métodos quantitativos e qualitativos proporcionam mais credibilidade e legitimidade aos resultados encontrados, evitando o reducionismo à apenas uma opção”.

A abordagem escolhida para esta dissertação é o estudo de caso, que, segundo Yin (2005) “trata-se de uma investigação empírica que permite o estudo de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real”.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, posto que, busca gerar conhecimento para solucionar problemas específicos. Envolve verdade e interesses locais.

1.2 Tipos de dados

Dados de natureza quantitativa – investigação nos *campus* para obter um quantitativo aproximado do passivo ambiental.

Dados de natureza qualitativa – busca compreender junto aos agentes envolvidos a real situação desse passivo.

1.3 Técnicas utilizadas

a) Investigação Empírica

Visita de campo, nos meses de outubro e novembro de 2017 e julho e agosto de 2018 ao *campus* da universidade com a finalidade de compreender e diagnosticar todo o processo desde a substituição de uma lâmpada até o seu descarte.

b) Questionários

Os questionários foram formulados com base no “Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo o território nacional relativas às lâmpadas com mercúrio” (Anexo 1, p. 84) divulgado pelo Grupo de Trabalho sobre Lâmpadas (GT) em 2007, para serem respondidos por funcionários da prefeitura dos *campus* envolvidos com as questões de gestão.

De acordo com Parasuraman (1991), um questionário nada mais é do que um conjunto de questões, elaborado para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos do projeto.

No presente estudo optou-se por questionários de perguntas fechadas, que foram aplicados no primeiro semestre de 2018. Sobre este tipo de questionário, Mattar (1994) aponta as principais vantagens e desvantagens:

Vantagens

- Facilidade de aplicação, processo e análise.
- Facilidade e rapidez no ato de responder.
- Apresentam pouca possibilidade de erros.
- Diferentemente das dicotômicas, trabalham com diversas alternativas.

Desvantagens

- Exigem muito cuidado e tempo de preparação, para garantir que todas as opções de respostas sejam oferecidas.
- Se alguma alternativa importante não foi previamente incluída, fortes vieses podem ocorrer, mesmo quando esteja sendo oferecida a alternativa “Outros. Quais?”.
- O respondente pode ser influenciado pela alternativas apresentadas

c) Análise de documentos e licitações referentes à entrada e saída de lâmpadas

Constitui a avaliação documental referente à gestão das lâmpadas, tais como os registros de licitação de compras e de destinação final.

d) Entrevistas

Entrevista realizadas nos meses de abril e maio de 2018 junto aos funcionários de manutenção, de elétrica e almoxarifado buscando compreender as formas de transporte, manuseio e armazenamento das lâmpadas novas e em fim de vida útil.

e) Análise dos dados

A análise dos elementos que deu origem aos resultados foi obtida através dos dados quantitativos e qualitativos e tomando por base a revisão bibliográfica referente aos fenômenos considerados neste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão Ambiental

O conceito de gestão ambiental, embora contenha os mesmos objetivos (proteger os recursos naturais), varia entre os autores. Barbieri (2011, p.19) conceitua como:

As diretrizes e as atividades administrativas e operacionais, tais como planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas com o objetivo de obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, tanto reduzindo, eliminando ou compensando os danos ou problemas causados pelas ações humanas, quanto evitando que eles surjam.

Já Curi (2011), vê a gestão ambiental como o braço da administração que reduz o impacto das atividades econômicas sobre a natureza. Bursztyn M. e Bursztyn M. A. (2012), afirmam que:

A gestão ambiental pode ser definida como um conjunto de ações que envolvem políticas públicas, setor produtivo e sociedade civil, para garantir a sustentabilidade dos recursos ambientais, da qualidade de vida e do próprio processo de desenvolvimento, em um complexo sistema de interações da humanidade com os ecossistemas.

Assim, Barbieri (2011) afirma que toda e qualquer proposta de gestão ambiental, seja qual for o objetivo, inclui no mínimo as três dimensões apontadas na tabela a seguir:

Tabela 1 - Dimensões para um sistema de gestão ambiental

Dimensão espacial	Concerne à área na qual se espera que as ações de gestão tenham eficácia; por exemplo, a abrangência global, regional, nacional, local, setorial, empresarial etc.
Dimensão temática	Delimita as questões ambientais às quais as ações se destinam; por exemplo, as questões que envolvem a água, o ar, o solo, os recursos minerais etc.
Dimensão institucional	Relativa aos agentes que tomam iniciativas de gestão; por exemplo, o governo, as ONGs, o sindicato, as instituições de ensino e pesquisa, a empresa etc.

Fonte: A autora, 2018.

Essas dimensões devem estar bem claras para que as ações de gestão ambiental se dêem de modo coerente e eficaz.

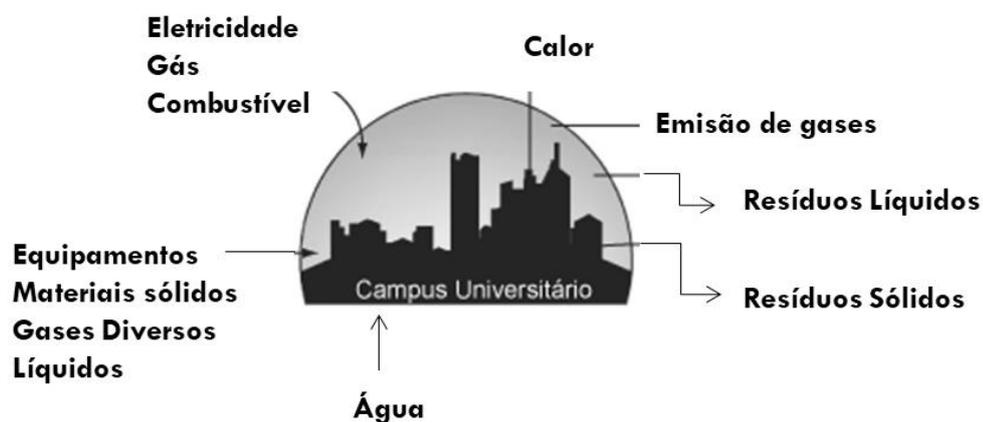
2.1.1 Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior – IES

As Instituições de Ensino Superior (IES) desempenham papel fundamental na vida social através da preparação dos estudantes, da difusão de conhecimentos e informações, bem como de avanços tecnológicos. Essas instituições têm ainda o dever de caminhar em prol do desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa. Sobre isto Tauchen (2007) nos fala que, existe uma corrente de pensamento sobre o papel das IES que destaca a postura e a prática de sustentabilidade com a implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em seus *campus* universitários, servindo de modelo e exemplo de gestão sustentável para a sociedade.

Neste sentido, os trabalhos desenvolvidos dentro das instituições de ensino de nível superior têm um efeito multiplicador, pois cada estudante, convencido das boas ideias da sustentabilidade, poderá desempenhar um importante papel nas mais variadas áreas de atuação (MENDES, 2005).

Uma IES possui fluxos comparáveis aos de um município de pequeno porte, que segundo o IBGE são cidades com menos de 100 mil habitantes, como podemos observar na Figura 2. Daí a necessidade de um Sistema de Gestão.

Figura 2- Fluxos de uma IES



Fonte: Adaptado de Careto e Vendeirinho, 2003.

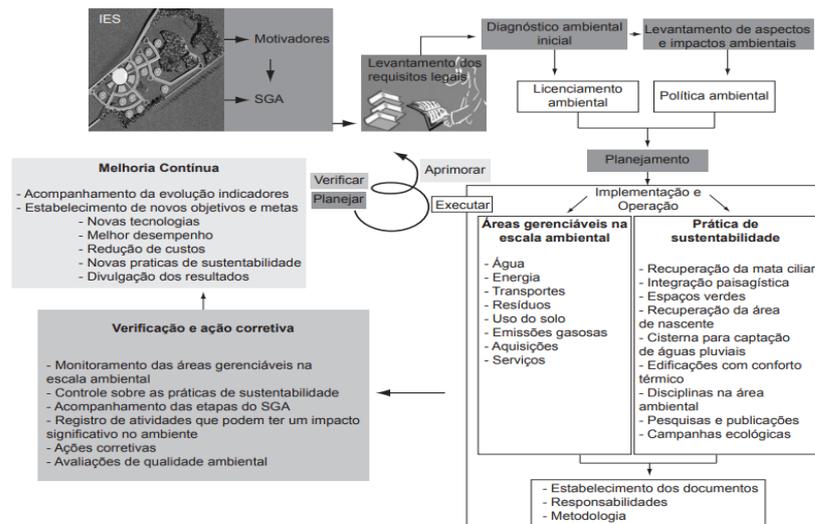
As IES inseriram-se no contexto da sustentabilidade a partir da Declaração de Talloires em 1990, publicada no *campus* de Talloires na França, onde reitores e vice-reitores

de universidades de várias partes do mundo tornaram público seu interesse sobre a escala e a velocidade da poluição e da degradação ambiental. Essa declaração constatou urgência nas ações para que haja uma redução na tendência atual (THE TALLOIRES DECLARATION, 1990).

Esse movimento de implementação de SGAs em IES culminou na criação da Organização Internacional de Universidades pelo Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (OIUDSMA) em São José na Costa Rica, em 1995.

Um SGA possui elementos essenciais que independem da estrutura organizacional, do tamanho e do setor de atuação da empresa. Esses elementos são apontados por Barbieri (2011) na Figura 3. São eles: a política ambiental, a avaliação dos impactos ambientais, os objetivos, metas e plano de ação, os instrumentos para acompanhar e avaliar as ações planejadas e o desempenho ambiental da organização e do próprio SGA.

Figura 3 - Modelo de Gestão Ambiental para IES



Fonte: Barbieri, 2011.

O tópico a seguir discorre algumas experiências de Sistemas de Gestão Ambiental em Instituições de Ensino superior pelo mundo.

2.1.2 Europa

O ponto inicial na criação de um Sistema Gestão Ambiental em IES na Europa e no mundo foi dado pela Universidade de Mälardalen, na Suécia, na década de 60, sendo inclusive certificada pela norma ISO 14001 (TAUCHEN *et al.*, 2009).

No Reino Unido há um projeto denominado “*The Higher Education 21*”, desenvolvido por 25 universidades, com o objetivo de promover exemplos de boas práticas de sustentabilidade no Ensino Superior (VIEGAS; CABRAL, 2013).

Algumas universidades portuguesas que estão desenvolvendo ações, de forma individualizada, são: Universidade do Algarve; Universidade do Aveiro; Universidade Técnica de Lisboa e Universidade Nova de Lisboa (TAUCHEN *et al.*, 2009).

Por toda Europa, instituições de ensino superior vêm desenvolvendo ações voltadas para sustentabilidade ambiental. Nesse sentido Tauchen *et al.* (2009) apontam a Zittau/Görlitz, na Alemanha, com o registro ISO 14001; a *Universitat Autònoma* de Barcelona, na Espanha, com a criação de um gabinete de Saúde Ambiental e Segurança e com a implantação de planos de ações sobre a área de transportes; e a *Universidad Autónoma* de Madrid, com desenvolvimento de linhas de ação no sentido da implantação de um SGA.

A *Universität Hamburg*, na Alemanha, é outro exemplo de IES que vem desenvolvendo iniciativas relacionadas à sustentabilidade (VIEGAS; CABRAL, 2013). Já, Tauchen *et al.* (2009) destacam que algumas instituições de ensino superior espanholas estão em busca de certificar seus programas de gestão ambiental, a exemplo da *Universidad* de Granada, que vem aplicando as diretrizes da ISO 14001, bem como um plano de minimização de resíduos.

Ainda nessa tendência, Tauchen e Brandli (2006) destacam a existência, na Europa, do projeto Ecocampus, que visa o estabelecimento de um sistema gerencial compatível com a ISO 14001, permitindo o reconhecimento das faculdades e universidades por suas práticas de sustentabilidade ambiental.

2.1.3 Estados Unidos

A *University at Buffalo* nos EUA implantou em 2009 cerca de 15 medidas relacionadas com atividades ambientais no *campus*, e a *State University of New York* vem desenvolvendo um plano de conservação energética que tem servido de referência para outras universidades americanas (VIEGAS; CABRAL, 2013). Dentre outras instituições nos EUA com iniciativas voltadas para a sustentabilidade, estão: Vermont University com a criação de um sistema chamado “pegada ecológica” e produção de combustível alternativo para sua frota de transporte; Michigan State University com um programa de construção sustentável, uma política de aquisição adotando critérios ambientais, gestão de resíduos, energia, recursos hídricos, espaços verdes e transportes; University of South Carolina com a gestão de resíduos gerados; University of Missouri-Rolla com a certificação segundo as normas ISO 14001; Emory University com a demonstração da vantagem financeira na construção de edifício ecológico em relação ao edifício convencional; Carnegie Mellon University com projetos de construção sustentável; University of Louisville com assessoria e formação em gestão ambiental; Middlebury College com um programa completo em todas as áreas de gestão ambiental (TAUCHEN *et al.*, 2009).

2.1.4 Brasil

No Brasil, a gestão de resíduos em IES ainda é assunto recente e, na maioria dos casos, expressam iniciativas isoladas. A Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, localizada em São Leopoldo no Rio Grande do Sul, é o exemplo brasileiro mais importante de universidade que implantou o Sistema de Gestão Ambiental.

O SGA da UNISINOS foi fruto do projeto Verde *Campus*, aprovado em 1997 e que surgiu através da iniciativa de alguns funcionários em debater questões ambientais, a exemplo da coleta de lixo, consumo de água e preservação das áreas verdes. Depois disso, sugeriram vários projetos e às atividades da equipe inseriram-se, praticamente, em todas as rotinas de gestão ambiental realizadas na universidade. Em 2004, a UNISINOS foi certificada pela ISO 14001, sendo a primeira universidade da América Latina a receber essa certificação (UNISINOS, 2017).

Na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC foi criada, em 1996, uma Coordenadoria de Gestão Ambiental com objetivo de desenvolver a gestão ambiental na UFSC. Essa coordenadoria vem desenvolvendo ações relacionadas à gestão de resíduos, educação ambiental, arborização do *campus*, dentre outras. Em virtude da preocupação dos gestores da UFSC com relação ao resíduos sólidos gerados pela instituição, foi montado um grupo de trabalho, sob supervisão da Coordenação de Gestão Ambiental, para elaborar programas sobre essa temática. Nesse sentido, são destacados quatro projetos de gestão de resíduos desenvolvidos na UFSC, a saber: gerenciamento de resíduos sólidos secos, gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos, gerenciamento de resíduos sólidos do sistema de saúde e gerenciamento de pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes (UFSC, 2017).

A Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, lançou em junho de 2017 o Programa UDESC Sustentável, com o objetivo de institucionalizar as ações de sustentabilidade da universidade. São duas frentes de trabalho: a elaboração de um diagnóstico das ações de sustentabilidade desenvolvidas nas 12 unidades da UDESC, nas áreas de ensino, pesquisa, extensão e gestão universitária, além de um Plano de Sustentabilidade para a instituição (UDESC, 2018).

Outro exemplo no estado de Santa Catarina de IES que vem desenvolvendo ações relacionadas às questões ambientais é a Universidade Regional de Blumenau - FURB. Essa instituição criou, em 1998, o Comitê de Implantação do SGA, constituído por representantes de toda a comunidade universitária e com o objetivo de identificar os problemas ambientais da universidade, no intuito de estabelecer um plano para solucioná-los, ou, caso não seja possível, ao menos atenuá-los.

Em 2000 ocorreu a implantação do SGA e foi aprovada a Política Ambiental da FURB. Ainda neste ano foi implantado o “Programa de Gestão de Resíduos Sólidos”, viabilizando a coleta seletiva e o envio para reciclagem dos seguintes matérias: papel, plástico, metais e vidros. No ano subsequente foi implantado o “Programa de Gestão de Resíduos Perigosos” nos laboratórios, clínicas e biotérios da FURB que geram ou manipulam resíduos perigosos, incluindo os resíduos de serviços de saúde. Em 2005 foi criado o “Programa Água e Energia” no intuito de dimensionar corretamente a carga térmica para cada ambiente, adequar os antigos projetos elétricos à nova realidade, realizar o controle das entradas de água e energia na universidade, entre outras ações (FURB, 2017).

A Universidade de São Paulo – USP desenvolve algumas ações de sustentabilidade ambiental, dentre elas pode-se citar: o Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP, conhecido como PUREUSP, que procura implantar medidas visando incentivar e

promover a gestão do uso de energia elétrica em todas as instalações da universidade; o “USP Recicla”, que está presente em 6 *campus* da USP e conta com a atuação direta de aproximadamente 500 pessoas, entre docentes, funcionários e alunos; e o “Programa de Uso Racional da Água da USP”, que almeja a utilização mínima de água sem diminuir a qualidade e a quantidade de atividades desenvolvidas pelo *campus* (USP, 2017).

A Universidade de Passo Fundo, localizada no norte do Rio Grande do Sul, tem desenvolvido auditoria ambiental, realizado diagnóstico de impactos, controle sobre o consumo de energia e água, além da criação de uma estação de tratamento de esgotos, gerenciamento dos resíduos dos laboratórios e promoção de cursos de graduação e pós-graduação na área ambiental (UPF, 2018).

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS aderiu à Agenda Ambiental na Administração Pública em 2009. A UFRGS já vinha implantando ações voltadas para a sustentabilidade ambiental antes da assinatura desse termo. Em 2001, por exemplo, foi criado o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos, com a finalidade de produzir e divulgar conhecimentos científicos e tecnológicos na área de gestão de resíduos químicos e de segurança química. Neste mesmo ano foi criado o Serviço de Proteção Radiológica para controlar a radiação ionizante nas instalações e laboratório da UFRGS, e em 2007 foi criada a Coordenadoria de Gestão Ambiental. Em 2008 estabeleceu-se a obrigatoriedade da segregação de resíduos sólidos gerados pela universidade, sendo instituída a Política Ambiental na UFRGS e implantado o Sistema de Gestão Ambiental (UFRGS, 2018).

Outras universidades federais que vêm adotando práticas diversas de gestão ambiental, são: Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, com a formação de uma equipe de docentes e discentes para discussão de pesquisas já realizadas e elaboração de projetos de Educação Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, com a implantação do programa de administração e gerenciamento de resíduos sólidos (GERESOL); Universidade Federal de Lavras - UFLA, através do seu Plano Ambiental e de Infraestrutura elaborado para os próximos 30 anos, que contempla diversas iniciativas, dentre elas o gerenciamento de resíduos, os projetos de proteção das nascentes e matas ciliares, e a estação de tratamento de esgoto. As autoras destacam ainda que a UFLA possui ciclovias para facilitar a movimentação mais saudável das pessoas dentro do campus e que esta instituição é apontada como a 70ª no ranking mundial no GreeMetric 2012. Esse ranking tem como objetivo fornecer o resultado da pesquisa *on-line* sobre as políticas de sustentabilidade aplicadas nas universidades do mundo. Em 2013, a UFLA ocupou a 40ª posição do *ranking* e em 2014 conseguiu a 26ª posição entre os *campus* de 360 instituições em 62 países (UFLA, 2018).

Na região nordeste pode-se destacar: a Universidade Federal de Sergipe -UFS, que institucionalizou em 2012 o Programa UFS Ambiental, seguindo as diretrizes proposta no SGA da ISO série 14000 (UFS, 2018); a Universidade Federal da Paraíba - UFPB, que possui uma comissão de gestão ambiental responsável em identificar e mitigar o passivo ambiental da instituição através do desenvolvimento de ações em 14 áreas de atuação (UFPB, 2018); a Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, que possui uma unidade responsável pelas questões ambientais, a Diretoria do Meio Ambiente (DMA), que vem desenvolvendo ações voltadas para a educação ambiental, a gestão de resíduos, a eficiência energética, o tratamento de esgoto e o controle das zoonoses, da qualidade da água e do sistema arbóreo no *campus* (UFRN, 2018).

Na região sudeste vale destacar a Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, que atua por meio da Decania do CT-UFRJ desenvolvendo uma política de responsabilidade ambiental através de programas nas áreas de gestão de resíduos (Recicla CT), racionalização do uso da água e energia elétrica (CT Eficiente), na ampliação de áreas verdes (CT verde) e na gestão de resíduos perigosos (CT Resíduos Perigosos) (UFRJ, 2018).

E por fim a Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, campo principal desta pesquisa, que possui um Grupo de Estudos voltados para o Consumo Sustentável e o Gerenciamento de Resíduos COGERE criado com a proposta de desenvolver e disseminar conhecimentos nesta área. A instituição vem obtendo avanços principalmente voltados a gestão de resíduos com a criação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Perigosos (SIGIRPE). Esse sistema utiliza uma plataforma georreferenciada e constitui-se de uma ferramenta de apoio à tomada de decisão voltada, em particular, para os gestores de resíduos de laboratório de ensino, pesquisa e prestação de serviço (COGERE UERJ, 2018).

2.2 Logística Reversa

2.2.1 Conceituação e implementação

Logística é o processo de transporte da indústria até a entrega ao cliente (LEITE, P.R.; BRITO, E.P.Z., 2003). Logística reversa é um tema relativamente recente. Ele trata da gestão inversa dos produtos pós-consumo, ou seja, o produto retornando do consumidor ao produtor.

É dividida em logística reversa pós-venda, produtos sem ou com pouco uso que voltam à cadeia de suprimentos e logística reversa de pós-consumo, descarte e reciclagem de resíduos.

A logística reversa “é decorrente de países que experimentaram o processo de industrialização há mais tempo. Os primeiros estudos tiveram início nas décadas de 70 e 80 em vários países europeus” (FIEP, 2017), isso coloca os países europeus um pouco à frente em relação a esta temática.

Todavia, sendo a logística reversa um processo dinâmico a ser implementado, respeitando a legislação e a cultura de cada país, seu conceito foi sendo construído ao longo do tempo. Rodrigues *et. al.* (2002) relatam um pouco desta evolução afirmando que para Stock (1992) tratava-se da logística do retorno dos produtos, redução de recursos, reciclagem, e ações para substituição de materiais, reutilização de materiais, reaproveitamento, reparação e remanufatura de materiais. Mais tarde, Carter, C.R. e Ellram, L.M. (1998) abordaram a questão da eficiência ambiental. Afirmam também que para Gonçalves, M.E. e Marins, F.A.S. (2006) a logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de matérias-primas, dos processos de produção e de produto acabado, e das informações, do ponto de consumo até a origem, com o fim de recapturar valor ou oferecer um destino ecologicamente adequado.

Numa visão mais atual, Corrêa (2010) conceitua a logística reversa como o fluxo de materiais no sentido contrário àquele que vai dos fornecedores de matérias-primas para o usuário, podendo agregar também operações e ações ligadas, desde a redução de matérias-primas até a destinação final correta de produtos, materiais e embalagens com o seu posterior reuso, reciclagem ou produção de energia (PEREIRA *et. al.*, 2012).

A logística reversa adquire papel de facilitador para que a gestão compartilhada dos resíduos possa ocorrer de forma contundente. Objetiva-se, através da implementação dos sistemas de logística reversa, envolver todos os elos do processo de produção e consumo nas questões relacionadas à coleta e restituição dos resíduos sólidos para o setor empresarial, visando seu reaproveitamento em outro ciclo produtivo ou mesmo adequando sua destinação final (GADIA, G.C.M.L.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.A., 2011).

No Brasil, a logística reversa só passou a ser mais amplamente discutida a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos que define logística reversa como:

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

Na PNRS fica determinado que os sistemas de logística reversa sejam implementados e operacionalizados através de acordos setoriais, termos de compromisso ou regulamentos do poder público. Os acordos setoriais, como consta no artigo 19 do Decreto nº 7.404/2010, são atos constitucionais firmados entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, visando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Foi criado o CORI – Comitê Orientador para Implementação de Sistemas de Logística Reversa. Este comitê foi criado pelo decreto Nº 7.404/2010 que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos e é presidido pelo Ministério do Meio Ambiente. As principais competências do CORI são: orientar estrategicamente os sistemas de logística reversa instituídos, definir prioridades e aprovar o cronograma para o lançamento dos editais de chamamento de propostas de acordos setoriais, avaliar a necessidade de revisão dos acordos setoriais, dos regulamentos e dos termos de compromisso no que tange a logística reversa em âmbito federal. “A nova Política Nacional de Resíduos Sólidos preconiza que a responsabilidade pela coleta, tratamento e destinação final seja compartilhada entre poder público, empresas e consumidores na questão dos resíduos sólidos” (MARCHI, 2011).

Assim, a PNRS em seu artigo 33 (BRASIL, 2010), estabelece que os resíduos oriundos de bens pós-consumo, tais como: agrotóxicos e suas embalagens, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos do setor eletroeletrônico e seus componentes deverão, após sua fruição, retornar à origem através de mecanismos de logística reversa, de maneira independente dos serviços públicos de limpeza urbana e disposição de resíduos (REVEILLEAU, 2011).

No Brasil, a logística reversa de todos os produtos tem se dado por acordo setorial, que por ser o instrumento que permite maior participação social tem sido sempre a opção escolhido pelo Comitê Orientador. A estrutura do Comitê Orientador inclui o Grupo Técnico de Assessoramento – GTA, juntos possuem a incumbência de conduzir as ações do governo para a implementação da logística reversa. Os objetivos principais desses grupos são a elaboração de uma minuta de edital de chamamento para a realização de acordos setoriais bem como a coleta de subsídios para a realização de estudos de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistemas de logística reversa (SINIR, 2018).

Existem atualmente cinco grupos de trabalho temáticos – GTTs:

- Embalagens plásticas de óleos lubrificantes - Acordo setorial assinado em 19/12/2012 e publicado em 07/02/2013.

- Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista - Acordo setorial assinado em 27/11/2014. Publicado em 12/03/2015
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes - Dez propostas de acordo setorial recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014. Em negociação. Próxima etapa - Consulta Pública.
- Embalagens em geral - Acordo setorial assinado em 25/11/2015. Publicado em 27/11/2015. Segunda fase do Acordo ocorreu no primeiro semestre de 2018.
- Resíduos de medicamentos e suas embalagens - Três propostas de acordo setorial recebidas até abril de 2014. Em negociação. Próxima etapa – Consulta Pública.

2.2.2 Legislação e normas aplicáveis

- Aspectos Legais

Lei nº 6.938 de 31/08/1981 - Política Nacional de Meio Ambiente: esta lei dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Além de constituir o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e instituir o Cadastro de Defesa Ambiental, está definido por esta lei o objetivo geral da Política Nacional de Meio Ambiente, que visa à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, buscando assegurar ao País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981 *apud* MAINENTI, 2017).

Lei nº 12.305 de 02/08/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos: esta lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde apresenta instrumentos importantes para nortear o país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos provenientes do manejo inadequado de resíduos sólidos. Prevê a prevenção e a redução na

geração de resíduos ao propor a prática de consumo sustentável, a reciclagem, a reutilização de resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. Se tornou um marco no país ao instituir a responsabilidade compartilhada dos geradores (fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, sociedade civil e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos) na logística reversa de resíduos perigosos e embalagens pós consumo, tais como os resíduos de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010 *apud* MAINENTI, 2017).

- Aspectos Normativos

ABNT NBR 12.235/1992: Fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos a fim de proteger a saúde pública e o meio ambiente (ABNT, 1992).

ABNT NBR 10.004/2004: Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (ABNT, 2004).

2.2.3 Acordos setoriais

De acordo com a PNRS a logística reversa pode ser implementada por meio de três dispositivos: termo de compromisso, regulamento (decreto) e acordos setoriais. Os acordos setoriais, segundo o artigo 19 da PNRS, são instrumentos contratuais firmados entre o poder público e os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes em prol da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010).

Assinado em novembro de 2014 e publicado em Diário Oficial em março de 2015, o acordo setorial para a logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo engloba a princípio geradores domiciliares podendo ser estendido aos grandes geradores.

Geradores não Domiciliares (indústrias, empresas, etc) devem possuir seus próprios planos de gerenciamento de resíduos e dar destinação adequada aos mesmos, podendo ser inseridos no sistema mediante contratos específicos a serem celebrados com a Entidade Gestora (RECICLOS, 2015).

As lâmpadas contempladas pelo acordo são de descarga em baixa e alta tensão que contenham mercúrio. São elas: fluorescentes compacta ou tubulares, de luz mista, vapor de mercúrio, vapor de sódio, vapor metálico e lâmpadas de aplicação especial (BRASIL, 2010).

O acordo foi firmado entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação (ABILUME), a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX), a Confederação Nacional do Comércio (CNC) (SINIR, 2014). Participaram ainda das discussões para o fechamento da minuta deste acordo setorial 26 empresas fabricantes, importadoras, comerciantes e distribuidoras de lâmpadas que contenham mercúrio e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Como previsto no acordo setorial, foi criada pelos associados da ABILUME e ABILUX, uma entidade gestora (organização sem fins lucrativos) cuja incumbência é a criação do sistema e a gestão do processo de forma a garantir os requisitos para que a logística reversa de lâmpadas se cumpra. Dessa forma, criou-se em 17 de dezembro de 2015 a entidade gestora RECICLOS (Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa), com sede em São Paulo.

As metas previstas neste acordo setorial são progressivas e, a partir da assinatura, os signatários têm cinco anos para atingir a meta de 20% das lâmpadas colocadas no mercado nacional em 2012, recebendo e dando destinação final adequada. Após esse prazo novas metas serão estabelecidas por meio de termo aditivo (SINIR, 2014).

Ainda sobre os geradores não domiciliares, que é o foco desta pesquisa, as entidades gestoras vão dispor de postos de consolidação para que estes possam transportar e dispor suas lâmpadas inservíveis. Podendo ainda, a entidade dispor de recipientes para os geradores não domiciliares, que na ocasião do preenchimento, poderão ser devolvidos conforme acordo entre as partes. Sendo assim, fica claro que a gestão de lâmpadas de mercúrio não domiciliares deve ser feita e custeada pelo gerador não domiciliar (REBELATO *et al*, 2016).

Cabe à União monitorar a efetivação do sistema junto às entidades que participam desde acordo e aos órgãos ambientais competentes, e participar dos programas de divulgação do acordo setorial em questão. Para isso são realizadas reuniões, no mínimo, anuais (SINIR, 2014).

2.3 Lâmpadas fluorescentes

2.3.1 Utilização de lâmpadas mercuriais no Brasil

Devido ao apagão de 2001, que evidenciou a necessidade de economia energética, as lâmpadas fluorescentes ganharam destaque no mercado brasileiro por sua capacidade energética e econômica, tendo seu consumo aumentado na média de 20% ao ano (PINTO, 2008).

As lâmpadas incandescentes, embora menos poluentes, possuem baixa capacidade energética, geram alto consumo e produzem muito calor e pouca luz. Elas utilizam um processo de irradiação termal, que consiste no aquecimento de um filamento de tungstênio (W) e um gás (halógeno) (PGIRPBL, 2008). De acordo com Silva (2010), o Ministério de Minas e Energia (MME) publicou, no início de janeiro de 2010, as Portarias nº 1007 e 1008, onde estabelece o fim da comercialização de lâmpadas incandescentes no país até 2016, fortalecendo ainda mais a utilização das lâmpadas fluorescentes. Estas garantem maior eficiência energética e baixo consumo, contudo, possuem em sua composição mercúrio metálico que é altamente danoso à saúde humana e ao ambiente.

Em uma lâmpada fluorescente de até 40W encontramos cerca de 21 mg de mercúrio. O mercúrio em grandes quantidades depositado em rios contamina os peixes e frutos do mar. O homem, ingerindo estes produtos, acaba por contaminar-se. (MARTINS, C.H.; CESTARI, W., 2016).

Desta forma, o Brasil ao elevar a produção e o consumo das lâmpadas fluorescentes, vem enfrentado os desafios que envolvem o descarte adequado deste produto ao final de sua vida útil.

Segundo a norma da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.004 (2004), lâmpadas fluorescentes são resíduos perigosos classe I e devem ser descartadas de forma adequada. Do contrário haverá o risco de contaminação da água, do ambiente em geral e dos seres humanos. Nesse sentido, a PNRS – Política nacional de Resíduos Sólidos, lei 12.305/10 prevê em seu artigo 33 que resíduos de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e de mercúrio devem ser inseridas no processo de logística reversa.

2.3.2 Tipos de lâmpadas mercuriais e sua composição

As lâmpadas que contêm mercúrio são classificadas como lâmpadas de descarga, pois a geração de luz é dada a partir de uma descarga elétrica na qual o processo de descarga é conduzido por uma substância volátil, mercúrio líquido ou um gás, (ZANICHELHI *et al*, 2004).

A Tabela 2 apresenta os modelos de lâmpadas mercuriais, suas potências energéticas e a quantidade média de mercúrio.

Tabela 2 - Tipos de lâmpadas fluorescentes, potência de cada modelo e quantidade média de mercúrio

TIPO DE LÂMPADAS	POTÊNCIA	QUANTIDADE MÉDIA DE MERCÚRIO	MÉDIAS DE MERCURIO POR POTÊNCIA
Fluorescentes tubulares	15 W a 110 W	0,015 g	0,008 g a 0,025 g
Fluorescentes compactas	5 W a 42 W	0,004 g	0,003 g a 0,010 g
Luz mista	160 W a 500 W	0,017 g	0,011 g a 0,045 g
Vapor de mercúrio	80 W a 400 W	0,032 g	0,013 g a 0,080 g
Vapor de Sódio	70 W a 1000 W	0,019 g	0,015 g a 0,030 g
Vapor metálico	35 W a 2000 W	0,045 g	0,010 g a 0,170 g

Fonte: Adaptado de Zanicheli, 2004.

Por serem as lâmpadas fluorescentes tubulares as mais utilizadas em empresas e instituições de ensino, como é o caso inclusive da UERJ, esta pesquisa dará mais enfoque a este modelo.

Lâmpadas fluorescentes tubulares são lâmpadas de descarga de baixa pressão que consistem em um tubo de vidro revestido internamente com pó de fósforo e possuem eletrodos de fios de tungstênio, sendo este tubo preenchido por gases inertes, normalmente argônio, e um gás não inerte, o Mercúrio (Hg) (BACILA, D.M.; FISCHER, K.; KOLICHESKI, M.B., 2012). Ainda sobre isso, Zanicheli *et al* (2004) explica que:

Dentro do envoltório de vidro de uma lâmpada fluorescente há argônio e vapor de mercúrio, rarefeitos. Em cada extremidade do tubo há um eletrodo sob a forma de um filamento, revestido com um óxido. Quando se liga a lâmpada, os filamentos se aquecem e emitem elétrons; isso inicia a ionização do gás. Um starter (disparador) interrompe então o circuito, automaticamente, e desliga o aquecimento dos filamentos. O reator, ligado à lâmpada, produz imediatamente um impulso de alta voltagem, que inicia a descarga no argônio. Essa descarga aquece e vaporiza o mercúrio, cuja maior quantidade está inicialmente sob estado líquido.

Os elementos que compõem a poeira fosforosa em uma lâmpada fluorescente estão descritos na Tabela 3, com suas quantidades relacionadas em mg/kg de poeira fosforosa.

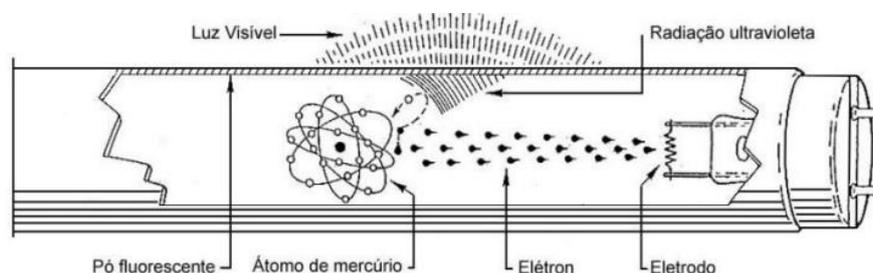
Tabela 3 - Composição da poeira fosforosa de uma lâmpada fluorescente

ELEMENTO	CONCENTRAÇÃO (mg/kg)	ELEMENTO	CONCENTRAÇÃO mg/kg	ELEMENTO	CONCENTRAÇÃO mg/kg
Alumínio	3.000	Chumbo	75	Manganês	4.400
Antimônio	2.300	Cobre	70	Mercúrio	4.700
Bário	610	Cromo	9	Níquel	130
Cádmio	1.000	Ferro	1.900	Sódio	1.700
Cálcio	170.000	Magnésio	1.000	Zinco	48

Fonte: Adaptado de PHILLIPS, 2004.

Na Figura 4 se tem a representação esquemática da geração de luz em uma lâmpada fluorescente.

Figura 4 - Geração de luz em uma lâmpada fluorescente



Fonte: Adaptado de PHILLIPS, 2004.

Cada vez mais os fabricantes de lâmpada têm procurado reduzir a quantidade de mercúrio das lâmpadas fluorescentes para atender a legislação ambiental. A tendência é substituir as lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de LED, que possuem maior eficiência na economia de energia elétrica e geram menos resíduos, por possuírem vida útil bem superior à da lâmpada fluorescente. Uma lâmpada de LED possui vida útil de 50.000 mil horas enquanto lâmpadas fluorescentes têm em média 16.000 mil horas. Além disso, as lâmpadas de LED não possuem em sua composição nenhum componente que possa causar danos ao homem ou ao ambiente (SILVEIRA *et al.*, 2010).

2.3.3 Tipos de tratamento para a reciclagem de lâmpadas fluorescentes

Se por um lado as lâmpadas fluorescentes não podem ser reutilizadas, 99% de seus componentes são recicláveis após tratamento. Esse processo de reciclagem embasado em um sistema de logística reversa objetiva recuperar o valor dos materiais e garantir a destinação ambientalmente correta. Os materiais oriundos da reciclagem de LF podem ser classificados em quatro tipos: pó de fósforo contendo mercúrio, vidro, isolamento baquelítico e terminais de alumínio com seus constituintes ferro-metálicos (JÚNIOR, W.A.D.; WINDMÖLLER, C.C., 2008).

As alternativas de tratamento e destinação final de lâmpadas fluorescentes que o Brasil dispõe hoje são: moagem simples, trituração com tratamento químico, trituração com tratamento térmico, sopro, solidificação/ encapsulamento. Estas técnicas estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Tecnologias de tratamento, reciclagem e destinação final de lâmpadas fluorescentes utilizadas no Brasil

TECNOLOGIA	DESCRIÇÃO
MOAGEM SIMPLES	Quebra das lâmpadas utilizando um sistema de exaustão para a captação do mercúrio. Não nesta tecnologia uma preocupação em separar os componentes, pois visa apenas a captação de parte do mercúrio contido nas lâmpadas. Assim, o teor de mercúrio nas lâmpadas pós moagem é inferior ao anteriormente encontrado nas lâmpadas inteiras, além disso fica encerrado o risco de ruptura das lâmpadas e emissão de vapores quando da disposição delas em aterros, normalmente aterro industrial.
TRITURAÇÃO COM TRATAMENTO QUÍMICO	A quebra das lâmpadas ocorre sob uma cortina de água, evitando que o vapor de mercúrio escape. Após a lavagem separa-se vidro e metais para a reciclagem. O líquido com mercúrio e pó de fósforo é filtrado e precipitado separando o pó de fósforo. O tratamento químico com Na_2S , Na_2SO_3 ou NaHSO_3 faz com que o mercúrio reaja formando HgS que é insolúvel em água e precipita. Pó de fósforo e mercúrio precipitados podem ser tratados por destilação, recupera-se o mercúrio metálico que é encaminhado para reciclagem
TRITURAÇÃO COM TRATAMENTO TÉRMICO	Esmagamento com separação dos elementos em cinco classes: metais de alumínio; pinos de latão/componentes ferrometálicos; vidro; poeira fosforosa rica em mercúrio e isolamento baquelítico. Realiza-se a implosão e/ou quebra das lâmpadas por meio de processador (britador e/ou moinho), separando a poeira do fósforo contendo mercúrio dos demais elementos. As partículas restantes são conduzidas a um ciclone por sistema de exaustão, onde as partículas maiores como vidros, terminais de alumínio e pinos de latão são separados e ejetados para fora do ciclone, onde são separados por diferença gravimétrica e por separação eletrostática. Após lavagem, esses elementos seguem para a reciclagem. O único componente da lâmpada que não é reciclado é o isolamento baquelítico. Na fase subsequente tem-se a recuperação do mercúrio contido na poeira de fósforo (por destilação). Obtido pelo processo de retortagem, onde o material é aquecido até a vaporização do mercúrio (357°C , ponto de ebulição do mercúrio). O material vaporizado é condensado e coletado por coletores ou decantadores. O mercúrio assim obtido pode necessitar de tratamento adicional, como por exemplo, o borbulhamento em ácido nítrico para remover impurezas.
SOPRO	Processo exclusivo para lâmpadas fluorescentes tubulares, objetiva manter a integridade do tubo de vidro, encaminhando-o ainda na forma tubular para a reciclagem. As duas extremidades contendo soquetes de alumínio são quebradas por um processo de aquecimento e resfriamento. Após isso, o tubo de vidro já sem soquete recebe um sopro de ar em seu interior, retirando o pó de fósforo contendo mercúrio. O pó removido pelo sopro passa por um sistema de ciclones, e a corrente de ar passa em seguida por um filtro de carvão ativado. Esse sistema não remove todo o mercúrio da lâmpada, apenas evita que o mercúrio em fase gasosa escape para o meio ambiente. E, todo mercúrio recuperado nesse processo acabará disposto em aterros junto com os filtros.
SOLIDIFICAÇÃO/ENCAPSULAMENTO	A solidificação possui etapas similares aos processos de tratamento químico e térmico, com uma fase de esmagamento, que pode ser por via úmida ou seca. Os materiais resultantes são encapsulados em concreto ou ligante orgânico, e então destinados a aterros. É o processo mais contrário ao desenvolvimento sustentável.

Fonte: Adaptado de Bacila, Danniele Miranda; Fischer, Klaus; Kolichski, Mônica Beatriz (2014) e Silva (2010).

2.4 O mercúrio

O mercúrio (Hg) é um metal pesado, de coloração prateada, que em condições normais de pressão e temperatura – CNPT encontra-se em estado líquido, sendo o único dentre o grupo dos metais a possuir essa característica. Ocorre naturalmente na crosta terrestre e é encontrado em sua forma elementar (Hg^0), iônica (Hg^{+1} ou Hg^{+2}) ou ainda como organometálico (metil ou dimetilmercúrio, por exemplo) (EICKHOFF, 2011). Na Figura 5 é possível verificar o ciclo global do mercúrio.

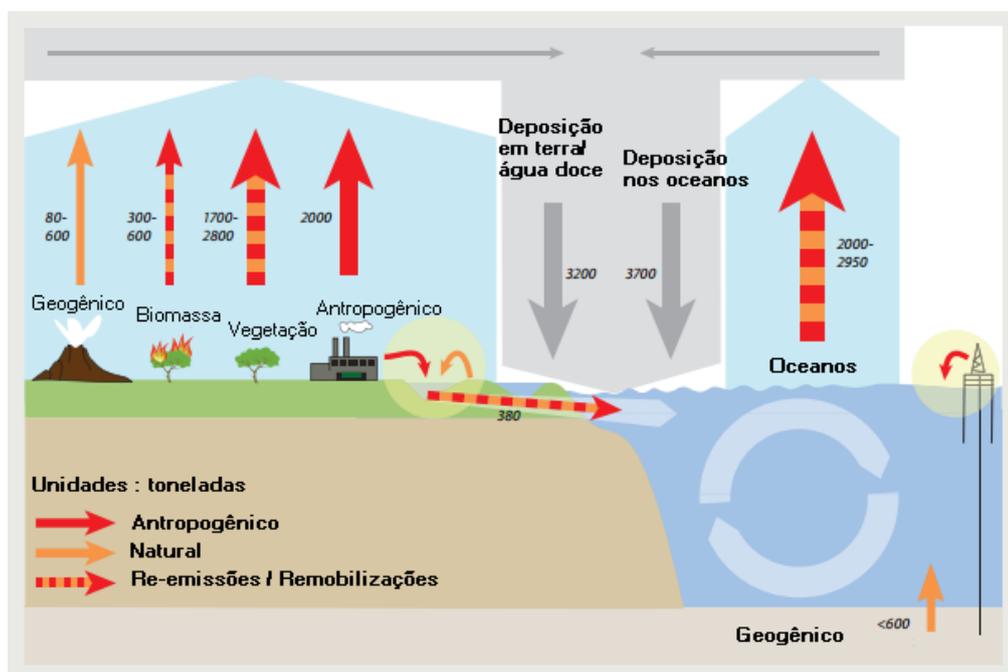
Na crosta terrestre o mercúrio está na posição 66^a em abundância em relação aos demais elementos da tabela periódica e pode, portanto, ser considerado raro. A Espanha lidera o *ranking* da produção de mercúrio e juntamente com Quirguistão, China e Argélia, é responsável por 90% de toda produção desse metal (COSTA; DAMAS; BERTOLDO, 2014).

O Brasil não produz mercúrio, sendo este totalmente importado. No entanto, acaba exportando-o em produtos como lâmpadas, computadores e TVs. Sendo assim, a importação de lâmpadas fluorescentes e de vapor de mercúrio representam 190 milhões de unidades por ano, sendo a produção nacional de 48,5 milhões. Desse total, 25 milhões são exportados. Com estes dados, considerando 90% da produção de lâmpadas fluorescentes com 8 mg (em média) de mercúrio elementar por lâmpada (estima-se que 10% sejam lâmpadas de vapor de mercúrio, com 18 mg de mercúrio em média por unidade), aproximadamente 1.800 kg de mercúrio entram no país devido ao comércio de lâmpadas (ANVISA, 2011).

Segundo Raposo (2001), nas lâmpadas fluorescentes o mercúrio é encontrado em dois estados: vapor, mercúrio elementar, que corresponde a 0,2 % do total de mercúrio contido na lâmpada e os 99,8% restantes está sob a forma Hg^{2+} (íon mercúrio), adsorvido sobre a camada fosforosa e o vidro.

A quantidade média de mercúrio contida numa lâmpada fluorescente de 40 W é de 21 mg. O Brasil ainda não possui legislação que estabeleça o limite de concentração de mercúrio por lâmpada, sendo assim, sua composição ainda não é controlada (MMA, 2014).

Figura 5 - Ciclo global do mercúrio



Fonte: UNEP, 2013.

O ciclo biogeoquímico do mercúrio é caracterizado pelas várias rotas que este composto pode seguir no ambiente. Dentre elas destaca-se a sua liberação do solo e da água para atmosfera, o seu transporte neste meio seguido da deposição atmosférica das espécies de mercúrio para a água e solo. Quando em contato com o solo ou sedimento, pode ocorrer sorção do mercúrio na forma insolúvel seguida de metilação/desmetilação. O ciclo é completado pelas rotas de precipitação, bioconversão em formas voláteis ou solúveis, reiteração deste na atmosfera ou bioacumulação na cadeia alimentar aquática ou terrestre (PAK; BARTHA, 1998 *apud* BISINOTI; JARDIM, 2004).

Os sedimentos de rios, lagos e oceanos poluídos com mercúrio são perigosos porque o mercúrio confinado pode permanecer ativo como substrato para a metilação por cerca de 100 anos, mesmo quando a fonte é eliminada. A distribuição do mercúrio nos sedimentos está relacionada com o conteúdo de carbono orgânico, argila, ferro, fósforo, potencial redox e enxofre, dentre outros (BISINOTI; JARDIM, 2004)

Os solos possuem uma elevada capacidade de reter e armazenar mercúrio, devido ao forte acoplamento deste com o carbono presente. Os solos argilosos apresentam aparentemente uma elevada capacidade de reter mercúrio, podendo acumulá-lo por muitos anos. Quando o mercúrio entra no ecossistema terrestre, parte deste pode ser volatilizado

retornando à atmosfera e parte pode ser rapidamente complexado com material orgânico, especialmente ácidos húmico e fúlvico. No entanto, a quantidade de mercúrio acumulada no solo dependerá da história de deposição, da idade e das características deste (STEIN; COHEN; WINER, 1996, WASSERMAN *et al.*, 2002 *apud* BISINOTI; JARDIM, 2004).

2.4.1 Toxicidade

Pelo fato de o mercúrio ser um elemento químico da classe dos metais pesados, é importante salientar que a toxicidade dos metais pesados depende da forma química do elemento, ou seja, de sua especificação, sobre isso Baird (2000 *apud* MAINENTI, 2017) diz que:

As formas quase totalmente insolúveis passam através do corpo humano sem causar grandes danos. As formas devastadoras causam doença imediata ou morte, por não haver tratamento que exerça os efeitos de cura em tempo hábil. Inserem-se neste grupo as formas que permeiam as membranas protetoras do cérebro (barreira sangue-cérebro) ou aquelas que protegem o feto em desenvolvimento. Para alguns metais pesados, como o mercúrio, a forma mais tóxica é a que tem grupos alquila ligados ao metal, visto que a solubilidade em tecido animal permite atravessar membranas biológicas.

O Conselho de Governo, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, com base em estudos elaborados por especialistas em contaminação ambiental por mercúrio, concluiu que existem evidências suficientes e significativas dos impactos globais adversos para a saúde e para o meio ambiente causados pelo mercúrio e seus compostos, que requerem ações mundiais, nacionais, regionais e locais, recomendando que cada país estabeleça metas e adote medidas de redução/eliminação das fontes antropogênicas de mercúrio (ZAVARIZ *et al.*, 2007). Apesar disso, e mesmo sendo considerada uma das substâncias mais tóxicas encontradas na natureza, o mercúrio ainda continua sendo amplamente utilizado em nossas indústrias, segundo dados da ANVISA (2011), e essas aplicações estão especificadas na Tabela 5.

As principais aplicações do uso do mercúrio no Brasil são nas indústrias de cloro-álcali, aparelhos de medição domésticos, hospitalares e industriais, amálgama para mineração e para odontologia, interruptores de correntes e lâmpadas fluorescentes ANVISA (2010).

Tabela 5 - Principais aplicações do mercúrio

SETOR	PRODUTO
Eletrônica	Lâmpadas Fluorescentes e de vapor de Hg, pilhas, baterias e componentes eletrônicos.
Metrologia	Barômetros, hidrômetros, termômetros e manômetros.
Medicina	Esfigmomanômetro, termômetros, amálgamas dentários e conservantes de vacina (timerosal).
Agricultura	Agrotóxicos
Indústrias	Petroquímica, Cloro-soda, bélica, papelaria, tintas e farmacêutica.
Atividades	Extração primária de mercúrio, Mineração de ouro e geração de energia (queima de combustíveis fósseis).

Fonte: Adaptado de SUS (2018).

A forma inorgânica do mercúrio é extremamente tóxica, tanto para o ambiente quanto para os seres humanos, devido a sua solubilidade, estabilidade e propriedade iônica que lhe permite atravessar a membrana plasmática. Seu vapor é estável na atmosfera e sua volatilização é lenta à temperatura ambiente, afetando áreas remotas naturais, longe de fontes pontuais de contaminação (LACERDA, L.D.; MALM, O., 2008). Já na forma orgânica, na qual o mercúrio se liga à átomos de carbono (processo de metilação) passa por toda teia trófica chegando ao homem (NUNES, 2014).

De acordo com Micaroni, Bueno e Jardim (2000), dentre os principais sintomas relativos a toxicidade por exposição ao mercúrio, estão: tremor, vertigem, entorpecimento, dor de cabeça, cãimbra, depressão, distúrbios visuais, dispneia, tosse, inflamações gastrointestinais, queda de cabelo, náuseas e vômitos. A meia-vida do mercúrio é de dois meses e o limite de tolerância biológica é de 33 µg (0,000033 g) de mercúrio por grama de creatina urinária (ABNT, 2004). Propriedades toxicológicas do mercúrio podem ser consultadas no Apêndice B (p. 83).

O caso mais conhecido de acidente ambiental causado por mercúrio foi o ocorrido na baía de Minamata no Japão em 1953, quando houve o despejo de efluente contaminado com mercúrio atingindo a população local através do consumo de peixes e outros frutos do mar. Mais tarde, inúmeros casos de pessoas doentes por conta desta contaminação foram surgindo e ficaram conhecidas como “Doença de Minamata”. Dentre os sintomas estavam: a paralisia da língua e dedos das mão e dos pés, morte de peixes, pássaros e gatos com desordem nervosa que vieram a óbito, além de pessoas que foram vítimas fatais (CANELA, 1995; JARDIM, 1988 *apud* MAINENTI, 2017).

O principal mecanismo de contaminação ambiental por mercúrio é a possibilidade de metilação da forma oxidada (Hg^{2+}), resultando em compostos de metil e dimetilmercúrio,

extremamente tóxicos e passíveis de biomagnificação, que resulta em maior concentração quanto mais elevado for o nível na cadeia trófica (MMA, 2013).

Em 2010, 141 países iniciaram as negociações no sentido de reduzir as emissões atmosféricas de mercúrio, bem como diminuir o seu uso em produtos, processos industriais e gerenciar o armazenamento e descarte (EPA, 2013).

Em uma reunião organizada pela ONU - Organização das Nações Unidas em 2013, na cidade de Kumamoto, próximo a Minamata no Japão, foi assinada pelos representantes dos países supracitados a Convenção de Minamata. Acordo este que estabeleceu o ano de 2020 como limite para o fim da produção, exportação ou importação dos seguintes produtos contendo mercúrio: baterias, exceto para baterias que contenham um teor menor de 2% de mercúrio; lâmpadas fluorescentes para uso em iluminação, incluindo as lâmpadas compactas, lineares e de alta pressão, de catodo frio e de eletrodo externo em *displays* eletrônicos; uso em cosméticos, incluindo sabonetes e cremes; pesticidas, biocidas e antissépticos tópicos; dispositivos como barômetros, termômetros e manômetros. A fim de diminuir o uso de amálgamas odontológicas à base de mercúrio, a convenção cita a necessidade de políticas nacionais para prevenção de cáries e promoção da saúde, bem como promover o uso de alternativas de restauração sem mercúrio (UNEP, 2013).

3 O ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição da área de estudo

Criada em 1950, quando o Rio de Janeiro era a capital federal, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ chamava-se naquela época (UDF) - Universidade do Distrito Federal. Em 1958 a universidade foi rebatizada como (URJ) – Universidade do Rio de Janeiro. Anos depois, em 1961, a URJ passou a se chamar (UEG) – Universidade do Estado da Guanabara. Só em 1975 ganhou o nome definitivo, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, 2018).

Embora seu campus principal Francisco Negrão de Lima esteja localizado próximo ao Maracanã, na rua na Rua São Francisco Xavier 524 - bairro do Maracanã no Rio de Janeiro, a universidade conta ainda com várias unidades espalhadas pela cidade, que além de ensino oferecem serviços diversos para a comunidade. Estas unidades são: Hospital Universitário Pedro Ernesto (Hupe), Policlínica Piquet Carneiro (PPC), Faculdade de Odontologia, Faculdade de Ciências Médicas e Fonseca Teles (FEN).

Além disso, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro possui seis *campus* distribuídos pelo interior do estado. São eles: São Gonçalo, Ilha grande, Duque de Caxias, Teresópolis, Nova Friburgo e Resende. Na Figura 6 é possível visualizar a distribuição destes *campus* no Estado do Rio de Janeiro.

Figura 6 - Os *campus* da UERJ



Fonte: Site da UERJ

Para possibilitar a administração de todas estas unidades, a UERJ tem uma estrutura organizacional, conforme Tabela 6, composta de dois Conselhos Superiores, sendo um Universitário (CONSUNI), onde são discutidas todas as decisões a serem tomadas a nível, principalmente, de resoluções e planejamento orçamentário. O de Ensino e Pesquisa (CESEPE), onde são definidas e decididas linhas de pesquisa junto aos órgãos de fomento, bem como condutas acadêmicas, sendo o caso de criação de novos cursos (graduação e pós-graduação).

Como órgão fiscalizador tem o Conselho de Curadores (CURAD), onde são homologados todos os processos da Universidade, sendo todos os três Conselhos secretariados por uma única Secretária (SECON). Hierarquicamente abaixo tem a Reitoria, composta pelos gabinetes do reitor, vice-reitor e seus respectivos assessores. Visando proporcionar suporte administrativo direto a reitoria, existe a Diretoria de Comunicação (COMUNS), a Auditoria Interna (AUDIN), a Ouvidoria, a Coordenação dos *Campus* Regionais (CCR) e o Núcleo de Informação e Estudos de Conjuntura (NIESC).

Tabela 6 - Estrutura Organizacional da UERJ (continua)

SIGLA	UNIDADE/ÓRGÃO
1. UNIDADES ACADÊMICAS	
ART	INSTITUTO DE ARTES
CAP	INSTITUTO DE APLICAÇÃO FERNANDO RODRIGUES DA SILVEIRA
DIR	FACULDADE DE DIREITO
EDU	FACULDADE DE EDUCAÇÃO
ENF	FACULDADE DE ENFERMAGEM
ESDI	ESCOLA SUPERIOR DE DESENHO INDUSTRIAL
FAF	FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS
FAT	FACULDADE DE TECNOLOGIA
FCE	FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
FCM	FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
FCS	FACULDADE DE COMUNICAÇÃO SOCIAL
FEBF	FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA BAIXADA FLUMINENSE
FEN	FACULDADE DE ENGENHARIA
FFP	FACULDADE DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE SÃO GONÇALO
FGEL	FACULDADE DE GEOLOGIA
FIS	INSTITUTO DE FÍSICA
FSS	FACULDADE DE SERVIÇO SOCIAL
GEO	INSTITUTO DE GEOCIÊNCIA
IBRAG	INSTITUTO DE BIOLOGIA ROBERTO ALCÂNTARA GOMES
IEFD	INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO
IFCH	INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
IME	INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
IMS	INSTITUTO DE MEDICINA SOCIAL

Tabela 6 – Estrutura Organizacional da UERJ (conclusão)

ILE	INSTITUTO DE LETRAS
IPRJ	INSTITUTO POLITÉCNICO
NUT	INSTITUTO DE NUTRIÇÃO
ODO	FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PSI	FACULDADE DE PSICOLOGIA
QUI	FACULDADE DE QUÍMICA
2. CENTROS SETORIAIS	
CBI	CENTRO BIOMÉDICO
CCS	CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CEH	CENTRO DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES
CTC	CENTRO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS
3. INSTITUTOS E NÚCLEOS ESPECIALIZADOS	
CR-IPRJ	CAMPUS REGIONAL INSTITUTO POLITÉCNICO DO RIO DE JANEIRO
CRR	CAMPUS REGIONAL DE RESENDE
NEPAD	NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ATENÇÃO AO USO DE DROGAS
NESA	NÚCLEO DE ESTUDOS DA SAÚDE DO ADOLESCENTE
NIESC-UR	NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E ESTUDOS DE CONJUNTURA
UnATI	NÚCLEO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE ABERTA SOBRE A TERCEIRA IDADE
4. ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	
AUDIN	AUDITORIA INTERNA
CCR	COORDENADORIA DE CAMPUS REGIONAIS
COMUNS	DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL
DAF	DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA
DAP	DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO DE PATRIMÔNIO
DIJUR	DIRETORIA JURÍDICA
DINFO	DIRETORIA DE INFORMÁTICA
DIPLAN	DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
EdUERJ	EDITORA DA UERJ
GVR	GABINETE DA VICE-REITORIA
OUVIDORIA	OUVIDORIA DA UERJ
PREFEI	PREFEITURA DOS CAMPUS
REI	REITORIA
SIRIUS	REDE SIRIUS DE BIBLIOTECAS
SR-1	SUB-REITORIA DE GRADUAÇÃO
SR-2	SUB-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
SR-3	SUB-REITORIA DE EXTENSÃO E CULTURA
SRH	SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HUMANOS
5. ÓRGÃOS RELATIVAMENTE AUTÔNOMOS	
CEPUERJ	CENTRO DE PRODUÇÃO DA UERJ
NUSEG	NÚCLEO SUPERIOR DE ESTUDOS GOVERNAMENTAIS
6. HOSPITAL UNIVERSITÁRIO	
HUPE	HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO
7. COLEGIADOS SUPERIORES	
CONSUN	CONSELHO UNIVERSITÁRIO
CSEPE	CONSELHO SUPERIOR DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
CURAD	CONSELHO DE CURADORES
SECON	SECRETARIA DOS CONSELHOS

Fonte: Adaptado de UERJ, 2018.

Na gestão do trinômio ensino – pesquisa – extensão, a UERJ possui três SubReitorias denominadas respectivamente de Graduação (SR-1), de Pós-Graduação e Pesquisa (SR2), Cultura e Extensão (SR-3). Faz parte desse contexto o conjunto de bibliotecas denominado de Rede Sirius e uma Editora (EDUERJ). Administrativamente possui a Diretoria de Administração Financeira (DAF), a Diretoria de Planejamento (DIPLAN), a Diretoria Jurídica (DIJUR), na área de pessoal a Superintendência de Recursos Humanos (SRH) e, como suporte institucional quanto à manutenção, obras, projetos, segurança e serviços gerais, a Prefeitura dos *campus* (PREFEI). A informatização cabe à Diretoria de Informática (DINFO). Como órgãos captadores de recursos, além da PREFEI, da DAF e da DINFO, a universidade possui um Centro de Produção (CEPUERJ) e um Núcleo de Estudos Governamentais (NUSEG).

Com área total construída de 4.058.943 m² e 33 unidades acadêmicas junto à Administração Central e à sociedade, a UERJ possui 56 cursos de graduação, 63 cursos de mestrado, 43 cursos de doutorado, 142 cursos de especialização e 204 cursos de extensão. Conta com um total atual de 26.683 alunos, 2.496 docentes e 4.769 servidores (UERJ, 2018). A Figura 7 mostra a vista aérea do *campus* universitário.

Figura 7 - *Campus* principal da UERJ - Francisco Negrão de Lima



Fonte: Google Earth

3.2 Formulação e aplicação do questionário para avaliar a gestão

Buscando identificar o real cenário da universidade com relação ao passivo de lâmpadas, a formulação do questionário se baseou nas recomendações de gestão ambiental da

ISO 14001:2015, no documento do GT - Grupo de Trabalho sobre Lâmpadas Fluorescentes do Ministério do meio Ambiente e na PNRS.

As questões foram elaboradas de modo a obterem respostas objetivas e precisas, sem necessitar de muito tempo dos respondentes. Sendo assim, buscou-se averiguar quesitos como: nível de consciência dos envolvidos quanto aos riscos da exposição ao mercúrio contido nas lâmpadas; uso de equipamento de proteção individual (EPI) por parte das equipes de substituição dessas lâmpadas; acondicionamento das lâmpdas novas e pós-consumo e a destinação final destas lâmpadas.

O questionário foi aplicado nos *campus* da UERJ e em unidades da universidade que ficam no entorno do *campus* – Maracanã. Sendo assim, os locais que responderam ao questionário foram:

- Pavilhão João Lyra Filho – UERJ (Maracanã)
- Faculdade de Educação da Baixada Fluminense - UERJ FEBF (Duque de caxias)
- Faculdade de Formação de Professores - UERJ FFP (São Gonçalo)
- Instituto Politécnico do Rio de Janeiro - IPRJ UERJ (Nova Friburgo)
- Faculdade de Tecnologia - UERJ (Resende)
- Hospital Universitário Pedro Ernesto (Hupe)
- Policlínica Piquet Carneiro (PPC)
- Faculdade de Odontologia
- Faculdade de Ciências Médicas
- Fonseca Teles (FEN)

O questionário (Apêndice A, p. 81) foi elaborado utilizando a ferramenta formulário eletrônico do Google Doc, disponível gratuitamente na *internet*. O mesmo foi disponibilizado aos participantes por meio de um *link* na *internet*, via e-mail, gerado automaticamente pela ferramenta. Não foi necessário o deslocamento do pesquisador para o local onde estava presente o grupo/população visado, em contrapartida, era imprescindível que esse grupo tivesse acesso a computadores ou similar (tablets, smartphones) conectado à *internet*. O quantitativo de 10 constituiu o total de *campus* participantes da pesquisa.

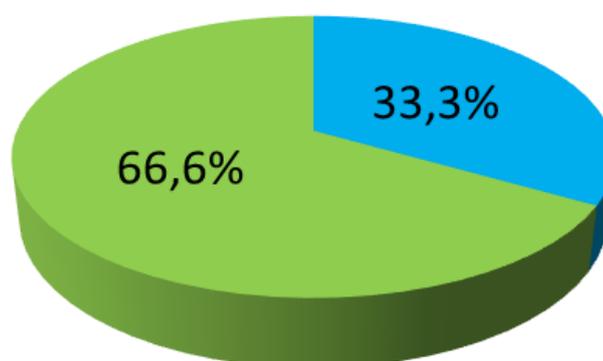
Além do questionário digital foram aplicados também questionários presenciais os quais foram aplicados pelos alunos da disciplina de SHT – Segurança e Higiene do Trabalho da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da UERJ, em cumprimento de trabalho relativo à carga horária da disciplina no período letivo de 2007/1. Este trabalho foi elaborado em cumprimento a minha carga horária de estagio docente, pré-requisito para o curso de mestrado deste mesmo departamento. Os resultados foram compilados e foram gerados gráficos percentuais de 1 a 9.

3.2.1 Resultados e discussões do cenário nos *campus*

De acordo com os resultados obtidos e com as visitas às unidades, foi possível perceber que o passivo de lâmpadas é um grave problema enfrentado por todas as unidades da UERJ, sobretudo no *campus* Francisco Negrão de Lima, no Maracanã. Neste foram identificadas mais de dez mil lâmpadas fluorescentes em fim de vida útil armazenadas de forma inadequada.

A empresa contratada para atuar junto da manutenção tem realizado a substituição e acondicionamento das lâmpadas na maioria das unidades (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Distribuição percentual da responsabilidade na substituição de lâmpadas da unidade

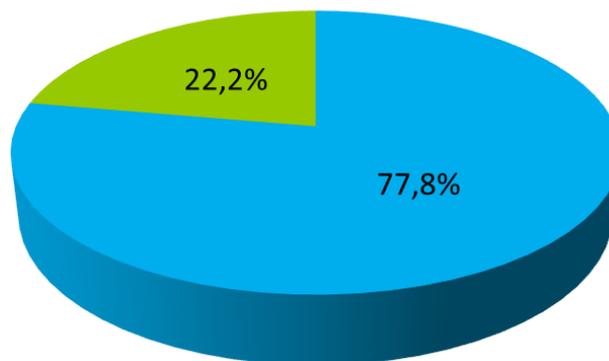


(*) Manutenção.

(*) Empresa contratada.

Em relação à utilização de equipamentos de proteção individual, 20% dos entrevistados afirmou usar máscara de proteção contra o mercúrio (Gráfico 2).

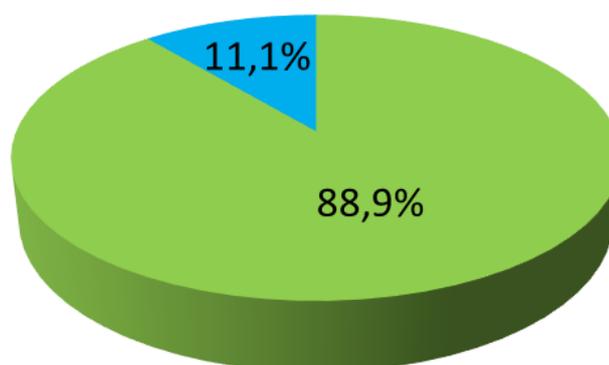
Gráfico 2 - Distribuição percentual relativa ao uso de equipamentos de segurança



- (*) Não, não é necessário.
- (*) Sim. Escada, calçados e roupas apropriadas.
- (*) Sim. Escada, máscara contra vapores de mercúrio, luvas, avental impermeável e calçado de segurança.
- (*) Sim. Apenas equipamentos de proteção contra choque elétrico.

Mais de 80% das unidades entrevistadas disseram armazenar as lâmpadas em área externa da unidade o que aumenta o risco ambiental devido à exposição do resíduo às intempéries (Gráfico 3).

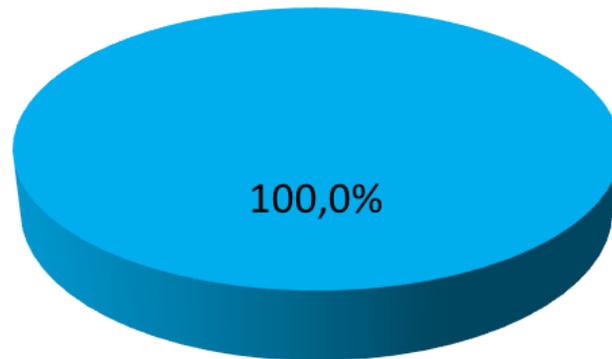
Gráfico 3 - Distribuição percentual do armazenamento das lâmpadas



- (*) Na área externa da unidade enquanto aguardam o descarte.
- (*) Em almotarifados sem embalagens.
- (*) Embaladas individualmente e acondicionadas em recipientes apropriados.

Apesar disto, 100% das unidades entrevistadas afirmaram reconhecer o risco envolvido no manuseio, armazenamento e descarte inadequados deste resíduo (Gráfico 4).

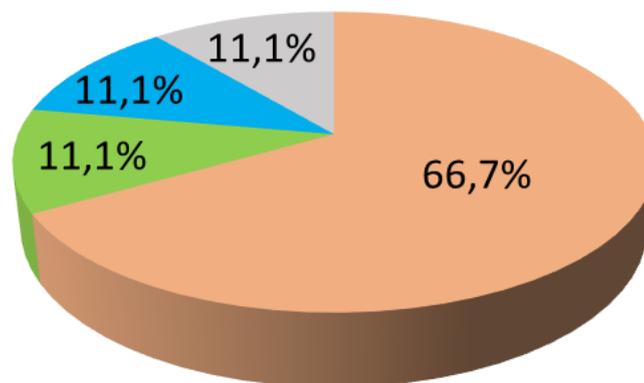
Gráfico 4 - Distribuição percentual quanto à percepção quanto ao riscos



- (*) Não oferecem riscos.
- (*) Oferecem riscos físicos como cortes, por exemplo.
- (*) Riscos físicos e químicos.

O Gráfico 5 apresenta o quantitativo de lâmpadas que cada unidade possui e isto possibilita, juntamente com a média mensal de trocas prever o quanto que esse passivo ainda tende a aumentar.

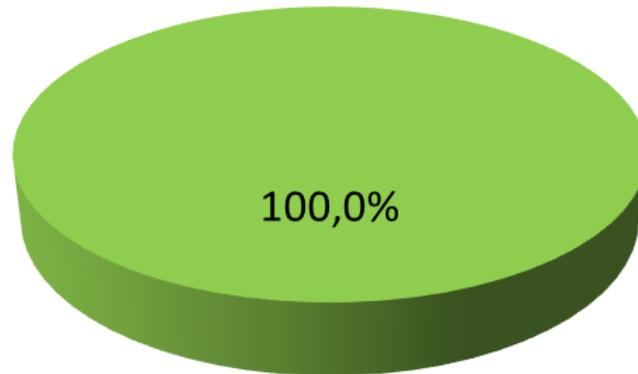
Gráfico 5 - Distribuição percentual quanto ao quantitativo de lâmpadas



- (*) Entre 1000 e 5000 lâmpadas.
- (*) Entre 5000 e 10000 lâmpadas.
- (*) Entre 10000 e 20000 lâmpadas.
- (*) Acima de 20000 lâmpadas.

O questionário apontou o quantitativo de substituição periódica de lâmpadas de até 1000 unidades/mês em todas as unidades (Gráfico 6). Isso se deve ao longo período sem manutenção, devido à atrasos na contratação de empresa responsável por esta atividade. Tem relação também com a tendência atual de substituir as lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de LED. Como resultando se tem um aumento no passivo de lâmpadas em todas as unidades.

Gráfico 6 - Distribuição percentual sobre a média de substituição

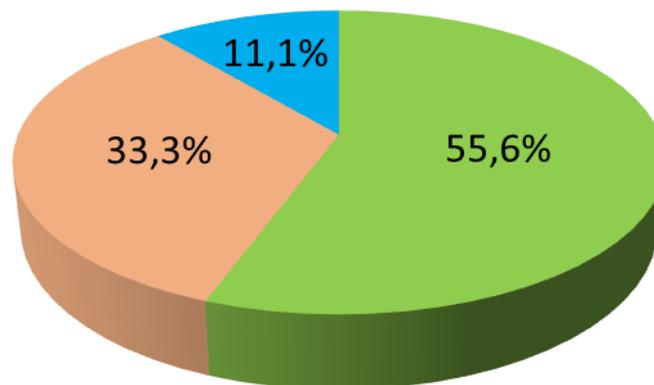


(*) Até 1000 lâmpadas ao mês.

(*) Acima de 1000 lâmpadas ao mês.

Quanto à destinação final destas lâmpadas, metade das unidades entrevistadas disse transportar estes resíduos para a UERJ Maracanã, as demais afirmaram que a destinação é feita mediante a contratação de empresa especializada para esse fim (Gráfico 7). Houve alguns relatos de descarte ocasional junto aos demais resíduos da unidade.

Gráfico 7 - Distribuição percentual sobre a forma de destinação



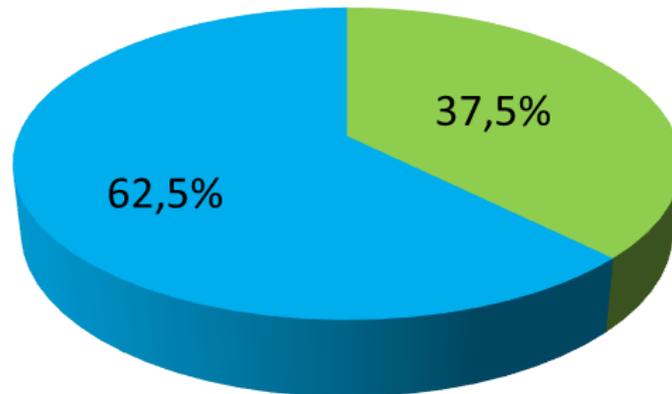
(*) São direcionadas para o campus principal da UERJ (Maracanã).

(*) São recolhidas por empresa especializada para destinação ambientalmente adequada.

(*) São descartadas junto aos demais resíduos e coletadas pelo serviço de limpeza pública.

Em se tratando de quabra de lâmpadas, 63 por cento das unidades entrevistadas disseram que utilizam equipamento adequado para limpeza da área e que fazem o acondicionamento dos restos em recipiente fechado e resistente evitando cortes e contaminação e dispõem para coleta de resíduos perigosos (Gráfico 8).

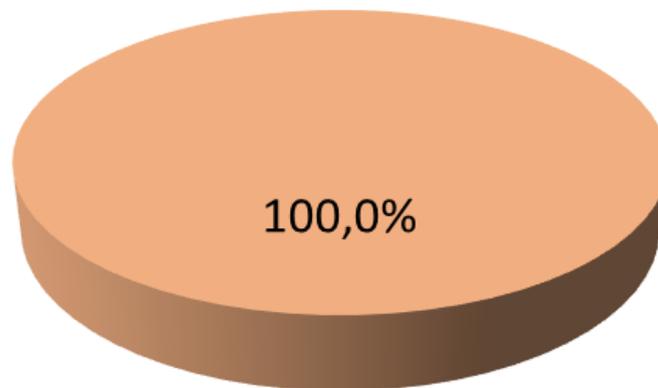
Gráfico 8 - Distribuição percentual sobre ações frente a acidentes com lâmpadas



- (*) Recolher o material com vassoura e pá, evitando corte. Embrulhar em papel e colocar no lixo.
- (*) Realizar a limpeza da área usando equipamentos de proteção. Colocar o material recolhido em recipientes fechados e resistentes, evitando contaminação química e cortes. Dispor para coleta de resíduos perigosos.

Cem por cento das unidades entrevistadas respondeu que as embalagens de lâmpadas não contêm informações quanto ao risco químico, ou não observaram (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Distribuição percentual da percepção quanto à existência de informações sobre riscos químicos nas embalagens



- (*) Sim
- (*) Não

Na Figura 8 (de **a** à **i**) são apresentados cenários atuais em alguns *campus* da universidade.

Figura 8 - Visualização do cenário (continua)



(a)



(b)

Figura 8 – Visualização do cenário (continuação)



(c)



(d)

Figura 8 – Visualização do cenário (continuação)



(e)



(f)



(g)

Figura 8 – Visualização do cenário (conclusão)



(h)



(i)

Legenda: (a) e (b) - décimo segundo andar da UERJ no início desta pesquisa em 2017; (c) e (d) - mesmo local após ser organizado pelos técnicos da manutenção por sugestão da pesquisa; (e) - recentemente as lâmpadas vêm sendo armazenadas no abrigo para resíduos perigosos localizado próximo ao “Haroldinho”; (f) e (g) - foram tiradas no *campus* de Resende e (h) e (i) - retrata a situação no *campus* de Duque de Caxias.

Fonte: Fotos registradas pela autora, 2017.

Em todas as unidades investigadas o armazenamento das lâmpadas vem ocorrendo de maneira inadequada, em espaços confinados ou a céu aberto, desembaladas e empilhadas de

maneira muitíssimo arriscada em relação à quebra, que é o que de pior pode acontecer, pois, é na quebra que o mercúrio volatiliza causando o dano ambiental e humano.

Após a substituição as lâmpadas são transportadas pelos técnicos de forma manual e sem serem embaladas, sendo acondicionadas em atrito umas com as outras. Este acondicionamento se dá em locais muitas vezes a céu aberto e sem qualquer precaução quanto aos riscos de quebra das lâmpadas.

A última contratação da Universidade para a retirada de lâmpadas foi em dezembro de 2012. A empresa que venceu a licitação foi a Ambiserv (empresa especializada no gerenciamento total de resíduos) as lâmpadas foram encaminhadas para reciclagem na Ideia Cíclica. Foram retiradas 29.000 unidades e o valor pago foi de R\$ 58.000,00. As unidades atendidas na época foram: Pavilhão João Lyra Filho, Faculdade de Educação da Baixada Fluminense (FEBF), Faculdade de Tecnologia (Resende), Fonseca Teles, Paulo de Carvalho, Faculdade de Ciências Médicas (FCM), Faculdade de Formação de Professores (FFP) e Colégio de Aplicação (CAP) e João Lyra.

A UERJ está em fase de implantação de um PGRS, cuja elaboração se processa em parceria entre a reitoria, representada pelo Assessor Professor Doutor Fernando Altino Medeiros Rodrigues, e a prefeitura dos *campus*, representada pelo Especialista em Gestão Ambiental Marcelo Bruno de Lima. Conta também com a participação do COGERI.

O plano contemplará os passivos e ações corretivas a serem executadas e, após a sua implementação, os procedimentos quanto ao manuseio, estocagem e descarte de resíduos estarão estabelecidos em conformidade com a PNRS, a fim de evitar a formação de quaisquer outros passivos ambientais na universidade.

Atualmente a empresa terceirizada que realiza a substituição de lâmpadas em todos os *campus* é a MPE Engenharia (empresa de engenharia elétrica). A mesma foi instruída para armazenar as lâmpadas no espaço junto ao abrigo de resíduos químicos, para posterior descarte. Esta empresa realiza a troca de lâmpadas em todos os *campus* e, de acordo com os questionários e conversas realizadas com os técnicos, foi possível perceber que eles desconhecem parcialmente os riscos das lâmpadas com mercúrio, pois não sabiam dizer quais efeitos esta substância poderia causar para a saúde. Na ocasião eles afirmaram utilizar os seguintes EPI's: luvas, capacete, máscara, óculos, botas, além de escada, uniforme classe 2 para profissional eletricista (antichamas), cone e fita zebra. Na figura abaixo podemos observar um momento na rotina de trabalho desses técnicos. A Figura 8 representa o registro do momento da troca de lâmpadas no *campus* Maracanã. Podemos observar a utilização de

alguns equipamentos de segurança, porém, não foi feito o isolamento da área e o procedimento se dá bem próximo de onde as pessoas estão sentadas na lanchonete.

Figura 9 - Troca de lâmpadas (UERJ - Maracanã)



Fonte: A autora, 2018

Foi informado pela Prefeitura que a universidade já não faz mais compras de lâmpadas de vapor de mercúrio, estando em processo de substituição de todas estas por lâmpadas de LED. Contudo, em algumas unidades, como a FEBF em Duque de Caxias, esta substituição ainda não teve início e o *campus* segue com a aquisição de lâmpadas mercuriais.

Em dezembro de 2017 a UERJ realizou uma cotação junto a empresa Apliquim Brasil Recycle “única empresa que comprova a real recuperação e a movimentação de mercúrio das lâmpadas que recicla, através do certificado de movimentação de mercúrio junto ao IBAMA” (APLIQUIM, 2018). Nesta cotação estava previsto a retirada de dez mil lâmpadas com valor de 2,20 reais por lâmpada (Anexo 2, p. 94). Esse acordo não foi fechado.

3.3 Modelo proposto para gestão das lâmpadas fluorescentes na universidade

A proposta de modelo de gestão para as lâmpadas fluorescentes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro é um modelo de dimensão institucional e teve como base os requisitos de gestão ambiental da NBR/ISO 14001:2015 e do “Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo o território nacional relativas às lâmpadas com mercúrio” (ZAVARIZ *et al*, 2007).

Tabela 7 - Requisitos de cada etapa da implantação da ISO 14001:2015

Etapas	Itens
Diagnóstico inicial	Análise da situação atual da empresa
Política ambiental	Compromissos assumidos em relação ao meio ambiente
Planejamento	Aspectos ambientais
	Requisitos legais e outros
	Objetivos, metas e programas ambientais
	Recursos, funções, responsabilidades e autoridades
Implementação e operação	Competência, treinamento e conscientização ambiental
	Comunicação
	Documentação
	Controle de documentos
	Controle operacional
	Preparação e resposta a emergências
	Monitoramento e medição
Verificação	Avaliação do atendimento a requisitos legais e outros
	Não-conformidades, ações corretivas e preventivas
	Controle de registros
	Auditoria interna
Análise crítica	Análise do sistema de gestão ambiental pela administração

Fonte: A autora com base na ABNT NBR ISO 14001:2015.

Política Ambiental

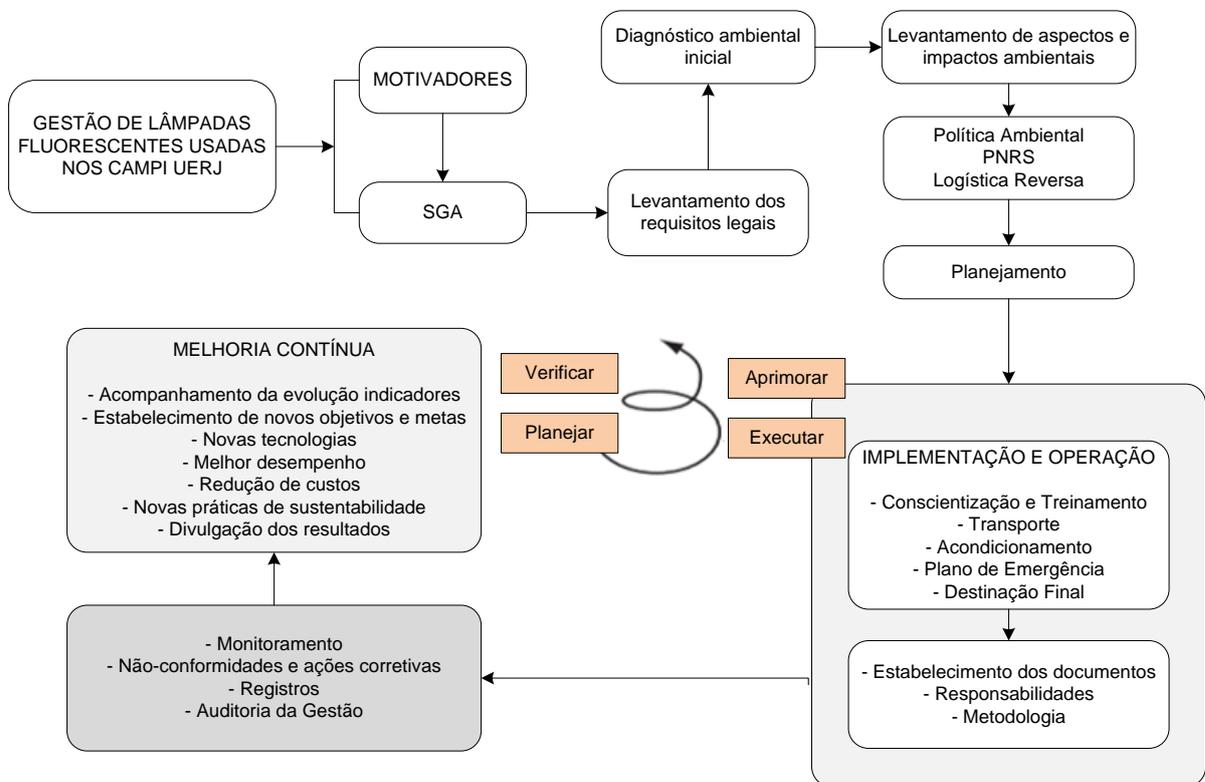
A universidade do Estado do Rio de Janeiro deve se comprometer com a adequação e cumprimento da legislação ambiental vigente, Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS Lei nº 12.305/2010, que afirma que “os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010). Deverá adicionalmente considerar a logística reversa de lâmpadas fluorescentes, conforme acordo setorial aprovado em 2015.

Objetivos e Metas

- Adequar a UERJ à legislação ambiental vigente no Brasil.
- Reduzir os riscos de contaminação ambiental e humana por mercúrio.
- Eliminar o passivo em todos os *campus* da universidade no prazo de um ano.

- Padronizar o manuseio e o descarte de resíduos contaminados com mercúrio.

Figura 10 - Representação diagramática do modelo



Fonte: A autora, 2018.

De acordo com este modelo genérico, segue o plano de ação que está embasado nas recomendações da ISO 14001 e no GT de lâmpadas

Plano de Ação

Com base na recomendação de gestão ambiental a administração deve assegurar a disponibilidade de recursos essenciais, que compreendem: recursos humanos e habilidades especializadas, infraestrutura organizacional, tecnologia e recursos financeiros, além de definir, documentar e comunicar as funções, responsabilidades e autoridades (ABNT, 2015). Assim sendo, sugere-se para a gestão em estudo:

- Recursos

1. Disponibilizar recursos financeiros para contratação de empresa especializada e licenciada para a descontaminação, transporte e disposição das lâmpadas fluorescentes.
2. Disponibilizar recursos financeiros para a implantação de uma infraestrutura de coleta e armazenamento das lâmpadas fluorescentes inservíveis, de modo a evitar quebras. Separá-las dos demais resíduos, mediante:
 - a) Criação de uma Central de Resíduos para o armazenamento dos resíduos descartados na universidade, com áreas específicas para cada tipo de material recolhido na coleta seletiva, de maneira a evitar a contaminação e proporcionar um armazenamento organizado.
 - b) Disponibilizar recipientes para coleta e armazenamento das lâmpadas fluorescentes. Sugere-se a adoção de caixas metálicas, pintadas com tinta automotiva na cor laranja, com portas que possam ser hermeticamente fechadas e providas em seu interior de um receptáculo para alojar um filtro de carvão ativado capaz de reter eventuais emissões de mercúrio em caso de quebra de lâmpada. Um exemplo consta representado pela Figura 10.

Figura 11 - Caixa para coleta ou armazenamento de lâmpadas tubulares com separador 500



Fonte: ECOHOPE.

- Responsabilidades, documentação e comunicação:
 1. A administração da universidade deve ser responsável por providenciar a seleção e contratação de empresa que possua condições técnicas e legais (licença de

operação para a realização de atividade potencialmente poluidora de descontaminação de lâmpadas fluorescentes, transporte e disposição junto ao órgão estadual competente). No caso da universidade pública, através do processo de licitação.

2. Atribuir à área ambiental dentro do *campus* a responsabilidade da implantação e supervisão da coleta seletiva das lâmpadas fluorescentes, bem como a fiscalização do contrato de prestação de serviço com a empresa de descontaminação e retirada das lâmpadas.
 3. Atribuir aos eletricitistas da universidade ou da empresa contratada, pessoas que executam a substituição das lâmpadas fluorescentes, a obrigatoriedade da reutilização das embalagens das lâmpadas como alternativa de acondicionamento destas, ao final de vida útil, no local de coleta.
 4. Atribuir ao pessoal da área ambiental dos *campus* a responsabilidade de recolher as lâmpadas descartadas nos locais de coleta e transportá-las, de forma cuidadosa, ou seja, embaladas individualmente e de modo que não aja quebra, até a central de resíduos, além de contabilizá-las.
- Treinamento e conscientização

A organização deve estabelecer, implantar e manter procedimento (s) para fazer com que seu pessoal esteja consciente: da importância de se estar em conformidade com a política ambiental e com os requisitos do SGA; dos aspectos ambientais significativos e respectivos impactos reais ou potenciais associados com seu trabalho; das suas funções e responsabilidades em atingir a conformidade com os requisitos do SGA; das potenciais consequências da inobservância de procedimento(s) especificado(s) (ABNT, 2015). Assim sendo, sugere-se:

1. Garantir o armazenamento correto das lâmpadas fluorescentes após uso mediante a adoção de um programa de fiscalização dessa estocagem.

2. Ministar aos envolvidos com a coleta seletiva das lâmpadas fluorescentes (almoxarife, eletricitas e usuários) treinamentos e palestras educativas que tenham os seguintes objetivos:
 - a) Orientação quanto à forma adequada de manuseio e acondicionamento das lâmpadas após uso.
 - b) Educação ambiental quanto ao impacto ambiental causado por resíduos de lâmpadas fluorescentes, às potenciais consequências da inobservância dos procedimentos de coleta especificados e os riscos que as mesmas representam à saúde e ao meio ambiente quando as lâmpadas não são descartadas com o devido cuidado.
- Comunicação

A organização deve estabelecer, implantar e manter procedimento(s) para a comunicação interna (colaboradores e prestadores de serviço) entre os vários níveis e funções da organização (ABNT, 2015). Assim sendo, sugere-se para a gestão em estudo:

1. Utilizar os meios de comunicação já existentes na Universidade para:
 - a) Divulgar amplamente o modelo de gestão das lâmpadas fluorescentes, para que haja conformidade entre os *campus* e sirva de exemplo de boas práticas para a comunidade.
 - b) Manter a facilidade de comunicação nos diversos níveis dos *campus* com a área ambiental da instituição, para o esclarecimento de procedimentos.
- Documentação e controle de documentos

A organização deve desenvolver e manter documentadas todas as informações pertinentes ao seu SGA. A organização deve estabelecer, implantar e manter procedimento para controle desses documentos (ABNT, 2015). Assim:

1. Criar uma padronização dos documentos para a gestão, ou seja, estabelecer a identidade visual dos padrões, estrutura da documentação, numeração, regras de elaboração, emissão, revisão e controle.
 2. Manter controle dos documentos e registros relacionados à gestão, referentes à aprovação quanto à sua adequação, análise, atualização, legibilidade e identificação.
- Controle operacional

A organização deve estabelecer, implantar e manter procedimentos documentados para controlar situações onde sua ausência possa acarretar desvios em relação à sua política e aos objetivos e metas ambientais, além de determinar critérios operacionais para os procedimentos (ABNT, 2015).

O GT de lâmpadas fluorescentes prevê, entre outros aspectos, a realização das atividades de fabricação, transporte, armazenagem, separação, acondicionamento, reciclagem, reutilização e destinação das lâmpadas de forma tecnicamente segura e adequada (ZAVARIZ *et al*, 2007). Assim sendo, sugere-se para a gestão em estudo:

1. Com relação à coleta e armazenamento:
 - a) Manter as caixas metálicas sugeridas anteriormente nos pontos de estocagem do *campus* e estabelecer recolhimento periódico das lâmpadas fluorescentes.
 - b) Transportar cuidadosamente as lâmpadas fluorescentes, em veículos próprios para resíduo perigos, e evitando os riscos de quebra, acondicionadas individualmente nas caixas de origem, até a central de resíduos do *campus*, dentro de caixas metálicas.
 - c) Armazenar adequadamente as lâmpadas fluorescentes na central de resíduos em caixas metálicas conforme sugerido anteriormente.
 - d) Estabelecer a quantidade máxima de lâmpadas fluorescentes que deverá ser armazenada até o seu descarte, devendo ser considerado o fato de que armazenar grandes quantidades de material tóxico resulta no aumento do potencial risco de contaminação dos outros resíduos, além da perda de espaço na central de armazenamento.

2. Com relação ao descarte:

- a) Contratar empresa especializada para descontaminação das lâmpadas na própria instituição, através de máquina portátil para descontaminação de lâmpadas fluorescentes, por ser um procedimento que, além de proporcionar maior segurança no processo de descarte deste resíduo, elimina o risco de quebra do material e contaminação do ar por gases nocivos durante o transporte até o receptor.
- b) Exigir que a empresa contratada (ou subcontratada) apresente Licença de Operação junto ao órgão ambiental estadual competente, para realizar as atividades de descontaminação de lâmpadas fluorescentes, transporte e disposição.
- c) Incluir o catador nesse sistema, pois a PNRS (2010) evidencia a importância dos catadores quando consideramos o ciclo de vida dos produtos com a ordem de prioridade na gestão. Nessa conjuntura, demonstra como o catador estar presente em todas elas. A exceção está apenas nas etapas de não geração e redução, condizentes às responsabilidades dos fabricantes dos produtos.

As cooperativas de catadores podem dar destinação final ambientalmente adequada para as lâmpadas fluorescentes da universidade a custos bem mais baixos do que empresas do setor, em algumas cooperativas basta apenas que o grande gerador providencie o transporte das lâmpadas até o local da cooperativa.

- Emergências

A organização deve estabelecer, implantar e manter procedimentos para identificar potenciais situações de emergência e potenciais acidentes que possam ter impacto (s) sobre o meio ambiente, e como a organização responderá a estes (ABNT, 2015). Assim sendo, sugere-se para a gestão em estudo:

1. Prover a Central de Resíduos com recursos necessários ao atendimento a emergência, além de preparar seu pessoal para o atendimento das mesmas, conforme a seguir:
 - a) Quando houver quebra acidental de uma lâmpada o local deve ser bem limpo por aspiração.

- b) Os cacos devem ser coletados de forma a não ferir quem os manipula. No contato com lâmpadas quebradas, é necessário o uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) adequados, a saber: máscara contra vapores de mercúrio, óculos de segurança, luvas, avental impermeável e calçado de segurança;
- c) Os resíduos da lâmpada quebrada devem ser colocados em embalagem estanque, que possa ser lacrada, a fim de evitar a contínua evaporação do mercúrio liberado, e deverá ter identificação de que se trata de lâmpada quebrada com mercúrio.
- d) O mesmo cuidado deve se ter com relação às lâmpadas que tiverem os pinos de contato elétrico quebrado, pois os orifícios resultantes nas extremidades da lâmpada permitem o vazamento do mercúrio para o ambiente.
- e) Encaminhar a embalagem contendo todo o material contaminado para empresa especializada e licenciada pelo órgão ambiental competente, para destinação ambientalmente correta do resíduo.

Verificação

- Monitoramento

Acompanhar a redução gradual do passivo, assim como a estruturação organizacional proposta.

- Não-conformidade e Ações corretivas

As não-conformidades deverão ser registradas e avaliadas para que o impacto monitorado seja minimizado ou eliminado com as devidas ações corretivas.

- Registros

Criar fichas de controle para cada *campus*, a fim de facilitar o controle operacional. Faz parte desses registros as atas de reuniões que deverão ser armazenadas com a administração do *campus*.

- Auditoria da Gestão de Lâmpadas

Auditoria interna: a administração do *campus* principal nomeará uma comissão para avaliar o SGA em todos os *campus*.

Análise Crítica

- Análise pela administração

Realizar reuniões semestrais junto ao setor de meio ambiente dos *campus* e administração superior (Reitoria e Pró- reitorias) a fim de avaliar o sistema. É importante avaliar a inclusão de novos impactos identificados ao longo da execução do plano e o seu monitoramento, assim como a exclusão daqueles já sanados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste trabalho constata-se que a Universidade não possui um sistema de gestão de resíduos e por esse motivo a gestão de lâmpadas fluorescentes não estão em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A Universidade possui um grande passivo de lâmpadas em fim de vida útil oferecendo riscos a saúde e ao ambiente devido ao mercúrio contido nesse material. Contudo, foi possível tomar conhecimento de um Plano de Gestão de Resíduos que está sendo elaborado em parceria entre a reitoria e a prefeitura dos *campus*.

Foi possível perceber ainda, que há pouca comunicação entre os *campus*, o que prejudica uma padronização dos processos de gestão, além do desconhecimento da real situação de cada um com relação ao passivo de lâmpadas.

Não foi viável a quantificação exata do passivo de lâmpadas em cada unidade, pois não há um controle efetivo em relação a isso. Todas as unidades lidam com dificuldade no armazenamento e na destinação adequada desse resíduo, portando, um quantitativo considerável em condições precárias de acondicionamento. Ainda assim, os objetivos do estudo foram alcançados, pois, foi possível identificar o passivo em todos os *campus*, diagnosticar a ausência de gestão e propor o plano de gestão para as lâmpadas fluorescentes da instituição.

A principal dificuldade da Universidade em relação à logística reversa de lâmpadas fluorescente hoje é o fato de o acordo setorial de lâmpadas não prever a destinação sem custos para o grande gerador. Diferentemente do gerador doméstico que pode levar seus resíduos para os pontos de coleta da Reciclos (Entidade Gestora), sem custos diretos, uma vez que o custo desse descarte já está sendo repassado ao consumidor final no preço das lâmpadas. O grande gerador necessita contratar empresa licenciada para a destinação deste resíduo. Com a crise econômica que a UERJ vem enfrentando nos últimos anos, o descarte correto de lâmpadas não tem sido priorizado.

Nesse momento a universidade vem obedecendo a uma tendência cada vez maior que é a substituição das lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de LED, o que aumenta a preocupação com relação ao descarte, pois essa transição vai elevar o número de lâmpadas fluorescentes descartadas.

O presente estudo trouxe uma retomada na conscientização desse problema por parte dos envolvidos. Observou-se, no decorrer da pesquisa, que algumas atitudes já começaram a

ser tomadas na intenção de melhorar os procedimentos de acondicionamento. Um exemplo disso é o acondicionamento das lâmpadas fora de uso no abrigo para resíduos químicos existente na UERJ Maracanã e a organização das lâmpadas que já ocupam o decimo segundo andar deste *campus*. Outras unidades que foram visitadas, como Resende e Caxias também se comprometerem em melhorar as condições em que as lâmpadas são armazenadas, enquanto aguardam uma destinação final adequada.

A proposta de modelo de gestão de lâmpadas fluorescentes apresentada, além de solucionar o passivo existente nos *campus*, poderá evitar que surjam novos passivos, evitar contaminação ambiental e humana, conscientizar a população acadêmica e a comunidade do entorno, bem como padronizar a gestão destes resíduos em todas as unidades da universidade. Além é claro, de atender a PNRS e a obrigatoriedade de logística reversa para este tipo de resíduo.

Como sugestão para pesquisas futuras sobre gestão de lâmpadas contendo mercúrio, fica a orientação para verificação de outras entidades, públicas ou não, tidas como grandes geradores, quanto à gestão desse resíduo, acompanhando inclusive a legitimidade das empresas que são contratadas para essa destinação.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2011. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2017.
- APLIQUIM BRASIL RECICLE. 2018. Disponível em: <<http://www.apliquimbrasilrecicle.com.br/>>. Acesso em: jan. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “NBR 10.004: Resíduos sólidos - classificação.” Rio de Janeiro, 2004, 71 p.
- . “NBR 12235 - Armazenamento de resíduos perigosos.” Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- . “NBR ISO 14001:sistemas de gestão ambiental - requisitos com orientações para uso.” Rio de Janeiro, 2015, 41p.
- BACILA, D.M.; FISCHER, K.; KOLICHESKI, M.B. “Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes.” Engenharia sanitária ambiental, v. 19, n. spe, p. 21-30, 2014.
- BAIRD, C. “Química ambiental.” Bookman, 844 p. , 2000.
- BARBIERI, J. C. “Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.” 3. ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BISINOTI, M.C.; JARDIM, W.F. “O comportamento do metilmercúrio no ambiente.” Química Nova, vol. 27, n. 4, 593-600, 2004.
- BRASIL. “Decreto n 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n 12.305, de 2 de agosto de 2010.” 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: nov. 2017.
- . “Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.” Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- . “Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.” Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 14 mar. 2018.
- . “Ministério de Minas e Energia. Portaria interministerial no 1.007, de 31 de dezembro de 2010.” Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/904396/Portaria_interminestral+1007+de+31-12-2010+Publicado+no+DOU+de+06-01-2011/d94edaad-5e85-45de-b002-f3ebe91d51d1?version=1.1>. Acesso em: nov. 2017.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. “Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável.” Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CANELA, M.C. “Determinação de mercúrio.” Campinas: UNICAMP, 1995.

CARTER, C.R.; ELLRAM, L.M. “Reverse logistics: a review of the literature and framework for future investigation.” *Journal of business logistics*, 19 (1), 85, 1998.

CESTARI, W.; MARTINS, C.H. “Política Nacional de resíduos sólidos e logística reversa de lâmpadas fluorescentes pós-consumo: estudo de caso.” *Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 11, n. 1, p. 29, 2016.

CONSUMO SUSTENTÁVEL E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS (COGERE). “O projeto.” Disponível em: <http://www.cogere.uerj.br/projeto.php>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

CORRÊA, H. L. “Gestão da rede de suprimentos: integrando cadeias de suprimento.” 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, L. T.; DAMAS, G. B.; BERTOLDO, B. “Mercúrio: da antiguidade aos dias atuais.” *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 4, p. 1010-1020, 2014.

CURI, D. “Gestão ambiental.” PEARSON EDUCATION DO BRASIL, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011., s.d.

ECOHOPE - coletores ecológicos. Disponível em: <<http://www.ecohope.com.br>>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

EICKHOFF, A.P.D.N. “Elementos traços em passivos ambientais de garimpo de ouro: uma avaliação da possibilidade de contaminação de solos, sedimentos, plantas e peixes em áreas de pisciculturas em Poconé e Alto Paraguai-MT.” Dissertação (doutorado). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2011.

ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (EPA). “Minamata Convention on Mercury. 2013.” Disponível em: <<http://www.epa.gov/international/toxics/mercury/mnegotiations.html>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY (ECHA). 2018. “Mercury - Scientific Properties.” Disponível em: <<https://echa.europa.eu/pt/brief-profile/-/briefprofile/100.028.278>>. Acesso em: ago. 2018.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ (FIEP). “Logística Reversa.” Disponível em: <http://www.fiepr.org.br/logisticareversa/>. Acesso em: 24 jan. 2017, s.d.

GADIA, G. C. M. L.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, M. A. “A logística reversa como instrumento de ação na garantia da sustentabilidade ambiental: análise das inovações trazidas pela política nacional de resíduos sólidos.” *Idea*, v. 2, n. 2, 2011.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. “Logística Reversa numa Empresa de Laminação de Vidros: um Estudo de Caso.” *Gestão & Produção*, v. 13, n. 3, p. 397-410, 2006.

GOOGLE DOCS - Apresenta ferramentas para a elaboração de documentos simultaneamente editáveis. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/docs/about/>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

GOOGLE EARTH - Localiza o endereço de várias localidades no mundo. Disponível em: <http://www.google.com.br/earth/index.html>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

JARDIM, W.F. *Ciência Hoje*, 41, 78, 1988.

JÚNIOR, W. A. D., e C. C. WINDMÖLLER. “A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes.” *Revista Química Nova na Escola*, n. 28, 2008.

LACERDA, L.D.; MALM, O. “Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas.” *Estudos Avançados*, 22 (63), 173-190, 2008.

LEITE, P. R.; BRITO, E.P.Z. “Reverse Logistics of Returned Products: Is Brazil Ready for the Increasing Challenge.” *BALAS Business association of Latin American studies*, São Paulo, 2003.

MAINENTI, D.R. “Globally Harmonized System e Meio Ambiente: uma análise crítica das fichas de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ) no território brasileiro sob a perspectiva da prevenção da poluição ambiental.” *Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Engenharia*, Rio de Janeiro, 2017.

MARCHI, C. M. D. F. “Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa.” *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, v. 1, n. 2, p. 118-135, 2011.

MATTAR, F. N. “Pesquisa de Marketing: metodologias, planejamento, execução e análise.” 2ª.ed. São Paulo: Atlas, 2v., v.2, 1994.

MENDES, L.A.A. “Diretrizes para implantação da gestão ambiental na Universidade do Estado do Rio De Janeiro - Campus Francisco Negrão De Lima.” 134 f. *Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental*, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MICARONI, R. C. C. M.; BUENO, M. I. M. S.; JARDIM, W. F. “Compostos de mercúrio, revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte.” *Química Nova*, v. 23, p. 487-495, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2648.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). “Portaria interministerial no 1.008, de 31 de dezembro de 2010.” Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139097/Portaria_Interministerial_nx_1008_2010.pdf/e6cab7cb-f58d-4aa9-9ce9-8a6028718759. Acesso em: nov. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: nov. 2017, 2014.

MORSE, J. “Approaches to qualitative – quantitative methodological triangulation, Nursing Research.” 40 (1), 1991, p. 120-132.

NEVES, J.L. “Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades.” Caderno de pesquisas em administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 2, 1996.

NUNES, F. S. “A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a destinação final das lâmpadas fluorescentes com mercúrio.” 2014.

PAK, K.R.; BARTHA, R. Appl. Environ. Microbiol., 64, 1013, 1998.

PARASURAMAN, A. “Marketing research.” New York: Addison-Wesley.Publisshing Co, 1991.

PEREIRA, A. L.; BOECHAT, C. B.; TADEU, H. F. B.; SILVA, J.T.M.; CAMPOS, P. M. S. “Logística reversa e sustentabilidade.” São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PHILLIPS. Disponível em: <<https://www.phillips.com/>>. Acesso em: nov. 2017, 2004.

PINTO, M. “Reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil é dificultada por rigidez na legislação sobre transporte do produto.” 2008.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS DE PILHAS, BATERIAS E LÂMPADAS (PGIRPBL). Belo horizonte, 2008. Disponível em: www.projetoreciclar.ufv.br_docs_cartilha_pgi_pilhas_baterias. Acesso em: nov. 2017.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. “Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização.” Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RAPOSO, C. “Contaminação ambiental provocada pelo descarte não controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil.” Tese de doutorado. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2001.

REBELATTO, P.H.; FAGUNDES, A.B.; PEREIRA, D.; BEUREN, F.H.; CAMPOS, D.B.; SILVA, M.C. “Sistemas de logística reversa em implantação no Brasil: Uma análise comparativa dos acordos setoriais de embalagens plásticas de óleos lubrificantes e lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.” Revista ESPACIOS, Vol. 37 (24), 2016.

RECICLOS. Disponível em: <<http://reciclos.ufop.br/>>. Acesso em: nov. 2017, 2015.

REVEILLEAU, A. C. A. “Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo de vida do produto.” Revista Internacional de Direito e Cidadania, n. 10, p. 163-174, 2011.

RODRIGUES, D.F.; RODRIGUES, G.G.; LEAL, J.E. & PIZZOLATO, N.D. “Logística reversa—conceitos e componentes do sistema.” Curitiba: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

SILVA, F.M.D. “Análise do descarte de lâmpadas fluorescentes na cidade do Recife.” 2010.

SILVEIRA, M. C. F.; MALDONADO, O. A. A.; CARVALHO, S. G. P.; SILVEIRA, J. L. “Benefícios ambientais e energéticos da utilização da tecnologia LED em Sistema de iluminação pública.” XVIII Congresso Brasileiro de Automática, Mato Grosso do Sul, p. 954-95, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR). “Acordos Setoriais: Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e Luz Mista. 2014.” Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/acordo-setorial-de-lampadas-fluorescentes-de-vapor-de-sodio-e-mercurio-e-de-luz-mista>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS). . “Portal da Saúde.” 2018. Disponível em: <<http://www.portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/1117-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/contaminantesquimicos/contaminantes-quimicos-linha1/16185-mercurio>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

SOUZA, K.R.; KERBAUY, M.T.M. “Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação.” Educação e Filosofia, v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.

STEIN, E.D.; COHEN, Y.; WINER, A.M. CRC Crit. Rev. Environ. Sci. Technol., 26, 1, 1996.

STOCK, J.R. “Reverse Logistics.” Oak Brook, IL:Council of Logistics Management, 1992.

TAUCHEN, J. A.; BRANDLI, L. L.; FEIX, R. D.; FRANDOLOSO, M. A., & BENDER, C. M. “Análise Qualitativa e Quantitativa das Práticas de Sustentabilidade das Instituições de Ensino Superior.” XI Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2009.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L. “A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário.” Gestão & Produção, v.13, n. 3, p. 503-515, set./dez., 2006.

TAUCHEN, J.A. Faculdade de Engenharia e Arquitetura - Programa de Pós-Graduação em Engenharia. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de Passo Fundo, 2007.

“THE TALLOIRES DECLARATION.” Disponível em: http://ulsf.org/programs_talloires.html. Acesso em: 23 Maio de 2018., 1990.

UNISINOS. Disponível em: <http://www.unisinis.br/>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). “Report of the intergovernmental negotiating committee to prepare a global legally binding instrument on

mercury on the work of its fifth session. 2013.” 2013. Disponível em: <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mercury/Documents/INC5/INC5_7asterix_final%20report_26%2008_e.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

—. “Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport.” UNEP Chemicals Branch, Geneva, Switzerland. Global Mercury Assessment, 2013.

UNIVERSIDADE DE BLUMENAU (FURB). “Gestão Ambiental - Preocupação com a qualidade ambiental. 2017.” Disponível em: <http://www.furb.br/web/1655/institucional/gestao-ambiental/apresentacao>. Acessado em: 30 de Junho de 2018, s.d.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO (UPF). Disponível em: <<https://www.upf.br/>>. Acessado em: 30 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). “Superintendencia de gestão ambiental.” Disponível em: <<http://www.sga.usp.br/acoes-da-sga/usp-recicla/>>. Acessado em: 30 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (UDESC). “Udesc lança novo programa e página na internet para reunir ações de sustentabilidade.” Disponível em: http://www.udesc.br/noticia/udesc_lanca_novo_programa_e_pagina_na_internet_para_reunir_acoes_de_sustentabilidade. Acessado em: 29 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ). 2018. Disponível em: <<http://www.uerj.br/>>. Acesso em: jan. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA). “DMA - Diretoria de Meio Ambiente.” Disponível em: <http://www.dma.ufla.br/site/>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Disponível em: <<http://ufsc.br>>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS). Disponível em: <<http://www.ufs.br/>>. Acesso em: nov. 2017, s.d.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). “Programas ambientais.” Disponível em: <<https://www.ct.ufrj.br/decania/programas-e-projetos/programas-ambientais>>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN). “Portal de meio ambiente da UFRN.” Disponível em: <<http://www.meioambiente.ufrn.br/>>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). “Gestão Ambiental da UFRGS.” Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sga>. Acesso em: 30 jun. 2018, s.d.

VIEGAS, S.F.; CABRAL, E.R. “Sustentabilidade na educação superior e cultura organizacional.” CODS- Coloquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade, v. 4, n. 1, p. 320-341, 2013.

WASSERMAN, J.C.; AMOUROUX, D.; WASSERMAN, M.A.V.; DONARD, O.F.X. *Environment Technology*, 23, 899, 2002.

YIN, R. K. “Estudo de caso: planejamento e métodos.” 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

ZANICHEL, C.; PERUCHI, I. B.; MONTEIRO, L. A.; JOÃO, S. A. D. S.; CUNHA, V. F. “Reciclagem de lâmpadas Aspectos Ambientais e Tecnológicos.” Pontifícia Universidade Católica de Campinas - Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologias - Faculdade de Engenharia Ambiental, 21p., 2004.

ZAVARIZ, C.; BORALLI, M.V.; ZIMMERMANN, S.M.; LOSSO, I.R.; SOBRAL, A.; ANTUNES, M.A.; JÚNIOR, E.L.G.; ROCHA, V.S.; BRANCO, J.C.; SILVA, M.A.M.; GOMES, F.T.; BANDEIRA, M.; MANFRIM, S.B.; LOPES, V.L.; SANTOS, W.R.; CARVALHO, S.A.; LUZ, V.M.; RIBEIRO, A.G. “Documento de recomendações a serem implementadas pelos órgãos competentes em todo o território nacional relativas as lâmpadas com mercúrio.” São Paulo, 22 p., 2007.

APÊNDICE A – Perguntas do questionário (continua)

Título: Gestão de Lâmpadas Fluorescentes nos Campus da UERJ

Nome da unidade:

1. Quem é responsável pela substituição de lâmpdas nesta unidade?

- Manutenção
 - Empresa contratada
-

2. Os técnicos utilizam equipamentos de segurança durante a substituição e transporte das lâmpadas?

- Não, não é necessario
 - Sim. Calçados e roupas apropriadas
 - Sim. Escada, mascara por conta do vapor de mercurio, calçados e roupas apropriadas
 - Sim, apenas equipamentos contra choque elétrico
-

3. Como as lâmpadas são armazenadas nesta unidade?

- Na área externa da unidade enquanto aguardam
 - Em almoxarifados sem embalagens
 - Embaladas individualmente e acondicionadas em recipientes apropriados
-

4. Quais riscos as lâmpads fluorescentes oferencem para a saúde e o ambiente?

- Não oferecem riscos
 - Oferecem riscos físicos como cortes por exemplo
 - Riscos físicos e químicos
-

5. Quantas lâmpdas esta unidade possui?

- Entre 1000 e 5000 lâmpadas
 - Entre 5000 e 10000 lâmpadas
 - Entre 10000 e 20000 lâmpdas
-

6. Qual é a media de substituição de lâmpdas e de quanto em quanto tempo?

- Até 1000 lâmpdas ao mês
 - Acima de 1000 lâmpadas ao mês
-

APÊNDICE A – Perguntas do questionário (conclusão)

7. Qual é a destinação dada as lâmpadas inservíveis?

- São direcionadas para o campus principal da UERJ
- São recolhidas por empresas especializadas para destinação final adequada
- São descartadas junto aos demais resíduos

8. O que fazer em caso de quebra de uma grande quantidade de lâmpadas?

- Recolher o material com vassoura e pá evitando corte, embrulhar em papel e colocar no lixo
- Realizar a limpeza da área usando equipamentos de proteção, colocar o material recolhido em recipientes fechados e resistentes evitando contaminação química e cortes e dispor para coleta de resíduos perigosos

9. Existe nas embalagens de lâmpadas ou por parte dos fornecedores, informações sobre o risco químico que as lâmpadas oferecem?

- Sim
 - Não
-

APÊNDICE B – Classificação de perigo da substância mercúrio

Conforme os critérios do Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) de classificação de perigos de produtos químicos, aprovado pela Organização das Nações Unidas, a substância mercúrio apresenta as seguintes propriedades, química e toxicológicas, descritas na Tabela 8:

Tabela 8 – Propriedades química e toxicológicas da substância mercúrio

	Corrosiva aos metais.
	Fatal se inalada.
	Capaz de danificar certos órgãos através da exposição prolongada ou repetida. Afeta a fertilidade e o feto
	Muito tóxica aos organismos aquáticos, com efeitos prolongados.

Fonte: ECHA, 2018.

Classificação de perigo para a substância mercúrio, segundo o GHS (ECHA, 2018):

Perigoso aos organismos aquático – Crônico – Categoria 1

Tóxico aos organismos aquáticos – Agudo - Categoria 1

Toxicidade para órgãos-alvo específicos – exposição repetida – Categoria 1

Toxicidade à reprodução – Categoria 1B

Toxicidade aguda (inalação) – Categoria 2



ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continua)

Estas recomendações refletem a conclusão das discussões feitas pelos integrantes do Grupo de Trabalho sobre Lâmpadas, denominado GT - Lâmpadas e não representa, necessariamente, a posição oficial dos órgãos públicos envolvidos. O documento dá recomendações desde a fabricação até o destino final dos produtos, perpassando pela quantidade de mercúrio utilizada por tipo de lâmpada, a forma de reciclagem, recuperação de mercúrio, a coleta, o transporte, a armazenagem, o manuseio e o descarte, inclusive doméstico, e que servirá de subsídio para adoção de procedimentos e regulamentações a serem implementados pelos órgãos competentes.

I. FABRICAÇÃO DE LÂMPADAS COM MERCÚRIO

Aplica-se às empresas que fabricam, armazenam, importam, exportam ou comercializam lâmpadas com mercúrio, conforme atividades desenvolvidas em seus estabelecimentos.

Recomendações:

- Substituir a tecnologia de utilização de introdução (injeção) de mercúrio líquido no tubo por outras tecnologias que permitem melhor controle de exposição na produção.
- Substituir o processo de diluição do pó fluorescente com solvents (à base de xilol, acetato de butila e etila, ou outros similares) por outros que utilizem água como solvente.
- Padronizar a quantidade de mercúrio por lâmpada, de acordo com tipo, tamanho e modelo.
 - lâmpadas fluorescentes compactas: não exceder a 5 mg/lâmpada.
 - lâmpadas fluorescentes simples de halofosfato: não exceder 10 mg/lâmpada.
 - lâmpadas trifosfato de vida média normal: não exceder 5 mg/lâmpada
 - lâmpadas trifosfato de vida média longa: não exceder 8 mg/lâmpada
- Produzir lâmpadas fluorescentes tubulares que não excedam 1,50 m de comprimento, em função dos riscos no manuseio, fabricação, transporte e reciclagem.

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- Imprimir de forma visível no corpo da lâmpada: o nome do fabricante, o valor quantitativo de mercúrio e a advertência: “não quebre: contém elemento tóxico”, visando à orientação ao consumidor.
- Utilizar caixas para embalar as lâmpadas por unidade. Mantê-las dispostas em pallets e de forma segura, sempre minimizando os risco de acidente.
- Providenciar para que as embalagens contenham informações em destaque e facilmente legíveis relativas ao risco do mercúrio e os cuidados a serem adotados em caso de quebra accidental.
- Acondicionar as lâmpadas defeituosas (refugo) em embalagens resistentes, que não possibilite a evaporação do mercúrio, corretamente empilhadas e em local específico, dotado de ventilação eficiente.
- Adotar os mesmos procedimentos e as mesmas medidas de proteção previstas para as empresas de reciclagem, no tratamento dado às lâmpadas reprovadas no processo de produção ou quebra accidental.
- Realizar processo de purificação/destilação/recuperação do mercúrio em local adequado, específico para o desenvolvimento seguro dessa atividade e isolado dos demais setores de produção.
- Impermeabilizar os pisos, paredes e teto dos locais de trabalho, onde exista mercúrio, com produtos que impeçam a impregnação e a penetração de mercúrio.
- Tomar todas as medidas necessárias para impedir que cápsulas e amalgamas fiquem espalhadas pelas bancadas ou pelo chão durante o processo produtivo.
- Monitorar a temperatura ambiente dos setores de produção de lâmpadas a fim de assegurar conforto térmico aos trabalhadores.
- Dotar as máquinas e equipamentos que utilizem mercúrio, de um sistema de ventilação local exaustora eficiente, com recuperação de mercúrio e com filtros de retenção devendo os efluentes gasosos do sistema referido ser monitorados permanentemente, antes do lançamento no meio ambiente.
- Realizar monitoramento constante de mercúrio do ar ambiente e das possíveis emissões através de fontes e de pontos de escape, nos locais de trabalho e em todos os ambientes sujeitos à contaminação. Adotar medidas imediatas de eliminação do risco.

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- Monitorar também o mercúrio do entorno da empresa abrangendo inclusive o período de inverno, para fins de avaliação de qualidade do ar da região. O solo da área da empresa, bem como as águas utilizadas devem ser monitoradas sendo que a amostragem, coleta e procedimentos deverão obedecer às normas estabelecidas pelos órgãos competentes.
- Fornecer informações por escrito e treinar os trabalhadores sobre os procedimentos corretos a serem adotados com relação ao risco existente em todas as atividades nas quais ocorre a manipulação de mercúrio ou de produtos contendo mercúrio.
- Submeter os efluentes líquidos e os resíduos sólidos a processo de descontaminação do mercúrio seguindo a orientação dos órgãos competentes.
- Encaminhar todo e qualquer produto contaminado, tais como dispositivos de retenção de mercúrio, resíduos das impurezas do mercúrio e outros para a devida descontaminação em empresas especializadas e licenciadas pelos órgãos ambientais competentes.
- As empresas importadoras de lâmpadas devem adotar todos os procedimentos previstos para as empresas fabricantes e as de reciclagem com relação às lâmpadas com mercúrio.

II. TRANSPORTE DE LÂMPADAS COM MERCÚRIO

Os cuidados e procedimentos para o transporte e o acondicionamento das lâmpadas usadas são de responsabilidade solidária da empresa fabricante, importadora, remetente e daquela que realiza o deslocamento.

Recomendações:

- Realizar o transporte por meio de veículo fechado, com a advertência externa “transporte de produto perigoso – lâmpadas contendo mercúrio”.
- Dotar o veículo utilizado no transporte de rótulos de risco e painéis de segurança específicos.
- Acondicionar os recipientes no veículo de transporte de maneira a evitar o deslocamento e/ou ruptura das lâmpadas.

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- Afixar junto à nota fiscal de transporte uma nota de instrução que deve ser lida pelos responsáveis pelo serviço de transporte antes da saída da carga e observadas durante todo o percurso até o destino final. As pessoas envolvidas com o transporte devem ser devidamente capacitadas e submetidas a atualizações regulares em relação à segurança para o manuseio das lâmpadas devido ao risco à saúde e ao meio ambiente que o mercúrio representa em função de sua alta toxicidade.
- Transportar lâmpadas com mercúrio ou produtos contaminados com mercúrio, somente se estiverem adequadamente classificados, embalados, rotulados, sinalizados e com declaração emitida pelo expedidor constante em documentação de transporte e nas condições regulamentares exigidas.
- Transportar lâmpadas inservíveis em separado de quaisquer outros resíduos ou lixo e em veículos destinados para esta finalidade.
- Considerar as lâmpadas novas comercializadas como produto que contém elemento tóxico e tomar os mesmos cuidados definidos para o transporte das lâmpadas usadas.

III. ACONDICIONAMENTO DE LÂMPADAS COM MERCÚRIO

Recomendações quanto ao acondicionamento:

- Embalar individualmente as lâmpadas inservíveis (usadas), sem danos aparentes e colocá-las preferencialmente em suas embalagens originais, mantendo-as intactas e protegidas contra eventuais choques que possam provocar a sua ruptura, e armazená-las em local seco.
- Acondicionar as lâmpadas embaladas individualmente, em recipiente portátil ou caixa resistente apropriados para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas.
- Efetuar o acondicionamento de lâmpadas quebradas ou danificadas, separadamente das demais, em recipientes hermeticamente fechados resistentes à pressão, revestido
-

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

internamente com saco plástico especial para evitar sua contaminação, e com a informação de que se trata de lâmpada quebrada com mercúrio.

- Realizar o manuseio de lâmpadas quebradas (casquilhos), somente com uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) adequados, tais como, máscara para mercúrio, luvas, avental impermeável e calçado de segurança, em todas as fases de movimentação dos produtos, recolhimento, armazenamento e transporte.
- Alertar o consumidor sobre o risco de contaminação por mercúrio que está associado à quebra do tubo de descarga ou ampola, ou dos danos nas extremidades da lâmpada, situações nas quais ocorrerá o escape e evaporação de mercúrio do tubo e conseqüente contaminação humana e ambiental.
- Orientar o consumidor também para, no caso de quebra acidental de lâmpada, providenciar a coleta imediata, limpeza local e a abertura de portas e janelas para a circulação do ar. As gotas de mercúrio devem ser recolhidas com seringa (sem agulha) ou folha de papel, evitando contato manual com o produto, e colocadas em recipiente de plástico resistente, o qual deverá ser fechado hermeticamente. Os fragmentos devem ser coletados de forma a não ferir quem os manipula e colocados em embalagem, e ser lacrada, a fim de evitar a evaporação do mercúrio. Os sacos plásticos contendo as partes de lâmpadas quebradas deverão ser colocados em caixas de papelão resistente de modo a evitar o risco de acidente com ferimento.

IV. RECOLHIMENTO E ARMAZENAGEM PÓS-COLETA DE LÂMPADAS COM MERCÚRIO

As recomendações que se referem a este item estão a seguir especificadas:

- Cabe aos fabricantes e importadores:
 - a) Recolher as lâmpadas de sua fabricação ou importação depositadas nos estabelecimentos comerciais e postos de coleta;

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- b) Responsabilizar-se pela reciclagem e destinação adequada, de acordo com a legislação sanitária e as melhores práticas para controle da poluição ambiental;
 - c) Recolher as lâmpadas devidamente identificadas pelo fabricante, conforme especificado neste documento, no mesmo tipo de veículo que efetua a distribuição e de acordo com os mesmos critérios constantes no item sobre transporte.
- Cabe aos importadores:
 - a) Importar somente lâmpadas com a devida identificação do fabricante e sua origem;
 - b) Responsabilizar-se pela reciclagem e destinação adequada dos resíduos no mesmo volume de lâmpadas que distribuiu;
 - c) Comprovar devidamente a importação e a destinação das lâmpadas, através de documentos, e mantê-los a disposição dos órgãos fiscalizadores.
 - Cabe aos comerciantes e postos de coleta de lâmpadas:
 - a) Aceitar dos usuários, como depositários temporários, a devolução das unidades usadas para seu posterior recolhimento por seus fabricantes ou importadores, ficando proibida a sua posterior destinação como lixo comum;
 - b) Acondicionar adequadamente as lâmpadas recebidas na forma do item anterior armazenando-as de maneira segregada, obedecidas as normas ambientais e de saúde pública pertinentes, bem como as recomendações definidas pelos fabricantes ou importadores, até o seu repasse a estes últimos;
 - c) Dispor em locais visíveis de coleta dos estabelecimentos comerciais e dos postos de coleta, os recipientes contendo informações que alertem e despertem a conscientização do usuário sobre a importância e necessidade do correto destino das lâmpadas usadas e os riscos que representam à saúde e ao meio ambiente, quando não tratados com a devida correção.

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- Cabe aos usuários:
 - a) Devolver as lâmpadas após uso, aos comerciantes ou postos de coleta, acondicionadas conforme estabelecido no presente documento.
- Cabe a todos a responsabilidade pelas lâmpadas com mercúrio, enquanto estiver com a guarda do produto (fabricação, transporte, uso, armazenamento, reciclagem e destinação), não excluindo co-responsabilidades cabíveis.

V. RECICLAGEM

As recomendações relativas à reciclagem são as seguintes:

- Todo e qualquer procedimento de reciclagem de lâmpadas deve ser feito por empresa legalmente constituída, licenciada por órgão competente, e inscrita no Cadastro Técnico Federal do Ibama, além de consolidada em imóvel edificado em endereço fixo.
- Prover as áreas de armazenamento e reciclagem de lâmpadas de pisos, paredes e teto impermeabilizados, com produtos que impeçam a impregnação e a penetração de mercúrio.
- Fica proibida a realização de quebra ou tratamento de lâmpadas contendo mercúrio em unidades móveis, seja em veículo ou similares ou quaisquer meios passíveis de deslocamento para a realização deste tipo de atividade.
- Manter as lâmpadas recebidas para reciclagem em local específico para tal finalidade, coberto e dotado de sistema de ventilação.
- Enclausurar todos os procedimentos realizados na reciclagem, de modo a impedir emissões fugitivas de mercúrio, dotados de sistema de ventilação local exaustora eficiente, com dispositivo de captura e coleta do mercúrio e tratamento do ar emitido na atmosfera.

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

- Descontaminar as poeiras fosforadas e demais particulados retirados do interior das lâmpadas, bem como as partes metálicas retiradas das lâmpadas submetendo a processo fechado de descontaminação, por meio de aquecimento suficiente para a total evaporação do mercúrio ali contido, com recuperação e engarrafamento do mesmo em recipiente apropriado, antes da destinação adequada.
- Acondicionar todo o mercúrio recuperado em recipientes de metal que não se amalgama com mercúrio, nem deteriore e ter fechamento hermético.
- Armazenar adequadamente os resíduos gerados, até a destinação adequada.
- Submeter as águas utilizadas no processo a tratamento de descontaminação, antes do lançamento no meio ambiente mantendo monitoramento permanentemente nas mesmas.
- Os efluentes lançados em qualquer curso d'água e no meio ambiente não devem conter teores detectáveis de mercúrio.
- Previamente ao tratamento de descontaminação, todos os produtos contaminados devem ser acondicionados separadamente em recipientes hermeticamente fechados, e armazenados temporariamente em local específico para este fim, inclusive os lotes com lâmpadas quebradas.
- Manter os comprovantes de destinação do material gerado na reciclagem, contendo tipo, peso, volume e endereços do receptor, à disposição dos órgãos de fiscalização e controle.
- Os materiais provenientes da reciclagem, para serem reaproveitados, devem ser processados até remoção do mercúrio e monitorados através de testes de controle de qualidade, com metodologia que evite perdas na manipulação da amostra, sendo necessária à amostragem de todos os lotes a serem encaminhados para terceiros.
- A empresa recicladora deve emitir e encaminhar laudo da análise quantitativa do mercúrio dos lotes encaminhados aos receptores destes resíduos, comprovando a descontaminação dos materiais.
- As empresas recicladoras de lâmpadas com mercúrio devem realizar avaliação semestral para monitoramento de mercúrio no ar dos locais de trabalho e do entorno da empresa abrangendo o período de inverno para fins de avaliação de qualidade do ar da região. O solo da área da empresa, bem como as águas utilizadas devem ser monitoradas sendo que a

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (continuação)

amostragem, coleta e procedimentos deverão obedecer às normas estabelecidas pelos órgãos competentes.

VI. DESTINAÇÃO

Recomendação:

- Fica vedada a disposição final das lâmpadas de mercúrio em aterros sanitários, lançamento in natura, aterramento ou a processo de queima ou incineração, devendo as mesmas ser destinadas para reciclagem.

VII. DISPOSIÇÕES GERAIS

Os valores para níveis de mercúrio no ar nos locais de trabalho previstos na legislação brasileira estão totalmente defasados. Embora nenhum valor limite para vapores de mercúrio no ar seja seguro, devem ser adotados minimamente os valores internacionais recomendados pelos órgãos mundialmente reconhecidos, desde que não resultem em contaminação ou alterações à saúde dos expostos.

- Valor Limite de Tolerância de $0,025 \text{ mg/m}^3$ de ar para jornada normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais (adotado pela ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hyienists).
- Limite Teto de $0,1 \text{ mg/m}^3$ de ar. Este valor não pode ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho (adotado pela OSHA – Occupational Safety and Health Administration).

ANEXO 1 – Recomendações relativas as lâmpadas com mercúrio (conclusão)

- Todos os locais em que se realizam quaisquer procedimentos com mercúrio, material contaminado ou produtos contendo mercúrio devem ser objetos de avaliação ambiental de mercúrio no ar, inclusive os possíveis pontos de escapamento de mercúrio, que se detectados deverão ser imediatamente sanados.
- As empresas importadoras, exportadoras, armazenadoras e grandes comercializadoras de lâmpadas com mercúrio deverão realizar avaliação de mercúrio no ar dos ambientes nos quais existam lâmpadas rompidas.
- As medidas de proteção coletiva adotadas devem assegurar a inexistência de mercúrio no ar nos locais de trabalho, bem como, de níveis de mercúrio urinário ou alterações a saúde dos expostos e das pessoas das áreas de influência do processo.
- Deve ser garantido pelos empregadores o uso de equipamentos de proteção individual - EPI's adequados para o desempenho seguro da atividade desenvolvida pelo empregado. Além do fornecimento do uniforme o empregador é responsável pela descontaminação e higienização do mesmo.
- As empresas fabricantes, importadoras e recicladoras de lâmpadas com mercúrio devem preencher o Cadastro Técnico Federal do IBAMA. Os demais órgãos públicos interessados podem solicitar ao IBAMA informações referentes a este Cadastro Técnico Federal.
- Cabe aos fabricantes e importadores de lâmpadas contendo mercúrio realizar campanhas informativas/educativas, em rede nacional, a respeito da cadeia de responsabilidade, dos riscos e cuidados a serem adotados pelos usuários. As campanhas devem ser submetidas à apreciação dos órgãos competentes, do meio ambiente e saúde.

Fonte: Adaptado de Zavariz *et al.*, 2007.

ANEXO 2 – Última cotação para o descarte de lâmpadas



613571

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
A/C de Marcelo Lima

Proposta Comercial

Proposta que faz a empresa Apliquim Brasil Recycle Materiais Recicláveis Ltda., inscrita no CNPJ 03.299.417/0001-95, Inscrição Estadual 253.912.857, estabelecida na RUA BRASÍLIA, 85 – BAIRRO TAPAJÓS – CEP 89130-000 - INDAIAL/SC para prestação de serviço de coleta, armazenamento, transporte, descontaminação de lâmpadas usadas-inteiras e recuperação de mercúrio.

Proposta Comercial			
Especificações	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Coleta, transporte, descontaminação e descarte final ambientalmente adequado de lâmpadas inteiras.	10.000	R\$	R\$ 7.900,00
Coleta, transporte, descontaminação e descarte final ambientalmente adequado de lâmpadas quebradas.	Kg	R\$ 10,00	R\$
Coleta, transporte, descontaminação e descarte final ambientalmente adequado de reatores.	Und.	R\$ 2,20	R\$
TOTAL FECHADO			R\$ 7.900,00

- O faturamento é efetuado após contagem das lâmpadas e definição dos tipos coletados, mediante emissão de NF e boleto com vencimento ou depósito bancário para 21 dias, após a emissão.
- Após o envio da solicitação de coleta o CONTRATANTE possui o prazo máximo de 24 horas, para efetuar o cancelamento da mesma, se assim achar necessário, sem nenhum ônus. Caso o cancelamento ocorra após esse período, será cobrado o valor do Faturamento Mínimo acima.
- Em caso de atraso no pagamento da N'F será cobrado multa de 2% no valor total da fatura e juros de 2% ao mês.
- Prazo para execução dos serviços de 30 dias.
- Contato: Carina Ribeiro Pereira - comercial18@apliquimbrasilrecycle.com.br;
- Dados bancários: Caixa Econômica Federal (104) Agência: 1544 Operação: 003 CC: 2570-0.

Porto Alegre, 21 dezembro de 2017.

Carina Ribeiro Pereira
Carina Ribeiro Pereira
Agente de Vendas
714.386.020-49

