

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL  
DE ESTUDO NO DESCARTE DE LÂMPADAS  
FLUORESCENTES**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Rita de Cássia Ferreira**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2008**

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL DE ESTUDO  
NO DESCARTE DE LÂMPADAS FLUORESCENTES**

**por**

**Rita de Cássia Ferreira**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de  
Pós-Graduação em Educação Ambiental  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Educação Ambiental.**

**Orientador: Prof. Dr. Jorge O. Cuéllar Noguera**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2008**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Especialização

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL DE ESTUDO NO  
DESCARTE DE LÂMPADAS FLUORESCENTES**

elaborada por  
**Rita de Cássia Ferreira**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Educação Ambiental**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Jorge O. Cuéllar Noguera (UFSM)  
(Orientador)**

---

**Prof. Dr. Djalma Dias da Silveira (UFSM)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Damaris Kirsch Pinheiro (UFSM)**

**Santa Maria, 03 de outubro de 2008**

## Agradecimentos

Este trabalho foi concluído graças ao auxílio de algumas pessoas, e é a essas pessoas que dedico, como forma sincera de agradecimento, e faço constar nesta página.

Aos professores do curso de pós-graduação, pela transmissão de conhecimentos e vivências.

Ao Prof. Jorge Orlando Cuéllar Noguera, meu orientador, pelas informações e contribuição na elaboração desta monografia.

Aos meus colegas de trabalho, Batista Roi Cruz Rodrigues, Emerson Cristiano Rodrigues Santos e Lia Regina Lopez Machado, pelo alcance de material de pesquisa..

A Arion Acauã, responsável pela montagem das figuras do trabalho.

Ao Nédio Moisés Máito, pelo auxílio na estruturação desta monografia.

A Marileida Fagundes Bertoldo, colega de trabalho e de especialização, no auxílio e apoio dado na apresentação prática realizada na escola escolhida e pelo incentivo dado para a apresentação, como forma de divulgação deste trabalho em outra instituição de ensino

A Flávia Meneghini dos Santos, amiga, por toda a ajuda na montagem da apresentação na Escola Rômulo Zanqui, na pesquisa e estruturação desta monografia.

Aos meus pais, por me fazerem perceber ao longo desta minha existência, o quão importantes somos, pelo discernimento e que existe uma grande força que nos impulsiona para o nosso polimento e crescimento interior.

E o meu especial agradecimento a Adriana e a Dehirianne, duas grandes amigas, pela paciência, carinho, disponibilidade e incentivo, sempre demonstrado.

Diante do grau de conscientização das sociedades atuais no que diz respeito à questão ambiental e das reações que esta questão tem suscitado nas populações, seria difícil para um recém-chegado ao planeta entender o quadro de degradação da atualidade, decorrente das formas de produção e consumo da sociedade.  
(FIGUEIREDO, 1995)

## **RESUMO**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental  
Universidade Federal de Santa Maria

### **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO VARIÁVEL DE ESTUDO NO DESCARTE DE LÂMPADAS FLUORESCENTES**

AUTORA: RITA DE CÁSSIA FERREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. JORGE O. CUÉLLAR NOGUERA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 03 de outubro de 2008.

A fabricação de produto, independente do método, produz impactos positivos e negativos. E o grande desafio atual, do poder público e da sociedade em geral, é apresentar e determinar de forma crítica as ações que podem efetivamente resolver o problema dos resíduos sólidos e oferecer máxima segurança para o ambiente, sem deixar problemas para serem resolvidos pelas gerações futuras. Infelizmente, a maioria das pessoas desconhece o que pode acarretar o consumo desenfreado de produtos, crescendo assim o acúmulo e o descarte inadequado de materiais, que contribuem com a poluição e com o aumento de áreas de lixões e aterros sanitários. Busca-se, com a educação ambiental, uma forma de levar informações referentes a lâmpadas fluorescentes que, quando descartadas de forma inadequada, causam grande contaminação do solo, das águas e do ar, vindo a causar danos à saúde humana. Uma lâmpada fluorescente quando quebra libera vapor de mercúrio, que se condensa no ar e retorna ao estado metálico. O mercúrio por ser mais pesado que o ar, cai no solo, contaminando o subsolo e lençóis freáticos. Conscientizar e sensibilizar seriam as palavras de ordem, pois o meio ambiente precisa ser preservado para que a qualidade de vida seja garantida. Esta pesquisa teve como objetivo levar as informações coletadas, referentes à composição e ao manuseio de lâmpadas fluorescentes, bem como os danos que causam quando descartadas de forma inadequada, a um maior número de pessoas e principalmente aos alunos da Escola Estadual Rômulo Zanzi, por estarem ligados a uma prática de recolhimento de lâmpadas na região onde está localizada a escola, no Bairro João Goulart, Santa Maria, RS, Brasil.

Palavras-chave: descarte inadequado; lâmpadas fluorescentes; educação ambiental.

## **ABSTRACT**

Specialization Monograph  
Environmental Education Post-Graduation Program  
Federal University of Santa Maria

### **THE ENVIRONMENTAL EDUCATION AS STUDY VARIABLE IN DISCARDING FLOURESCENT LAMPS**

AUTHOR: RITA DE CÁSSIA FERREIRA  
ADVISER: PROF. DR. JORGE ORLANDO CUÉLLAR NOGUERA  
Date and Place of Defense: Santa Maria, October, 2008.

The manufacturing of products. Regardless the chosen method produces positive or negative impacts. And the great challenge, at this moment, to the public authorities and the society as a whole, is to present and determinate in a critical way which actions can effectively solve the solid waste matter and, aiming to provide maximum safety for the environment. Unfortunately, most people does not know the consequences of unbridled product consuming. Thus increase the accumulation and inadequate discarding of material, which contributes to pollution and the growth of landfills and sanitation, earth banks. It is sought, through Environmental Education, a manner of conveying information about fluorescent lamps, which, when discarded in an inadequate way, cause high soil, water and air contamination, leading to human health damage. One fluorescent lamp, when it breaks, releases mercury vapor, which condensates in the air and returns to its metallic state, and mercury, being heavier than air, collapses to the ground, thus contaminating the underground and water tables. To make one conscious and sensitive would be mandatory words, because the environment needs to preserved in order to guarantee life quality. This research had as goal to convey the collected information, which is about the handling and compound of fluorescent lamps, as well as the damage they cause when they are not properly discarded, to a greater number of people, and mainly to the students who attend to Escola Estadual Rômulo Zankui, for they are bound to a lamp gathering practice in the area where the school is located, at Bairro João Goulart, in Santa Maria, RS, Brazil.

Keywords: inadequate discarding, fluorescent lamps, environmental education.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- .....	26
FIGURA 2 - .....	27

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO “A” – A.....	21
ANEXO “B” - .....	29
ANEXO “C” - .....	29

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1-.....	23
QUADRO 2-.....	31
QUADRO 3-.....	31

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	06
<b>ABSTRACT</b> .....	07
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	08
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	09
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	10
<b>SUMÁRIO</b> .....	10
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Problemas e Justificativas.....	12
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivo Específico.....	14
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	17
2.1 Resíduos.....	17
2.1.1 Histórico.....	17
2.1.2 Definição.....	18
2.1.3 Classificação dos resíduos.....	21
2.1.4 Impactos da incineração de resíduos.....	23
2.2 Iluminação.....	25
2.2.1 Histórico.....	25
2.2.2 Importância da boa iluminação.....	25
2.3 Lâmpadas.....	26
2.3.1 Definição.....	26
2.3.2 Classificação.....	26
2.4 Lâmpadas de Vapor de mercúrio.....	30
2.4.1 Definição.....	30
2.4.2 Elementos constituintes das Lâmpadas Fluorescentes.....	32
2.4.3 Características físico-químicas dos elementos.....	32
2.5 Legislação.....	37
2.6 Educação Ambiental.....	39
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	41
3.1 Conceitos iniciais.....	41
3.2 Desenvolvimento.....	42
3.3 Resultados.....	44
3.4 Ciclo proposto.....	45
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50

<b>6. ANEXO A</b> .....	54
<b>7. ANEXO B</b> .....	55
<b>8. ANEXO C</b> .....	56

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Resíduos**

Os resíduos são substâncias simples ou compostas, potencialmente nocivas ao meio ambiente por sua dificuldade de degradação ou capacidade de provocar efeitos de caráter cumulativo, entre as quais, pesticidas, substâncias contaminadas, explosivas, radioativas e outras resultantes de atividades industriais, comerciais, agrícolas e residenciais classificadas de acordo com a NBR 10004 (ABNT,2004).

#### **2.1.1 Histórico**

O homem nômade já deixava determinados resíduos quando abandonava o local onde estava por escassez de alimento. Este é o primeiro fato que se tem de geração de resíduos. Ao produzir peças, produto dos mais variados, para promover seu conforto, desenvolveu hábitos como construção de moradias, cultivo de alimentos, criação de animais, embora não havia ainda se constituído em um problema mundial. Com o advento da revolução industrial, a geração de resíduos começou a ser impulsionada em um ritmo acelerado de produção de materiais, mas isso não causou nenhuma preocupação, pois o que estava importando era o desenvolvimento e não suas conseqüências.

Entretanto, a partir da metade do século XX, a humanidade passou a preocupar-se com o planeta visando garantir um nível satisfatório de qualidade de vida urbana, introduzindo procedimentos no destino dos produtos, matérias, peças e embalagens.

Em 1830, surgiu no Rio de Janeiro a primeira postura da Câmara Municipal, referente a limpeza urbana que era realizada por escravos, prevendo sanções, pois os resíduos gerados eram jogados nas ruas, nas praias, lagoas e rios (COMLURB, 2003).

Segundo a Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro – COMLURB (2003), os resíduos começaram a ser transportados para um local mais distante das residências na década de 40, por pequenos caminhões, criando-se assim um sistema de transferência de resíduos, que evoluiu muito desde a sua implantação. Não

obstante, precisa ainda de um aprimoramento, para que atenda a realidade dos municípios brasileiros.

Quando se aborda a questão dos resíduos (lixo), observa-se uma clara satisfação do cidadão gerador quando estes são coletados e removidos rapidamente de sua residência e do local de trabalho, pois saindo de suas vistas, o problema parece estar resolvido. Essa já era uma preocupação tempos atrás e continua a ser até os dias de hoje, conforme a afirmação de LIMA (2005, p. 16). E o autor vai mais além à sua afirmação:

Ora, o desconhecimento do que ocorre no instante posterior à coleta é exatamente o ponto chave da questão dos resíduos, é neste instante posterior que se iniciam todos os grandes problemas que afetam a qualidade de vida do próprio cidadão gerador. Portanto, cada vez mais se faz necessário criar um sistema de informação, divulgação e capacitação eficaz, capaz de mobilizar o cidadão gerador e induzi-lo a participar de todos as etapas do processo de manejo e tratamento de seus resíduos. Sua participação efetiva se faz necessária ainda, como forma de fiscalizar o uso das grandes somas de recursos que são gastas diariamente no manejo e tratamento dos resíduos, sem a esperada efetividade (LIMA, 2005, p.16).

### 2.1.2 Definição

Denomina-se lixo os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Normalmente, apresentam-se sob estado sólido, semi-sólido, semi-líquido (com conteúdo líquido insuficiente para que este possa fluir livremente), segundo a NBR 10004 (ABNT,2004).

O homem tem como resultado da sua capacidade de transformar os recursos naturais, o lixo, que é variável de acordo com o estilo de vida, de nível de riqueza, de grau de instrução, grau de urbanização e industrialização das sociedades urbanas, como observa (Ibid., p.17) e considerando que esta capacidade de produzir resíduo é sistêmica em relação ao tempo, pode-se inferir que existe uma relação direta entre a atividade diária do homem e a proporção de resíduos, o que significa dizer que a dinâmica mostra que para cada atividade do ser humano há uma quantidade correspondente de lixo sendo produzido diariamente. Desta idéia conclui-se que o fenômeno da produção de lixo pode ser avaliado pelo comportamento cultural dos seres humanos, inclusive pode-se estabelecer uma formulação numérica sobre esta relação, denominada de produção per capita, que ficaria expressa em kg de lixo/habitante/dia.

Ainda o autor (Ibid., p. 18) menciona que “a produção de resíduos tenderá a crescer indefinidamente com a evolução do homem”, e acrescenta, comentando de

forma comparativa, o lixo como matéria e energia, pode-se dizer que sua produção encerra um elevado grau de desordem, demonstrado pela diversidade de materiais que compõem o lixo e pelo desperdício de matéria prima que ele representa.

Na física, entropia é explicada como a medida do grau de desordem de um sistema. A forma como o lixo é produzido, resultado do comportamento humano, é, por natureza, um processo entrópico ou desordenado. Nesse sentido o autor, (Ibid., p. 19), comenta que, de modo análogo, quando os resíduos são lançados diretamente no meio ambiente, sem manejo e tratamento adequados, pode-se inferir o alto grau de desordem causado por esse ato, demonstrado, pelos impactos ambientais negativos, provando que através de manejo inadequado do lixo o homem pode alterar significativamente o meio em que ele vive. Pode-se afirmar que ao longo da existência humana sempre se estará transformando matéria em resíduos e sendo esse resultado negativo, o da transformação, estará aumentando o grau de desordem, entropia do meio, e perdendo cada vez mais a qualidade de vida necessária à nossa espécie.

Observando que a taxa de produção de resíduos tende a aumentar com o decorrer do tempo, pode-se inferir que a natureza, em particular a biosfera, está sofrendo transformações irreversíveis e caminha, rapidamente, para um estado de máxima desordem ou elevado grau de entropia, ou seja, as transformações irreversíveis conduzem o processo de degradação para uma desordem sempre crescente, sendo este um fato preocupante, posto que, os meios alvos tem limitações físicas, podendo perder sua capacidade natural de restabelecimento, auto-depuração, tornando-se inóspitos e impróprios à vida (LIMA 2005, p. 19).

Mas nem tudo é problema, é necessário disposição para apresentar soluções e uma delas pode ser obtida pela organização da origem e do destino final, ou melhor, pela redução do grau de desordem, que pode ser alcançado pela sistematização e ordenação do processo de produção de resíduos.

Outros autores relacionam a produção de resíduos ao crescente aumento populacional, ao aumento de consumo e a crescente industrialização.

A questão da produção de resíduos, se bem analisada, está relacionada à explosão demográfica e a intensidade do processo de industrialização. O processo de industrialização, na produção de resíduos é mais preocupante, por estar associada a geração de riquezas e de poder. Podendo afirmar que sua inversão é quase impossível, caso não haja uma mudança de comportamento do homem em relação ao uso dos recursos naturais e em relação à arte de viver em sociedade (LIMA, 2005, p. 22).

Quando manejado inadequadamente, o lixo pode poluir o solo, o ar e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Em verdade, a questão da poluição tem haver com a resposta que cada indivíduo tem, frente a uma possível ameaça causada pelo ato de lançar detritos no meio ambiente.

O lixo disposto no solo, sem manejo e tratamento, pode poluir alterando as características físicas, químicas e biológicas constituindo-se num problema de ordem estética e, mais ainda, numa séria ameaça à saúde humana. Nos lixões com o passar dos anos há um acúmulo considerável de detritos de toda natureza, se constituindo em fontes permanentes de poluição do ar pela migração de gases e outras substâncias perigosas voláteis resultantes da decomposição descontrolada da fração orgânica.

Além disso, nessas áreas, os lixões, há sempre queima de detritos a céu aberto, permitindo a liberação de substâncias perigosas, como monóxido de enxofre, óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, particulados e outras substâncias mais perigosas como os policloretos de bifenilas, policloreto dibenzo furano, policloreto dibenzo para-dioxina, ou seja substâncias reativas conhecidas como “dioxinas”, se fazendo necessário minimizar sua produção e lançamento no meio ambiente (LIMA, 2005, p. 26)

O lançamento de compostos perigosos no ar torna-se um problema complexo quando há co-disposição de resíduos industriais com resíduos domésticos e hospitalares, acrescido de uma queima descontrolada de matérias heterogêneas, que transforma sítios contaminados em foco permanente de emissões gasosas perigosas.

Segundo (Ibid., p. 26) outro dado importante a salientar é que esses gases que são liberados, quando em contato com a umidade do ar, condensam e entram no ciclo hidrológico, afetando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, que por sua reciclabilidade, amplia a potencialidade de poluição e põe em risco as populações que deles se abastecem.

O lixo polui de forma direta e indireta os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e isto acontece quando são lançados detritos capazes de alterar as características de potabilidade das águas. Neste caso a poluição pode ser física, química e biológica, compreendendo o transporte de sedimentos, a formação de bancos de lodos, mudança de cor e dentre outras alterações.

A maioria dos centros urbanos já sofre da escassez de água potável e em função da dinâmica de poluição das águas, os custos do tratamento, da preservação e conservação desses

mananciais, em quantidade e qualidade compatível com as demandas, vêm se tornando elevados e requerem grandes investimentos.

LIMA (2005 apud LIMA, S.), tenta reportar ao passado na tentativa de entender a questão da geração de resíduos e o destino dado, mencionando o imprescindível aspecto histórico, onde diz:

Em primeiro lugar é preciso voltar ao passado para compreender o resultado da acumulação de resíduos dispostos na natureza de forma inadequada para que se possa projetar soluções capazes de absorver a heterogeneidade e a escala de geração atual; em segundo lugar é preciso compreender os valores e comportamentos sociais coletivos associados a esse quadro a fim de promover mudanças voltadas à recuperação ambiental, à economia de matérias-primas e a redução do volume de resíduos, com ampla participação (LIMA, 2005 apud LIMA, S.).

Curioso, é que a questão do lixo é debatida já há muitos anos, e o que se vê na verdade é que o problema agrava-se. FELLEBERG, nos anos 80, já citava em seu livro, “Introdução aos problemas da poluição ambiental”, numa preocupação com a contaminação das águas, mencionando que:

Particularmente em períodos de chuva, ocorrem nos depósitos de lixo, infiltrações de água que penetram até as águas subterrâneas... Nas infiltrações provenientes do lixo predominam substâncias inorgânicas, como cloretos, nitratos, sulfatos, carbonatos e fosfatos. Entre os cátions, predominam os íons magnésio, sódio, potássio, cálcio e amônio. Íons de metais pesados ocorrem em quantidades menores, mas crescentes (FELLEBERG, 1980).

Outra preocupação deste mesmo autor era a questão do lixo de procedência industrial, que segundo ele:

... altera a composição das águas de infiltração...As águas de infiltração passam a conter substâncias de forte ação tóxica quando ocorre o despejo ilegal, e sem medidas de segurança, de resíduos industriais contendo arseniados, cianetos, etc., despejos estes já por diversas vezes comprovados (FELLEBERG, 1980).

### 2.1.3 Classificação dos Resíduos

Em Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana, FONSECA (2001), classificou o lixo da seguinte forma:

a) Lixo residencial: também chamado lixo doméstico, são todos resíduos gerados nas atividades diárias de casas, apartamentos e outros tipos de moradias, tais como:

restos de alimentos, varreduras, plásticos, papéis, papeletas, vidros, panos, embalagens em geral, e outros.

b) Lixo comercial: todo resíduo sólido produzido em estabelecimentos destinados ao comércio, em geral, em, escritórios, bancos, cinemas, teatros e órgãos públicos. Os componentes mais usuais são: restos de copa e cozinha, lavagens com sabões e detergentes, papéis, papelões, madeiras, plásticos, sacos, vasilhames de vidros, material de varreduras, entre outros.

c) Lixo público: são os resíduos sólidos, provenientes de capina, raspagem e varrição produzidos nas vias públicas, praças e jardins, bem como restos de feiras livres, pedras, móveis velhos, utensílios de cerâmicas e outros materiais inservíveis deixados indevidamente nas ruas pela população.

d) Lixo de serviços de saúde: são os resíduos sólidos, produzidos em hospitais, casa de saúde, maternidades, postos médicos, de vacinação e curativos, consultórios, farmácias e outros serviços do setor.

e) Lixo industrial: são resíduos sólidos e semi-sólidos que resultam de toda atividade industrial. Esta classe de resíduo é a grande responsável pela contaminação do solo, dos recursos hídricos e do ar, pois na grande maioria, o próprio produtor é responsável pela coleta e disposição final e como não são fiscalizadas, executa essas atividades a seu “bel prazer” e sempre mal feita, ora lançando ao relento, ora em cursos de águas, ora queimando em locais inadequados.

f) Lixo especial: são resíduos produzidos eventualmente e, por apresentarem características peculiares, passam a merecer cuidados especiais por parte das prefeituras, quanto a seu acondicionamento, manipulação e destino final. Entre esta classificação estão: animais mortos, veículos abandonado, árvores podadas e cortadas, entulhos provenientes de reforma, ampliação e construção de edificações.

g) Outros: nessa classificação se incluem todos os resíduos sólidos não classificados nos itens anteriores, bem como aqueles originários de limpeza de boca-de-lobo, lodos de estações de tratamento de águas e esgotos, limpeza de galerias e outros (FONSECA, 2001, p. 12).

Os resíduos de serviços de saúde geralmente compreendem dois tipos, de acordo com a forma de geração, ainda segundo o mesmo autor:

1)resíduos comuns que são os restos de alimentos resultantes do preparo, embalagens, invólucros, restos das atividades administrativas (papéis, papelão, etc.);

2)resíduos infectantes, que são aqueles produzidos na sala de cirurgia, nas enfermarias e isolamentos, os restos de curativos e aqueles que contêm sangue e hemoderivados. Estes tipos de lixo são também denominados de lixos sépticos, e cuidados especiais devem ser adotados quando do seu acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final, por oferecerem riscos a saúde do homem (FONSECA, 2001, p.13).

Entre os resíduos sólidos urbanos produzidos e mencionados neste trabalho, verificamos que há um tipo específico, que merece sem dúvida nenhuma atenção, são os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos ao fim do seu ciclo de vida, também denominados resíduos tecnológicos.

Estes resíduos elétricos e eletrônicos são os televisores, telefones, rádios, eletrodomésticos, equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, brinquedos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes e milhares de outros produtos confeccionados para facilitar a vida moderna e que atualmente são praticamente descartáveis, uma vez que ficam ultrapassados, tecnologicamente falando, em tempos cada vez mais curtos ou mesmo devido à inviabilidade econômica de um conserto.

Existe outra classificação de lixo, conforme o Manual de Gerenciamento Integrado - Lixo Municipal:

- por sua natureza física: seco e molhado;
- por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não-inertes e inertes;

Em relação aos que oferecem riscos potenciais ao meio ambiente estão classificados, segundo a NBR 10004, como resíduos sólidos quanto à periculosidade, conforme Quadro 1.

CATEGORIA	CARACTERÍSTICA
a) Classe I (perigosos)	Apresentam risco à saúde pública ou ao meio ambiente, caracterizando-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
b) Classe II (Não perigosos)	
- Classe II - A (Não-inertes)	Podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, porém, não se enquadram como resíduo classe I ou classe II B.
- Classe II - B (Inertes)	Não têm constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: ABNT (2004)

**Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos**

#### 2.1.4 Impactos da incineração de resíduos

A incineração, já foi considerada o método mais eficiente para acabar com o lixo, seja ele de origem doméstica ou industrial. A natureza dos resíduos, com o avanço da industrialização mudou muito. A produção de resíduos químicos e plásticos bem com a eliminação do lixo através de incineração, tornou-se complexa, de custo elevado e altamente poluidor. A incineração, além de não fazer desaparecer o lixo, acaba gerando resíduos tóxicos, com riscos a saúde e ao ambiente (COMLURB, 2003).

Na Convenção de Estocolmo, maio de 2001, o Brasil assinou um documento que trata do combate aos poluentes orgânicos persistentes e que apontou a incineração como uma das principais fontes desses poluentes, segundo reportagem de um grupo ecologista, o Greenpeace (2006).

Por mais modernos que possam ser, os incineradores, alerta o Greenpeace (2006), são responsáveis por emissões tóxicas, que por sua vez são formadas por três tipos de poluentes perigosos para o meio ambiente e são eles: os metais pesados, os produtos de combustão incompleta e as substâncias químicas novas formadas durante o processo de incineração.

Outro dado muito importante é de que, os metais pesados, como chumbo, cádmio, arsênio, mercúrio e cromo, não são destruídos ou eliminados durante a incineração e são frequentemente liberados para o meio ambiente em formas até mais concentradas e perigosas do que o lixo original. Outro aspecto que deve ser considerado como um dos mais traiçoeiros da incineração é a questão da formação de produtos químicos durante o processo de combustão, que são totalmente novos e altamente tóxicos, são eles, as dioxinas<sup>1</sup> e os furanos. Esses produtos são formados pela recombinação de fragmentos químicos de lixo parcialmente queimados. (ATKINS & JONES, 2006).

Dioxinas e furanos são considerados como os produtos químicos mais tóxicos já conhecidos. As dioxinas são formadas quando materiais como o PVC, que contém cloro, são queimados e uma vez lançados no meio ambiente, podem percorrer longas distâncias pelo ar e pelas correntes oceânicas, aumentando a área de contaminação (ATKINS & JONES, 2006).

A maioria das pessoas desconhece que, por exemplo, as cinzas, resultado de incineração, também resultem em material de alta toxicidade, pois representam riscos para a saúde e para o meio ambiente a médio e longo prazo. Especialistas recomendam

que sejam depositadas em aterros com revestimento de plástico, como forma de prevenir lixiviações para o lençol freático. (COMLURB, 2003).

É importante salientar, que práticas como a incineração, com propostas em lei que estipulam valores máximos para a emissão de dioxinas, vai de encontro à Convenção de Estocolmo, da qual o Brasil faz parte, e o que deveria ser incentivado é o uso, embora com altos investimentos, de uma tecnologia limpa para a eliminação de resíduos (MARQUES, 2005).

Ainda que a produção de produtos venha para satisfazer as necessidades da sociedade, deve-se levar em conta que essa produção se dê de forma sustentável.

---

<sup>1</sup> Composto químico conhecido como dibenzeno-p-dioxina, presente em produtos manufaturados, resíduos químicos e descargas industriais, extremamente nocivo a animais e seres humanos (Dicionário de Direito Ambiental .1998). Causa ao ser humano desordens dermatológicas persistentes e deformantes, lesões múltiplas dos nervos periféricos, movimentos rápidos e involuntários do globo ocular e disfunções hepáticas como o aumento do tamanho do fígado e elevações enzimáticas.

## **2.2 Iluminação**

### **2.2.1 Histórico**

No Brasil, em 1851, Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, iniciou a iluminação de ruas por meio do famoso lampião a gás. Na Europa, o lampião a gás há muito já era utilizado, como meio de produzir iluminação.

Thomas Alva Edison, em 1880 construiu a primeira lâmpada incandescente, utilizando uma haste de carvão muito fina que aquecendo até próximo o ponto de fusão passou a emitir luz. A haste era inserida numa ampola de vidro onde havia sido formado alto vácuo. O sistema diferia do sistema da lâmpada a arco voltaico, pois o filamento de carvão saturado em fio de algodão ficava incandescente, ao invés do centelhamento ocasionado pela passagem de corrente das lâmpadas de arco. Como o filamento de carvão tinha pouca durabilidade, o inventor Thomas Edison começou a fazer experiências com ligas metálicas, pois a durabilidade das lâmpadas de carvão não passava de algumas horas de uso. A lâmpada de filamento de bambu carbonizado foi a que teve melhor rendimento e durabilidade, sendo que em seguida foi substituída pela

de celulose e finalmente a conhecida até hoje com filamento de tungstênio, cuja temperatura de trabalho chega a 3.000 ° C (COMLURB, 2003).

A maior dificuldade encontrada por Thomas Edison, quando tentava fazer lâmpadas desse tipo, era encontrar um material apropriado, para filamento, que não devia derreter ou queimar. Assim, com sua invenção as lâmpadas incandescentes funcionavam a baixas pressões, fazendo com que o ar rarefeito funcionasse como uma fonte de ionização, gerando a corrente elétrica (LAMBERTS et al., 1997).

As antigas lâmpadas eram fabricadas em metal, possuíam uma alça para segurar e um pavio na outra extremidade e utilizavam algum óleo como combustível. Hoje as lâmpadas são feitas basicamente de materiais como vidro, metal, mercúrio e fósforo (poeira fosfórica).

## 2.2.2 A importância da boa iluminação

A iluminação quando utilizada de forma adequada, nos apresenta uma série de benefícios, como por exemplo, a proteção da visão humana e influências benéficas sobre o sistema nervoso vegetativo, que comanda o metabolismo e as funções do corpo, além de contribuir com nosso conforto, bem estar e segurança. É no uso final da energia elétrica que mais se tem desperdício. Observa-se que seja em residências, no ambiente de trabalho ou em qualquer outro local, as lâmpadas permanecem acesas durante o dia e a noite e lâmpadas inutilmente acesas não podem ser simplesmente ignoradas. Apagá-las é uma atitude sadia, tanto social quanto ecologicamente, segundo WOLLMANN (2000).

Alguns conceitos são importantes em relação à iluminação, segundo ATKINS & JONES (2006, p.689), para que se entenda como acontece a iluminação:

- Luminescência é a emissão de luz por outro processo que não seja a incandescência.

- Incandescência é a luz emitida por um corpo aquecido (filamento).

- Fluorescência é a emissão de luz por moléculas excitadas por radiação de alta frequência.

- Fosforescência é a emissão de luz por uma molécula que continua excitada depois que o estímulo cessou.

## 2.3 Lâmpadas

### 2.3.1 Definição

É um filamento aquecido por uma corrente elétrica de tal modo que possa emitir luz. (LAMBERTS et al., 1997).

### 2.3.2 Classificação

As lâmpadas elétricas disponíveis no mercado são agrupadas em dois tipos principais e de acordo com sua utilização: lâmpada incandescente ou elétrica e lâmpada artificial ou de descarga (APLIQUIM, 2001).

- Lâmpadas incandescentes:

A lâmpada incandescente ou lâmpada elétrica é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia luminosa e térmica.

As lâmpadas incandescentes, também chamadas de lâmpadas de irradiação por efeito térmico, são as mais comuns. Embora de vida útil bastante curta, seu custo inicial é baixo. Seu princípio de funcionamento é produzir luz pela elevação da temperatura de um filamento, geralmente o tungstênio, ao ser submetido à corrente elétrica. O tamanho reduzido, o funcionamento imediato e a desnecessidade de aparelhagem auxiliar (exceto as lâmpadas halógenas) são algumas das principais vantagens deste tipo de lâmpada (LAMBERTS et al., 1997).

Mas, em contrapartida a eficiência luminosa é bem baixa nestas lâmpadas. Existe uma elevada dissipação de calor, que se traduz no desperdício de energia. Além disso, deve-se tomar cuidado com a possibilidade de ofuscamento, resultante de sua alta luminância, segundo os mesmos autores.

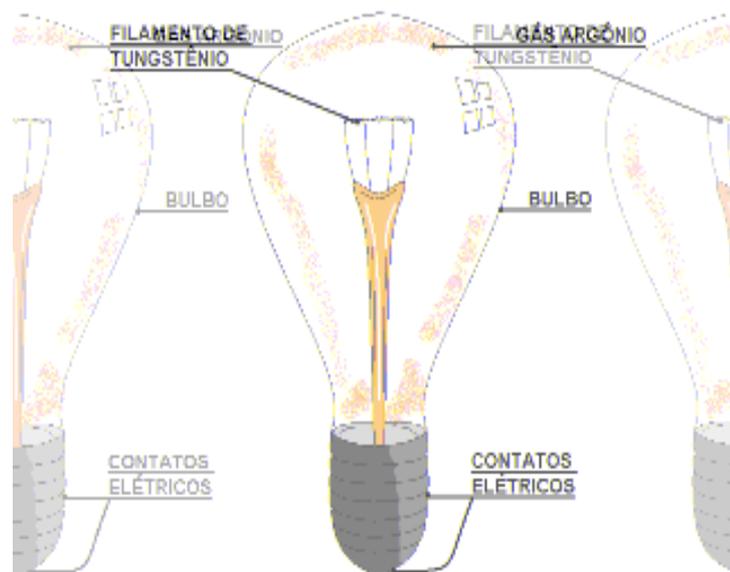
- Tipos de lâmpadas incandescentes

- Lâmpadas para uso geral;
- Lâmpadas específicas: para fornos, geladeiras;
- Lâmpadas decorativas;
- Lâmpadas refletoras/defletoras ou espelhadas: exposições, vitrines, museus;
- Lâmpadas halógenas: quadras esportivas, piscinas;

- Lâmpadas infravermelhas: indústrias na secagem de materiais;

Por serem as mais comuns, segundo (LAMBERTS et al., 1997) e de tecnologia mais antiga, as lâmpadas incandescentes apresentam-se em bulbos claros ou leitosos.

Conforme COSTA (1998) as lâmpadas incandescentes são constituídas basicamente de um filamento de tungstênio que atinge a incandescência com a passagem da corrente elétrica através dele, e um bulbo de vidro transparente ou opaco, cheio de gás quimicamente inerte, como o nitrogênio, que evita a oxidação do filamento (Figura 1). A alta temperatura do filamento causa evaporação do tungstênio, que se deposita no bulbo, escurecendo-o e produzindo uma depreciação do fluxo luminoso e de duração curta (1.000 horas). Apesar do custo inicial baixo, seu custo global (operação, manutenção) é alto.



**Figura 1- Lâmpada incandescente**

- Lâmpadas de descarga

As lâmpadas de descarga são aquelas cujo fluxo luminoso é produzido através da passagem da corrente elétrica por um meio contendo gases, vapores ou mistura de gases.

São classificadas em função da pressão interna do bulbo, como lâmpadas de descarga de baixa pressão e lâmpadas de descarga de alta pressão (LAMBERTS et al., 1997).

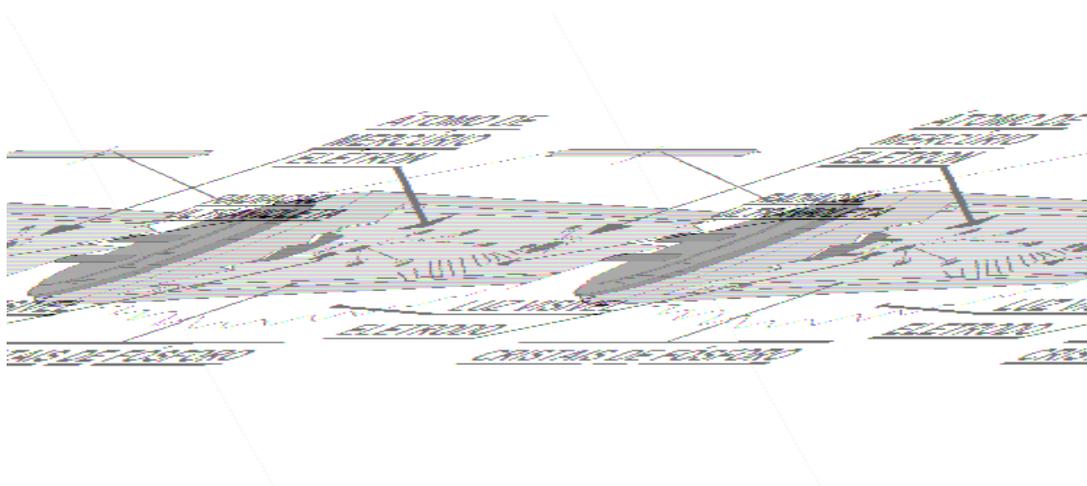
➤ Tipos de lâmpadas de descarga:

a) Lâmpada de descarga de baixa pressão ou lâmpada fluorescente

Segundo WOLLMANN (2000), a lâmpada fluorescente é uma fonte de descarga elétrica que faz uso de energia ultravioleta gerada de uma maneira supereficiente pelo vapor de mercúrio, baixa pressão, que ativa uma camada de material fluorescente (fósforo) colocada na parede interna de um tubo de vidro. O fósforo simplesmente funciona como transformados, convertendo em luz visível a radiação ultravioleta.

Quando uma lâmpada fluorescente é ligada, a passagem da corrente elétrica através dos filamentos causa o seu aquecimento e a liberação de elétrons do material com o qual são cobertos (Figura 2). Além desses elétrons termicamente liberados existem também elétrons que são desprendidos pela diferença de potencial entre os eletrodos. Esses elétrons se movimentam em velocidade altíssima de um eletrodo para outro, criando uma descarga elétrica ou de arco no vapor de mercúrio. A lâmpada é rapidamente aquecida, aumentando a pressão do vapor de mercúrio ao seu nível mais eficiente (LAMBERTS et al., 1997).

A lâmpada possui um reator que tem a finalidade de fornecer alta voltagem inicial para começar a descarga e rapidamente limitar a corrente para manter a descarga com segurança. A função do starter (dispositivo auxiliar) é proporcionar a tensão necessária para haver a descarga inicial do gás, através de pulsações de corrente, ionizando o caminho da descarga para que a lâmpada passe a operar (LAMBERTS et al., 1997), e ainda que as lâmpadas fluorescentes possuem boa eficiência luminosa (quatro a seis vezes maiores que as incandescentes) e a vida média alta (6.000 a 9.000



horas).

## **Figura 2 - Lâmpada fluorescente**

As lâmpadas fluorescentes, assunto deste trabalho, pilhas e alguns tipos de frascos de aerossóis estão presentes no lixo municipal em quantidades significativamente maiores em relação a outros resíduos potencialmente perigosos, principalmente em cidades grandes. Salienta-se a questão das lâmpadas fluorescentes, pois são consideradas como resíduos perigosos por conterem metais pesados que podem migrar e integrar-se à cadeia alimentar do homem, vindo a causar uma série de distúrbios ( PERUZZO, 1998).

As lâmpadas fluorescentes possuem substâncias químicas nocivas ao meio, como já foram comentados anteriormente, como metais pesados, onde se sobressai o mercúrio metálico e vapores de compostos de mercúrio, segundo PERUZZO (1998). Enquanto intactas, as lâmpadas fluorescentes não oferecem riscos. Porém, ao serem descartadas no lixo, seu vidro é triturado e o mercúrio liberado se evapora e quando chove, ele volta e contamina o solo e os cursos d'água. Ingerido ou inalado pelo ser humano, o mercúrio tem efeitos desastrosos no sistema nervosos, podendo causar desde lesões leves até a vida vegetativa ou a morte (IPT/2000).

As substâncias perigosas contidas no lixo domiciliar são consideradas um grande problema ambiental a ser enfrentado pelas municipalidades no curto e médio prazo.

- Tipos de lâmpadas fluorescentes

- lineares: escritórios, salas de aula;
- circulares: escritórios e residências;
- compactas;
- coloridas e de néon;
- luz negra;
- vapor de sódio: estradas;

- b) Lâmpadas de descarga de alta pressão

- luz mista (vapor de mercúrio e filamento de tungstênio): iluminação de vias públicas, praças, estacionamentos;
- vapor de mercúrio: vias públicas, jardins, praças;

- vapor de sódio: utilizada para iluminação exterior.

As lâmpadas de vapor de sódio são fabricadas em dois tipos, relativamente à pressão no bulbo de descarga, ou seja:

- lâmpadas de vapor de sódio a baixa pressão: caracterizam-se por emitir uma radiação quase monocromática (luz amarela) e elevada vida útil de operação (18.000 horas).

- lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão: característica desse tipo de lâmpada é a grande eficiência luminosa.

## **2.4 Lâmpadas de vapor de mercúrio**

### **2.4.1 Definição**

A lâmpada de vapor é basicamente um bulbo tubular com a parede interna revestida e que contém uma pequena quantidade de mercúrio e gás inerte (argônio, kriptônio e neônio) ou uma mistura de dois ou mais gases. As lâmpadas de vapor de mercúrio, de vapor de sódio, de luz mista e fluorescente estão incluídas na categoria das lâmpadas de descarga de gases (IPT, 2000).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2000), através do Manual de Gerenciamento Integrado, menciona que cada lâmpada fluorescente contém cerca de 15 mg de mercúrio, o que significa baixo risco de contaminação ambiental, considerando uma unidade isolada. Porém, os riscos aumentam no caso do descarte de grandes quantidades em um único local.

Nas cidades brasileiras, mais de 30 milhões de lâmpadas fluorescentes são queimadas anualmente, dados do IPT (2000), e descartadas como resíduos, sobretudo por estabelecimentos industriais, bancários e comerciais.

O processo de reciclagem de lâmpadas fluorescentes é conhecido e praticado no Brasil por empresas, já estabelecidas comercialmente. Este processo consiste na destruição da lâmpada de forma controlada: o vidro é separado do soquete descontaminado, retornando à produção de lâmpadas ou sendo usado na composição de esmalte na vitrificação de cerâmicas. O soquete é vendido como sucata de alumínio e o mercúrio é filtrado e encaminhado para fabricantes de cloro-soda, pilhas, baterias e também lâmpadas (IPT, 2000).

Os quadros abaixo (Quadro 2 e Quadro 3) mostram um comparativo das lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas de descargas em relação à potência e a quantidade de mercúrio.

Tipos	Potência	Quantidade média mercúrio
Fluorescente tubular	15 W a 110 W	0,015 g
Fluorescente compacta	5 W a 42 W	0,004 g

FONTE: Catálogo da OSRAM do Brasil Ltda, Fev/98

### **Quadro 2 - lâmpadas fluorescentes**

Tipos	Potência	Quantidade média mercúrio
Luz mista	160 W a 500 W	0,017 g
Vapor de mercúrio	80 W a 400 W	0,030 g
Vapor de sódio	70 W a 1000 W	0,019 g
Vapor metálico	35 W a 2000 W	0,045 g

FONTE: Catálogo da OSRAM do Brasil Ltda, Fev/98

### **Quadro 3 - lâmpadas de descarga**

#### 2.4.2 Elementos constituintes das lâmpadas fluorescentes

Os elementos constituintes das lâmpadas fluorescentes são basicamente mercúrio, cádmio, sódio, fósforo e tungstênio.

#### 2.4.3 Características físico-químicas dos elementos

- Mercúrio

O Mercúrio se encontra livre ou combinado na natureza. Na NBR 10004 (ABNT, 2004) o mercúrio aparece descrito como resíduo perigoso com código K106. O Mercúrio é amplamente utilizado em centenas de aplicações industriais e domésticas. Devido às suas propriedades únicas, o mercúrio é um componente essencial em um

grande número de produtos, tais como pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes e, até mesmo em produtos medicinais. Embora o mercúrio tenha suas aplicações práticas, muitos cientistas comprovam que alguns compostos de mercúrio são neurotoxinas potentes. Certas formas de mercúrio podem, adversamente, afetar organismos expostos a ele e, em altas concentrações, é capaz de danificar o sistema nervoso central do homem (RAPOSO & ROESER, 2000).

Compostos de mercúrio nas águas residuais, ao serem despejadas em rios, lagos e oceanos, podem transformar-se em dimetil-mercúrio ( $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$ ) que pela ação de certas bactérias presentes nestes locais. Ainda, segundo os mesmos autores, que plantas e animais marinhos, são capazes de concentrar em seus organismos quantidades significativas de dimetil-mercúrio, que é solúvel em gorduras, participando assim da cadeia alimentar. Os compostos de mercúrio são compostos estáveis, ficam durante muito tempo nos organismos vivos (PERUZZO, 1998).

#### Características do mercúrio:

A maior parte do mercúrio utilizado provém de um minério chamado cinábrio ou cinábrio (mineral vermelho e brilhante). Para obter-se mercúrio puro, aquece-se o cinábrio numa corrente de ar. O oxigênio do ar combina-se com o enxofre do minério, formando vapor de dióxido de enxofre e liberando mercúrio (RAPOSO & ROESER, 2000).

As mais famosas minas produtoras de mercúrio do mundo são as de Almadén, na Espanha (Enciclopédia Barsa, 1993). Países com a Espanha e a Itália, são responsáveis pela produção de 50% da produção mundial de mercúrio. Outros países como China, México, Japão, Canadá, Iugoslávia também são produtores. O Brasil não produz Mercúrio e importa cerca de 200 a 300 ton/ano (RAPOSO & ROESER, 2000).

Mercúrio é o elemento de número atômico 80, líquido prateado, denso, venenoso segundo o Minicidicionário Luft (2000).

Fórmula química: Hg (Hydrargyrum)

Ponto de ebulição: 356,9 °C

Densidade: 13,56 g/cm<sup>3</sup>

Propriedades:

Oxida-se rapidamente no organismo a Hg (II). Forma amálgamas com vários metais. Combina-se, facilmente, com Enxofre e Halogênios.

Usos:

- Indústria do cloro-soda cáustica representa: 26,6%;
- componentes elétricos: 22,9%
- pintura: 12,2%
- instrumentação científica: 6,5%
- catalisadores: 3,7%;
- odontologia: 3,5%
- agricultora: 3,4%
- laboratório: 2,1%
- produtos farmacêuticos: 0,9%
- indústria de papel: 0,7%
- outros: 18,1%

### Função do mercúrio nas lâmpadas

Devido às suas propriedades únicas, o mercúrio é um componente essencial em um grande número de produtos, tais como pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes e, até mesmo em produtos medicinais.

O mercúrio conduz eletricidade e seu uso em certos interruptores faz com que funcionem com eficiência e silenciosamente. A indústria de produtos químicos usa o mercúrio em pilhas eletrolíticas para alterar substâncias por meio da eletricidade. O vapor de mercúrio, usado em lâmpadas fluorescentes, produz luz quando a eletricidade o atravessa. Várias ligas (combinações de metais) que contém mercúrio têm muitas aplicações. As ligas de mercúrio são chamadas de amálgamas. Entre elas conta-se o amálgama de prata, mistura de prata e mercúrio muito utilizado pelos dentistas nas obturações e não é considerada perigosa a saúde (SBRT, 2006).

### Distribuição e formas do mercúrio no ecossistema

Como metal pesado, extremamente poluidor, o mercúrio está presente, segundo COSTA (2004) e é utilizado:

O mercúrio (HG) é usado em grande escala para fins industriais e agrícolas. Na indústria da madeira, é empregado na forma de organo-mercúricos e, na agricultura, como agente de proteção das sementes contra bactérias e fungos

(organo-mercúricos). Atualmente, para proteção de plantas, utilizam-se outros produtos que apresentam ingrediente ativo menos persistente que o mercúrio. Entretanto, em razão da larga utilização deste composto, inicialmente para fins militares na Segunda Guerra Mundial, os danos causados ao meio ambiente ainda hoje são objeto de estudo (Costa, 2004).

Outro ponto importante que mencionam os autores é que:

Em águas costeiras, o mercúrio oriundo de catalisadores não mais aproveitáveis (fábrica de acetileno) é despejado onde é convertido em dimetil-mercúrio, um fato até pouco tempo desconhecido. Com a formação deste composto organo-mercúrico, o mercúrio torna-se lipofílico e pode ser absorvido pelo plâncton; participando, portanto, da cadeia alimentar. Como os peixes e moluscos se alimentam do plâncton, dá-se um acúmulo progressivo de dimetil-mercúrio do tecido adiposo destes animais. A concentração tóxica é de apenas 0,2 ug de dimetil-mercúrio por ml de sangue. Neste caso ocorre o processo denominado de biomagnificação (Costa, 2004).

Segundo os mesmos autores, muitas atividades industriais e a utilização de combustíveis fósseis em geral são acompanhadas por grandes derramamentos de mercúrio. Quando um curso d'água é poluído pelo mercúrio, parte deste se volatiliza na atmosfera e depois torna a cair em seu estado original com as chuvas. Uma outra parte absorvida direta ou indiretamente pelas plantas e animais aquáticos, já mencionados anteriormente, circula e se concentra em grandes quantidades ao longo das cadeias alimentares. Outro detalhe muito importante, a saber, é que a atividade microbiana transforma a mercúrio metálico em mercúrio orgânico, altamente tóxico (COSTA, 2004).

### Danos causados pelo mercúrio a saúde

O mercúrio é uma substância altamente volátil, vaporiza-se a partir de baixas temperaturas. A absorção do mercúrio ocorre principalmente pela via respiratória. A elevada volatilidade e solubilidade em água e por lipídios facilitam a sua penetração no organismo, através dos alvéolos pulmonares (BERNARDES, 2005).

Quando o mercúrio é absorvido, é passado ao sangue, é oxidado e formará compostos solúveis, os quais se combinam com as proteínas, sais e álcalis dos tecidos.

Esses compostos solúveis são absorvidos pelas mucosas, ou vapores por via inalatória, e os insolúveis pela pele e pelas glândulas sebáceas.

A medida que o mercúrio passa ao sangue, liga-se as proteínas do plasma e nos eritrócitos distribuindo-se pelos tecidos concentrando-se nos rins, fígado e sangue, medula óssea, parede intestinal, parte superior dos aparelho respiratório, mucosa bucal, glândulas salivares, cérebro, ossos e pulmões. (Costa, 2004).

A pessoa que mantém contato com o mercúrio, está exposta aos vapores emitidos e desprendidos pelo produto. Eles podem ser aspirados sem que a pessoa perceba e entram no organismo através do sangue, instalando-se nos órgãos (COSTA, 2004).

### Sintomas de intoxicações causados por mercúrio

Geralmente quem se intoxica, apresenta diversos sintomas. Os sinais e sintomas variam de acordo com o nível de intoxicação e ela pode ser aguda e crônica segundo o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT, 2006).

#### a) intoxicação aguda:

- dor intensa
- vômitos
- sangramento nas gengivas
- sabor metálico na boca
- ardência no aparelho digestivo
- queda de dentes ou dentes frouxos
- inflamação na boca (estomatite)

#### b) intoxicação crônica:

- transtornos nervosos
- salivação
- mau hálito
- anemia
- hipertensão
- afrouxamento dos dentes
- estomatite
- transtornos renais leves

- possibilidade de alteração cromossômica.

Além destes existem outros sintomas também associados a intoxicação por mercúrio, com por exemplo: tremores, insônia, falta de memória, fraqueza muscular, mudanças de humor, dificuldade de concentração e depressão (BERNARDES, 2005).

- Cádmi

Absorção do cádmio: através da respiração e da alimentação.

Agente cancerígeno nos quais seus compostos acumulam-se principalmente nos rins, fígado e nos ossos causando danos irreversíveis para a saúde humana. A absorção do cádmio pode causar:

- dores reumáticas;
- hipertensão;
- destruição dos glóbulos vermelhos;
- distúrbios metabólicos que levam à osteoporose;
- disfunção renal;
- danos ao sistema nervoso;
- câncer.

Pode causar, também, efeitos tóxicos agudos e crônicos nos outros organismos, podendo levar a envenenamento do meio-ambiente.

O cádmio geralmente está presente em resistores, detectores de infravermelho, semicondutores de equipamentos eletrônicos e como estabilizador de plásticos. Versões mais antigas de tubos de raios catódicos também contêm cádmio (ATKINS & JONES, 2006).

- Tungstênio

É um metal de transição que, à temperatura ambiente, encontra-se no estado sólido. Metal escasso na crosta terrestre, é encontrado em forma de óxido e de sais em certos minérios tais como wolframita e scheelita, entre outros. É utilizado em filamentos de lâmpadas incandescentes, em resistências elétricas, em ligas de aço e na fabricação de ferramentas. Pode ser empregado na fabricação de serras, máquinas cortantes ou perfuradoras. E ainda como componente de ligas especiais para paletas de turbinas, armamentos e outras aplicações. Não foram encontradas pesquisas e/ou estudos

publicados que comprovem que o tungstênio venha causar algum dano à saúde (MAHAN & MYERS, 1995).

## 2.5 Legislação

A Constituição da República Federativa do Brasil concedeu a toda a sociedade brasileira o direito de desfrutar de um meio ambiente equilibrado bem como a responsabilidade mantê-lo:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Constituição Federal /1988).

Na Lei nº. 6.938/81, no Artigo 14, § 1º, acolheu o princípio do poluidor-pagador, ao dispor que *“o poluidor é obrigado, independente de existência de culpa, a indenizar ou a reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade.”* Em atenção ao princípio do poluidor-pagador, bem dispunha a legislação estadual ao impor-lhe o dever de desativar e reciclar os produtos esgotados, vedando a disposição em depósitos de resíduos sólidos urbanos.

E na Lei Estadual 9.921/93, no Artigo 1º, está previsto que a sociedade também é responsável pela destinação correta dos resíduos gerados por ela:

Artigo 1º- A segregação dos resíduos sólidos na origem, visando seu reaproveitamento otimizado, é responsabilidade de toda a sociedade e deverá ser implantado gradativamente nos municípios, mediante programas educacionais e projetos de sistemas de coletas segregativa (Lei Estadual 9.921/93).

Ainda no Artigo 3º, da Lei Estadual 9.921/93, está estipulado o procedimento em relação ao gerenciamento dos resíduos através de projetos seguidos de licenciamento para evitar os danos ambientais:

Os sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos terão como instrumentos básicos planos e projetos específicos de coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final a serem licenciados pelo órgão ambiental do Estado, tendo como metas a redução da quantidade de resíduos gerados e o perfeito controle de possíveis efeitos ambientais. (Lei Estadual 9.921/93).

Especificando que cabe ao município, apresentar programas e projetos, bem como transporte e adotando todas as providencias, visando o controle e a redução desses resíduos com o objetivo de orientar a população e fazê-la a adotar práticas ambientalmente corretas.

Porém, no Artigo 1º da Lei Estadual 11.019/1997, está previsto que é “vedado o descarte de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados em lixo doméstico ou comercial”. Ou seja, independe de quaisquer que sejam os limites da composição de pilhas e baterias, é proibido o descarte em aterros sanitários ou em locais impróprios, ou seja, locais que possam sofrer contaminação.

No caso do Artigo 54, § 3º da Lei Federal 9.605, 12 de Fevereiro de 1998, está estabelecido que:

Art. 54 - Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

§ 3º Incorre nas mesmas penas previstas no parágrafo anterior quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível. (Lei Federal 9.605/98).

Está explícito no *caput* do artigo, “... em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos a saúde humana”, isso deveria ser entendido que o fabricante deve ter como obrigação o recolhimento do produto descartado, no caso, as lâmpadas fluorescentes.

Muitos dos usuários de lâmpadas fluorescentes, já estão mais sensibilizados de sua contaminação, adotando práticas de guardar dentro de suas residências, mesmo não sabendo quando poderão dar o destino adequado.

A Lei Estadual 11.019 de 23 de setembro de 1997 abordava sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico no Estado do Rio Grande do Sul. Essa lei foi substituída pela Lei Estadual 11.187 de 07 de julho de 1998 a qual apresenta nova redação, mencionando o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul, constando:

Art. 1º - É vedado o descarte de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados em lixo doméstico ou comercial.

§ 1º - Estes produtos descartados deverão ser separados e acondicionados em recipientes adequados para destinação específica, ficando proibida a disposição em depósitos públicos de resíduos e a sua incineração.

§ 2º - Os produtos descartados deverão ser mantidos intactos como forma de evitar o vazamento de substâncias tóxicas, até a sua desativação ou reciclagem.

§ 3º - O Estado orientará os municípios em relação a escolha de locais e recipientes apropriado para a coleta destes produtos.

Quem comercializa ou produz substâncias que podem comprometer a qualidade de vida ou mesmo que comporte risco para a vida e ao meio ambiente, está sujeito a um controle, de acordo com o Decreto Federal 97.634, de 10 de abril de 1989 (FREITAS, 1998).

O ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul ajuizou ação civil pública contra as empresas Osram do Brasil, General Elétric do Brasil, Philips do Brasil, Sadokim Eletroeletrônica e Sylvania do Brasil, que teve por finalidade o cumprimento de obrigações de fazer à destinação lâmpadas fluorescentes.

## 2.6 Educação Ambiental

A natureza predatória do modo de produção capitalista intensificado nas últimas décadas pela necessidade de se desenvolver novas fontes de energia causa por um lado, o esgotamento dos recursos naturais e por outro, o agravamento da pobreza, fome e doenças. O homem, adulto, não consegue administrar a herança deixada pela era industrial, impondo à geração futura a solução.

A Educação Ambiental (formal e informal) vem para se destacar como tema transversal que permeia todas as ações, onde o respeito e o cuidado com a vida e a natureza são fundamentais, compreendendo homens e mulheres como sujeitos transformadores da realidade. Daí o grande investimento na educação, que não deve ser utilizada apenas como acúmulo de conhecimento teórico, mas como forma de esclarecimento e consciência.

Visando facilitar a compreensão sobre a Educação Ambiental não-formal, primeiramente coloca-se o conceito de algumas formas de educação:

**Educação formal** é aquela que esta estruturada nos currículos escolares institucionalizados e formalizada no ensino fundamental, médio e superior.

**Educação informal** é todo o conhecimento que qualquer pessoa adquire e acumula através de experiências do cotidiano, em casa, no trabalho, ou no lazer e não estão organizadas em currículos escolares, ou estruturas.

**Educação não-formal** define-se como aquela constituída por todos os processos educativos não-curriculares, porém estruturados, e que podem ser de várias formas, como por exemplo, a educação científica, os cursos avulsos, as palestras e as conferências.

Em relação à Educação Ambiental (E.A.) existem vários conceitos, na realidade são várias formas de conceituar E.A., pois todos se referem á relação do homem com o meio ambiente. (MÁITO, 2006 p. 42).

Segundo GRAMSCI (1992, p. 44) afirma que “nenhuma sociedade se coloca problemas sem que existam condições necessárias e suficientes para sua solução ou sem que essas condições estejam ao menos em via de aparecer ou desenvolver-se”. Este é o princípio de educação, apontar melhorias, mas antes de tudo apontar o caminho que poça ser trilhado e no surgimento dos problemas as opções de solução.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Conceitos Iniciais**

Esta pesquisa seguiu o método de investigação, com foco a educação ambiental como variável de estudo no descarte de lâmpadas fluorescentes, para alunos de 1º, 2º e 3º ano, de ensino médio, do Programa de Educação para Jovens e Adultos – EJA, da Escola Estadual Rômulo Zanqui, com idade variável de 18 a 60 anos, por entender que eles teriam conhecimentos mais avançados de Física e Química, facilitando assim a compreensão do assunto.

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica, em livros, jornais e sites disponíveis na internet objetivando proporcionar mais uma fonte de pesquisa nas informações sobre lâmpadas fluorescentes. Todo o material coletado foi valorizado, pois algumas informações se apresentaram de fácil entendimento, considerando-se que essas informações seriam apresentadas para pessoas, principalmente que se encontrava em estágio de formação.

O desenvolvimento do tema em questão foi realizado de uma forma interativa, buscando a maior participação e compreensão dos problemas ambientais gerados pela iluminação elétrica, nesta seqüência foram debatidos e analisados os seguintes temas:

1. Conceito, características e composição das lâmpadas fluorescentes;
2. Histórico, classificação e mercado das lâmpadas de iluminação;
3. Conceitos sobre resíduos, sua classificação, coleta e destino final, neste sentido a pesquisa buscou informações sobre:
  - Composição, descarte e reaproveitamento dos componentes da lâmpada fluorescente;
  - Valorização dos resíduos;
  - Confecção, composição, descarte e reaproveitamento dos componentes da lâmpada fluorescente;
  - Cuidados e procedimentos a serem adotados na manipulação das lâmpadas;
  - Danos que os resíduos podem vir a causar a saúde, especialmente em produtos que contenham mercúrio e cádmio;

- Conduta das pessoas como geradores e usuários de lâmpadas fluorescentes;
  - A contribuição da escola no que se refere à preocupação com o ambiente;
  - Informações sobre legislação;
4. Palestras e debates com alunos;
  5. Publicação de resultados em eventos.

### **3.2 Desenvolvimento**

Baseado nas informações pesquisadas sobre lâmpadas fluorescentes, montou-se foram desenvolvidas palestras com laminas de retro-projeção, com informações sobre a composição e manuseio das lâmpadas fluorescentes bem como os danos que causam ao meio ambiente, quando descartadas de forma inadequada.

Comentou-se como se deu a introdução da iluminação nas ruas, por meio de lampiões no Brasil, idéia trazida da Europa pelo Barão de Mauá, no ano de 1851.

Abordou-se também alguns conceitos, por entender que é necessário sabermos o significado de alguns termos, que são muito utilizados nas bibliografias, como é o caso do termo resíduo. A classificação desses resíduos, do ponto de vista de alguns autores, quais desses riscos oferecem potenciais ao ambiente e em que categoria estão classificados. Quais desses resíduos são gerados em nossas residências e que podem ser considerados potencialmente perigosos, enfocando aí as lâmpadas fluorescentes.

Um dos objetivos da palestra foi debater o assunto, despertando para a responsabilidade individual e coletiva no uso e na destinação final das lâmpadas.

Abordou-se a consequência do uso de materiais, o que pode causar ao ambiente, pois quando se faz uso de tecnologias novas, abrindo espaço para novos produtos. Foi inevitável também fazer o questionamento sobre a questão do consumo da sociedade.

Por detrás de uma tecnologia nova, com equipamentos e produtos que desempenhem tarefas cada vez com maior eficiência, nem sempre pode ofertar somente benefícios. Novas pesquisas, novas tecnologias, novos produtos, estão associadas não só ao conforto e bem estar, mas também ao surgimento de novos resíduos, novos problemas, novas preocupações e novas buscas de soluções.

A conduta das pessoas frente à situação como usuários de lâmpadas fluorescentes e geradores de resíduos, a contribuição da escola no que se refere à

preocupação com o meio ambiente, do qual nós seres humanos fazemos parte, também foi ponto abordado.

Na apresentação, a preocupação esteve voltada para problemas como: descarte inadequado, a incineração, o público mal informado, a despreocupação por parte das autoridades.

Informou-se sobre classificação das lâmpadas incandescentes e a lâmpada de descarga (baixa e alta pressão). De forma mais minuciosa, abordou-se sobre as lâmpadas fluorescentes (lâmpadas de baixa pressão), sua disponibilidade no mercado, com ilustrações, a potência apresentada e a quantidade de mercúrio presente em cada lâmpada.

O mercúrio foi mencionado, chamando a atenção dos alunos e pessoas presentes, para a maneira como é encontrado na natureza, características e aplicações na indústria e uso em grande quantidade de produtos, inclusive medicinais.

Foram mencionados os danos que produtos que contenham mercúrio, podem causar a saúde quando manuseados de forma incorreta. Os sinais e sintomas causados por quem sofre intoxicação. Salientaram-se os danos causados por outros elementos que também constituem as lâmpadas fluorescentes, como por exemplo, o cádmio.

A questão de legislação específica também foi mencionada, passando a informação de que o assunto lâmpadas fluorescentes, ainda não foi contemplado.

O assunto foi apresentado de uma forma interativa, buscando assim maior participação e compreensão, onde os alunos se manifestaram, exemplificando e comentando, qual era o costume adotado em suas residências. Os alunos relataram que geralmente deixavam no fundo dos terrenos, quebravam, colocavam em lixeiras. Apenas um aluno mencionou que armazenava na garagem dentro de caixas.

Outro questionamento da parte de um dos alunos foi da responsabilidade da CEEE e da empresa (concessionária AES-SUL) responsável pela eletrificação e iluminação urbana. Onde estariam sendo depositadas as lâmpadas fluorescentes queimadas, qual o destino dado e porque a AES-SUL não se responsabiliza pela coleta no município e pelo destino correto.

Foi explicado que o contrato realizado entre pelo Estado, através da Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE e as concessionárias, possivelmente não previam o recolhimento e destino das lâmpadas queimadas na área urbana, somente gerenciamento, manutenção, expansão de redes e outros serviços de eletrificação.

Para a finalização da apresentação foi enfocada a conduta das pessoas frente à situação, como usuários de lâmpadas fluorescentes e geradores de resíduos, a contribuição da escola no que se refere à preocupação com o meio ambiente, do qual nós seres humanos fazemos parte.

Como um dos objetivos do trabalho realizado em uma escola sobre Descarte Inadequado de Lâmpadas Fluorescente como Variável na Educação Ambiental era o de levar informações ao maior número de pessoas, durante a elaboração da monografia, por isso foi estruturado um pôster. No pôster, de forma resumida, as características, conceitos, composição das lâmpadas fluorescentes, com ilustrações. O pôster ficou exposto em local, de acesso a pessoas que participaram do seminário de educação ambiental e aos alunos de cursos diversos da Universidade de Santa Cruz do Sul. Esta informação está contida nos Anais no III Seminário Estadual e VI Seminário Regional de Educação Ambiental de Santa Cruz do Sul, RS.

Um consenso houve tanto por parte dos alunos da Escola Estadual Rômulo Zanqui como dos participantes e painelistas do Seminário de Educação Ambiental, que fizeram a leitura do material contido no pôster, de que somente com informações precisas e fundamentadas é que os seres humanos terão iniciativas e atitudes ambientalmente corretas.

### **3.3 Resultados**

No trabalho desenvolvido para 70 alunos do Ensino para Jovens e Adultos – EJA da Escola Estadual Rômulo Zanqui e no III Seminário Estadual e VI Seminário Regional de Educação Ambiental de Santa Cruz do Sul, resultou uma apostila. Nessa apostila constam os principais tópicos do assunto deste trabalho como histórico, classificação, tipos e sintomas de intoxicação dos materiais utilizados em lâmpadas fluorescentes, objetivando que ela sirva de ferramenta de auxílio em pesquisas para os alunos.

As lâminas de retro-projeção, utilizadas na apresentação sobre lâmpadas fluorescentes foram doadas ao 2º Batalhão Ambiental com sede em Santa Maria, para que possam ser usadas como material de trabalho em atividades de educação ambiental, desenvolvidas pelo Núcleo de Educação Ambiental. No material apresentado nas lâminas de retro-projeção consta:

- Título;

- Introdução;
- Objetivos da apresentação;
- Histórico sobre iluminação;
- Histórico sobre lâmpadas;
- Definição;
- Classificação;
- Tipos de lâmpadas;
- Figuras ilustrativas de lâmpadas incandescentes e de descarga;
- Quantidade de mercúrio presente nas lâmpadas fluorescentes e potência;
- Características físico-químicas;
- Sintomas de intoxicações;
- Legislação.

A partir das atividades desenvolvidas, tanto na escola Estadual Rômulo Zanqui como no III Seminário Estadual e VI Seminário Regional de Educação Ambiental de Santa Cruz do Sul, que aconteceu na apresentação aconteceu no dia 10 de julho de 2007, estruturaram-se procedimentos que seriam adequados em relação ao descarte de lâmpadas fluorescentes, que foi denominado de “ciclo proposto”, dividido em três partes:

### **Ciclo Proposto**

#### **- Coleta:**

As lâmpadas fluorescentes poderiam ser incluídas na coleta seletiva desenvolvida pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, projetada e elaborada por técnico na área e após orientar e informar a população sobre a importância da preservação do meio ambiente, colaborando com a coleta seletiva.

Outra forma de informar poderá ser através de folhetos explicativos, de forma didática, onde poderiam conter outras informações sobre a separação do lixo (lixo seco, lixo molhado e lixo perigoso), vantagens, desvantagens da separação e dias de coleta.

#### **- Armazenamento e acondicionamento:**

Outra questão é quanto ao armazenamento das lâmpadas que não possuem mais utilidade e foram descartadas. Devem ser em local que não ofereça risco de quebra. Por

isso devem ser embaladas preferencialmente, na mesma embalagem, ou seja, na embalagem original, ou em plástico-bolha, para evitar a quebra e que o vapor de mercúrio (poeira) se espalhe pelo ar e solo.

**- Destinação correta:**

Embora uma lâmpada apenas encerre uma quantidade pequena de mercúrio, o efeito acumulativo e persistente proveniente de muitas lâmpadas, quando descartadas de forma inadequada, em um mesmo aterro ao longo dos anos acarretará acúmulo de material e prejuízos a saúde humana e animal.

O mercúrio ocupa um lugar de destaque e figura entre as substâncias mais perigosas. As lâmpadas contendo mercúrio metálico já deveriam ser separadas na origem, do lixo orgânico e dos materiais tradicionalmente recicláveis, como é o caso do vidro, do papel e do plástico e encaminhado a empresas que façam a separação de todos os componentes. A coleta segregada é uma das maneiras mais eficientes de evitar a contaminação do solo, da água, do ar, animais e seres humanos, de forma segura e responsável e permite a reutilização de vários materiais.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os resíduos sólidos urbanos produzidos e mencionados neste trabalho, verificou-se que há um tipo específico, que merece atenção de todos, que são os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos ao fim do seu ciclo de vida, também denominados resíduos tecnológicos.

Estes resíduos elétricos e eletrônicos são os televisores, telefones, rádios, eletrodomésticos, equipamentos de microinformática, vídeos, filmadoras, ferramentas elétricas, brinquedos eletrônicos, lâmpadas fluorescentes e milhares de outros produtos confeccionados para facilitar a vida moderna e que atualmente são praticamente descartáveis, uma vez que ficam ultrapassados tecnologicamente, em tempos cada vez mais curtos ou mesmo devido à inviabilidade econômica de um conserto.

Sabe-se que o que interessa a quem produz é vender cada vez mais, seja através do atrativo de novas funções ou “design” moderno, ou pela redução do ciclo de vida desses produtos. Assim sendo, a indústria passa a utilizar maior quantidade de matéria prima e em consequência, gera-se maior quantidade de resíduos pelo material obsoleto ditado pela modernidade do padrão de consumo.

No Brasil, a realidade de geração e impacto desses resíduos não é conhecida, pois não existe uma política nacional de resíduos sólidos. É muito importante que se comece a investir em pesquisas a fim de diagnosticar a situação da geração e deposição de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos produzidos no país, a exemplo do que é feito em outras partes do mundo, visando regulamentar e tomar atitudes, no sentido de adequar a deposição correta desses resíduos e/ou reciclagem.

Ainda que o impacto causado por uma única lâmpada possa ser considerado desprezível, o somatório das lâmpadas descartadas anualmente, da qual não se tem um dado preciso, terá um efeito cumulativo de material nos locais onde são descartadas o que desperta uma grande preocupação.

Considerando os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, é necessário oferecer uma proposta para disciplinar o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado no que tange à coleta, reutilização de componentes, tratamento ou deposição final e, principalmente, para que tais resíduos deixem de contaminar o ambiente.

Sugere-se que, para tentar resolver o problema que se instalou em relação ao recolhimento e destino das lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, a Prefeitura Municipal de Santa Maria poderia estimular o recolhimento, com parceria de revendedores. A própria Associação de Seleccionadores de Materiais Recicláveis – ASMAR, poderia contribuir no recolhimento, mas não sem antes realizar reformas nas suas instalações e equipamentos adequados (equipamentos de proteção individual), seguindo normas brasileiras para os funcionários. Equipamentos de proteção são aqueles que evitam o contato direto do indivíduo que realiza o trabalho, com o material, sendo ele contaminante ou não, ou que possa vir a causar algum tipo de risco.

Um sistema de coleta seletiva de lâmpada, segundo o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT/2000), baseia-se em recolher as unidades queimadas e acondicioná-las nas caixas das lâmpadas novas (que substituíram as inutilizadas), armazena-las em contêineres especiais, adquiridos das recicladoras. Depois de encaminhados para as unidades de reciclagem, sendo necessário realizar a descontaminação das lâmpadas, principalmente pelo mercúrio, com o intuito de reduzir o impacto que sua disposição incorreta acarretaria.

Outra sugestão interessante encontra-se no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, mencionado neste trabalho, que trata da construção de usinas de reciclagem e de compostagem. Verificou-se que as usinas de reciclagem são realidades que funcionam e são práticas que já demonstraram ser possível em vários municípios, pois geram emprego e renda e podem reduzir a quantidade de resíduos.

Há que se considerar também uma maior aplicabilidade da Lei Estadual 11.187, de 7 de julho de 1998, onde acrescentou lâmpadas fluorescentes, como material poluidor e contaminante, mas que no entanto requer comprovação de quem descarta para que seja responsabilizado.

Em suma, observa-se que há uma necessidade urgente de mudança de concepção da realidade sócio-ambiental e que essas mudanças, para se tornarem efetivas em nossas práticas dependem basicamente de ações, atitudes e comportamentos condizentes com as metas que almejamos alcançar, embasadas legalmente. Despertando a responsabilidade individual e coletiva, acreditando que é possível melhorar o meio em que se vive se for adotado um comportamento equilibrado.

Verifica-se que é possível a adoção de medidas em relação a coleta, armazenamento, acondicionamento e destinação correta, por esse motivo propôs-se um ciclo envolvendo as lâmpadas fluorescentes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APLIQUIM. **O uso de mercúrio em lâmpadas e o risco de sua disposição inadequada.** 2001. Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br/>>. Acesso em: 18 abr. 2007.

APLIQUIM. **Descontaminação de lâmpadas fluorescentes.** Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br/>>. Acesso em: 21 abr. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.1987a. **Resíduos sólidos - Classificação**; NBR 10004. São Paulo. 47p.

ATKINS, P. JONES, L. **Princípios de Química- Questionando a vida moderna e o meio ambiente.** Porto Alegre:Bookmann, 2006. 3ª Ed.968 p.

BADUE, A.F. B. **Lâmpadas:conhecendo as lâmpadas Fluorescentes.**Reportagem.2004 Disponível em <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.>>Acesso em: 26 abr. 2007.

BERNARDES, T.C. **Lâmpadas fluorescentes contém mercúrio.** Artigo, 2005. Disponível em <http://www.lixo.com.br/flurescentes.htm/>. Acesso em 19 set. 2007.

BRASIL.**Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico,1988.

CATÁLOGO DA OSRAM DO BRASIL. Disponível em: <http://www.osram.com.br/>. Acesso em 27 jun. 2007.

COMLURB. Companhia Municipal de Limpeza Urbana. **Sistema de recolhimento de resíduos sólidos urbanos.** 2003. Disponível em <http://www.rio.rj.gov.br/comlurb/>. Acesso em 19 set. 2007.

COSTA, G.J.C. **Iluminação Econômica – cálculo e avaliação**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998.503 p.

COSTA, M.A.G.;COSTA, E. C. **Poluição Ambiental: Herança para Gerações Futuras**. Santa Maria: Orium, 2004.256 p.:il.

DUTRA, T. BACKES, B. **O que fazer com isto?** Diário de Santa Maria, Santa Maria, 12 jun. 2006, Geral, p. 8.

ENCICLOPÉDIA BARSA. **Encyclopaedia Britannica do Brasil**. Publicações Ltda. Rio de Janeiro/São Paulo, 1993. Vol.10.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público – **Centro de Apoio Operacional de Defesa do Meio Ambiente**, Lei Federal 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público – **Centro de Apoio Operacional de Defesa do Meio Ambiente**, Resolução 237 do CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente, de 30 de junho de 1999. Regulamenta aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público – **Centro de Apoio Operacional de Defesa do Meio Ambiente**, Lei Federal 6.938,de 31de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público – **Centro de Apoio Operacional de Defesa do Meio Ambiente**, Lei Estadual 11.019, de 23 de setembro de 1997. Dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do Rio Grande do Sul.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, Ministério Público – **Centro de Apoio Operacional de Defesa do Meio Ambiente**, Lei Estadual 9.921, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º, da Constituição do Estado, e dá outras providências.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo. EPU: Springer: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.196 p.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A Sociedade do Lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. Editora Unimep, 2ª Ed.Piracicaba, 1995. 240 p.

FONSECA, E. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana**. Editora Eletrônica.130 p.2ª Edição, 2001.

FREITAS, V.P.(org). **Direito Ambiental em Evolução**. Curitiba:Juruá,1998.392 p.

GRAMSCI, A. **Poder, política e partido**. Brasiliense; São Paulo. 2.ed.1992.

GREENPEACE. **Incineração não é a solução** – 2006. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br> //> Acesso em: 08 jun. 2007.

INTERLEGIS. Comunidade Virtual do Poder Legislativo – Senado Federal. 2007. **Lei Estadual 11.187, de 07 de julho de 1998**. Disponível em:<<http://www.intelegis.gov.br> //>Acesso em 12 jun. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS-IPT. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**/ Coordenação: Maria Luiza Otero D’Almeida, André Vilhena -2 ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.(Publicação IPT 2622), 370 p.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.192 p.

LIMA, L. M. Q. **Remediação de Lixões Municipais** (Aplicações da Biotecnologia). Hemus Livraria, Distribuidora e Editora. P.17.2005.

LIMA, J.D. **Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**.1ª Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.1ª Ed. 2005. 277 p.

LUFT, C. P. **Minidicionário Luft**. São Paulo: Ática, 2000.

MAHAN, B.M. MYERS, R.J. **Química: Um acesso universitário**. São Paulo,1995. Editora Edgard Blüncher Ltda.

MÁITO, N. M. **A educação ambiental contribuindo para o desenvolvimento da atividade da pesca sustentável**. 2006. 89f. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

PERUZZO, F.M.(Tito). CANTO, E.L.**Química na abordagem do cotidiano**.Editora Moderna.Vol. 1-2ª Ed.1998.

RAPOSO C., ROESER H.M. Contaminação Ambiental Provocada pelo Descarte de Lâmpadas de Mercúrio. **Revista Escola de Minas de Ouro Preto (REM)**. Ano 64, 53:1, 61-67. 2000.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS - RT. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. **Meio Ambiente, reciclagem e tratamento de resíduos**. 2006. Disponível em <http://sbrt.ibict.br/>>. Acesso em : 16 mai 2007.

WOLLMANN, A. R. P. **Iluminação no Ambiente de Trabalho**. 2000. 69f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.