UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
***CAMPUS* ARAPIRACA**
QUÍMICA – LICENCIATURA

IRES ROBERTA TAVARES DOS SANTOS

LÂMPADAS FLUORESCENTES: CONFECÇÃO E DIVULGAÇÃO DO COLETOR COMO PROPOSTA MEDIADORA DO DESCARTE AMBIENTALMENTE ADEQUADO

ARAPIRACA
2024

Ires Roberta Tavares dos Santos

Lâmpadas fluorescentes: confecção e divulgação do coletor como proposta mediadora do descarte ambientalmente adequado

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Iara Terra de Oliveira.

Arapiraca

2024

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
Biblioteca Setorial *Campus* Arapiraca - BSCA

S237l Santos, Ires Roberta Tavares dos
Lâmpadas fluorescentes [recurso eletrônico]: confecção e divulgação do coletor como proposta mediadora do descarte ambientalmente adequado / Ires Roberta Tavares dos Santos. – Arapiraca, 2024.
55 f.: il.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Iara Terra de Oliveira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, 2024.
Disponível em: Universidade Digital (UD) / RD- BSCA– UFAL (*Campus* Arapiraca).
Referências: f. 52-55.

1. Lâmpadas fluorescentes. 2. Meio ambiente. 3. Descarte consciente. I. Oliveira, Iara Terra de. II. Título.

CDU 54

Bibliotecário responsável: Nestor Antonio Alves Junior
CRB-4 / 1557

Ires Roberta Tavares dos Santos

Lâmpadas fluorescentes: confecção e divulgação do coletor como proposta mediadora do descarte ambientalmente adequado

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Arapiraca, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química

Data de aprovação: 26/02/2024.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
IARA TERRA DE OLIVEIRA
Data: 29/02/2024 13:08:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Iara Terra de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
WILMO ERNESTO FRANCISCO JUNIOR
Data: 04/03/2024 12:32:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Wilmo Ernesto Francisco Junior
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus Arapiraca
(Examinador)

Documento assinado digitalmente
MARCIA BRANDAO RODRIGUES AGUILAR
Data: 29/02/2024 14:00:31-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dr.ª Márcia Brandão Rodrigues Aguilar
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
Campus Serra da Capivara
(Examinadora)

Aos meus pais, Quitéria Tavares dos Santos e José Roberto Lima dos Santos, por todo amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Deus por permitir minha convocação no dia 21/11/2018, e me fazer sentir um dos melhores sentimentos. Além de ter conduzido todos os meus passos até aqui;

À toda minha família, especialmente, meus irmãos, Nataly e José Iran, a minha mãe, Quitéria, meu pai, José Roberto que enfatizaram a importância dos estudos, agradeço por serem meu alicerce e minha base durante todos esses anos;

À minha vó, Maria de Fátima, que esperou com toda fé o dia da minha convocação e vibrou como se fosse sua própria conquista;

Ao meu noivo, Arnon, que sempre esteve ao meu lado, me motivando e acreditando na minha capacidade;

À minha orientadora, Iara Terra, por ser tão amiga desde sua chegada ao Campus Arapiraca. Agradeço por toda disponibilidade, ajuda e incentivo a participar dos Projetos;

À turma de 2018.2 de Licenciatura Plena em Química da UFAL – Campus Arapiraca, em especial, Mayra, Fhysmélia e Miguel, por terem me acolhido e serem um trio incrível. Dhensfa, por ser minha dupla “topa tudo” nos últimos anos da graduação. Abigail, por compartilhar dias e noites tensas discutindo questões de Físico-química. Taline, sempre pronta a ajudar, também agradeço a Rikellen, Matheus e Roger. Obrigada turma por todo companheirismo, estudos, choros e superações.

Ao Professor Wilmo Ernesto, foi através dos seus *Porquês* que meu receio foi superado, me possibilitando maior participação nas aulas, além do meu desenvolvimento como pessoa e profissional;

À Professora Thaissa Lúcio, por ser de um coração tão lindo, a verdadeira professora de milhões;

Ao PET Química por me permitir ser colaboradora das atividades desenvolvidas pelo Programa;

Ao Projeto Alagoas Mais Limpa, por me permitir realizar práticas sustentáveis, além de ser essencial diante da escolha da temática deste trabalho;

Ao PIBIC, por me proporcionar a possibilidade de conhecer minha versão pesquisadora e cientista. Muito obrigada!

RESUMO

As lâmpadas fluorescentes (LF) podem desencadear sérios problemas à saúde humana e ao meio ambiente se descartadas de forma incorreta. Mediante as ações realizadas pelo projeto por uma Alagoas mais limpa, foi confeccionado e instalado um coletor de LF no *Campus* visando colaborar com seu descarte ambientalmente correto. Por meio destas considerações, o presente trabalho foi realizado seguindo quatro cenários, sendo eles: I) confecção e instalação do coletor de LF na Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Arapiraca II) divulgação nas redes sociais III) contabilização da quantidade de lâmpadas descartadas IV) análise do descarte. Objetivando relatar a implementação do coletor de LF na Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Arapiraca confeccionado por discentes do curso de Licenciatura em Química. Bem como, divulgar no Instagram a importância da destinação adequada das LF pós-consumo; analisar a ocorrência do descarte de lâmpadas no coletor; enumerar a quantidade de lâmpadas descartadas. As medidas adotadas, tais como a implementação do coletor, divulgação e orientação apresentaram grandes potencialidades diante da colaboração do descarte ambientalmente correto das LF.

Palavras-chave: lâmpadas fluorescentes; meio ambiente; descarte consciente.

ABSTRACT

Fluorescent lamps (FLs) can trigger serious health and environmental problems if disposed incorrectly. Through the actions carried out by the Project for a Cleaner Alagoas, a FL collector was manufactured and installed on the *Campus* to contribute to their environmentally correct disposal. Based on these considerations, this study was conducted based on four scenarios: I) manufacturing and installation of the FL collector at the Federal University of Alagoas - Arapiraca *Campus* II) Publications about the collector on social media III) quantification of discarded lamps IV) analysis of disposal. The objective was to report on the implementation of the FL collector at the Federal University of Alagoas - Arapiraca *Campus*, made by students of the Chemistry Teaching degree. As well as, i) promoting on Instagram the importance of proper disposal of FLs after consumption ii) analyzing the occurrence of lamp disposal in the collector iii) enumerating the quantity of discarded lamps. The measures taken, such as the implementation of the collector, publication, and guidance, showed great potential in promoting environmentally correct disposal of FLs.

Keywords: fluorescent lamps; environmental; conscious disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lamparina a base de óleo.....16
Figura 2 - Cera de espermacete, vela de espermacete, óleo de espermacete..... 17
Figura 3 - Lampião à querosene..... 17
Figura 4 - Lâmpada elétrica de Thomas Edison..... 19
Figura 5 - Nikola Tesla com sua invenção, a lâmpada fluorescente.....20
Figura 6 - Estrutura interna da lâmpada fluorescente..... 20
Figura 7 - Tipos de lâmpadas fluorescentes..... 21
Figura 8 - Economia e consumo das lâmpadas..... 22
Figura 9 - Esquema simplificado da Logística Reversa para LF.....24
Figura 10 - Etapas realizadas na recicladora para as lâmpadas tubulares, de acordo com o relatório da Reciclus.....25
Figura 11 - Etapas realizadas na recicladora para as lâmpadas compactas, segundo o relatório da Reciclus..... 26
Figura 12 - Coletor da Reciclus na coloração verde..... 27
Figura 13 - Coletor da Reciclus na coloração vermelha..... 28
Figura 14 - Coleta de resíduos sólidos na UFAL.....34
Figura 15 - Chaveiros produzidos com cápsulas metálicas de café..... 34
Figura 16 - Colares e brincos produzidos com cápsulas metálicas de café..... 35
Figura 17 - Coletores de cartelas de medicamentos, tampinhas plásticas, lacres de latinhas e LF..... 35
Figura 18 - Coletores de escovas de dentes e eletrônicos..... 36
Figura 19 - Coletor confeccionado para as LF tubulares e compactas.....38
Figura 20 - Coletor inapropriado para o recebimento das lâmpadas..... 39
Figura 21 - Coletor confeccionado com barrica de papelão.....40
Figura 22 - Segundo coletor que sofreu destruição..... 41
Figura 23 - Divulgação do coletor no Instagram..... 42
Figura 24 - Publicação sobre o descarte inadequado de resíduos no coletor específico para LF..... 43
Figura 25 - Retirada das lâmpadas dos coletores.....44
Figura 26 - Processo de contagem das lâmpadas.....45
Figura 27 - Armazenamento das lâmpadas..... 46

Figura 28 - Relação da quantidade de lâmpadas tubulares e compactas recolhidas em 2022–2023.....47
Figura 29 - Relação da quantidade de lâmpadas recolhidas..... 48
Figura 30 - Lâmpadas sendo entregues na rede Atacadista Assaí.....48
Figura 31 - Coletor da Reciclus..... 49
Figura 32 - Descartes de lixo no coletor.....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade e localização dos coletores na cidade de Arapiraca.....29
Tabela 2 - Coleta realizada no ano de 2021 em Alagoas.....30
Tabela 3 - Relação quantitativa das lâmpadas arrecadadas.....46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cuidados para descartar e armazenar adequadamente LF.....30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CN	Congresso Nacional
CNC	Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo
CRFB	Constituição da República Federativa do Brasil
IMA	Instituto do Meio Ambiente
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LED	Lâmpadas *light emitting diode*
LF	Lâmpada Fluorescente
PET	Programa de Educação Tutorial
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
Reciclus	Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....15
2.1 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....15
2.2 LÂMPADA INCANDESCENTE.....17
2.3 LÂMPADA FLUORESCENTE.....18
2.4 LÂMPADA LIGHT *EMITTING DIODE* (LED).....20
2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....22
2.6 CONSUMO E DESCARTE CONSCIENTE.....23
2.7 RECICLUS E A LOGÍSTICA REVERSA.....23
2.8 ADESÃO DO COLETOR DA RECICLUS.....25
2.9 PONTOS DE COLETA.....28
2.10 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E AS LÂMPADAS.....30
2.11 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....30
2.12 ALAGOAS MAIS LIMPA.....32
3 METODOLOGIA.....36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....37
4.1 CONFECÇÃO DO COLETOR (CENÁRIO 1).....37
4.2 DIVULGAÇÃO NAS REDES SOCIAIS (CENÁRIO 2).....40
4.3 CONTABILIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE LÂMPADAS DESCARTADAS (CENÁRIO 3).....43
4.4 ANÁLISE DO DESCARTE (CENÁRIO 4).....48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....50
REFERÊNCIAS.....51

1 INTRODUÇÃO

A utilização da iluminação artificial pela população vem crescendo em grandes proporções e, em consequência, há paralelamente o aumento do uso de lâmpadas. As lâmpadas fluorescentes, ou LF, são exemplos de modelos que possuem um menor custo-benefício e uma maior durabilidade, que segundo Durão e Windmöller (2008, p.2):

> [...] pode representar uma significativa economia doméstica, comercial e industrial. Se por um lado a natureza agradece a economia no uso dos recursos naturais pelo uso de lâmpadas fluorescentes na iluminação, a proliferação do seu uso está gerando uma nova demanda ambiental (Durão; Windmöller, 2008, p.2)

A preocupação com a destinação do resíduo pós-consumo mencionado anteriormente dá-se, pois, a população, em geral, desconhece que na composição das LF está inserida uma substância tóxica, o vapor de mercúrio, que pode desencadear problemas à saúde e ao meio ambiente, se forem descartadas de forma inadequada. Segundo Vasconcelos (2008, p. 2) “dos cerca de 100 milhões de lâmpadas produzidos anualmente no país, apenas 6% são reciclados ou descartados em locais apropriados”.

Atualmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10.004:2004 especifica que, os resíduos são identificados em duas classes distintas, sendo I e II, as LF são da classe I, um tipo de resíduo perigoso. Os resíduos de classe I são aqueles que possuem periculosidade, como, caráter inflamável, corrosivo, reativo, tóxico e patogênico.

Nessa perspectiva, diante da presença do vapor de mercúrio nas lâmpadas e das problemáticas que podem ser desenvolvidas pelo ato do descarte inadequado, vê-se uma grande necessidade da implementação da logística reversa e da educação ambiental no sentido de divulgar e orientar, quanto à importância do descarte adequado de LF.

A partir desses apontamentos, o presente trabalho foi desenvolvido seguindo uma ordem sequencial do contexto histórico do desenvolvimento da iluminação artificial até a criação e chegada das LF. Com uma abordagem metodológica de um relato de experiência de cunho predominante qualitativo que foram divididos em quatro cenários, sendo:

I) confecção e instalação do coletor na Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca

II) divulgação nas redes sociais sobre a composição e descarte adequado das lâmpadas

III) contabilização da quantidade de lâmpadas descartadas entre o ano de 2022 a 2023

IV) análise do descarte.

Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo relatar a implementação do coletor de LF na Universidade Federal de Alagoas - *Campus* Arapiraca confeccionado por discentes do Curso de Licenciatura em Química. Bem como:

A) divulgar no Instagram a importância da destinação adequada das LF pós-consumo;

B) analisar a ocorrência do descarte de lâmpadas no coletor;

C) enumerar a quantidade de lâmpadas descartadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Na antiguidade, a iluminação era proveniente da luz natural, mas algum tempo depois, o homem primitivo foi o responsável no desenvolvimento básico que relacionava diretamente a temperatura à fonte de iluminação artificial.

O fogo, então, foi a principal ferramenta usada pelo homem desde o preparo de refeições, tocha e fogueira, tornando-se também elemento fundamental para a iluminação das moradias primitivas.

Sobre essas mudanças, (Feiden *et al.*, 2018, p. 3) comentam que “evoluindo mais tarde com a criação da lamparina a óleo, um combustível de origem animal e vegetal, o homem então, aperfeiçoou as formas de iluminação” (figura 1).

Figura 1 - Lamparina a base de óleo

Fonte: Marques (2017).

Mais tarde, desenvolveram a vela, produzida a partir de um experimento com alguns fios retorcidos acrescentados a um derramamento de sebo que consistia na retirada de uma cera dos crânios das baleias cachalotes (figura 2). Diante do crescimento das cidades e da necessidade da iluminação artificial segundo Castelluccir Junior (2021) “oficinas de manufatura também requeriam iluminação e, no futuro, durante a Revolução Industrial, as fábricas seriam iluminadas e as suas máquinas lubrificadas pelo precioso óleo de baleia”.

Figura 2 - Cera de espermacete, vela de espermacete, óleo de espermacete.

Fonte: Wikipedia (2004). Disponível em: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Espermacete/. Acesso em: 03 jun. 2022.

Em contrapartida, são inúmeros os modelos de lampião e, na figura 3, apresenta-se um exemplo desse instrumento.

Figura 3 - Lampião à querosene

Fonte: Cloudfront [20--]. Disponível em: https://d1o6h00a1h5k7q.cloudfront.net/imagens/img_m/17965/8356707.jpg/. Acesso em: 07 jun. 2022.

Os lampiões fizeram parte da cultura brasileira por décadas, especialmente na região Nordeste do país. Isso ocorreu em razão de uma figura chamada

Virgulino, conhecido pelo seu apelido de Lampião. Era conhecido por Lampião, segundo Grunspan-Jasmin (2006), pelos disparos de espingarda cujos efeitos luminosos desse feito faziam alusão a um lampião.

2.2 LÂMPADA INCANDESCENTE

Por volta de 1802 iniciaram os testes para a criação da luz artificial a partir do uso da eletricidade. O químico britânico, Sir Humphrey Davy (1778-1829), utilizou a corrente elétrica proveniente da pilha voltaica de Alexandre Volta para então aquecer um fio de platina até a incandescência.

Foi entre 1879 e 1880 que o norte-americano, Thomas Alva Edison (1847-1931), consolidou a invenção da lâmpada, sendo ela composta por uma haste fina de carvão, inserida numa ampola de vidro, que ao ser aquecida a uma intensidade próxima ao seu ponto de fusão emitia luz. Possibilitando assim, o avanço na fabricação da primeira lâmpada elétrica.

Algum tempo depois, como reporta Feiden *et al.*, 2018, p. 3.

> A partir de novos estudos e evolução dos conceitos de conforto e segurança, o tungstênio passou a ser adotado para o filamento das "lâmpadas de 12 watt" e de todas as incandescentes que se seguiram. Além disso, injetaram-se gases na ampola para evitar a vaporização com a temperatura. (Feiden *et al*., 2018, p. 3)

No entanto, Ferreira (2008, p. 21) comenta que:

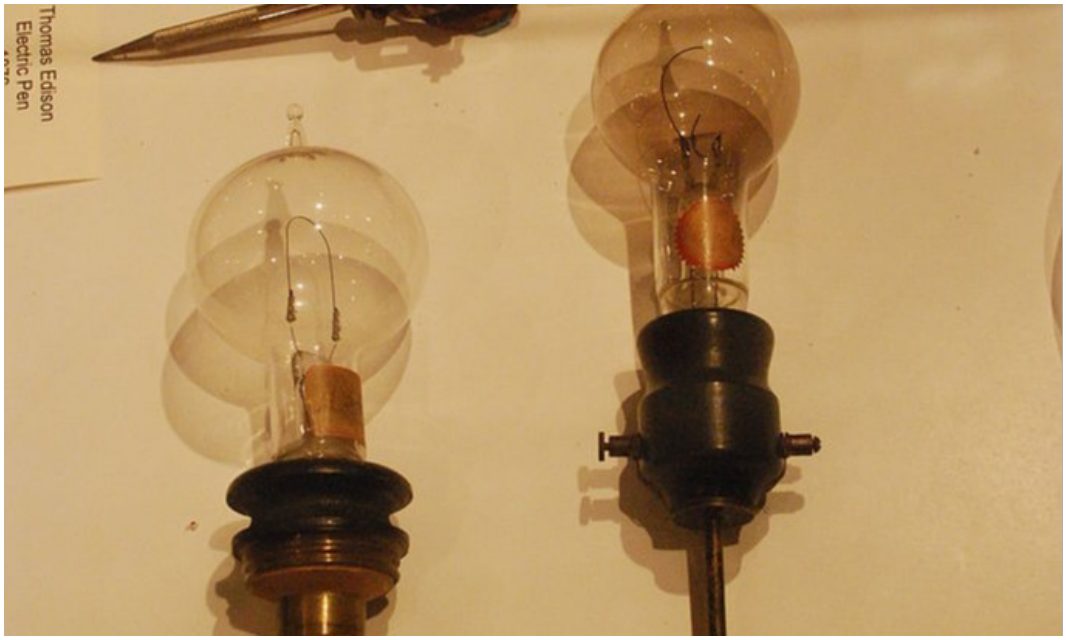
> Como o filamento de carvão tinha pouca durabilidade, o inventor Thomas Edison começou a fazer experiências com ligas metálicas, pois a durabilidade das lâmpadas de carvão não passava de algumas horas de uso (Ferreira, 2008, p. 21)

O filamento de carvão foi substituído posteriormente pelo de bambu carbonizado e celulose. Seguido pela substituição e utilização do filamento de tungstênio. Este metal foi o principal elemento de todas as lâmpadas incandescentes, produzida a partir de uma ampola de vidro transparente ou opaco preenchida com um gás inerte, argônio.

O gás inerte argônio era utilizado a fim de evitar e retardar o processo de oxidação do filamento, que ao ser percorrido por uma corrente elétrica, aquecia até a

incandescência e emitia uma luz branca de tom levemente amarelado, como ilustra a figura 4.

Figura 4 - Lâmpada elétrica de Thomas Edison



Fonte: Altman (2020).

O sucesso dessas lâmpadas abriu caminho para produções em larga escala e diferentes modelos ao redor do mundo nas décadas seguintes.

2.3 LÂMPADAS FLUORESCENTES

Em 1938 Nikola Tesla, um cientista sérvio-croata (1856–1943), criou a LF que de acordo com Cunha *et al.*, (2008, p. 3) “são bem mais eficientes e duráveis que sua antecessora, além de ser responsável por 70% da luz artificial produzida no mundo atualmente” (figura 5).

As LF apresentam economia de 80% e possuem durabilidade de 4 a 15 vezes superior. A partir desses benefícios, houve um crescimento considerável de sua procura no mercado, a fim de substituir as lâmpadas incandescentes.

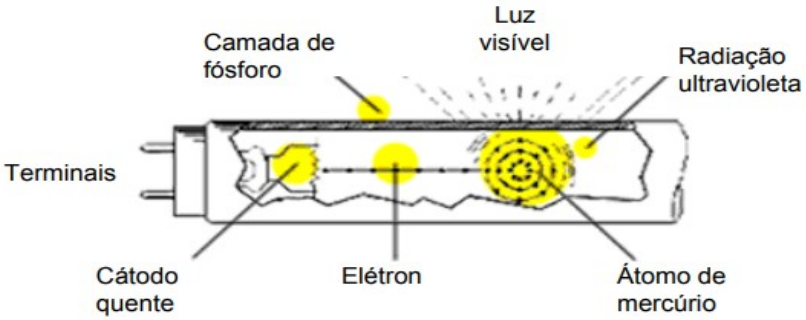
Figura 5 - Nikola Tesla com sua invenção, a lâmpada fluorescente

Fonte: Domingues (2016).

As LF ou vapor de mercúrio, são de descarga em baixa pressão. Integrada por um tubo de vidro (bulbo), revestido com uma poeira fosforosa, que de acordo com Cunha *et al.*, (2008, p.3) “A poeira fosforosa trata-se geralmente de clorofluorfosfato de cálcio e comporta vários elementos como: alumínio, chumbo, manganês, antimônio, cobre, mercúrio, níquel e outros”.

Essas lâmpadas possuem em seu interior um par de eletrodos nos seus extremos (cátodo e ânodo), preenchidos com gases inertes, geralmente, argônio e uma quantidade de mercúrio que possibilita seu funcionamento a partir da ionização dos átomos, conforme expresso na figura 6.

Figura 6 - Estrutura interna da lâmpada fluorescente



Fonte: André (2004, p.23).

As LF são confeccionadas e disponibilizadas no mercado consumidor em 2 tipos, compactas e tubulares. As compactas são produzidas nos modelos não integradas e circulares que podem ser encaixadas em luminárias por rosqueamento, já as tubulares são modelos cilíndricos e compridos, como apresentado na figura 7.

Figura 7 - Tipos de lâmpadas fluorescentes

Fonte: FernandaDG (2023).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2000), as lâmpadas de vapor de sódio, vapor de mercúrio, de luz mista e fluorescentes estão incluídas na categoria referente às de descargas de gases. Sendo, favorecido fluxo luminoso mediante a passagem de corrente elétrica em um meio que contém gases.

2.4 LÂMPADAS *LIGHT EMITTING DIODE* (LED)

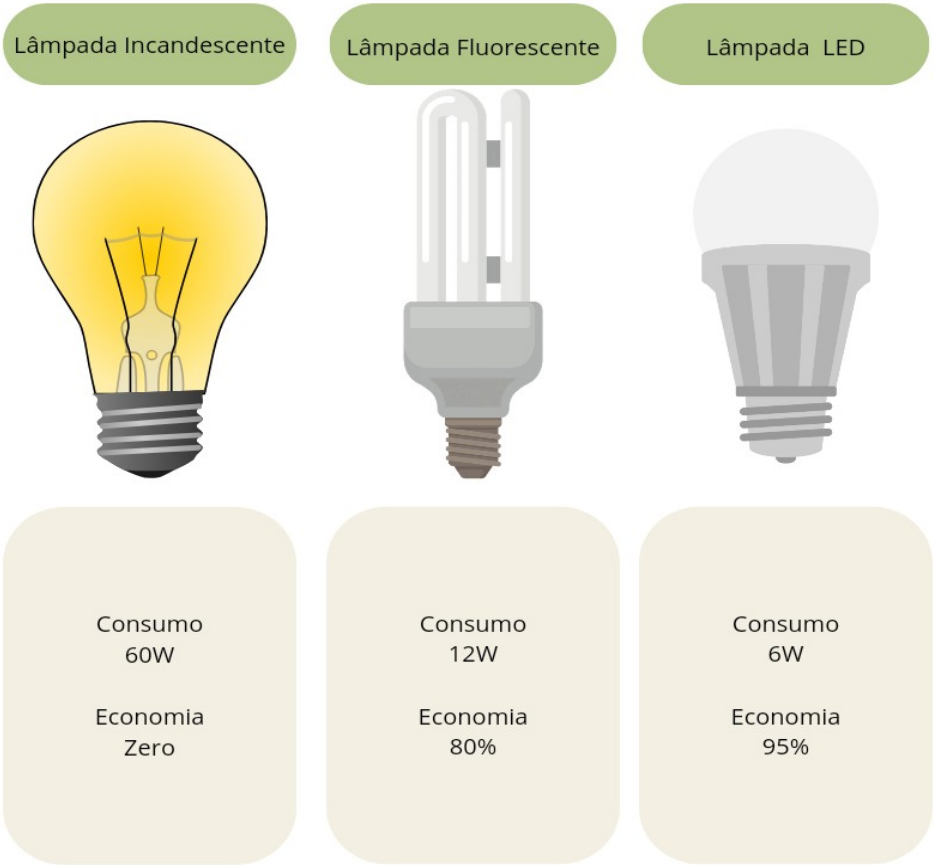
Em 1963 foram criadas as chamadas lâmpadas *light emitting diode* (LED), que possuem maior eficiência, economia energética e não apresentam alto teor de periculosidade de contaminação ao meio ambiente. Apresentando componentes que, segundo Rodrigues *et al.* (2019. p.2).

> [...] têm a propriedade de transformar energia elétrica em luz, não utilizando de filamentos metálicos, radiação ultravioleta, nem descarga de gases. É um componente bipolar com dois terminais (chamados cátodo e ânodo) que,

> quando polarizados, permitem a passagem de corrente elétrica, gerando luz (Rodrigues *et al.*, 2019. p.2)

A representação a seguir mostra as diferenças entre consumo e economia no uso de lâmpadas incandescentes, LF e LED, os três tipos citados anteriormente no trabalho (figura 8).

Figura 8 - Economia e consumo das lâmpadas



Fonte: Adaptado de Arqplane: Arquitetura e Design (2015). Disponível em: https://arqplane.wordpress.com/ 2015/08/05/o-fim-das-lampadas-incandescentes-e-a-economia-na-conta-de-luz/ . Acesso em: 20 ago. 2023.

Diante das problemáticas vinculadas as LF e da baixa economia das lâmpadas incandescentes, Rodrigues et al., (2019) comenta que “as lâmpadas light emitting diode (LED), por apresentarem vida útil e eficiência energética melhores que as de descarga atuais, passaram a ser largamente utilizadas”.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a norma NBR-10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos são categorizados e divididos em duas classes (I e II). Sendo a classe I pertencente aos resíduos perigosos, necessitando de uma maior atenção diante do armazenamento, transporte e destinação final após o consumo e a classe II, associada aos resíduos não perigosos.

As LF são da classe I, por possuírem em sua composição vapor de mercúrio, uma substância tóxica, que pode trazer malefícios à saúde e ao meio ambiente, por meio da destinação inadequada. Zavariz e Glina (1993), em seu artigo discutem sobre o acúmulo e comprometimento do fígado, sistema nervoso central e rins quando os vapores de mercúrio são absorvidos por via pulmonar através de sua inalação.

2.6 CONSUMO E DESCARTE CONSCIENTE

O Brasil comercializa cerca de 100 milhões de unidades de lâmpadas por ano. Por serem utilizadas em grande escala, seu descarte ocorre de maneira excessiva, facilitando e possibilitando o aumento das chances de contaminações à saúde e ao meio ambiente, devido a sua destinação pós-consumo normalmente ocorrer no lixo comum chegando aos lixões e aterros sanitários.

Nesse sentido, Souza e Barbosa (2000, p. 2) reportam que:

> O mercúrio penetra no organismo humano e se deposita nos tecidos, causando lesões graves, principalmente nos rins, fígado, aparelho digestivo e sistema nervoso central. A exposição aguda, por inalação de vapores de mercúrio, pode acarretar em fraqueza, fadiga, anorexia, perda de peso e perturbações gastrointestinais. A ingestão de compostos mercuriais, em particular cloreto mercúrio, provoca úlcera gastrointestinal e necrose tubular aguda, delírio, alucinação e tendência suicida. (Souza e Barbosa, 2000, p. 2)

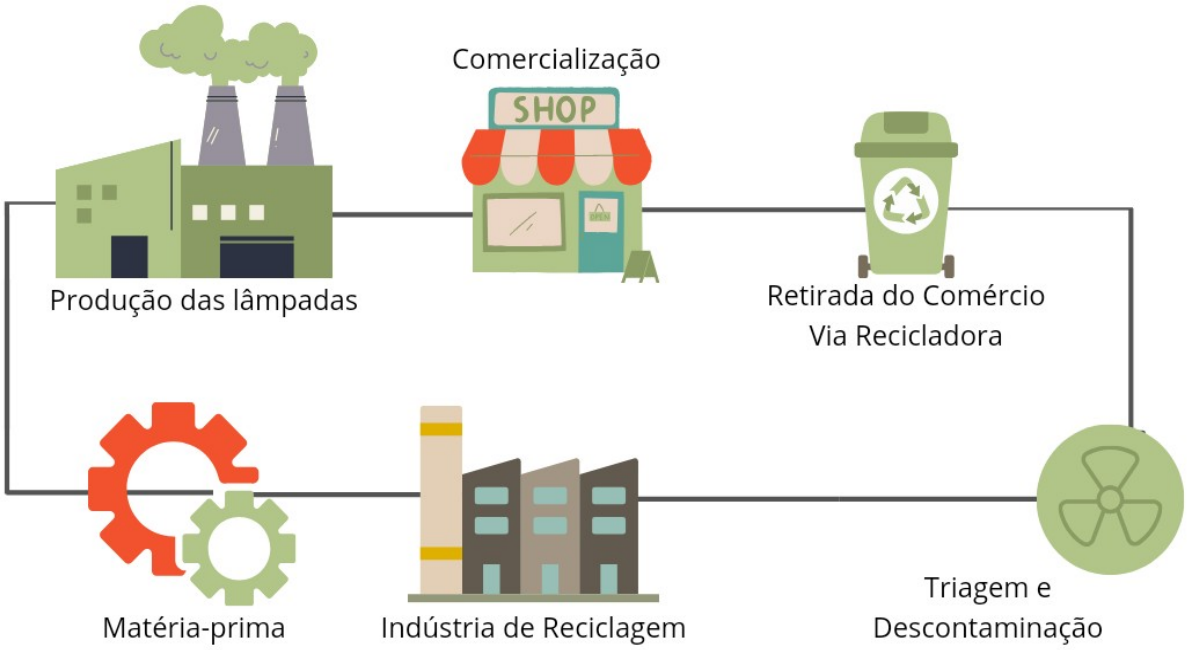
Além disso, apresenta alta capacidade de dispersão e volatiliza com facilidade em temperatura ambiente. Tem-se, a necessidade da divulgação e disseminação de informações que abordam a composição dos materiais, além de estimular a redução do acesso aos materiais caracterizados como resíduos perigosos, em específico as LF. Alertando os consumidores sobre os tipos que estão sendo utilizados nas

residências, bem como posteriormente a maneira correta de direcionamento após o uso.

2.7 RECICLUS E A LOGÍSTICA REVERSA

A Associação Brasileira para a Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação, ou Reciclus, é uma entidade sem fins lucrativos que desenvolve um papel fundamental no processo de retirada e descontaminação de resíduos sólidos, em específico das LF pós-consumo, conforme a figura 9.

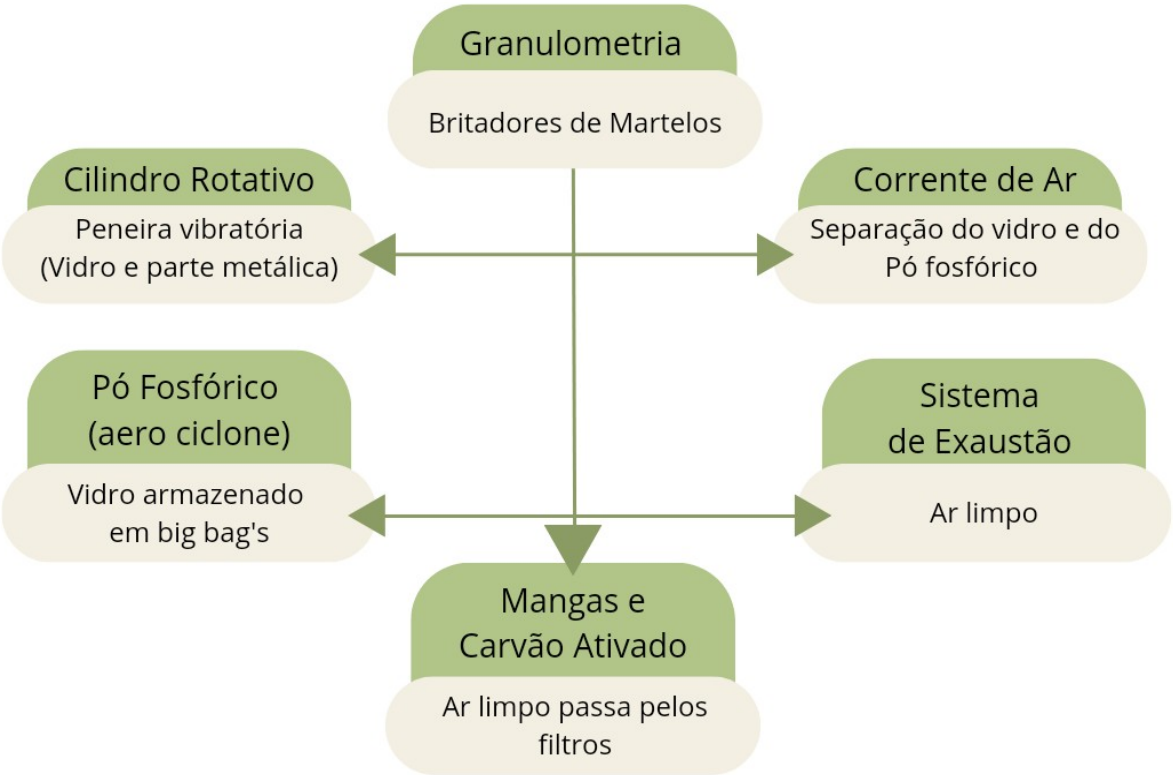
Figura 9 - Esquema simplificado da Logística Reversa para LF



Fonte: A autora (2024).

Esta entidade foi desenvolvida no Brasil a partir de um acordo setorial, estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da assinatura da Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010. A fim de tecer um controle nacional por meio da logística reversa sobre as lâmpadas que contenham em sua composição vapor de mercúrio, vapor de sódio e vapor de luz mista. Na recicladora, as lâmpadas são separadas pelas tipologias, tubulares e compactas. Após a etapa de separação, elas são submetidas aos processos demonstrados abaixo nos fluxogramas (figura 10).

Figura 10 - Etapas realizadas na recicladora para as lâmpadas tubulares, de acordo com o relatório da Reciclus

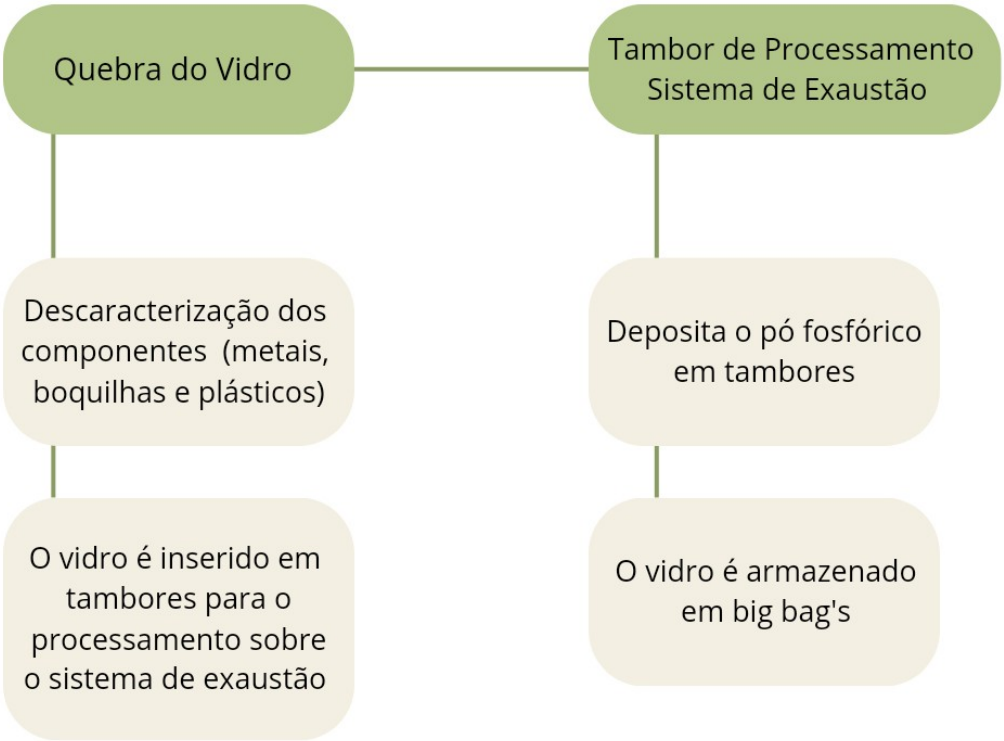


Fonte: A autora (2024).

Após todo o processo citado acima, o pó fosfórico e o mercúrio são retirados do ciclone e introduzidos em tambores para serem submetidos no forno a temperatura de 550ºC, sob vácuo. Após a evaporação do mercúrio, ele é enviado para um resfriador para ser condensado por meio de uma bomba de vácuo. O fosfato é armazenado em tambores para a destinação final.

De acordo com o Relatório Reciclus (2021), “Todo o processo é realizado em local enclausurado e o mercúrio vaporizado é retido nos filtros de carvão ativo. Posteriormente, quando saturados, tais filtros são destinados para aterros Classe I”, conforme esquematizado na figura 11.

Figura 11 - Etapas realizadas na recicladora para as lâmpadas compactas, segundo o relatório da Reciclus



Fonte: A autora (2024).

As ampolas que contêm vapor de mercúrio em sua composição são armazenadas e recebem as mesmas destinações das lâmpadas tubulares. Após as etapas desenvolvidas na recicladora que foram citadas anteriormente, os componentes das lâmpadas retornam ao setor produtivo como matéria-prima e insumo, diminuindo a necessidade de extração de novos recursos naturais.

2.8 ADESÃO DO COLETOR DA RECICLUS

A Reciclus é a entidade responsável pela coleta e reciclagem das LF. Sua parceria ocorre com entidades representativas do comércio pelo país, como por exemplo, a Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC), Fecomércio, associações, sindicatos, consórcios, entre outros, após a correspondência com o acordo setorial.

O representante responsável pelo estabelecimento que visa realizar um acordo com a Reciclus para obtenção do coletor, precisa assinar e concordar com o termo de comodato, estando ciente da não realização de troca do objeto recebido, e da sua entrega ao fim da parceria.

A Reciclus possui duas cores específicas de coletores que são utilizados para o descarte das LF instalados na rede privada. Na cor verde e vermelha, como ilustra a figura 12 e 13.

Figura 12 - Coletor da Reciclus na coloração verde

Fonte: Reciclus (2021).

Figura 13 - Coletor da Reciclus na coloração vermelha

Fonte: ABilumi [20--]. Disponível em: https://www.abilumi.org.br/programa-reciclus chega-32 -cidades-e-soma-174-pontos-de-entrega/coletora-2/. Acesso em: 23 out. 2023.

Entre os requisitos e condições para adesão do coletor, no relatório, a Reciclus (2021, p. 34) estabelece que:

> A cidade deve possuir população maior que 25.000 habitantes e que os locais definidos sejam fixos em super/hiper/minimercados, lojas de departamento ou lojas de material para construção ou elétrico em que ocorra a venda de lâmpadas fluorescentes (Reciclus, 2021, p. 34).

A empresa que visa realizar parceria com a Reciclus não obtém custos ao adquirir o coletor, mas terá que disponibilizar um espaço de maior destaque em loja para que seja alocado. Além de serem responsáveis em fiscalizar o modo de uso, e comunicar a transportadora por meio do login e senha fornecidos, quando o coletor estiver com a quantidade limite, 80% de sua ocupação, para que as lâmpadas sejam recolhidas e levadas para a recicladora. Para que ocorram etapas de separação de

subprodutos, descontaminação, e posteriormente remetidos a indústrias de outros segmentos.

2.9 PONTOS DE COLETAS

Atualmente no Brasil, existem 3.902 pontos de entregas disponibilizados pela Reciclus para o descarte de lâmpadas que se encontram em desuso. Atendendo a 26 estados, além do Distrito Federal, e 691 municípios. Em Alagoas tem-se um total de 31 coletores contabilizados e distribuídos no setor comercial, atendendo as cidades de Maceió (24); Arapiraca (03); Rio Largo (02); Coruripe (01) e Marechal Deodoro (01).

Na tabela 1, segue a relação da localização e a quantidade de pontos de descarte na cidade de Arapiraca.

Tabela 1 - Quantidade e localização dos coletores na cidade de Arapiraca

Cidade	**Pontos de Coleta**	**Quantidade**
Arapiraca	Assaí Atacadista Atacadão Carajás	03

Fonte: Reciclus (2021).

No ano de 2021, de acordo com os dados disponibilizados no relatório da Reciclus, foram recolhidas e destinadas de forma correta pós-consumo o total equivalente a 6,6 milhões de lâmpadas com massa total 965.643,8 kg. Sendo recolhida em Alagoas uma massa equivalente a 5.783,0 kg no total, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Coleta realizada no ano de 2021 em Alagoas

Município	Massa (kg)	Massa total (kg)
Arapiraca	902,0	
Maceió	4.783,0	5.783,0
Marechal Deodoro	90,0	
Rio Largo	8,0	

Fonte: Reciclus (2021).

Existem alguns cuidados que devem ser adotados durante o armazenamento e o descarte das LF. De acordo com a cartilha disponibilizada pela Reciclus (2021, p. 13), conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Cuidados para descartar e armazenar adequadamente LF

Relatório Reciclus
● Nunca quebre as lâmpadas! Este procedimento pode contaminar o ambiente e expor os moradores e prestadores de serviço à riscos de saúde; ● Se alguma lâmpada quebrar acidentalmente no momento do descarte, evite varrer o local para o pó que estava dentro da lâmpada não espalhar e facilitar a volatilização do mercúrio; ● Evite armazenar lâmpadas inteiras ou quebradas em tambores. Tambores facilitam a quebra acidental e os metais contidos nelas podem contaminar o ambiente; ● Evite escorar lâmpadas em paredes pois podem tombar e quebrar; ● Evite misturar mais de um tipo de lâmpada em um mesmo recipiente; ● Jamais cole fitas adesivas nas lâmpadas. A cola dificulta o processo de reciclagem do vidro; ● Não armazene as lâmpadas em embalagens individuais ou em conjunto de poucas unidades, sejam atadas com fitas ou em plástico bolha; ● Não misture outro tipo de resíduo com as lâmpadas; ● Jamais utilize aspirador de pó para limpar resíduos de quebra acidental por lâmpadas.

Fonte: Reciclus (2023, p.13).

Além disso, as lâmpadas inteiras, sem danos aparentes, devem ser armazenadas, se possível em suas embalagens de origem, para que possam permanecer intactas. Se estiverem soltas, podem ser usados feixes de papelão para envolver mais de uma unidade com a finalidade de evitar possíveis impactos.

As lâmpadas que apresentarem danos aparentes, como a quebra, antes de realizar a limpeza dos estilhaços no local, o ambiente deve permanecer ventilado, abrindo portas e janelas e desligando o ar-condicionado caso possua.

Após a etapa de ventilação, os cacos das lâmpadas devem ser recolhidos. Com um papel ou esponja umedecida o pó deve ser recolhido, além dos fragmentos do vidro, todo o material deve ser colocado em um saco plástico. Em seguida, deve ser amarrado e depositado em recipiente com tampa. As mãos devem ser higienizadas após a limpeza.

2.10 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E AS LÂMPADAS

O Brasil possui a Lei de nº 12.305/10, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Impondo em seu art. 33 que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes implementem o sistema de logística reversa que possa cuidar da destinação final do resíduo após o uso. Os produtos terão que ser retornados após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos.

Considerando o aumento da procura das LF no uso doméstico e industrial devido às suas especificidades de durabilidade e economia. O projeto de Lei nº 2062, de 2020 propõe sobre as considerações e ações que devem ser analisadas e tomadas respectivamente diante do descarte e disposição final pelos fabricantes após o uso dos consumidores.

O Congresso Nacional (2020, p. 2) reforça que, os responsáveis pelos estabelecimentos que realizam a venda de LF, devem providenciar e disponibilizar “recipientes” para que as lâmpadas possam ser retomadas após seu consumo. Além de ser obrigatória as informações pertinentes por parte dos fabricantes nas embalagens das lâmpadas sobre os riscos, onde e como realizar o descarte de forma correta.

2.11 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental está associada com todo o processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, tendo como objetivo desenvolver habilidades junto ao segmento de modificações de atitudes e práticas

exercidas sobre o meio ambiente. Estando no contexto de componente essencial da educação, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal. A Lei 9.795/ 1999 art. 1º diz que:

> Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

É importante e indispensável a implementação de discussões no contexto escolar e fora dele, visando melhorar a relação do homem com o meio de forma sustentável. O PNRS (2022, p.16) afirma que:

> [...] é importante estimular que a produção, a distribuição e o consumo sejam repensados, incentivando, quando viável, modelos que não resultem, ou pelo menos reduzam a geração de resíduos. Além disso, programas e ações de educação ambiental, direcionados à população de uma forma geral e implementados de forma continuada revestem-se de grande relevância para o alcance de tais objetivos. (PNRS, 2022, p.16)

Além da participação de políticas públicas nos âmbitos (municipal e estadual) que possam apresentar, determinar e direcionar de forma crítica e efetiva medidas e ações individuais e coletivas. Segundo Fadini e Barbosa (2001, p. 3).

> Para o gerenciamento do lixo, é necessária a existência de um programa de educação ambiental que contemple a recusa de consumo de produtos com alta capacidade de geração de resíduos, redução do consumo, reuso e reciclagem (Fadini; Barbosa, 2002, p. 3).

A adoção de ações estabelecidas por meio das políticas públicas pode colaborar com a resolução de problemáticas junto a conservação do meio ambiente com qualidade, contribuindo com a perspectiva de ótimas condições e qualidade de vida para as gerações futuras. A Constituição da República Federativa do Brasil, de 2016, no seu artigo 225 (BRASIL, 2016), comenta:

> 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. (Brasil, 2016, p.132)

Há alguns autores que realizam por meio de seus trabalhos, discussões voltadas à importância da educação ambiental, além de demonstrarem preocupação diante do viés do descarte inadequado dos resíduos da categoria dos perigosos, como por exemplo, as LF. Cunha *et al*., (2008) trazem uma abordagem diante das lâmpadas, como um tema motivador do Ensino Médio, retomando o cotidiano sobre a utilização e consequências do seu uso.

Rodrigues *et al*. (2015) citam os riscos resultantes do descarte incorreto de pilhas, baterias e lâmpadas para a saúde humana. Lima (2016), em seu trabalho de conclusão de curso, faz a utilização da discussão sobre as LF como forma de desenvolver habilidades e competências no Ensino de Ciências, em particular, nas áreas de Física, Biologia e Química. Damasceno *et al*., (2018) fazem a análise da concepção dos estudantes diante dos riscos que o descarte incorreto de lâmpadas, pilhas e baterias, por meio da aplicação de um questionário, sendo ele uma das etapas realizadas na pesquisa.

Roos e Becker (2012), comentam sobre a relação que deve ser estabelecida entre a educação ambiental e a sustentabilidade por meio de sua pesquisa bibliográfica reflexiva. Urgal *et al.,* (2020), realizam a análise da percepção de universitários diante da educação ambiental e a gestão de resíduos. Ferreira (2008), discute sobre a educação ambiental como variável de estudo no descarte de LF, nas turmas de 1º, 2º e 3º ano, do Programa para Jovens e Adultos - EJA em uma Escola Estadual de Santa Maria, localizada no Rio Grande do Sul, Brasil.

2.12 ALAGOAS MAIS LIMPA

O projeto intitulado “Alagoas mais limpa” idealizado por alunos e docentes do Curso de Licenciatura em Química da UFAL de Arapiraca - AL tem como finalidade promover práticas sustentáveis com foco nos resíduos sólidos, proporcionando melhor qualidade de vida da população e um meio ambiente mais saudável.

O projeto realiza diversas ações direcionadas à coleta de resíduos descartados de forma incorreta, em parceria com o Instituto do Meio Ambiente (IMA), Programa de Educação Tutorial (PET) Química e Hotel Ponta Verde (figura 14).

Figura 14 - Coleta de resíduos sólidos na UFAL

Fonte: @alagoasmaislimpa[1]

O projeto promove palestras sobre a importância da destinação correta dos resíduos, apresenta propostas da reutilização de materiais, como por exemplo, o uso de cápsulas metálicas de café para a produção de bijuterias sustentáveis, conforme as figuras 15 e 16.

Figura 15 - Chaveiros produzidos com cápsulas metálicas de café

Fonte: @bijussustentaveis[2]

1 Perfil de Instagram
2 Perfil de Instagram

Figura 16 - Colares e brincos produzidos com cápsulas metálicas de café

Fonte: @bijussustentaveis.

Além disso, também é objetivo do projeto impulsionar a confecção e instalação de coletores de lacres de latinhas, tampinhas plásticas, cartelas de medicamentos, pilhas, escovas de dentes, eletrônicos e LF, conforme as figuras 17 e 18.

Figura 17 - Coletores de cartelas de medicamentos, tampinhas plásticas, lacres de latinhas e LF

Fonte: A autora (2023).

Figura 18 - Coletores de escovas de dentes e eletrônicos

Fonte: A autora (2023).

Os coletores de lacre de latinha metálica, lixo eletrônico e de escovas de dente foram introduzidos no *Campus* por meio de doações para o descarte adequado desses resíduos.

3 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um relato de experiência que possui a predominância da abordagem qualitativa que de acordo com as perspectivas estabelecidas por Martins (2004, p. 04) “privilegiam, de modo geral, da análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais”. No desenvolvimento do trabalho tem-se inicialmente a descrição, coleta e, por fim, a análise de dados.

As atividades foram realizadas na Universidade Federal de Alagoas – UFAL, *Campus* Arapiraca, e foram divididas e organizadas em quatro cenários, sendo eles:

I) confecção e instalação do coletor;
II) divulgação nas redes sociais;
III) contabilização da quantidade de lâmpadas descartadas;
IV) análise do descarte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONFECÇÃO DOS COLETORES (CENÁRIO 1)

O coletor de LF foi confeccionado no dia 13 de abril de 2022 por discentes do semestre de 2018.2 do Curso de Licenciatura em Química do *Campus* de Arapiraca, voluntários do projeto, após evidenciar a carência e a necessidade de pontos de descartes de lâmpadas. Na etapa de produção foram utilizadas duas caixas de papelão, uma para o recebimento das lâmpadas tubulares e a outra para as compactas, revestidas posteriormente com cartolinas brancas, tanto em sua parte interna quanto em sua parte externa. Seguida da fixação de um adesivo comportando três setas em sentido horário formando um triângulo, símbolo que representa a reciclagem.

No espaço central entre as setas foram destacadas imagens de lâmpadas para que os discentes, docentes e servidores pudessem identificar com maior facilidade o tipo de resíduo a ser descartado no coletor. Além disso, foram fixados círculos laranja cor representativa de resíduos perigosos, recortados do papel camurça (figura 19).

Figura 19 - Coletor confeccionado para as LF tubulares e compactas

Fonte: A autora (2022).

Após a confecção, no dia 19 de abril de 2022, o coletor foi alocado próximo ao bloco das coordenações do *Campus*, no dia em que ocorreram ações organizadas pelo projeto por uma Alagoas mais limpa. Os custos para a confecção do coletor foram arcados pelas docentes responsáveis pelo projeto.

Diante da presença de animais errantes no *Campus* e das fortes chuvas durante o inverno, o coletor continha resquícios de urina e água. Além de apresentar características sofridas por vandalismo, como a retirada do adesivo de identificação e "quebra" do suporte que servia como encaixe para as lâmpadas tubulares. Adquirindo fragilidade para o armazenamento do resíduo, sendo necessário a confecção de outro coletor e utilização de materiais que apresentassem maior resistência caso houvesse a continuidade dessas condutas (figura 20).

Figura 20 - Coletor inapropriado para o recebimento das lâmpadas

Fonte: A autora (2022).

No dia 10 de outubro de 2022 foi confeccionado um novo coletor que apresentava uma maior resistência à rasura. Foi utilizada uma barrica de papelão, folhas de papel camurça na cor vermelha, cartolinas, papel EVA e um adesivo na cor laranja para representar a reciclagem das lâmpadas.

Inicialmente a barrica de papelão foi higienizada e revestida internamente por folhas de cartolinas brancas. Em seguida, houve a fixação do papel camurça vermelho em toda a parte externa, além da colagem do adesivo da reciclagem e das letras produzidas do papel EVA preto com o propósito de sinalizar e indicar que se tratava de um coletor específico para lâmpadas, como ilustra a figura 21.

Figura 21 - Coletor confeccionado com barrica de papelão

Fonte: A autora (2022)

No mesmo dia, ou seja, 10 de outubro de 2022, o coletor foi alocado no bloco das coordenações do *Campus.* Mesmo diante da divulgação de registros do primeiro coletor vandalizado e da atitude inadmissível no *Campus*, a destruição do coletor não foi sanada e as práticas como rasura e retirada dos adesivos continuaram sendo realizadas, como mostra a figura 22.

Figura 22 - Segundo coletor que sofreu destruição

Fonte: A autora (2022).

Apesar das contínuas campanhas feitas via perfil no Instagram do projeto e outras feitas na própria Universidade, muitos dos coletores construídos pelos integrantes do grupo de extensão eram encontrados com grandes avarias em sua estrutura.

4.2 DIVULGAÇÃO NAS REDES SOCIAIS (CENÁRIO 2)

Após as etapas de confecção e instalação do coletor citadas no cenário 1, foram realizadas divulgações nas redes sociais, especificamente, no Instagram do projeto por uma Alagoas mais limpa (@alagoasmaislimpa).

As divulgações foram realizadas no Instagram, diante da necessidade de propagar a presença do coletor de LF no *Campus*, bem como, enfatizar a importância do descarte adequado pela presença do mercúrio e as práticas inadequadas citadas no cenário anterior.

O primeiro *post* (figura 23), foi publicado no dia 15 de maio de 2022, seguido da seguinte mensagem.

"Faaala, pessoal! Como está o domingo? Esperamos que esteja bem tranquilo! Estamos dando uma passadinha para fazer um alerta sobre os coletores de resíduos sólidos no Campus Arapiraca, pois recentemente nos deparamos com descartes inadequados. Por essa razão, pedimos a colaboração de vocês para o descarte adequado e também para entrar em contato conosco sempre que desejarem realizar o descarte de resíduos sólidos do tipo: tampinhas plásticas, blisters, lâmpadas em desuso entre outros materiais. Podem entrar em contato via chat na nossa página do IG ou ainda procurar no campus os colaboradores do projeto! Contamos com vocês até a próxima. Ah, e não deixem de compartilhar nossa causa ambiental com os/as colegas"

Figura 23 - Divulgação do coletor no Instagram

Fonte: @alagoasmaislimpa (2023).

Por meio da página no Instagram do projeto também foram realizadas publicações sobre o mau uso e as ações errôneas diante do descarte de outros tipos de resíduos no coletor específico para lâmpadas, como expressado na figura 24, um print da publicação realizada em 2022.

Figura 24 - Publicação sobre o descarte inadequado de resíduos no coletor específico para LF

Fonte: @alagoasmaislimpa (2022).

O uso de publicações de *post* no Instagram do projeto foi pensado como uma forma viável de enfatizar as ações equivocadas realizadas pela comunidade, como o que descartar, tal como divulgar a entrega das lâmpadas no coletor da Reciclus na rede atacadista Assaí.

4.3 CONTABILIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE LÂMPADAS DESCARTADAS (CENÁRIO 3)

Após os descartes que ocorreram no coletor, foi necessário estabelecer uma logística que agregava a retirada, contabilização e separação das lâmpadas de acordo com os tipos, tubulares e compactas. Seguido do encaminhamento e armazenamento na sala de resíduos sólidos do *Campus* para mantê-las intactas e evitar possíveis danos como a quebra e promover a segurança da comunidade acadêmica (figura 25).

Figura 25 - Retirada das lâmpadas dos coletores

Fonte: A autora (2022).

Para a etapa de contabilização e separação eram utilizadas luvas de látex, a fim de evitar quaisquer danos físicos considerando a probabilidade da presença de fragmentos cortantes da parte metálica e de vidro das lâmpadas. Essa medida também foi adotada para os demais procedimentos de organização das lâmpadas até a sua devida entrega no ponto de coleta específico.

Na figura 26, expressa-se o procedimento de contagem das lâmpadas realizado por duas integrantes do projeto.

Figura 26 - Processo de contagem das lâmpadas

Fonte: A autora (2023).

As lâmpadas tubulares eram unidas por materiais como, sacos plásticos, fita adesiva na parte plástica ou tecidos para melhorar a organização a fim de facilitar o processo de deslocamento. Seguido do armazenamento em caixa de papelão ou empilhadas uma sobre as outras. Já as compactas eram depositadas em sacos plásticos de lixo, como mostra a figura 27.

Figura 27 - Armazenamento das lâmpadas

Fonte: A autora (2023).

A seguir, (tabela 3) tem-se a relação dos meses e da quantidade de lâmpadas que foram encaminhadas para o coletor da Reciclus localizado na rede atacadista Assaí

Tabela 3 - Relação quantitativa das lâmpadas arrecadadas

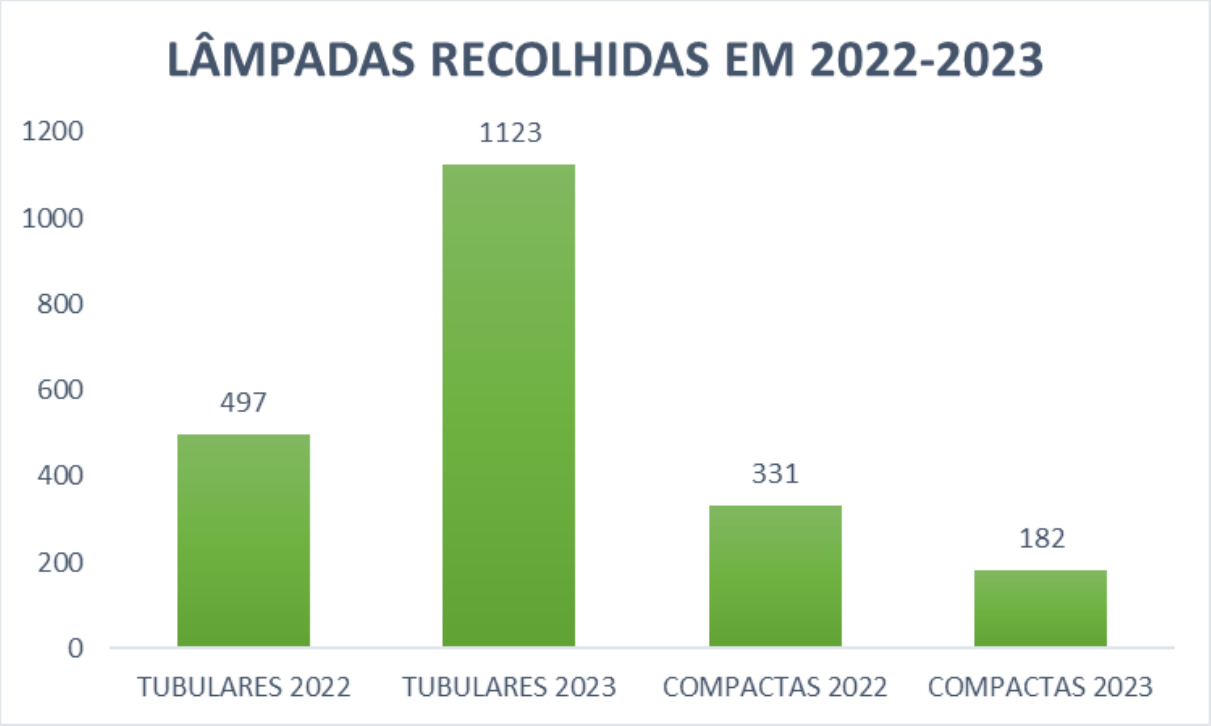
REGISTRO QUANTITATIVO DAS LF	
DATA	QUANTIDADE
10/05/2022	307
14/09/2022	318
10/10/2022	96
07/11/2022	107
29/03/2023	142
05/04/2023	1074
21/08/2023	89

Fonte: A autora (2023).

Verifica-se por meio dos dados fornecidos na tabela, que nos meses de setembro de 2022 e abril de 2023 foram os períodos que ocorreram um maior número de descarte de lâmpadas, sendo 318 e 1074. A crescente quantidade de lâmpadas do mês de abril de 2023 deu-se pela retirada de mais de 1.000 lâmpadas alocadas no presídio desativado do *Campus.* Além disso, percebe-se que o quantitativo de descarte não é constante, há uma variação diante de um menor e maior número de lâmpadas descartadas.

Abaixo encontra-se a relação da quantidade de LF tubulares e compactas que foram recebidas por meio de doações e recolhidas do coletor a partir do descarte adequado, do período de maio de 2022 a agosto de 2023 (figura 28).

Figura 28 - Relação da quantidade de lâmpadas tubulares e compactas recolhidas em 2022–2023

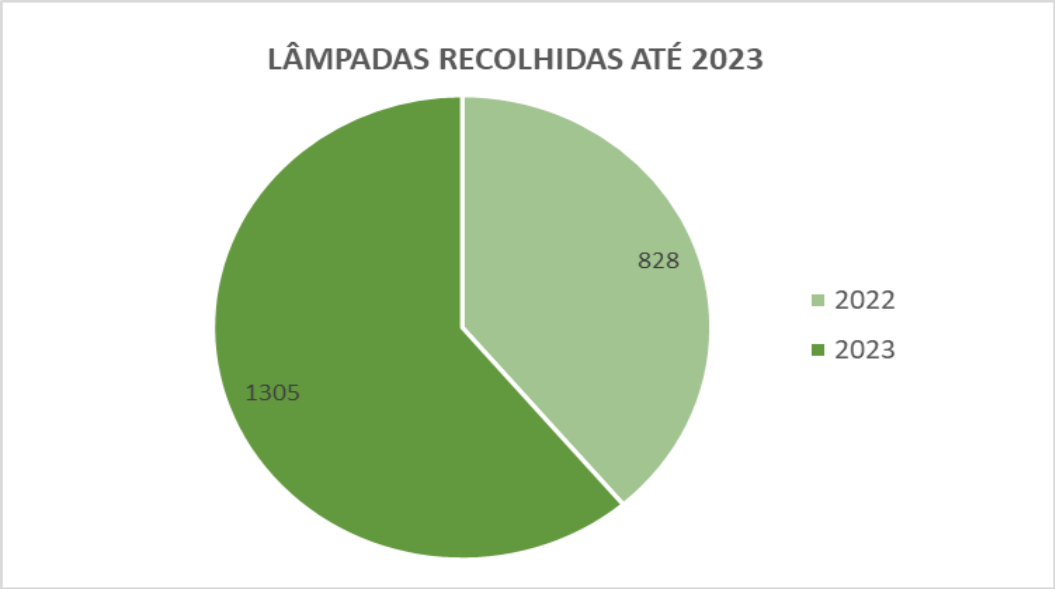


Fonte: A autora (2023).

Por meio dos dados fornecidos acima, vê-se que as lâmpadas que foram descartadas de forma correta em maior quantidade no ano de 2022 foram as tubulares, apresentando um total equivalente de 497, já as compactas 331 unidades. Em 2023, as lâmpadas tubulares permaneceram sendo descartadas em maior

número, 1123. Já as compactas 182 unidades, com o total de 1.620 tubulares e 523 compactas, conforme apontado na figura 29.

Figura 29 - Relação da quantidade de lâmpadas recolhidas



Fonte: A autora (2023).

O gráfico da figura 28 evidencia que a quantidade total de lâmpadas foi de 828 unidades (2022) e 1.305 unidades (2023), totalizando 2.133. Após o processo de contagem e separação, no *Campus*, o encaminhamento das LF era realizado para um dos coletores da Reciclus localizado em Arapiraca, na rede atacadista Assaí, sendo ela a localização mais próxima do *Campus* Arapiraca (figura 30). Por meio do Projeto, foi possível oferecer oportunidades de descarte consciente das LF.

Figura 30 - Lâmpadas sendo entregues na rede Atacadista Assaí

Fonte: A autora (2023).

Na figura 31, é possível visualizar um dos procedimentos para reservar as lâmpadas fluorescentes quando não havia espaço suficiente nos coletores do ponto.

Figura 31 - Coletor da Reciclus

Fonte: A autora (2023).

Dessa maneira, quando eram encaminhadas para o coletor da Reciclus uma quantidade de lâmpadas maior que sua ocupação permitida de (80%), eram alocadas próximas ao coletor, ou no depósito externo, como ilustram as figuras 32 e 33 para ser realizada posteriormente a retirada pela transportadora ao passo que fossem comunicados.

4.4 ANÁLISE DO DESCARTE (CENÁRIO 4)

Com a instalação do coletor e a divulgação da sua presença no *Campus* por meio das redes sociais do @alagoasmaislimpa, divulgação em salas de aula pelos integrantes e grupos de *Whatsapp*, a comunidade começou a realizar o descarte das lâmpadas. Entretanto, além do descarte ambientalmente correto das lâmpadas, o coletor apresentava quantidade excessiva de resíduos indesejados, com predominância geralmente de sacos e copos plásticos, como demonstrado na figura 34. De acordo com a percepção estabelecida por Figueiredo (2023, p. 02) “As principais causas desse descarte impróprio incluem a falta de educação ambiental,

carência de infraestrutura adequada e a ineficácia das políticas públicas”, conforme ilustrado na figura 32.

Figura 32 - Descartes de lixo no coletor

Fonte: a autora (2023).

O descarte incorreto e excessivo dos copos plásticos descartáveis está diretamente associado ao seu alto consumo no *Campus*. Foi necessário realizar divulgações no Instagram @alagoasmaislimpa enfatizando o mau uso do coletor, as atitudes errôneas e o que descartar. Além disso, foram realizadas vistorias diárias com o intuito de analisar se as ações diminuíram com o passar do tempo por meio das divulgações que eram realizadas. Esse cenário do descarte incorreto dos copos descartáveis no coletor foi uma das justificativas para erradicá-los do *Campus*, ação que está sendo desenvolvida.

Além da “praticidade”, Corrêa e Heemann (2016, p. 2) comentam que, “o consumo de copos plásticos descartáveis é facilitado pelo baixo custo de compra e pela grande quantidade de oferta desse produto no mercado”. Ou seja, quanto mais a população consome, mais os fabricantes produzem e mais descartam de forma exorbitante.

Por meio das considerações realizadas, constatou-se que as divulgações ressaltando as práticas incorretas diante do mau uso do coletor contribuíram com a diminuição do descarte de copos plásticos, mas não cessou.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da realização deste trabalho, fica evidente que devemos lançar um olhar sobre as problemáticas que podem ser desencadeadas por meio do descarte incorreto das LF. Já que se trata como um dos tipos de resíduos perigosos que podem trazer prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente, devido a presença do mercúrio em sua composição.

Percebe-se que existe a necessidade, inicialmente, do maior investimento em educação ambiental dentro e fora do contexto escolar que possam promover propostas de intervenções e sensibilização, bem como, orientar e promover uma autoavaliação individual e/ou coletiva sobre como os resíduos das classes dos perigosos estão sendo descartados, especificamente, no caso das LF.

Cabe também aos fabricantes de LF utilizar as embalagens dos produtos e/ou as mídias com o propósito de nortear os consumidores sobre os principais constituintes dos produtos que estão sendo comercializados e utilizados em suas residências, além de como posteriormente realizar o seu descarte.

Além disso, outra forma de estimular o descarte ambientalmente adequada parte do meio de ações estabelecidas pelas redes privadas que comercializam as LF. Como, por exemplo, através de parcerias com as entidades que realizam a logística reversa e maior quantidade de coletores instalados no comércio com o intuito em suprir e atender um maior público.

As ações desenvolvidas no *Campus*, tais como, a confecção e implementação do coletor foi uma alternativa viável que incentivou e possibilitou o descarte ambientalmente adequado. Mas vale ressaltar, que atitudes e condutas errôneas como a destruição e descarte de outros resíduos foram evidenciadas constantemente.

Entende-se que a intensificação da fiscalização e orientação necessárias sobre como e o que descartar possam colaborar com a diminuição e/ou fim de tais comportamentos. Mesmo diante das ações citadas foram descartadas mais de 2.000 lâmpadas, reduzindo a possibilidade do armazenamento e descarte inadequado em terrenos baldios, aterros sanitários e/ou lixo comum, permitindo o retorno para o processo de descontaminação, preservando o meio ambiente e saúde humana.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, Max. Hoje na história: Thomas Edison inventa a lâmpada elétrica. **Opera Mundi**, São Paulo, 21 out. 2020. Disponível em:https://operamundi.uol.com.br/amp/hoje-na-historia/1665/hoje-na-historia-1879-thomas-edison-inventa-a-lâmpada-eletrica/. Acesso em: 10 jun. 2022.

ANDRÉ, Anderson Soares. **Sistema Eletrônico para lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

ARQPLANE: ARQUITETURA E DESIGN. **O fim das lâmpadas incandescentes e a economia na conta de luz.** [*s,l.*]: ARQPLANE: Arquitetura e Design, 5 ago. 2015. Disponível em: https://arqplane.wordpress.com/2015/08/05/o-fim-das-lampadas-incandescentes-e-aeconomia-na-conta-de-luz/. Acesso em: 20 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BACILA, Danniele Miranda; FISCHER, Klaus; KOLICHESKI, Mônica Beatriz. Estudo sobre reciclagem de lâmpadas fluorescentes. **Revista de Engenharia Sanitária e ambiental**, v. 19, p. 21-30, 2014.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. Senado Federal. **Lei n.º 2062, 2020**. Dispõe sobre o descarte e a disposição final de lâmpadas fluorescentes. Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: MMA, 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1990.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Brasília, DF: Presidência da República. 2010.

CASTELLUCCI JUNIOR, Wellington. Fronteiras oceânicas: baleação e ambiente marinho na era do capitalismo industrial, 1740-1850. **Tempo**, v. 28, p. 220-237, 2022.

CORRÊA, Maria Eugenia; HEEMANN, Adriano. Proposta de substituição de copos plásticos descartáveis em fábrica de grande porte. **MIX Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 73-79, 2016.

CUNHA, Adriana Jesus; ALFAYA, Rení Ventura Silva; GIMENEZ, Sonia Maria Nobre; ALFAYA, Antonio Alberto Silva. Lâmpadas fluorescentes como tema motivador no ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**,** 14., 2008, Curitiba, PR. **Anais** [...]. Curitiba, PR: UFPR, 2008. p. 1-12

DAMASCENO, Carlos Henrique; CARBO, Leandro; MORETTI, Roberta Lima; JOERKE, Gabriel Antonio Ogaya. Abordagem sobre o descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias no ensino de ciências. **Revista Prática Docente**, v. 3, n. 2, p. 492-505, 2018.

DOMINGUES, Joelza Ester. Nicola Tesla, o genial mestre dos raios. **Blog Ensinar História**, 12 jul. 2016. Disponível em: https://ensinarhistoria.com.br/nikola-tesla-mestre-dos-raios/. Acesso em: 05 jun. 2022.

DURÃO JÚNIOR, Walter Alves; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalhinho. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. **Revista Química Nova na Escola**, v. 28, p. 15-19, 2008.

FADINI, Pedro Sérgio; FADINI, Almerinda Antonia Barbosa. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos temáticos da Química Nova na Escola**, p. 1-10, 2001. Edição Especial.

FEIDEN, Alessandra Cristina; KONRAD, Letícia Thaiane; REHBEIN, Carla Sabrina; EDLER, Marco Antonio Ribeiro; MASUTTI, Mariela Camargo. Conforto visual através da iluminação artificial. *In*: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 23., 2018, Cruz Alta, RS. **Anais** [...]. Cruz Alta, RS: UNICRUZ, 2018. p. 1-10.

FERNANDADG. Tipos de lâmpadas. **Dicas de Decoração**, São Paulo, 11 nov. 2023. Disponível em:https://dicasdearquitetura.com.br/ tipos-de-lampadas/#gsc.tab=0/. Acesso em: 12 dez. 2023.

FERREIRA, Rita de Cássia. **A educação ambiental como variável de estudo no descarte de lâmpadas fluorescentes**. 2008. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

FIGUEIREDO, Kaline Ribeiro. Descarte de lixo inadequado da população brasileira. **Revista Extensão**, v. 7, n. 4, p. 138-140, 2023.

GRUNSPAN-JASMIN, Elise. **Lampião, senhor do sertão**: vidas e mortes de um cangaceiro. São Paulo: Edusp, 2006.

IPT. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2 ed. São Paulo: IPT: SEMPRE, 2000.

LIMA, Bianca Maria de. **Ensino de ciências**: temática lâmpada com enfoque CTSA. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza) - Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, RS, 2016.

MARQUES, Evandro. Lamparina: desde a pré-história iluminando as noites escuras. **Coisas da Roça**. Guidoval, MG, 08 jul. 2021. Disponível em: https://www.coisasdaroca.com/coisas-antigas-da-roca/lamparina.html#google_vignette. Acesso em: 02 jun. 2022.

MARTINS, Heloisa Helena T. de Souza. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 21 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1994.

RECICLUS. **Relatório de atividades de 2021**. São Paulo: RECICLUS, 2021. Disponível em: www.reciclus.org.br. Acesso em: 21 nov. 2023.

RODRIGUES, F. *et al*. Os riscos para a saúde humana oriundo do descarte inadequado de pilhas, baterias e lâmpadas. *In:* SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS, 4., 2015, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2015. p. 799-808.

RODRIGUES, Hadryan Lima. **Educação ambiental no Ensino médio**: o que pensam e dizem os professores. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2012.

RODRIGUES, Siene de Faria; VAZQUEZ, Gisele Herbst; MORAIS, Josué da Silva. Substituição de lâmpadas fluorescentes por light emitting diode (LED) em uma instituição de ensino: preocupação ambiental, energética e econômica. **Revista de Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n.24, p. 799-808, 2019.

ROOS, Alana; BECKER, Elsbeth Leia Spod. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n.5, p. 857–866, 2012.

RUA, Emílio R.; SOUZA, Paulo Sérgio Alves de. Educação ambiental em uma abordagem interdisciplinar e contextualizada por meio das disciplinas química e estudos regionais. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 95-100, 2010.

SOUZA; Jurandir Rodrigues de; BARBOSA, Antonio Carneiro. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. **Química Nova na Escola**, n.12, p. 3–7, 2000.

URGAL, Maria Aparecida Lopes; SOUZA, Aline Ramalho Dias de; GARCIA, Solange Mendes; MOREIRA, Marcos Vinicius; MORAES, Carlos Alberto Mendes; GOMES, Luciana Paula; MODOLO, Regina Célia Espinosa; MIRANDA, Luis Alcides Schiavo. Percepção da educação ambiental sustentável de universitários da região amazônica quanto à gestão dos resíduos sólidos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 41, p. 99–111, 2020.

VASCONCELOS, Yuri. Iluminação limpa. **Pesquisa FAPESP**. v. 146, p. 88–91, 2008.

VILHENA, A. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: SEMPRE, 2018.

ZAVARIZ, Cecília; GLINA, Débora Miriam R. Efeitos da exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas localizada em Santo Amaro, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 117-129, 1993.