



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**MARCOS ALBERTON DACOREGIO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UMA SOLUÇÃO  
AMBIENTAL E SOCIAL**

Tubarão  
2018



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**MARCOS ALBERTON DACOREGIO**

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UMA SOLUÇÃO  
AMBIENTAL E SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Química Licenciatura da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Lic. Jucilene Feltrin, Dra.

Coorientador: Prof. Lic. Gilson Rocha Reynaldo, Dr.

Tubarão

2018

MARCOS ALBERTON DACOREGIO

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UMA SOLUÇÃO  
AMBIENTAL E SOCIAL**

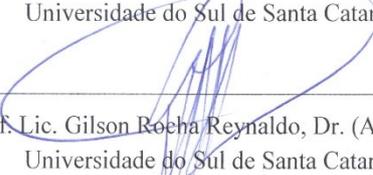
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Licenciado em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Química Licenciatura da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 27 de novembro de 2018.



---

Prof. Lic. Jucilene Feltrin, Dra. (Orientadora)  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Lic. Gilson Rocha Reynaldo, Dr. (Avaliador)  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Prof. Lic. Suzana Cimara Batista, Dra. (Avaliadora)  
Universidade do Sul de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem fé não conseguiria forças para chegar onde estou hoje.

Agradeço minha Família por todo apoio e compreensão dedicada.

Agradeço aos meus colegas por todas as risadas, aulas descontraídas e toda troca de conhecimento.

Agradeço ao curso, por proporcionar laços de amizade que levarei por toda vida.

Agradeço aos meus professores que durante todo o período do curso me deram suporte e apoio até o período final.

Agradeço ao colégio onde realizei o estágio, Escola Estadual Básica Doutor Miguel de Patta que me acolheu de braços abertos para realização do estágio.

Agradeço ao meu orientador de campo, Carlos, por toda paciência e pelo ensinamento passado.

Agradeço ao orientador de estágio Gilson por toda paciência e por estar sempre à disposição quando necessário.

Agradeço a orientadora deste trabalho, professora Jucilene Feltrin, por todo o seu carinho e pela sua dedicação e disposição de tempo, auxiliando neste trabalho.

*“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.” / **Albert Einstein***

## RESUMO

Os problemas ambientais estão cada vez mais presentes na nossa sociedade, fazem parte dos assuntos da nossa rotina, e todos nós devemos estar preparados para trabalhar a respeito desta temática. Assuntos ambientais merecem maior atenção no ambiente escolar porque, neste local, esses assuntos podem ser absorvidos de melhor forma e, conseqüentemente, compartilhados. O presente trabalho tem como foco principal apresentar um estudo realizado com as famílias dos alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual na cidade de Grão-Pará/SC. Um questionário foi aplicado a fim de verificar assuntos relacionados à aquisição, manipulação e descarte de pilhas e baterias pelas famílias da cidade. Em paralelo ao questionário, foram realizadas palestras para os alunos da escola, também está sendo feita uma coleta de pilhas e baterias no local, oportunizando incentivar que alunos e comunidade realizem o descarte correto deste tipo de resíduo perigoso. A mobilização para a coleta foi divulgada nas mídias locais, Unisul TV, redes sociais, e através de um folder desenvolvido especialmente para isto. A pesquisa deste trabalho mostrou alguns dados que podem ser considerados preocupantes, no que se refere ao conhecimento e cuidado que a população tem para com as pilhas e baterias. Desta forma, fica demonstrada a importância de trabalhos que abordem assuntos que envolvam o meio ambiente e sociedade, como este.

Palavras-chave: Pilhas e Baterias; Meio Ambiente; Resíduos sólidos.

## ABSTRACT

Environmental problems are every time more present in our society, they are part of our routine, and all of us must to be prepared to work regarding to this theme. Environmental issues deserve greater attention at school, because this is the place where the matters may better absorbed, and consequently shared. This work has as main focus to present a study performed with High School students' families from a public school in Grão-Pará town, State of Santa Catarina. A questionnaire was applied in order to verify issues regarding to acquisition, handling and disposal of batteries by families in town. Alongside the questionnaire, speeches were carried out with students at school, also performing the collection of batteries at the place, giving the opportunity to encourage students and community to the appropriate disposal of this harmful waste. Mobilization for the collection was disclosed through the local media, Unisul TV, social networks, and by a folder developed especially to. The research in this work showed some data which may be considered as concern, regarding to the knowledge and care that population has with batteries. In this way, the importance of works with environmental and society approach become evident, like this one.

Keywords: Batteries; Environment; Solid waste.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Esquema simplificado de uma pilha .....	29
Figura 2 – Processo logístico reverso para reciclagem de pilhas e baterias .....	51
Figura 3 – Cálculo amostral on-line. ....	59
Figura 4 – Fórmula utilizada no cálculo on-line amostral .....	59
Figura 5 – Folder desenvolvido para o projeto.....	68
Figura 6 – Ponto de coleta na Escola Estadual Básica Dr. Miguel de Patta.....	69
Figura 7 – Pilhas e baterias coletadas. ....	70
Figura 8 – Palestra realizada na escola.....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagens típicas dos materiais encontrados em RAEE. ....	53
Gráfico 2 - Quantidade de pilhas ou baterias adquiridas anualmente pelas famílias de Grão-Pará. ....	60
Gráfico 3 – Meio mais utilizado para compra de pilhas e baterias na cidade de Grão-Pará. ...	61
Gráfico 4 – Entendimento sobre a importância do descarte correto de pilhas e baterias. ....	62
Gráfico 5 – Conhecimento sobre os riscos associados com as pilhas e baterias. ....	62
Gráfico 6 – Repasse de informação no ato da compra de pilhas e baterias. ....	64
Gráfico 7 – Conhecimento das famílias referente ao descarte correto de pilhas e baterias. ....	64
Gráfico 8 – Como é feito a destinação das pilhas exauridas das famílias da cidade de Grão-Pará. ....	65
Gráfico 9 – Necessidade de se ter um ponto de coleta para pilhas e baterias na cidade de Grão-Pará. ....	66

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Efeitos à saúde decorrentes da exposição a metais pesados. ....	37
Tabela 2 – Principais substâncias constituintes nos aparelhos eletroeletrônicos e seus riscos em potenciais associados à saúde humana: .....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>14</b>
1.2.1.1 Objetivos específicos.....	15
1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1 O ATUAL CONTEXTO E ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS (QUÍMICA) .....	16
2.2 PILHAS E BATERIAS E SEU CONTEXTO .....	18
<b>2.2.1 O que é uma pilha? .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2 A história das pilhas.....</b>	<b>23</b>
2.2.2.1 Breve linha do tempo de pilhas e baterias .....	23
2.2.2.1.1 <i>Pilha de Volta – Alessandro Volta (1800)</i> .....	24
2.2.2.1.2 <i>Pilha de Daniell - John Frederic Daniell (1836)</i> .....	25
2.2.2.1.3 <i>Pilha de Grove – William Robert Grove (1839)</i> .....	25
2.2.2.1.4 <i>Gaston Planté – Bateria de chumbo-ácido (1859)</i> .....	26
2.2.2.1.5 <i>Pilha de Leclanchè - Georges Leclanchè (1866)</i> .....	26
2.2.2.1.6 <i>Pilha de níquel-cádmio - Waldemar Jungner (1899)</i> .....	27
2.2.2.1.7 <i>Pilhas de lítio e íons de lítio - Décadas de 1970 e 1990</i> .....	28
<b>2.2.3 Reação química de uma pilha .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4 Reação de oxidação e redução.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.5 Pilha alcalina.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.6 Pilhas recarregáveis .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.7 Baterias de ácido chumbo.....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.8 Falsificação de pilhas .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.9 Meio ambiente e saúde.....</b>	<b>36</b>
2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO.....	38
<b>2.3.1 Legislação aplicável para pilha e baterias.....</b>	<b>41</b>
<b>2.3.2 A reciclagem de pilhas e baterias.....</b>	<b>44</b>
<b>2.3.3 Logística reversa.....</b>	<b>47</b>
2.3.3.1 Processo logístico reverso para pilhas e baterias.....	49

2.4	LIXO ELETRÔNICO .....	51
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>55</b>
3.1	A PESQUISA CIENTÍFICA .....	55
3.2	TIPO DE PESQUISA .....	55
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	56
3.4	INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS .....	57
3.5	PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS.....	58
<b>3.5.1</b>	<b>Questionário aplicado sobre pilhas e baterias. ....</b>	<b>58</b>
3.6	ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	60
3.7	MATERIAL COMPLEMENTAR PARA O PROCESSO DE PESQUISA.....	68
<b>3.7.1</b>	<b>Divulgação do projeto .....</b>	<b>68</b>
<b>3.7.2</b>	<b>A coleta .....</b>	<b>69</b>
<b>3.7.3</b>	<b>A palestra .....</b>	<b>70</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO A – ESCOLA DR. MIGUEL DE PATTA.....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AS FAMÍLIAS. ....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico os equipamentos eletrônicos se tornam obsoletos muito rapidamente. Transformando-se numa ameaça mundial. Como postulou o pai da Química Moderna Antoine Lavoisier em 1774, “na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, buscou-se ter este conceito como pilar para a elaboração deste projeto. São considerados **Resíduos de Aparelhos Eletrônicos e Eletroeletrônicos (RAEE)**, todo resíduo ou material produzido pelo descarte de equipamentos eletrônicos. Podemos citar: eletrodomésticos, televisores, celulares, baterias, impressoras, câmeras fotográficas, computadores, rádios, pilhas e baterias e demais produtos magnetizados. (BACCARINI, 2012).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (ONU), a estimativa para 2017 no mundo é a geração de 48 milhões de toneladas de lixo eletrônico. O Brasil aparece entre os que mais geram lixo eletrônico na América Latina, 1,2 milhões de toneladas por ano, ficamos em segundo lugar, perdendo apenas para os Estados Unidos. No Brasil são gerados cerca de 3 kg de lixo eletrônico ao ano por habitante. Seu volume comparado ao lixo comum é de três vezes mais.

Com o avanço acelerado destas novas tecnologias e o consumo ativo do capitalismo tem-se a necessidade de atualização e obtenção de novos equipamentos. Este consumo tecnológico traz para a humanidade um problema gigantesco como o descarte incorreto destes equipamentos. O que complica a destinação correta ou reciclagem é a complexidade destes materiais. Em cada aparelho descartado a centenas de componentes, milhares de conexões, uma infinidade de materiais. Nesta mistura complexa de materiais, temos muitos nocivos à saúde como podemos citar, uma placa de circuito integrado de um computador. Nela encontramos: Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Lítio (Li), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni) estes metais pesados são altamente poluidores. Mas encontramos também os metais valiosos como Ouro (Au), Prata (Ag) e Cobre (Cu). (GASPAR, 2016).

No Brasil, boa parte das pilhas e baterias descarregadas são descartadas no lixo comum, na maioria das vezes por falta de conhecimento por parte da população sobre os riscos que representam à saúde humana e ao ambiente, ou mesmo por carência de outra alternativa de descarte. Esses produtos contêm muitos metais pesados, que são potencialmente perigosos.

Segundo a resolução do CONAMA nº 401, **Pilhas e Baterias** possuem legislação específica e devem seguir limites máximos em sua composição, pois apresentam vários metais tóxicos perigosos à saúde humana por serem bioacumulativos depositam-se no organismo, afetando suas funções orgânicas, e ao meio ambiente. Em contato com a umidade, água, calor,

ou outras substâncias químicas, os componentes tóxicos, podem vazar e desta forma podem também contaminar os solos, os recursos d'água e lençóis freáticos, atingindo a flora e a fauna das regiões próximas. Uma pilha descartada irregularmente, por exemplo, pode contaminar aproximadamente 20 mil litros de água. Assim estes tipos de materiais devem receber um gerenciamento ambiental adequado. (BRASIL, 2008).

Buscando através da reciclagem garimpar os materiais preciosos presentes, reaproveitando-os e aos demais destiná-los adequadamente, o presente estudo busca proporcionar uma conscientização e o entendimento da população no que se trata da geração e o descarte destes sólidos.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Atualmente uma das grandes problemáticas volta-se a assuntos relacionados ao meio ambiente, é fácil notar que a maioria das pessoas querem sempre ver as ruas da cidade em que vivem limpas, mas uma boa parcela destas não se preocupam, ou até mesmo não se importam para onde vão os rejeitos sólidos gerados, e nem como, estes são tratados.

De acordo com autores Gerbase e Oliveira (2012) temos que hoje por exemplo, existe mais de um celular para cada brasileiro, se considerarmos que daqui a alguns anos estes celulares serão descartados; pode-se imaginar a quantidade de celulares descartados de forma inadequada? Foi o que aconteceu e vem acontecendo com os televisores de tubo por exemplo. As TVs digitais entraram no mercado e, as obsoletas TVs de tubo perderam seu espaço. A palavra “tubo”, que muita gente acredita ter esse nome devido apenas ao formato alongado do tubo do televisor, na verdade faz referência à sigla CRT (Cathode Ray Tube), que em português significa Tubo de Raios Catódicos. É neste componente que acontece a formação da imagem e é também onde possuem o maior número de elementos tóxicos como Chumbo, Arsênio e Bário.

Muitas destas TVs estão sendo jogadas nos rios, em aterros e em lixões. Não há informação para a população sobre como deve ser descartada este tipo de TV. A queima desta TV, por exemplo, libera o chumbo, um material tóxico que contamina o solo e o ar, as fumaças tóxicas que inaladas podem acarretar em problemas sérios de saúde ou até levar o indivíduo a óbito.

E partindo deste contexto, para pilhas e baterias não é algo muito diferente, uma pequena parcela da população descarta de maneira correta as pilhas e, também detém conhecimento dos múltiplos componentes químicos pesados e extremamente poluentes que as pilhas podem conter em sua composição. Este fato é preocupante, porque, por exemplo, pilhas

são usadas na grande parte dos aparelhos eletrônicos que possuímos em nossas residências, gerando um volume considerável de resíduos, que pode ser extremamente poluente se não enviados para descarte adequado.

A disposição incorreta destes resíduos em lixões ou aterros pode fazer com que seus metais pesados contaminem solos, rios e lagos. Então, **em que lugar devo descartar meu resíduo sólido? Como devo proceder?** Muito se fala em lixos, poluições, sustentabilidade, mas pouco se está fazendo de concreto para sanar este problema gravíssimo. Até quando o planeta suportará este consumo desenfreado?

Esta investigação nasceu da preocupação com o descarte inadequado de resíduos sólidos perigosos e a falta de conscientização da população quanto ao descarte correto de pilhas e baterias no município de Grão-Pará.

A cidade de Grão-Pará se estende por 336,2 Km<sup>2</sup> e sua população segundo dados do IBGE é de 6. 223 habitantes. A densidade demográfica é de 18,5 habitantes por Km<sup>2</sup> no território do município. Grão-Pará situa-se a 12 km ao norte de Braço do Norte, a maior cidade nos arredores. (IBGE, 2017). Ambas as cidades não têm nenhum tipo de conscientização e capacitação deste tipo de lixo e não apresentam um local para se depositar as pilhas e baterias esgotadas. Diante disso é explicitada a preocupação com a sustentabilidade ambiental e, para contribuir nesta efetiva preocupação por parte de autoridades municipais e da população, será realizado um trabalho com foco nesse tipo de resíduos perigosos, com um olhar mais aprofundado na temática da disposição, conscientização e coleta de pilhas e baterias.

Em função dos descritores, definiu-se como questão central desta pesquisa: **como é feita a aquisição, manipulação e descarte de pilhas e baterias pela população do município de Grão-Pará, sul de Santa Catarina, no ano de 2018.**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a aquisição, manipulação e descarte de pilhas e baterias pela população do município de Grão-Pará visando promover mudança de comportamento em relação ao uso e descarte desses componentes.

### 1.2.1.1 Objetivos específicos

- a)** Descrever a quantidade de pilhas e baterias adquiridas, por família, anualmente;
- b)** Analisar o descarte realizado pelas famílias;
- c)** Proferir palestra, para todos os alunos da Escola Estadual Básica Doutor Miguel de Patta, sobre as decorrências da destinação inadequada de pilhas e baterias;
- d)** Promover coleta geral de pilhas e baterias em Grão-Pará;
- e)** Identificar empresa para depósito do material arrecadado;
- f)** Promover a divulgação do evento de coleta na mídia regional;
- g)** Elaborar panfleto com informações sobre a coleta de pilhas e baterias.

### 1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO

No momento em que vivemos, todos os trabalhos que envolvem pontos relacionados à proteção e ao cuidado do nosso meio ambiente são importantes, o nosso ecossistema encontra-se cada vez mais saturado e excessivamente poluído. Desta forma um trabalho que envolve a escola e a comunidade tendo como objetivo avaliar o uso e o descarte de pilhas e baterias é valoroso, pelo fato destes itens serem extremamente poluentes, tendo também potencial para gerar grandes problemas ambientais e por consequência disto, o trabalho torna-se conveniente ao meio social e também científico, podendo assim, gerar dados significativos referentes sobre como a comunidade faz e trata o manejo e descarte destes tipos de materiais na cidade de Grão Pará.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O ATUAL CONTEXTO E ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS (QUÍMICA)

Desde o início da existência da humanidade buscamos compreender a natureza ao nosso redor, como forma de coexistir através do entendimento e domínio de fenômenos naturais. O ser humano é parte da natureza e a busca pelo seu conhecimento é inerente à condição humana. Talvez a ciência tenha surgido em paralelo com a espécie humana, mas percorreu um caminho até a formação de como a conhecemos hoje e continua em um processo de evolução constante.

Segundo Silva et al., (2017, p. 285), a ciência é fruto do questionamento, é nele que se inicia o processo científico, para a figura do cientista perguntar é mais importante que responder. O ato de questionar é inerente à condição humana, mas a ciência não sobrevive e nem dissemina suas descobertas sem que seja ensinada. O ensino de ciências é engrenagem fundamental na construção do método científico e, assim como as ciências, a forma de ensiná-las moldou-se através dos tempos.

Atualmente no cenário brasileiro viemos passando por intensas mudanças econômicas e sociais que refletem diretamente no modo como a sociedade vislumbra o país. Mas, apesar do nosso crescimento econômico e da ascensão social de grande parte da população, a educação universalizada e de qualidade persiste como um ponto que merece atenção, pelos baixíssimos níveis. Esta condição impacta diretamente no ensino científico. A realidade do ensino das ciências é preocupante para aqueles profissionais que atuam para a melhoria do ensino e da educação no Brasil. (id *ibid.*, p. 289).

Podemos indicar vários motivos e razões que conduzem os níveis educacionais brasileiros, especialmente o ensino das ciências (Química, Física, Biologia), a patamares tão baixos, pode resultar numa rápida análise diante da diversidade de condições e fatores que influenciam no ensino e aprendizado e ainda o desempenho em sistemas de avaliação. Aqui são citados dois quesitos considerados como fundamentais que atualmente estão em condições críticas: a inadequada formação dos professores, desvalorização da docência e o raro acesso a laboratórios de ciências.

Diante destes pontos citados, temos ainda que geralmente as escolas estão cercadas de formalismo e racionalidade, gerando assim prisões curriculares cheias de múltiplos obstáculos. A partir desse cenário os professores de química devem buscar uma inclusão efetiva que implica na mudança desse paradigma educacional atual de ensino, mudando diretamente o

processo educativo através de diferenciadas estratégias de ensino mais interdisciplinares e contextualizadas para conduzir os alunos em uma educação significativa, incluindo a sua realidade, o meio ambiente e, que permita explorar o desconhecido por meio do conhecimento por eles construído no ambiente escolar. (SOUZA; JUSTI, 2008).

A utilização do contexto no ensino de ciências da natureza permite ao aluno a percepção da realidade que o cerca. Ao mesmo tempo o docente deve inserir em suas estratégias didáticas o contexto onde situa-se a escola onde leciona. Desta forma os alunos perceberam a relação entre o mundo em que vivem e o conteúdo escolar transformando este último em conhecimento significativo. (AUSUBEL, 2003).

A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto, utilizando-se da estratégia de conhecer as ideias prévias do aluno sobre o contexto e os conteúdos em estudo, característica do construtivismo. (SILVA, 2007, p. 10).

As propostas mais recentes no ensino de química apresentam como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, em um processo interativo professor/aluno, em que os horizontes conceituais dos alunos sejam contemplados, levando ainda, em conta a realidade do aluno, como ponto norteador. Significando desta forma, criar oportunidades para que eles expressem como veem o mundo, o que pensam, como entendem os conceitos, quais são as suas dificuldades. O ensino de química quando busca a inclusão, necessita que seja desenvolvido nos alunos a habilidade de transitar pelas diferentes vertentes do fazer científico, demonstrando-lhes as múltiplas limitações para a construção do saber.

O genial percebe seus alunos como protagonistas, de grande potencial colaborativo e insiste em promover a interação entre eles e o contexto através da elaboração de perguntas e a busca da resolução destas como condição fundamental para desvelar o “óbvio”, para detectar, no funcionamento da estrutura social, as respostas que significativamente sejam responsáveis para a efetiva construção do conhecimento. (REYNALDO, 2016, p. 23).

No atual contexto do ensino nas redes educacionais, temos que, fica evidenciado entre os profissionais da educação como, por exemplo, Reynaldo (2016), nos transmite sobre a importância em se abordar cada vez mais o contexto do local e de incluir o cotidiano dos alunos nos conteúdos das disciplinas, originando assim, em possíveis motores de produção de pesquisa científica. Abordar assuntos temáticos desta forma, trazendo a comunidade para dentro da escola, pode possibilitar ao ensino tradicional atual mais atratividade, motivação e real fixação de conhecimentos para os discentes, na sua trajetória escolar.

Segundo Souza e Justi (2008, p. 4), “deve-se demonstrar que até mesmo na atividade científica somos prisioneiros de uma rede de linguagem e vivências, com caráter altamente subjetivo, no qual cada um vê o outro e, conseqüentemente, os diferentes contextos e situações problemas, pela sua ótica do certo e do errado, a partir do seu julgamento.” Por isso, torna-se importante para os alunos a possibilidade de desenvolver o pensamento científico, construindo seus próprios saberes. Isso implica na necessidade de se assumir novos paradigmas em relação ao ensino de química instituído atualmente em inúmeras instituições de ensino.

Associado a isso tudo, tornasse fundamental praticar efetivamente a inclusão na escola, deve-se buscar uma educação abrangente e significativa em suas ações, onde as diferenças existentes no contexto escolar sejam valorizadas e não estigmatizadas, buscando deixar de lado toda a (in)diferença que ainda possa persistir. Em outras palavras, superar as diferenças culturais, sociais, étnicas, religiosas ou de gênero é uma condição imprescindível para se entender o processo de aprendizagem. (id *ibid.*).

Nos tempos pós-modernidade em que vivemos a educação em geral e a educação ambiental em particular terão que se ocupar de questões que têm origem local, mas que podem e em muitos casos têm repercussões planetárias. Um exemplo deste tipo de questão são os problemas ecológicos contemporâneos. (BARCELOS, 2008, p. 89).

Nessa perspectiva, a escola não pode continuar ignorando o que acontece ao seu redor, deve-se não apenas nas aulas de química, mas em todas as disciplinas que, a comunidade e o meio ambiente estejam incluídos no contexto escolar, sendo assim, muito mais atrativo e talvez interessante para os alunos, porque, desta forma será retratado, a sua realidade. Pode-se iniciar como ponto de partida no ato de situações de interesse imediato do aluno, o que ele vive, conhece ou sofre influências e que se atinjam os conhecimentos químicos historicamente elaborados, de modo que lhe permitam analisar criticamente a aplicação destes na sua comunidade. Temos ainda que, aprender implica em ser capaz de expressar, dos mais variados modos, o que se sabe, representando o mundo a partir das nossas origens, dos nossos valores e sentimentos.

## 2.2 PILHAS E BATERIAS E SEU CONTEXTO

As pilhas fazem parte de uma grande parcela presente na evolução tecnológica humana. A partir da fonte de energia gerada por elas se conquistou a possibilidade de se ter mais comodidade e portabilidade para o uso de aparelhos eletrônicos, como por exemplo, o controle remoto, o rádio e entre outros aparelhos. Hoje dificilmente alguém consegue viver sem

esse tipo de material ou da sua associação. As pilhas se encaixaram perfeitamente no universo tecnológico e fazem parte do cotidiano e do lazer das pessoas. Mesmo sendo substituída por baterias, que oferecem maior durabilidade e podem ser recarregadas, as pilhas ainda não perderam seu grande lugar no mercado.

Esse pequeno dispositivo é muito usado por todos, sem exceção, de mocinho pode se tornar um vilão se descartado incorretamente. Por isso, devemos saber quais os riscos que a pilha pode trazer para a humanidade se mal descartadas forem. (AFONSO, 2003, p. 575).

Para iniciar o assunto sobre pilhas e baterias, é necessário primeiro conhecer um pouco mais de sua origem, avanço e desenvolvimento. Sua história começa na antiguidade, com a descoberta da eletricidade pelo filósofo grego Tales de Mileto. Quando o mesmo esfregou um pedaço de âmbar em um pedaço de pele de carneiro, neste experimento ele reparou que os pedaços de palha e madeira eram atraídos para o âmbar. Do âmbar (eléktron, em grego) surgiu o nome da nossa conhecida eletricidade. Em 1672, Otto Von Guericke iniciou os seus estudos sobre eletrificação por atrito inventando, na época, uma máquina geradora de cargas elétricas. (VIRTUOUS, 2008; NOGUEIRA et al., 2011).

Durante o século XVIII, as máquinas geradoras de cargas elétricas foram evoluindo e muitas outras descobertas importantes foram feitas como o condensador que consistia em uma máquina armazenadora de cargas elétricas. Eram dois corpos condutores separados por um isolante delgado. De 1745 a 1824, o físico italiano Alessandro Volta, para poder transformar energia química em energia elétrica, se baseou em relatos de diversas experiências sobre os fenômenos elétricos. Comprovando sua segunda teoria, fez a primeira pilha em 1800 e em sua homenagem a unidade de potencial elétrico tem o nome “Volt”. (AFONSO, 2003, p. 574).

Com o passar dos anos em conjunto ao advento causado pelo processo acelerado do avanço tecnológico, os primeiros produtos modernos foram surgindo e com eles as pilhas e baterias começaram a ser usadas com maior frequência. Os dispositivos criados que fazem uso de pilhas e baterias podem ser considerados para muitos, como uma solução para facilitar a realização de tarefas que encontramos no nosso cotidiano de casa, empresa e escolas, mas em contrapartida, com o uso excessivo desses equipamentos, pode ser um causador e posterior gerador de grandes transtornos e problemas ambientais. (AFONSO, 2003).

Segundo Reidler e Günther (2002), os primeiros relatos de preocupações acerca do perigo trazido pelo descarte inadequado de pilhas e baterias começaram no final da década de 70, causado pelo uso de metais pesados perigosos em grandes quantidades na fabricação de alguns modelos de pilhas, tendo modelos que chegavam a conter até 30% do peso total de mercúrio (Hg), elemento muito perigoso para a vida. Até meados da década de 1980,

normalmente utilizavam-se principalmente para o uso doméstico as baterias em forma de bastonetes de Zn-C, as quais, quando exauridas, eram descartadas como resíduo domiciliar, o que causou grande preocupação para estudiosos.

As pilhas e as baterias são basicamente compostas por metais pesados, tais como mercúrio, chumbo, cobre, níquel, zinco, cádmio e lítio. Esses metais são perigosos para ambiente e para a saúde humana. Depois de descartadas, as pilhas vão entrando em estado de decomposição, desta forma seus componentes, principalmente os metais, podem infiltrar-se no solo e desta forma atingem os lençóis de água subterrânea, entrando assim, no ecossistema, nos rios e dos mares, sendo incorporados também nas cadeias alimentares, aumentando assim a sua concentração nos seres vivos. (COSTA, 2014, p. 1).

No Brasil dentre os numerosos produtos vendidos, aqueles que vêm acompanhados de pilhas ou baterias representam uma quantidade considerável no montante total. De acordo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), no Brasil são comercializadas mais de 1,2 bilhões de pilhas e baterias por ano, considerando as importações que são legais ou não. A produção nacional, sendo cerca de 40% desse mercado dominado por produtos irregulares, que em grande parte, tem sua procedência até mesmo como desconhecida. (ABINEE, 2012, p. 26).

De acordo Afonso (2003, p. 573), temos que, o consumo per capita de pilhas no nosso país fica em torno de 5 pilhas/ano. Já nos países de primeiro mundo, em que há um consumo maior de todas as tecnologias, esse número pode subir para 15 pilhas/ano e a população mundial atinge um consumo em cerca de 10 bilhões de unidades/ano.

Como é perceptível, a quantidade de pilhas e baterias comercializadas diariamente no Brasil também é enorme, somando a este fato de pilhas e baterias serem classificadas como resíduos perigosos, devido pelo motivo destes dispositivos conterem em sua composição elementos como chumbo, cádmio e mercúrio, intensificam-se assim a necessidade de termos políticas fortes e atuantes na padronização da fabricação, comercialização, coleta e da destinação ambiental correta. (ABINEE, 2012).

O Brasil foi o primeiro país da América Latina a desenvolver uma legislação para regular o cenário ao entorno de pilhas e baterias, a partir da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 257 de 30 de junho de 1999. Com a publicação dessa resolução, tivemos início com a preocupação com o descarte deste tipo de resíduos, algo que pouco se sabia até então, assim esse assunto começou a ser tratado com mais seriedade, tendo também em vista a necessidade de que tinha que se regular a quantidade permitida de cada componente químico e também sobre o descarte desse tipo de resíduo, dado o perigo que estes

resíduos podem representar para a saúde da população e ao ambiente. Além de tentar trabalhar com a conscientização da nossa população, sobre os perigos que o rejeito desse tipo de material pode oferecer. (ESPINOSA; TENÓRIO, 2004).

Segundo a resolução do CONAMA, Nº 257 de 1999, p. 1, no art.1º temos que:

[...] As pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, necessárias ao funcionamento de quaisquer tipos de aparelhos, veículos ou sistemas, móveis ou fixos, bem como os produtos eletroeletrônicos que as contenham integradas em sua estrutura de forma não substituível, após seu esgotamento energético, serão entregues pelos usuários aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada pelas respectivas indústrias, para repasse aos fabricantes ou importadores, para que estes adotem, diretamente ou por meio de terceiros, os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada.

Atualmente, encontramos uma nova resolução que revoga a primeira legislação brasileira que vislumbrava desde 1999 norteando sobre o assunto pilhas e baterias, pode-se citar a resolução do CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008, a qual veio trazendo algumas modificações, atualizando as diretrizes e legislações antigas da primeira normativa, de acordo com as necessidades atuais do cenário brasileiro, que, em um primeiro olhar, podem aparentar serem bastantes conservadoras, embora que, a maioria das empresas do ramo produtivo, já tenham os limites cumpridos para a produção de pilhas e baterias há alguns anos.

Muitos estudos vêm indicando que a contaminação chega até a população quando pilhas e baterias são descartadas incorretamente. Existem diversas formas dos componentes tóxicos das pilhas ou baterias chegarem até nós. Elas podem, desde a serem amassadas ou até mesmo que se estourarem, deixando escoar o líquido tóxico de seus interiores. Essas substâncias se concentram na natureza, e geralmente não são biodegradáveis, contaminando o solo. Os metais constituintes das pilhas e baterias podem causar inúmeros problemas de saúde bem como, lesões renais e no pâncreas, disfunções digestivas e do sistema respiratório, e até mesmo em casos mais graves o câncer. Desta forma, é importante que a população atente ao perigo que esses materiais podem causar a nossa saúde, já que as formas de contágio são desde o contato direto, passando pela inalação ou pela ingestão de água ou alimentos contaminados. (REIDLER, GUNTHER, 2000).

Temos orientações mais atuais, oriundas das resoluções que descrevem várias obrigações a serem seguidas para o reciclo de pilhas de uso comum no Brasil (CONAMA, LEI 12.305). Mas, quando temos a presença de qualquer tipo de pilha ou bateria, origina-se logo há uma grande variedade de problemas para os lixões e aterros. Nas usinas de com postagem, por exemplo, a maior parte das pilhas misturadas aos resíduos são triturada junto com o lixo

doméstico e o composto vai para os biodigestores liberando os vários tipos de metais (como, por exemplo, o Ni, Zn, Mn e Ag) além de outras substâncias (tais de amônio) que podem eutrofizar os mananciais hídricos, tornando a água excessivamente rica em nutrientes minerais ou orgânicos, desequilibrando desta forma, os seus parâmetros normais. (COSTA, 2014, p. 1).

De acordo a Provazi et al., (2012, p. 336) e ABINEE, (2012), o Brasil ainda não apresenta, um processo que seja realmente eficiente para o tratamento das pilhas e das baterias esgotadas e ainda que, apesar de a legislação vigente determina que não sejam permitidas formas impróprias de destinação final de qualquer tipo que seja, de pilhas e de baterias usadas como por exemplo, lançamento a céu aberto, em aterro não licenciado ou queima a céu aberto e, que esse material precisa ser devolvido ao fabricante após seu uso. Mas, na maioria das vezes, o que realmente acontece é que, boa parte das quase 3 bilhões de pilhas e baterias que são produzidas anualmente, para uso doméstico acabam sendo descartadas, indevidamente no lixo doméstico, gerando muita preocupação.

### **2.2.1 O que é uma pilha?**

O termo pilha é normalmente empregado para nomear os dispositivos que contenham apenas uma célula voltaica como, por exemplo, as pilhas secas. Elas são um pequeno dispositivo, que são capazes de gerar energia elétrica através de uma reação química. Para que isso aconteça, são necessários alguns componentes e que entre estes haja interação, ocorrendo assim algumas reações e através destas é possível a liberação de energia, por exemplo, quando temos um dispositivo contendo um par de eletrodos metálicos diferentes, onde um deles necessariamente é o polo positivo e o outro sendo o polo negativo, submersos em uma solução química (conhecida como eletrólito) contendo íons livres. (NISENBAUM, 2010, p. 22).

Quando os polos positivos e negativos da pilha são interligados por um fio condutor, inicia-se uma reação química e o fio é percorrido por uma corrente elétrica, que só termina quando a reação química cessa ou um dos eletrodos for totalmente consumido pela reação. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 3).

Nas pilhas, o sentido da corrente faz se do polo negativo para o positivo. Uma coisa importante que devemos saber é que pilha é bem diferente de uma bateria. Enquanto a pilha apenas converte energia química em elétrica a partir de uma reação, a bateria trabalha fazendo a interconversão (transformação) entre energia química e elétrica. Ou seja, na pilha, quando seu potencial energético termina, ela não serve mais, enquanto que nas baterias, elas podem ser

recarregadas e utilizadas novamente por várias vezes, como exemplo, as baterias dos carros. Por tanto, muitos costumam errar quando nomeiam uma pilha como recarregável, quando o dispositivo é recarregável, ele nada mais é que uma bateria recarregável. (id *ibid.*, p. 3).

De acordo a Carneiro et al., (2017, p. 892), pilhas e baterias podem ser classificadas em primárias e secundárias. As primárias são aquelas que não podem ser recarregadas, pois os seus conjuntos de células não podem ser sujeitos a inversão das reações eletrolíticas, nem tão pouco, ter seus reagentes que foram esgotados, colocados novamente no sistema, como exemplo de pilhas primarias temo as pilhas “comuns” e alcalinas. Já as secundárias são as que podem ser recarregadas, porque apresentam um conjunto de geradores que utilizam de reações eletroquímicas que diferentemente dos sistemas primários são passíveis de ser eletricamente invertidas. Isto significa que os seus reagentes químicos podem ser reconvertidos até quantidades muito próximas às iniciais por intermédio da passagem de uma corrente elétrica que flui no seu interior, temos como exemplo, as baterias de carro.

## **2.2.2 A história das pilhas**

A história das pilhas inicia-se desde meados na Grécia antiga, mas o seu real aproveitamento só começou a surgir mesmo, a partir do fim do século XVIII, momento em que houve certo avanço industrial. Naquela época a energia era até então, apenas produzida por eletricidade estática (fricção). Não se tinha conhecimento ainda sobre formas de corrente elétrica, tal como é chamada atualmente. (NOGUEIRA et al., 2011).

De acordo com Nogueira et al., (2011, p. 7), em meados de 1600, depois de muitas pesquisas e estudos sobre a eletricidade, o físico alemão Otto Von Guericke inventou a primeira máquina que era capaz de gerar a eletricidade. Em seguida, outro estudioso, Galvani, na segunda metade do século XVIII, começou a aprofundar os estudos em uma nova linha de pesquisa, voltadas para a aplicação terapêutica da eletricidade. Foram, aproximadamente, dez anos de pesquisa até publicar "Sobre as forças de eletricidade nos movimentos musculares". Galvani naquele tempo, já acreditava que os músculos eram capazes de armazenar eletricidade.

### **2.2.2.1 Breve linha do tempo de pilhas e baterias**

As pilhas e baterias foram sendo desenvolvidas e aprimoradas ao longo do tempo com a contribuição de diversos cientistas. Mas somente a partir da descoberta do professor físico Alessandro Volta, de que dois metais diferentes ligados eletricamente por uma solução

eletrolítica poderiam servir como fonte de tensão, que se começou a buscar pelos melhores eletrodos, que desta forma tornavam as pilhas e baterias mais eficientes e práticas. (NOGUEIRA et al., 2011).

O processo evolutivo das pilhas e baterias foi algo muito importante, gerou muito estudo e em pouco mais de 50 anos de evolução já se fazia presente pilhas e baterias de variados tipos. Em meados de 1950, tínhamos pilhas e baterias inseridas apenas na indústria e em automóveis, por exemplo. Nesta época, havia poucas variações de pilhas e algumas destas entravam rapidamente em desuso. Em 1980 devido ao avanço tecnológico e com o surgimento de equipamentos como os relógios, algumas máquinas fotográficas, surgiu assim uma nova variação de pilhas, as arredondas, pilhas estas que são muito utilizadas até os dias de hoje. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 8).

O autor ainda nos passa que, devido ao risco ambiental e para com a saúde humana, que é intimamente associado ao uso excessivo de pilhas, impulsionou desta forma, o desenvolvimento e a criação das baterias na época. As pilhas desde sempre tiveram sua imagem associadas como “vilãs” para com a natureza, desta forma a indústria de baterias teve a ideia de criar modelos com o mesmo formato e tamanho de pilhas comuns, mas com a vantagem de serem recarregáveis.

#### *2.2.2.1.1 Pilha de Volta – Alessandro Volta (1800)*

Segundo Nisenbaum (2010, p. 24), “a pilha do italiano Alessandro Volta foi uma das primeiras pilhas a serem criadas, desenvolvida após o seu criador ser influenciado pelos estudos realizados por Galvani.” Com isso, Volta ficou instigado a realizar mais estudos e pesquisas e desenvolveu assim variações de um dispositivo que era formado por prata e zinco, prata e chumbo, prata e estanho ou por cobre e estanho. Consistia essencialmente em metais de dois tipos, separados por panos umedecidos em sal ou ácido fraco. Os discos de metal ficavam empilhados, por isso o nome pilha. Os primeiros metais usados por Volta foram a prata e o zinco. A voltagem fornecida pela pilha de Volta depende do número de elementos na pilha.

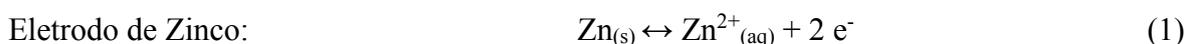
Basicamente o seu funcionamento se dá através de uma solução de ácido sulfúrico em água, na qual é mergulhado um eletrodo de cobre e um de zinco, por exemplo. Se ligarmos o cobre ao zinco por um condutor o mesmo passará corrente elétrica, dirigida do cobre para o zinco, o que indica que há uma diferença de potencial entre eles, constituindo-se assim um gerador de energia. Os dois eletrodos recebem o nome de polos, ou terminais do gerador.

Chama-se polo positivo àquele por onde a corrente sai, e polo negativo àquele por onde a corrente entra. Então, na pilha de Volta, o cobre é o polo positivo, e o zinco, o negativo. (NOGUEIRA et al., 2011).

#### 2.2.2.1.2 Pilha de Daniell - John Frederic Daniell (1836)

A pilha de John Frederic Daniell criada em 1836, foi para muitos um grande avanço tecnológico para a época, em relação à pilha de Alessandro Volta. Ela foi desenvolvida baseada nos princípios científicos da eletroquímica introduzidos por Michael Faraday. Daniell descobriu que a sua pilha poderia ser mais eficiente se fossem usados dois eletrólitos ao invés de apenas um só, como na pilha de Volta. Em geral, os eletrodos são compostos por um metal imerso em uma solução de seus próprios íons.

“A pilha de Daniell é formada por zinco e cobre ( $Zn^{2+}$  e  $Cu^{2+}$ ) fornecendo uma voltagem de aproximadamente 1,1Volts”. (NISENBAUM, 2010, p. 25). A seguir são exemplificadas as reações químicas que acontecem nos respectivos eletrodos:



O funcionamento desta pilha consiste em dois eletrodos de metais diferentes (cobre e zinco) mergulhados em solução eletrolítica (solução iônica, ou seja, contem íons) em recipientes separados ligados por uma ponte salina. Depois que o circuito é fechado por um fio condutor, começa a ocorrer uma reação química onde um dos eletrodos libera elétrons e o outro eletrodo retém os elétrons para ele. Essa é uma reação de oxidação e redução. Nessa reação o zinco doa elétrons, então sofre oxidação, vai perdendo massa, o cobre por sua vez, recebe os elétrons e sofre redução, ganha massa. Por fim temos que, quando o zinco for totalmente consumido a reação termina e a pilha deixa de funcionar. (AFONSO, 2003).

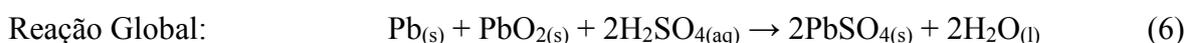
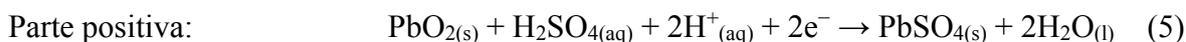
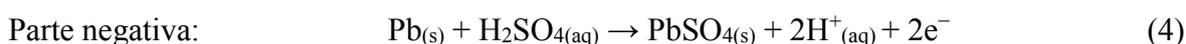
#### 2.2.2.1.3 Pilha de Grove – William Robert Grove (1839)

A pilha criada por William Robert Grove, físico e juiz galês, em meados de 1839, pode ser considerada até hoje como a fonte de energia do futuro. “Esta pilha é basicamente constituída por eletrodos de zinco em ácido sulfúrico e platina em ácido nítrico, faziam com

que a pilha fornecesse uma voltagem de 1,9Volts, o qual era bem mais eficiente energeticamente que a pilha de Daniell. Entretanto, um dos produtos da reação química que resultava durante o funcionamento da pilha de Grove é o dióxido de nitrogênio gasoso (NO<sub>2</sub>), o qual é muito nocivo à saúde. Além disso, a voltagem caía sensivelmente à medida que a pilha descarregava”. (NISENBAUM, 2010, p. 25).

#### 2.2.2.1.4 Gaston Planté – Bateria de chumbo-ácido (1859)

A primeira bateria recarregável da história foi criada pelo engenheiro francês Gaston Planté. “Seu uso inicial foi em sinalizações ferroviárias, e hoje é largamente usada em automóveis. Essa bateria utiliza o chumbo (Pb) e dióxido de chumbo (PbSO<sub>4</sub>) imersos em uma solução de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)”. A seguir são exemplificadas as reações químicas envolvidas na bateria de chumbo – ácido de Planté. (NISENBAUM, 2010, p. 26).

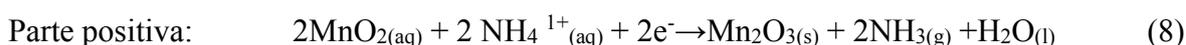
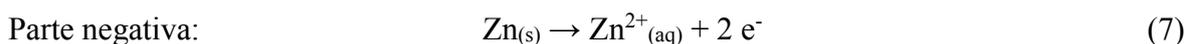


A reação exemplificada anteriormente mostra como o cátodo e do ânodo produzem sulfato de chumbo (PbSO<sub>4</sub>), insolúvel que adere aos eletrodos. Quando um acumulador está se descarregando, ocorre o consumo de ácido sulfúrico, assim diminui sensivelmente a densidade da solução eletrolítica (água e ácido sulfúrico). Deste modo medindo-se a densidade da solução eletrolítica pode-se saber qual a magnitude da carga ou da descarga do acumulador. (id ibid., p. 26).

#### 2.2.2.1.5 Pilha de Leclanchè - Georges Leclanchè (1866)

De acordo a Nisenbaum (2010), a pilha criada pelo químico francês Leclanchè, utiliza o zinco (Zn) e dióxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) em sua composição, está é a pilha mais comum encontrada nos dias atuais, sendo também a mais barata, usada geralmente por exemplo, em rádios, lanternas, equipamentos portáteis e entre outros. Este dispositivo oferece voltagem em seus terminais que variam de 1,4 a 1,6Volts.

O modelo desta pilha é considerado como à precursora da pilha seca desenvolvida por Carl Gassner, em 1887. A pilha seca é o nosso modelo atual de pilha comum, possuindo esse nome porque não utiliza de eletrólitos líquidos, dentro dela, há apenas uma pasta aquosa, úmida. Encontra-se nela também entre outras substâncias, o dióxido de manganês. A seguir são exemplificadas as reações químicas envolvidas na pilha de Leclanchè. (NISENBAUM, 2010).



A pilha de Leclanchè e suas variações geram corrente elétrica devido à oxidação do  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$ , e a redução do  $\text{Mn}^{4+} + 2e \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ . Basicamente a pilha seca ou bateria de “carvão-zinco” pode ser considerado um aperfeiçoamento da pilha desenvolvida por Volta em 1800, nos dias atuais esse tipo de pilha contém dois polos: um positivo (cátodo) e outro negativo (ânodo), onde cada um apresenta um potencial diferente do outro. O que mantém essa diferença de potencial (DDP) entre os polos são as reações químicas no interior da pilha. Quando esses dois polos estão unidos por um condutor, como por exemplo, fio de cobre, os elétrons tendem a se mover do menor potencial para a região de maior potencial elétrico, estabelecendo assim uma corrente elétrica. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 6).

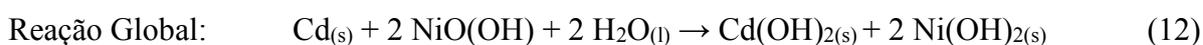
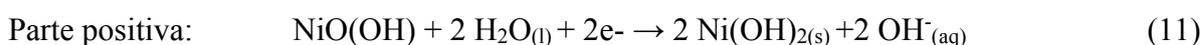
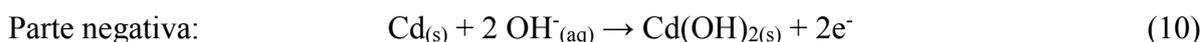
A variação da pilha seca convencional é composta por dois eletrodos: o eletrodo de zinco (ânodo) e grafite (cátodo), numa solução eletrolítica consistindo de uma pasta de cloreto de zinco ( $\text{ZnCl}_2$ ), cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) e dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ). Seu funcionamento é interrompido ou “esgotado” quando todo o dióxido de manganês é convertido em óxido de manganês (III), esta reação é tida como irreversível consequentemente esse modelo de pilha não pode ser recarregável. (NOGUEIRA et al., 2011).

#### 2.2.2.1.6 Pilha de níquel-cádmio - Waldemar Jungner (1899)

Foi Waldemar Jungner quem desenvolveu a primeira pilha alcalina da história, utilizando de um meio alcalino de hidróxido de potássio (KOH) no qual ficavam os eletrodos constituídos de níquel e cádmio. A pilha (bateria) de níquel-cádmio possui em sua constituição como eletrodo (positivo) ou cátodo o hidróxido (óxido) de níquel (III),  $\text{NiO}(\text{OH})$ , e como eletrodo negativo ou ânodo o metal cádmio  $\text{Cd}_{(s)}$ . O eletrodo desse tipo de bateria é uma pasta

eletrolítica geralmente com 28% em sua composição de hidróxido de potássio, KOH, em massa. A pilha de Jungner é à base das primeiras pilhas recarregáveis portáteis. Hoje são mais comuns pilhas semelhantes de níquel-metal (NiMH), que possuem maior capacidade e são menos tóxicas. Essas pilhas fornecem uma voltagem de 1,2 a 1,4Volts. (NISENBAUM, 2010, p. 27).

A seguir são exemplificadas as reações químicas envolvidas na bateria níquel-cádmio desenvolvida a partir das pilhas Jungner.



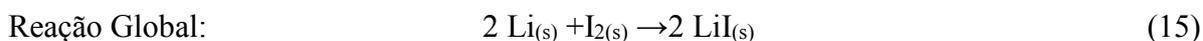
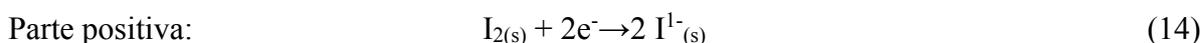
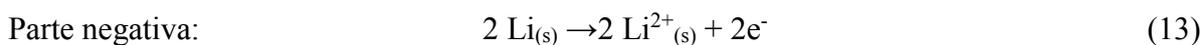
Esta bateria é considerada como uma bateria secundária, por ser recarregável. Tendo desta forma a possibilidade de ser reutilizada várias vezes. Esse tipo de dispositivo pode parar de funcionar quando os produtos formados ( $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2 \text{Ni}(\text{OH})_2$ ) na reação global (Equação 12) depositam-se sobre os eletrodos e desta forma impedem o seu funcionamento normal. (FOGAÇA, 2018).

Mas, entretanto, colocando essa bateria em um determinado carregador, sendo este apropriado, suas semirreações são reversíveis como nas baterias de ácido chumbo, o fornecimento de corrente elétrica pode fazer com que a reação ocorra no sentido oposto, em que há o consumo dos produtos e formação dos reagentes. Desta forma, a pilha volta a funcionar novamente. (id *ibid.*, 2018).

#### 2.2.2.1.7 Pilhas de lítio e íons de lítio - Décadas de 1970 e 1990

Os primeiros indícios de pesquisas com a utilização do metal lítio como eletrodo em uma pilha, foram realizados em 1912 por Gilbert Newton Lewis. Entretanto, somente por volta de 1970 elas foram comercializadas, pelo fato de muitas das tentativas anteriores falharem, devido à uma falta de segurança que era causada pela instabilidade do metal de lítio durante o seu carregamento. As pilhas de lítio (não recarregáveis) são largamente utilizadas, por exemplo, em relógios, computadores e outros dispositivos. A voltagem típica dessa pilha varia de 2.8 a 3,4Volts, praticamente o dobro das pilhas secas comuns.

A seguir são exemplificadas as suas semireações, e a sua reação global, ambas envolvidas na pilha de lítio ou de lítio-iodo. (NISENBAUM, 2010, p. 27).

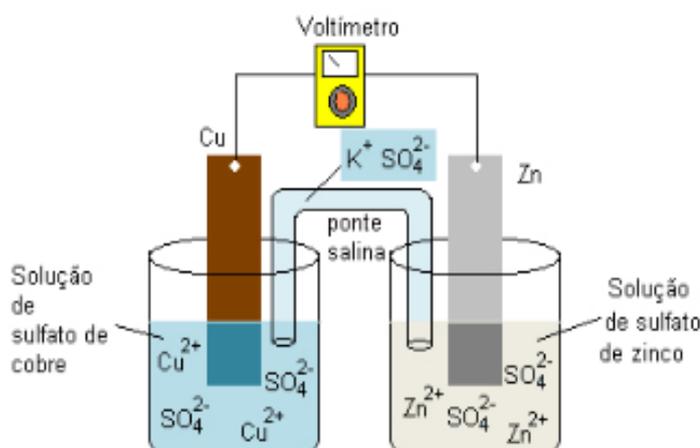


Esta pilha apresenta geralmente dois eletrodos sólidos que são separados por uma camada cristalina de iodeto de lítio, por onde a corrente passa do ânodo composto por Lítio metálico para o cátodo constituído por um complexo de iodo. (NISENBAUM, 2010).

### 2.2.3 Reação química de uma pilha

Segundo Nogueira et al., (2011, p. 3), para que aconteça a liberação de energia elétrica através de uma reação química, é fundamental que a pilha tenha pelo menos dois metais, e que um destes metais trabalhe como eletrodo negativo e o outro, por conseguinte como eletrodo positivo. Para um bom entendimento de forma simplificada, nas reações químicas que acontecem na pilha, um dos metais deve doar elétrons e o outro metal por consequência irá receber esses elétrons. Para esse tipo de reação, sempre um dos metais perde seus elétrons, consequentemente perdendo a sua massa e, o outro metal do sistema ganha elétrons, incrementando também a sua massa, essa reação é chamada, respectivamente, de oxidação e redução dos metais presentes. A Figura 1 apresenta o esquema de funcionamento de uma pilha.

Figura 1 – Esquema simplificado de uma pilha.



Fonte: <https://blogdoenem.com.br/quimica-pilhas-eletrica/>, 2018.

#### 2.2.4 Reação de oxidação e redução

Quando colocamos determinados metais dentro de uma solução ácida acontece à liberação de íons. Partindo disto, colocando, por exemplo, um eletrodo de zinco e outro de cobre em uma solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), ambos os elementos irão liberar íons, sendo em quantidades diferentes. O eletrodo de zinco libera na solução de ácido sulfúrico íons com carga positiva bivalente ( $\text{Zn}^{2+}$ ). Os dois elétrons que se encontram agora livres, serão retidos no eletrodo do zinco. O eletrodo de zinco começa a ficar rodeado de seus próprios íons positivos, causando assim um excesso de elétrons. A liberação de íons de zinco não continua infinitamente, pois a carga positiva formada que se depositou ao entorno do eletrodo, atinge um determinado valor impossibilitando assim a libertação de novos íons; isto é, qualquer novo íon solto na solução é repellido pela carga positiva e volta ao zinco (neutro). Desta forma, o zinco fica com carga negativa devido aos elétrons e, também assume um potencial mais baixo que a solução, mas a solução passa a ter caráter de carga positiva, devido aos íons livres. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 4).

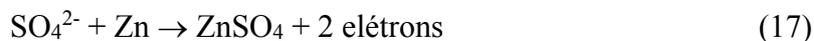
O mesmo autor fala que, o eletrodo de cobre, reagirá da mesma forma que o zinco, liberando também íons positivos bivalentes ( $\text{Cu}^{+2}$ ) na solução e ficando com o potencial mais baixo. Devido aos metais não terem a mesma facilidade em liberar íons, o cobre tende a soltar menos íons que o zinco e, portanto, irá reter menos elétrons. Consequentemente o cobre terá um potencial mais elevado se comparado ao zinco, embora que ambos tenham potencial abaixo se comparado com o da solução ácida. A diferença de potencial entre os metais aparece porque eles não têm a mesma facilidade de liberar os íons, assim o zinco vai possuir mais elétrons que o cobre, e quando ligados pelo condutor, haverá passagem de elétrons do zinco para o cobre, isto é, carga negativa, do zinco para o elemento cobre.

Contudo, a solução de ácido sulfúrico tem papel importante, ela impede que aconteça um equilíbrio entre os metais após a troca de elétrons, fazendo com que a pilha, por exemplo, não apresente o mesmo potencial, interrompendo assim o seu funcionamento. Essa reação é mostrada a seguir

As moléculas de ácido sulfúrico se dissociam em íons de hidrogênio e  $\text{SO}_4^{2-}$ , segundo a Equação (16). (NOGUEIRA et al., 2011).:



O íon  $\text{SO}_4^{2-}$  se dirige para o zinco, com isso reage com ele, formando sulfato de zinco, como é mostrado na Equação (17) a seguir. (id ibid., 2011):



Nessa reação, dois elétrons são liberados e cedidos pelo zinco, onde são conduzidos para o condutor. Essa é reação química que fornece os elétrons constituintes geradores da corrente elétrica no circuito externo. O íon de hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) se dirige para o cobre, recebendo em seguida um elétron e transformando-se num átomo de hidrogênio neutro. Segundo a Equação (18). (id ibid.,2011):



Os átomos de hidrogênio se unem de dois a dois, gerando novas moléculas de hidrogênio, que se desprendem junto ao cobre. Desta forma, a reação química fornece elétrons ao zinco; este os cede ao condutor, que os conduz até o cobre; o cobre recebe elétrons e os cede aos íons de hidrogênio. (id ibid., 2011):



Basicamente, temos que a pilha transforma energia química em energia elétrica. Significa que a reação química liberta dois elétrons, isto é, liberta carga elétrica, como é mostrada na reação anterior (19). Com o funcionamento da pilha, a reação continua, e o zinco vai sendo consumido, pouco a pouco e vai se transformado em sulfato de zinco ( $\text{ZnSO}_4$ ). Pode-se então, afirmar que a energia elétrica fornecida pela pilha provém da energia química do consumo do zinco. Depois de algum tempo de uso, o zinco se esgota, assim, é interrompido a capacidade de gerar energia pelo dispositivo. (id ibid., 2011).

### 2.2.5 Pilha alcalina

A pilha que conhecemos atualmente como alcalina, nada mais são que, uma variação da pilha desenvolvida por Leclanchè, porém, este tipo de dispositivo pode apresentar vantagens e desvantagens se comparada com as pilhas secas comuns, está pilha têm voltagem aproximada de 1,5Volts e possui uma produção mais custosa, tendo assim valores em média um pouco maiores, mas em contrapartida, podem durar até cinco vezes mais. A duração delas

pode ser explicada pelo fato de apresentar em sua constituição o hidróxido de sódio ou de potássio; esses reagentes são ótimos condutores eletrolíticos e o meio básico da solução da pilha faz com que o eletrodo de zinco se desgaste mais lentamente, se comparado com as pilhas que têm solução ácida. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 7).

Matsubara et al., (2007, p. 1020), nos diz sobre a tecnologia empregada em pilhas alcalinas:

Tecnologicamente, a pilha alcalina merece destaque porque apresenta baixo impacto ambiental frente a outros tipos de baterias primárias (baterias não recarregáveis), boa capacidade de descarga ( $224 \text{ Ah kg}^{-1}$ ), pequena perda de carga durante o armazenamento e pode ser produzida em vários tamanhos e formas (cilíndrica, botões). Estes fatores explicam seu grande sucesso comercial.

Essa pilha normalmente é indicada para equipamentos que requerem descargas de energia rápidas e fortes, como brinquedos eletrônicos, rádios, câmeras fotográficas digitais, lanternas e etc. (MATSUBARA et al., 2007).

De acordo a Nogueira et al., (2011, p. 8), a composição deste tipo de pilha é normalmente, composta de um ânodo de zinco poroso imerso em uma solução alcalina básica ( $\text{pH} > 7$ ), de hidróxido de potássio ou de hidróxido de sódio, e de um cátodo de dióxido de manganês compactado, envoltos por uma capa de aço niquelado, além de um separador feito de papel e de um isolante de nylon.

Nas pilhas alcalinas e na maioria das baterias, as propriedades físicas e químicas dos materiais utilizados são muito importantes para o seu rendimento. Nos eletrodos, por exemplo, as propriedades avaliadas são: a pureza, a morfologia (tamanho e forma dos grãos), a composição química e o tipo de estrutura dos materiais, sendo que o dióxido de manganês ( $\text{MnO}_2$ ) e o carbono, que é usado para aumentar a condutividade eletrônica do cátodo, merecem uma discussão especial. (MATSUBARA et al., 2007, p. 1020).

As pilhas comuns e as alcalinas podem ser ambas compostas por dióxido de manganês e zinco, mas, o processo de fabricação é diferenciado entre elas: a pilha comum apresenta uma mistura eletrolítica, sendo está de cloreto de amônio e o zinco é o envoltório do mecanismo. Já na pilha alcalina, o zinco ocupa o centro da pilha, por exemplo. (NOGUEIRA et al., 2011).

Até 1989, a típica pilha alcalina continha mais de 1% de Mercúrio. Este metal, bem como os outros metais: Chumbo, Cobre, Zinco, Lítio, Cádmiio, Níquel e Manganês que estão presentes na pilha são considerados como metais que apresentam perigosos à saúde humana e ao meio ambiente. Em altos teores, por exemplo, o mercúrio pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos e entre outros. Tendo em vista disso, pelo menos três grandes

fabricantes de pilhas domésticas começaram a fabricar e vender pilhas com percentagens de mercúrio inferiores a 0,025%. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 7).

### **2.2.6 Pilhas recarregáveis**

Com o avanço tecnológico muito se criou, e com a popularização de diversos aparelhos eletrônicos que fazem uso de pilhas, se fez necessário um modo diferente de fornecer energia para eles. Uma das soluções foi à criação de pilhas que pudessem ser recarregáveis. O motivo principal é o fato de as pilhas descartáveis serem caras para quem faz uso constante delas. Uma pilha convencional é descartada quando sua capacidade de gerar energia fica fraca, algo que foi solucionado com as pilhas recarregáveis, que simplesmente ao esgotamento da capacidade de gerar energia, bastaria utilizar um aparelho adequado para que sua carga de energia seja restabelecida. Com isso, a pilha pode ser utilizada novamente. (NOGUEIRA et al., 2011, p. 9).

Substancialmente temos no mercado dois tipos de pilhas que podem ser recarregáveis: de NiCd e MiMh. A Pilha de NiCd, também chamadas de Níquel Cádmio, surgiu primeiro e apresenta preço menor, motivado por uma deficiência chama de “efeito memória” que causa uma incapacidade de se carregar totalmente. Esse tipo de pilha está cada vez mais em desuso pelo motivo de apresentar uma vida útil baixa e, também pelo fato de o cádmio ser extremamente poluente e toxico ao meio ambiente. (ALECRIM, 2006).

A pilha constituída por NiMH é o tipo que mais vem sendo usada atualmente, porque, esse tipo de dispositivo nós oferece uma maior capacidade energética, menor poluição ambiental e maior tempo de vida, suportando mais recargas se comparado ao NiCd. Há também um outro tipo, que não é muito fácil de ser encontrada no formato das pilhas normais, esta é chamada de LiIon, também conhecido como Lítio Íon. As Baterias que usam esse padrão são as mais vantajosas, pois possuem tempo de vida útil maior e podem ter maior capacidade de carga, porém são mais caras e dificilmente conseguimos encontrar pilhas nos formatos AA e AAA com essa tecnologia. (ALECRIM, 2006).

### **2.2.7 Baterias de ácido chumbo**

As Baterias chumbo-ácido foram inventadas no século XIX. Tem como componentes básicos o chumbo ou óxido de chumbo e ácido sulfúrico. Para compreender o funcionamento de

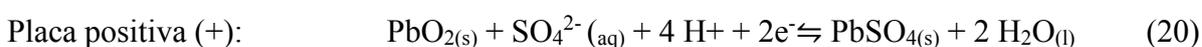
uma bateria temos que ter alguns conhecimentos básicos em eletroquímica, a qual estuda a relação entre as reações químicas e a eletricidade. (NOGUEIRA, 2011).

Segundo Carneiro et al., (2017, p. 893), a eletroquímica trabalha com base no processo de transferência de elétrons de uma substância para outra, durante esse evento de transferência ocorrem o que se conhece como reações de oxirredução. Levando para um nível atômico, todas as interações químicas são elétricas, estendendo-se para toda a química, entretanto, podemos definir a eletroquímica como sendo um ramo da Química que estuda o fenômeno da transferência de elétrons para a transformação de energia química em energia elétrica e vice-versa. Em outra linha de raciocínio podemos compreender que, a eletroquímica consiste no estudo de sistemas capazes de entregar trabalho elétrico útil a partir de reações de oxirredução, sendo que esses processos ocorrem nas chamadas células galvânicas ou pilhas.

A geração de energia em uma bateria resulta diretamente do salto de elétrons em camadas mais externas do átomo para camadas mais baixas, momento esse que, é liberado a energia das reações e assim pode-se converter em eletricidade. Mas ainda existem outros processos em que usamos a eletricidade para promover a reação química. Os metais em geral, têm propriedades termodinâmicas que promovem a converterem-se espontaneamente e seus óxidos. Desta forma, o metal fazendo isto, devolve a natureza, os elétrons que recebeu, surgindo assim uma diferença de potencial e uma corrente elétrica. Algumas baterias utilizam-se deste princípio para a geração da sua energia elétrica, fazendo uso não apenas de materiais monometálicos, mas sim, de compostos de metais de diferentes níveis. (id *ibid.*, p. 894).

Temos dois tipos de células eletroquímicas, a galvânica e a eletrolítica. A célula galvânica produz energia química a partir de reações redox, onde a energia é convertida em eletricidade. Já na célula eletrolítica temos que, a energia elétrica trabalha provocando uma reação química onde, temos a corrente elétrica passando sobre o eletrólito promovendo assim, uma reação redox não espontânea, oxidando o ânodo e reduzindo o catodo, porém há inversão nos polos. (FOGAÇA, 2018).

Nas baterias do tipo, acumulador chumbo-ácido, a reação de redução produz sulfato de chumbo a partir de dióxido de chumbo conforme é apresentado na Equação 20, por sua vez acontece à reação de oxidação na parte negativa envolvendo a conversão do chumbo em sulfato de chumbo, conforme ocorre a Equação 21. (id *ibid.*, 2018).



Na bateria ambos os agentes, oxidantes e redutores são sólidos, assim é inexistente a necessidade de uma ponte salina, desta forma são necessárias fontes altas de correntes para servirem como energia, causadas pela baixa resistência interna da solução. A reação global, de descarga da célula, é a reação de duplo sulfato apresentada na Equação 22. (id ibid., 2018).



De acordo Carneiro et al., (2017, p. 895), depois que as placas positivas e negativas da bateria são submergidas na solução de ácido sulfúrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  temos uma geração aproximada de 2,1 Volts e se conectar-se a um circuito elétrico, surge uma corrente elétrica e após a descarga dessa corrente estes elementos devem retornar as condições iniciais mediante uma recarga fazendo circular uma corrente elétrica no sentido contrário ao da descarga.

Carneiro et al., (2017, p. 895), diz que:

[...] no processo de descarga, o chumbo do material ativo das placas positivas ( $\text{PbO}_2$ ) se combina com os íons sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) do ácido sulfúrico, formando nas placas positivas o sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ). Ao mesmo tempo, ocorre uma reação similar nas placas negativas onde o chumbo esponjoso ( $\text{Pb}$ ) se combina com os íons  $\text{SO}_4^{2-}$  do ácido, formando também sulfato de chumbo. Deste modo ambas as reações consomem o sulfato do ácido, fazendo com que haja cada vez menos ácido sulfúrico na solução, portanto, quanto mais descarregada estiver uma bateria menor será sua densidade.

Desta forma, um parâmetro interessante para avaliar se a bateria está funcionando normalmente, é a sua densidade, parâmetro este que pode indicar a quão esgotada pode estar a bateria. (FOGAÇA, 2018).

### 2.2.8 Falsificação de pilhas

Sem dúvidas o uso de pilhas e baterias, sendo elas dos mais variados tipos, recarregáveis ou não, vem crescendo no nosso cotidiano e estão extremamente popularizados, usamos em diversos dispositivos, onde pode ser desde a um simples rádio ou até mesmo uma câmera fotográfica. Entretanto uma problemática acompanha esse crescimento, a venda de pilhas falsificadas. Dependendo do local em que compramos, é muito mais fácil, achar pilhas ou baterias adulteradas do que verdadeiras. Um dos motivos de tamanha distribuição é a oferta por um preço bem mais em conta. As pilhas falsificadas, ou melhor, dizendo pirateadas (sejam elas convencionais ou recarregáveis) podem trazer muitos transtornos, que vão desde a baixa durabilidade ou até mesmo causar curtos-circuitos. (ABINEE, 2012).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), temos que em nosso país são comercializadas cerca de mais de 1,2 bilhões de pilhas e baterias por ano, considerando as importações que são legais ou não. A produção nacional, sendo cerca de 40% desse mercado dominado por produtos irregulares, que em grande parte, tem sua procedência até mesmo como desconhecida. (ABINEE, 2012, p. 26).

Tendo em vista este alto valor de produtos irregulares circulando pelo mercado brasileiro, se torna ainda mais recomendável e imprescindível comprar pilhas em lojas, fabricantes, distribuidores oficiais e ou sites renomados, evitando dessa forma possíveis transtornos e prejuízos. As pilhas pirateadas que são instaladas de modo incorreto também podem sofrer curto circuito, ocasionando um aquecimento e posteriormente vazamentos e até mesmo uma explosão, podendo também sofrer danos se estas forem colocadas para recarregar, principalmente se não forem do tipo recarregável. (ABINEE, 2012).

Contudo, devemos sempre checar a procedência antes de efetuar a compra do produto, desta forma podemos além de não arriscar a comprar produtos de baixíssima qualidade, estaremos evitando futuros problemas e agravamentos ambientais e para com a nossa saúde também, porque, nestes produtos piratas, nem sempre temos como saber a quantidade dos metais que constituem a pilha ou bateria, sendo que, estes elementos em quantidades elevadas podem ser poluentes e tóxicos para o ambiente e para os seres vivos. (ABINEE, 2012).

### **2.2.9 Meio ambiente e saúde**

O nosso meio ambiente se encontra cada vez mais poluído, e essa preocupação deve ser sempre crescente. Quando falamos de pilhas e baterias nos remete diretamente a um pequeno dispositivo que em um primeiro olhar, pensamos que, não deve ser tão poluente, mas na verdade temos, um “grande” causador de problemas ambientais. Em tese, todos os constituintes de uma pilha ou bateria contribuem para a poluição do nosso meio ambiente, conseqüentemente, podem causar também riscos à saúde humana. As pilhas e baterias são consideradas resíduos perigosos, por conterem em sua composição metais como: Mercúrio, Chumbo, Cobre, Níquel, Zinco, Cádmio e Lítio, sendo metais tóxicos, e podem no geral representar riscos devido as suas propriedades de migração, bioacumulação e também pela facilidade que esses elementos têm para contaminar o nosso solo e em lixiviar, atingindo assim, lençóis freáticos, rios, mananciais, fontes e até mesmo em poluir nascentes de água. (COSTA, 2014, p. 3); (BRASIL, 1999, p. 1).

Os metais citados anteriormente tendem com o tempo a migrar para os demais compartimentos do ecossistema, até chegarem atingindo diretamente o nosso organismo, sendo os meios mais comuns, através da ingestão (água ou alimentos contaminados), da inalação ou contato dérmico. Estes metais, por serem bioacumulativos, acabam depositando-se em determinados pontos do nosso organismo, vindo a afetar suas funções orgânicas. Convém ressaltar também a propriedade que os metais tóxicos apresentam de serem transportados do solo para a raiz das plantas. (COSTA, 2014).

Alguns metais são classificados como funcionais por serem indispensáveis ao bom funcionamento dos organismos vivos, enquanto outros como o chumbo, mercúrio e cádmio não possuem função biológica conhecida sendo, portanto, considerados não essenciais. Por conseguinte, estes metais podem causar efeitos tóxicos, mesmo quando ingeridos em baixas concentrações. (BRASIL, 2008, p. 1).

Contudo, devemos ter em mente que, a toxicidade de um metal, assim como sua disponibilidade estão relacionadas com vários fatores, que vão desde como: a forma química em que o metal se encontra no ambiente; as vias de introdução do metal no organismo humano; a sua capacidade de biotransformação em subprodutos mais ou menos tóxicos, etc. Desta forma, da sua emissão para o ambiente até o aparecimento dos sintomas da intoxicação, vários serão os interferentes que influirão nos efeitos negativos causados pelos metais. (COSTA, 2014).

A Tabela 1 apresenta alguns dos efeitos à saúde decorrentes da exposição de metais pesados presentes nas pilhas e baterias

Tabela 1 – Efeitos à saúde decorrentes da exposição a metais pesados.

<b>Metal</b>	<b>Efeitos à saúde humana</b>
<b>Cádmio (Cd)</b>	Câncer, disfunção renal, disfunção digestiva (náusea, vômito), problema pulmonares.
<b>Mercúrio (Hg)</b>	Elevação da pressão arterial, gengivite, indigestão, dores de cabeça, dores abdominais, dermatite, estomatites, lesões cerebrais e etc.
<b>Chumbo (Pb)</b>	Anemia, disfunção renal, dores abdominais (cólica, espasmo, rigidez), encefalopatia (sonolência, manias, delírio, convulsões e coma).
<b>Manganês (Mn)</b>	Disfunção do sistema neurológico, gagueira e insônia.
<b>Zinco (Zn)</b>	Alterações no quadro sanguíneo, problema pulmonares.

Fonte: Adaptado de Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e Guia de Coleta Seletiva da Comlurb /RJ, (2008).

Como é destacado, estes metais são perigosos, tóxicos e fazem parte da composição das pilhas. Causam variados problemas de saúde para a nossa população, caso não forem destinados de maneira correta. Também ocasionam inúmeros problemas para a fauna e flora, e devido a essa problemática, temos que ficar atentos para não descartar equivocadamente as nossas pilhas e baterias em lixos domésticos. (BRASIL, 2008).

Como já explanado, embora, algumas pilhas possam ter uma composição básica, como as alcalinas, que não causam danos ao meio ambiente e que podem ser jogadas no lixo comum, desde que se tenha uma coleta seletiva. Infelizmente isto pode ser um ponto problemático da mesma forma, porque, boa parte das pilhas comercializadas no Brasil podem ser falsas, contrabandeadas e colocadas no mercado sem seguirem as normas impostas pelas normativas do CONAMA. Contudo, caso haja dúvida na procedência da pilha ou bateria, o melhor mesmo é descartar todos os dispositivos esgotadas em locais apropriados para que sejam destinadas aos locais corretos para reciclagem. Se cada um de nós fizermos a nossa parte estaremos salvando o nosso meio ambiente e garantindo mais segurança para nossa saúde e para dos outros também.

### 2.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUO SÓLIDO

Encontramos atualmente, um sistema produtivo, que muitas vezes se encontra estagnado em relação a proteção com o meio ambiente, mas, que vive em constante desenvolvimento, seguindo o fluxo dá globalização para manter a demanda atual, continuando sempre em uma escala exponencial de crescimento. Devido a esse desenvolvimento acelerado, cria-se toda uma problemática que se agrava conjuntamente, a produção de resíduos sólidos, problemática essa, que necessita de soluções onde todos devem participar, que vão desde: o poder público, as empresas e, também a sociedade. Ambos devem trabalhar juntos em prol da gestão e do gerenciamento de todo esses resíduos produzidos. (MESQUITA, 2011, p. 38).

O gerenciamento de resíduos sólidos é conhecido como um conjunto de procedimentos que envolvem a gestão e que são planejados e implementados para servir de ferramentas buscando a diminuição da produção de resíduos e proporcionando desta forma, aos resíduos gerados, um devido tratamento até o seu destino correto, buscando desta forma promover a preservação da saúde pública e a qualidade do nosso meio ambiente.

De acordo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, temos que resíduos sólidos e semissólido resultam de:

[...] atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 1).

Atualmente, temos um conjunto de ações voltadas para solucionar os problemas com os resíduos sólidos, são as normas, leis e procedimentos sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Para Monteiro et al., (2001, p. 8), temos que, a gestão integrada, como um conjunto sistemático de ações que: gerenciam todas as etapas envolvidas na coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, LEI nº 12.305/2010, a gestão de resíduos deve garantir o máximo reaproveitamento, reciclagem e a minimização dos rejeitos sólidos, os quais não possuem viabilidade técnica e econômica para reciclagem. Cada gerador é responsável pelos resíduos gerados, que devem ser segregados na fonte.

O Artigo 1º da LEI 12.305 nos traz sobre a (PNRS) que:

Art. 1º - Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. § 1º Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. (BRASIL, 2010, p. 1).

Desta forma, temos que todas as pessoas, devem seguir essa normativa, sendo elas envolvidas direta ou indiretamente com a produção dos resíduos sólidos, devendo assim, participar do gerenciamento dos resíduos sólidos, dando posteriormente, um adequado destino para tudo o que eventualmente se descarta. (BRASIL, 2010).

Essa mesma lei ainda nos define que, os resíduos sólidos são: materiais, substâncias, objetos e ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, aos quais a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder.

Temos a classificação de resíduos sólidos, quanto à origem em:

I. [...]resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas; II. Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; III. Resíduos sólidos

urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”; IV. Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; VI. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; VII. Resíduos industriais; VIII. Resíduos de serviços de saúde; IX. Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil; X. resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais; XI. Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; e XII. Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios [...]. (id *ibid.*, p. 7).

A partir desta classificação que inclui quase todos os tipos de sólidos existentes, pode-se assim, dizer que, adquirimos de certa forma um controle mais abrangente em todas as totalidades, as quais devem obrigatoriamente ganhar um destino ambientalmente adequado, podendo assim, estes elementos estarem sujeitos a processos que façam a sua reciclagem ou técnicas de compostagem, incineração e entre outras, levando-se em conta o devido gerenciamento adotado para cada tipo de sólido.

Basicamente podemos ter que, a visão moderna da gestão integrada de resíduos sólidos consiste “no envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, levando em consideração as características, culturais e econômicas dos cidadãos e as peculiaridades demográficas, climáticas e urbanísticas locais”. (MONTEIRO et al., 2001, p. 8).

Mas infelizmente, ainda temos que, alguns municípios brasileiros dispõem seus resíduos sólidos domiciliares quase sem nenhum controle e de maneira ambientalmente inadequada, prática essa que pode causar graves consequências, sendo elas financeiras (gerando multas) e também no âmbito ambiental como: contaminação do solo e ar, das águas superficiais, subterrâneas ou nascentes, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, que podem de forma direta ou indireta causar vários impactos na saúde pública. Ainda que, na LEI 12.305, desde 2010, em seu Artigo 18º, traga:

Art. 18. - A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (BRASIL, 2010, p. 10).

Na maioria dos municípios, o circuito dos resíduos sólidos pode apresentar características muito semelhantes, da geração à disposição final, envolvendo apenas as atividades de coleta regular, transporte e descarga final, em locais quase sempre selecionados pela disponibilidade de áreas e pela distância em relação ao centro urbano e às vias de acesso, ocorrendo a céu aberto, em valas etc. Mesmo que, essa prática não seja mais aconselhada de

acordo a essa legislação (Art. 18º), que têm, ou melhor dizendo, que tinha como meta eliminar todos os lixões do país até agosto de 2014, algo que até hoje não aconteceu.

Contudo, o manejo inadequado de resíduos sólidos, seja ele de qualquer origem gera desperdícios, contribui para à manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à nossa saúde e agrava a degradação ambiental da fauna e da flora, comprometendo a qualidade de vida das populações presentes hoje, e futuras, sendo estás ocupantes desde os grandes centros urbanos, quanto dos de médio e até mesmo nas pequenas cidades.

Desta forma, fica evidente a importância de ter políticas que sejam atuantes, e que trabalhem sempre comprometidas para que um real gerenciamento dos resíduos aconteça. Sendo também importante salientar que, relacionado a pilhas e baterias, na cidade de Grão-Pará, em 2018, por exemplo, não encontramos nenhum ponto de coleta para esses tipos de dispositivos, evidenciando assim a falta de cuidado no gerenciamento desse exemplo de resíduo sólido rejeito, que também é classificado como perigoso por ser extremamente poluente ao meio ambiente e que pode causar sérios problemas de saúde.

### **2.3.1 Legislação aplicável para pilha e baterias**

Em nosso país, em meados dos anos 1990, devido à problemática crescente das pilhas e baterias, fez se necessária a criação de uma legislação própria para parametrizar essa questão. Em 1999 instaurou-se a primeira normativa entre os países da América do Sul, que tinha como objetivo tratar sobre assuntos relacionados às pilhas e baterias, com a publicação da resolução do CONAMA, nº 257, em 30 de junho. Está legislação especificava as diretrizes, as formas para o descarte e, também detinha os limites de mercúrio, chumbo, cádmio, que eram permitidos para as pilhas e baterias comercializadas, ou produzidas em nosso território. Em novembro de 2008, o CONAMA publicou uma nova resolução, a nº 401, que viria a revogar a primeira. (BRASIL, 1999; 2008).

Os objetivos dessa resolução são:

[...] minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias; [...] disciplinar o gerenciamento ambiental de pilhas e baterias, em especial as que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final; [...] reduzir, tanto quanto possível, a geração de resíduos, como parte de um sistema integrado de Produção Mais Limpa, estimulando o desenvolvimento de técnicas e processos limpos na produção de pilhas e baterias produzidas no Brasil ou importadas; [...] necessidade de conscientizar o consumidor desses produtos sobre os riscos à saúde e ao meio ambiente do descarte inadequado; [...] conduzir estudos para substituir as substâncias tóxicas potencialmente perigosas

ou reduzir o seu teor até os valores mais baixos viáveis tecnologicamente; e [...] a necessidade de atualizar, em razão da maior conscientização pública e evolução das técnicas e processos mais limpos. (BRASIL, 2008, p. 1).

As especificações dos limites percentuais de cada metal permitidos para a constituição das pilhas foram informadas nos capítulos II e III, contidos nos artigos sétimo e oitavo da resolução do Conama nº 401 de 2008, contendo respectivamente os limites máximos permitidos na produção e comercialização das pilhas e baterias de zinco-manganês, alcalino-manganês e, também para as baterias de chumbo-ácido, no Brasil. O seguinte artigo da resolução do CONAMA/08, apresenta os limites para os seguintes metais pesados:

Art. 7º - A partir de 1º de julho de 2009, as pilhas e baterias do tipo portátil, botão e miniatura que sejam comercializadas, fabricadas no território nacional ou importadas, deverão atender aos seguintes teores máximos dos metais de interesse: I - Conter até 0,0005% em peso de mercúrio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução; II - Conter até 0,002% em peso de cádmio quando for do tipo listado no inciso III do art. 2º desta resolução; III - conter até 2,0% em peso de mercúrio quando for do tipo listado nos incisos V, VI e VII do art. 2º desta resolução. IV - Conter traços de até 0,1% em peso de chumbo. Art. 8º As baterias, com sistema eletroquímico chumbo-ácido, não poderão possuir teores de metais acima dos seguintes limites: I - Mercúrio - 0,005% em peso; e II - cádmio - 0,010% em peso. (id *ibid.*, p. 3).

Por conseguinte, pode-se perceber que houve realmente uma atenção sobre a problemática das pilhas e baterias, bem como dos metais presentes nelas. Desta forma, visou-se criar uma política que assegurasse uma maior proteção com o meio ambiente. Os Artigos 19 e 22 da resolução nº 401 do CONAMA/08, nos dizem que:

Art. 19. - Os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias referidas no art. 1º devem obrigatoriamente conter pontos de recolhimento adequados. Art. 22 - Não serão permitidas formas inadequadas de disposição ou destinação final de pilhas e baterias usadas, de quaisquer tipos ou características, tais como: I - Lançamento a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais, ou em aterro não licenciado; II - Queima a céu aberto ou incineração em instalações e equipamentos não licenciados; III - Lançamento em corpos d'água, praias, manguezais, pântanos, terrenos baldios, poços ou cacimbas, cavidades subterrâneas, redes de drenagem de águas pluviais, esgotos, ou redes de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonadas, ou em áreas sujeitas à inundação. (op *cit.*, p. 4).

A partir da leitura destes trechos, fica evidente a preocupação no âmbito ambiental para com o descarte indevido de pilhas e baterias, tendo o seu descarte de forma bem restrita, bem como também, a obrigação que os estabelecimentos comerciais começam a ter sobre a coleta destes dispositivos, quando vendidos por eles.

Segundo Cabral et al., (2014, p. 3), um dos principais marcos quanto a regulamentação das pilhas e baterias aconteceu no ano de 2010, ano este em que foi criada a LEI 12.305, instituindo assim uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, integrada com a

Política Nacional do Meio Ambiente, articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico. Esta lei de maneira sucinta, reunia os princípios, diretrizes e ações para a gestão de resíduos sólidos no nosso território.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) têm dentre os seus objetivos, a redução da geração de resíduos, propondo a prática de hábitos de consumo mais sustentável e atitudes conjuntas, e incentivando sempre a reciclagem, e reutilização dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos.

A PNRS sugere a logística reversa como um instrumento importante para o cumprimento de suas diretrizes, e a define no art. 3º como:

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

O Artigo nº 33 desta mesma lei, destaca que, os consumidores devem retornar os produtos e embalagens pós-consumo aos comerciantes, os quais devem obrigatoriamente devolvê-los aos fabricantes e importadores, que darão a destinação ambientalmente adequada aos itens reunidos, seja esta a disposição final dos rejeitos ou uma ação enquadrada no plano de gerenciamento de resíduos, caso haja um. (BRASIL, 2010, p. 17).

O Art. 33 da LEI nº 12.305 de 2010, também estabelece a obrigatoriedade da estruturação e implementação de um sistema de logística reversa para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I. Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso [...]; II. pilhas e baterias; III. pneus; IV. óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; V. lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e VI. produtos eletroeletrônicos e seus componentes [...]. (BRASIL, 2010, p. 17).

Contudo, é evidente a necessidade de criar instrumentos para gerenciar os procedimentos quando formos trabalhar com a logística reversa de pilhas e baterias, sendo importante saber também que, estes dispositivos de acordo a NBR 10.004, são classificados como resíduos perigosos classe I, desta forma merecem uma atenção e tratamento diferenciados em sua manipulação, acondicionamento e descarte.

### 2.3.2 A reciclagem de pilhas e baterias

Uma crise ambiental vem sendo vivenciada por todos nós que estamos espalhados pelas diversas regiões do planeta, com ela é gerado sofrimento, incertezas e muitas insatisfações. Vivemos atualmente uma inversão de valores. Os modelos atuais de felicidade, que giram em torno da capacidade de adquirir bens materiais e na ideia de que os recursos naturais durariam para sempre, se tornaram um sonho quase que impossível para a maioria da população, sendo até mesmo do mais pobre, e ao mais rico.

Trabalhando nessa concepção todos devemos participar, pensando em ideias novas, batalhando sempre pelo que é ambientalmente correto, antes que seja tarde demais. Precisamos olhar além, não necessariamente apenas para o assunto de pilhas e baterias, mas sim para todos os lados, buscando novas alternativas e investindo forte na reciclagem, para assim, a partir dela poupar o que ainda temos.

Segundo Provazi et al., (2012, p. 336), com o aumento acelerado no consumo de dispositivos eletroeletrônicos, em especial como celulares, notebooks, telefones sem fio, filmadoras, etc., que fazem do uso pilhas e baterias como fonte de energia, surge a problemática no descarte desse tipo de dispositivo. Dessa forma, se torna essencial termos uma reciclagem correta para esses tipos de materiais para assim, diminuir o desperdício de matérias-primas e de recursos naturais não-renováveis. Essa ação também pode influenciar na preservação e prevenção de possíveis danos ambientais associados ao descarte incorreto desses produtos.

As pilhas e baterias em geral, podem apresentar uma composição muito variada como já explanado anteriormente, contendo metais pesados como zinco, lítio, níquel, chumbo, mercúrio, cobalto, cádmio, ferro, cobre, manganês. Sendo também, estes componentes considerados como rejeitos perigosos (classe I) de acordo a normativa brasileira de classificação de rejeitos sólidos. (ABNT, 2004).

Outrossim, continua dizendo que, no Brasil ainda não temos, um processo eficiente que recicle uma totalidade considerável de todas as pilhas produzidas e consumidas no país, mesmo que a normativa número 401/2008 do CONAMA (2008), determine que não sejam permitidas nenhuma forma inadequadas de destinação final de qualquer tipo de pilhas e de baterias usadas como lançamento a céu aberto, em aterro não licenciado ou queima a céu aberto, por exemplo, e que esse tipo de dispositivo, após ter sua carga exaurida, precisa ser devolvido ao fabricante após seu uso, sendo ele suporte na coleta desse rejeito perigoso, para posterior encaminhamento para descarte correto.

De acordo a GM&C (2018, p. 1), atualmente temos no território brasileiro cerca de apenas 1547 pontos de recebimento de pilhas e baterias cadastrados no Programa ABINE Recebe Pilhas (PARP), sendo apenas 8 destes no estado de Santa Catarina, onde é centralizada a coleta deste rejeito.

Para a PNRS (2010) temos que a reciclagem é entendida por ser um processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. (BRASIL, 2010, p. 2).

E por rejeitos no Art. 3º, para efeitos da lei, entendemos que:

[...] os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010, p. 2).

Tendo ainda como referência a referida política, podemos definir como ambientalmente adequada: a distribuição ordenada de tudo o que é rejeito em aterros, aterros esses, que observem e sigam todas as normas operacionais específicas, desta forma, pode ser evitado danos ou riscos à saúde pública e à segurança, em prol de minimizar os impactos ambientais adversos causados pela destinação inadequada. (BRASIL, 2010).

Atualmente, boa parte das pilhas domésticas que vão se exaurindo são descartadas no lixo urbano comum e são encaminhadas aos aterros sanitários, às usinas de compostagem ou às usinas incineradoras. O descarte de pilhas no lixo doméstico é um fato extremamente grave. Com o passar do tempo, ocorrerá inevitavelmente à contaminação de plantas, solos e lençóis freáticos devido à corrosão da blindagem da pilha disposta em aterros sanitários e lixões. (COSTA, 2014).

A reciclagem de pilhas atualmente depende de processos que envolvem alta tecnologia. Ela é custosa devido à necessidade de tratamentos especializados que são voltados à recuperação específica de cada metal que compõe a pilha. A recuperação dos metais pode apresentar problemas tecnológicos importantes, podendo também demandar altos consumos energéticos e corrosividade acentuada. (COSTA, 2014, p. 3).

Costa, ainda nos diz que:

[...] O mercúrio e o zinco, podem ser recuperados por vários tipos de processos, mas quase sempre apresentam uma contaminação por cádmio. Existem outras pilhas para as quais a reciclagem é atualmente inviável. Por exemplo, as pilhas de lítio não contêm na sua composição materiais de valor que justifiquem a sua recuperação. (id ibid., 2014, p. 3).

Devido ao procedimento de reciclagem exigir tecnologias avançadas e que demandam de muito cuidado, o processo de reciclagem se torna dificultoso e até mesmo inviável para alguns modelos de pilhas e baterias, sendo, por exemplo, até mesmo difícil de se encontrar empresas que trabalhem nessa área.

A reciclagem de pilhas e baterias envolve basicamente quatro fases: a coleta das pilhas, onde estas são coletadas, gerando assim, quantidades significativas que serão destinadas a empresa que cuidará do tratamento; depois temos a triagem, onde nesta etapa são separadas as pilhas e baterias por tipo e marca; posteriormente temos a trituração, onde se é feita a remoção da capa dos dispositivos, deixando o resíduo interior exposto, por final temos os tratamentos físicos e químicos, onde basicamente os resíduos internos das pilhas e baterias são submetidos a reações químicas ou em processos térmicos, dependendo do metal que quer ser recuperado é aplicado um tratamento específico. Desta forma podemos recuperar os óxidos metálicos, e estes podem ser reutilizados como matéria-prima em novos processos industriais. (COSTA, 2014, p. 3).

Segundo análise do mesmo autor, (2014, p. 3), temos que:

[...] as resoluções do CONAMA são bem específicas sobre a reciclagem de pilhas, mas não contribuiu em muito para consolidar a reciclagem das pilhas e baterias no Brasil. Apesar disso, algumas iniciativas de empresas e ONGs estão fazendo essa coleta de modo voluntário, mas com grande sucesso.

Realmente, é evidente que, nos dias atuais, a participação e a preocupação da população cresceram basicamente em tudo no que se diz a respeito de problemáticas que afetem o meio ambiente, não sendo apenas para o contexto que abrange só sobre pilhas e baterias e sim para todos os assuntos em geral, e as ONGs são sempre bem atuantes nos assuntos que envolvem a preservação da fauna e flora.

Contudo, temos que pilhas e baterias atualmente não perderam a sua relevância no mercado e possui um número bastante expressivo em consumo, características essas que podem ser consideradas como determinantes, para que a reciclagem e recuperação desses tipos de dispositivos se tornassem não apenas uma possibilidade de fornecimento de matéria-prima para se evitar uma escassez futura, mas sim, tendo uma razão maior, em função da proteção do meio ambiente. Sendo sem dúvidas a reciclagem uma maneira eficaz de reduzir os custos, necessariamente, dos resíduos de materiais descartados em geral.

### 2.3.3 Logística reversa

A logística Reversa é basicamente um “procedimento” gerado mesmo no planejamento da fabricação de um produto através dela, o bem fabricado é distribuído para lojas e, finalmente aos consumidores.

Ou seja, por meio da logística de reserva os consumidores devem devolver o produto após o consumo para que, então, o comerciante restitua para a indústria que o produziu, para que esta última proceda à destinação ambientalmente adequada do material descartado. (ALVES, 2017, p. 28).

Está verificada a relevância do processo de Logística Reversa (LR), pois permite uma destinação correta a quanto é produzido. O procedimento de RL foi realmente sugerido e regulamentado para pilhas e baterias na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), levando em conta que, de acordo a resolução do CONAMA número 401 de 2008, esses dispositivos são resíduos sólidos perigosos.

A logística reversa pode ser entendida como um instrumento que promove o desenvolvimento econômico e social, sendo caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a propiciar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para possibilitar um eventual reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente correta. (ALVES, 2017).

Quando é feita uma avaliação dessas normativas, fica claro sobre o fato de que, os fabricantes e comerciantes obrigatoriamente são responsáveis de fazer o recolhimento desse tipo de resíduo, bem como também informar a população sobre a problemática do descarte incorreto. Contudo temos que, a PNRS nos materializa que a responsabilidade por esses materiais é compartilhada, estando todos obrigatoriamente sujeitos a fiscalização e cumprimento da lei.

Sobre a escolha do legislador para pilhas e baterias, temos:

[...] a escolha do legislador se justifica pelo fato de que, em se tratando de resíduos perigosos, as pilhas e baterias não poderiam ter a mesma destinação dos resíduos comuns, que são destinados aos aterros sanitários criados pelo Poder Público. Sendo assim, atribuiu-se essa incumbência de dar uma destinação ecologicamente correta aos fabricantes em cooperação com comerciantes e distribuidores, que deverão cumpri-la de forma independente do serviço público de limpeza urbana. (ALVES, 2017, p. 29).

Desta forma, a responsabilidade compartilhada pela destinação correta para a reciclagem ecológica das pilhas e baterias se torna um ciclo que depende de todos no processo, desde o consumidor que deve devolver as pilhas ao comerciante e assim por diante. Sendo tudo

isso cobrado pelo Poder Público que fica com o encargo de fiscalizar a partir do seu poder de polícia, função administrativa essa que ele detém.

O Art. 30 da PNRS nos traz sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos como pilhas e baterias:

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos [...]. (BRASIL, 2010, p. 16).

Em continuidade sobre a referente responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, temos que, o titular dos serviços públicos de limpeza e de manejo de resíduos sólidos é responsável por: (BRASIL, 2010).

- a) Adotar procedimentos e técnicas para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- b) Articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;
- c) Realizar as atividades definidas e orientadas de acordo ao setorial ou termo de compromisso;
- d) Implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos;
- e) Estabelecer sistema de coleta seletiva; e por final
- f) Realizar uma disposição final adequada ambientalmente aos resíduos gerados.

A partir da leitura de alguns dos artigos contidos na PNRS, fica claramente evidenciado a real obrigação que todos nós temos e que devemos cumprir as diretrizes e determinações previstas em lei.

Art. 25. O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento. (BRASIL, 2010, p. 15).

De acordo a Costa (2014, p. 3), temos que o Brasil começou a dar pequenos passos a partir da criação de leis, visando seguir, o rumo do incentivo ao cuidado e da responsabilidade ambiental. Muitas empresas já começaram a usar do planejamento reverso para cuidar da reciclagem e do descarte ambientalmente adequado das suas embalagens no pós-consumo,

tendo assim em mente, um cuidado e uma proteção maior para com o meio ambiente, tratando de forma responsável os rejeitos ambientais. Sendo tudo isso feito graças a um bom planejamento da Logística Reversa bem como, do seu gerenciamento. As empresas dessa forma também, apresentam “ganhos” econômicos na diminuição da extração dos recursos naturais, agregando assim valor ao seu produto, criando todo um marketing ambiental e pensando na imagem corporativa.

O mesmo autor ainda continua explanando que, a Logística Reversa ou “fluxo de retorno” tem como foco, uma execução sempre mais eficiente da recuperação de produtos, e que trabalha com proposito em ter uma redução efetiva na disposição de resíduos tóxicos e não tóxicos. Pois, pensar na logística até parece ser fácil, mas, temos que o gerenciamento do fluxo do produto, não termina apenas na sua entrega ao cliente, esse processo vai muito além e precisa ser todo gerenciado, demandando muito trabalho e planejamento.

#### 2.3.3.1 Processo logístico reverso para pilhas e baterias

A logística reversa para pilhas e baterias, é uma das ferramentas sugerida pela PNRS brasileira, para o cumprimento de suas diretrizes, devemos assim entendê-la como uma forma de garantir às empresas que seus produtos recebam um destino ambientalmente mais adequado, envolvendo desta forma o retorno dos bens pós-consumo aos devidos fabricantes, para que sejam reaproveitados, reciclados ou alcancem um descarte ambientalmente correto.

Seguindo as normativas de acordo a resolução do CONAMA nº 401 de 2008 que rege a legislação para pilhas e baterias, temos que, todos os fabricantes e importadores deste tipo de dispositivos devem estar obrigatoriamente inscritos no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais – CTF e de mostrar ao órgão fiscalizador competente o seu devido plano para gerenciar o descarte correto para o rejeito das pilhas e baterias. A normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), nº 8 de 03 de novembro de 2012, dispõem que ambos os envolvidos na produção e importação de pilhas e baterias devem informar anualmente um relatório de desempenho ao IBAMA, apresentando as informações sobre toda a coleta, transporte e destinação final desses rejeitos. (BRASIL, 2008); (DOU, 2012).

De acordo a Fagundes et al., (2017, p. 4), temos que:

A partir da publicação da Resolução CONAMA 401/08, fabricantes e importadores de pilhas e baterias – em conjunto com a ABINEE – passaram a realizar reuniões periódicas visando direcionar o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP). De

maneira a facilitar e integrar o ciclo reverso, optou-se pela terceirização do processo, que se deu a partir de contratação de uma empresa especializada em logística, a GM&CLog – atuante como gestora do Programa e responsável pelo estabelecimento de coletores, transporte e triagem dos materiais – e uma recicladora, a Suzaquim, responsável pelo reprocessamento e destinação final dos resíduos e rejeitos.

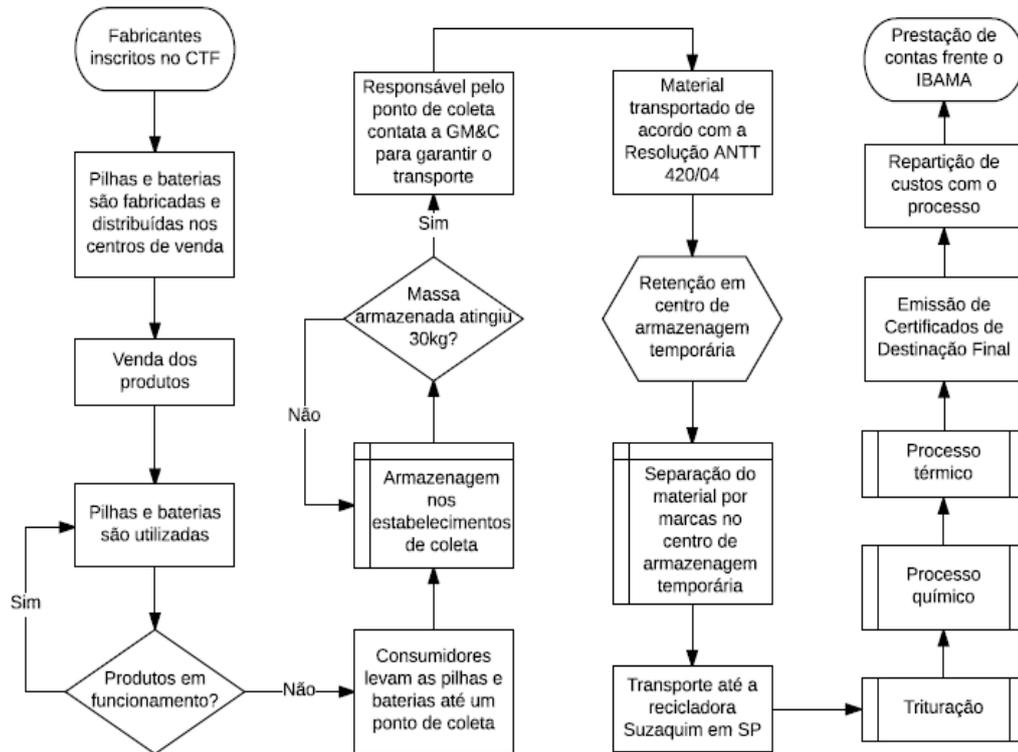
Desta forma, temos que todo ciclo da coleta foi basicamente facilitado ficando centralizado pelo programa de coleta da ABINE-PARP onde, somos orientados a levar todas as pilhas e baterias coletadas em algum dos 1547 pontos espalhados pelo Brasil, como mencionado anteriormente. Depois disso o rejeito será transportado para uma recicladora responsável que fará o processamento e destino final.

O mesmo autor ainda diz que, de acordo a ABINE (2017), nesses estabelecimentos as pilhas serão armazenadas até adquirir quantidades de 30 kg, e serão acondicionadas de forma adequada em caixas de papelão e/ ou sacos plásticos impedindo assim possíveis vazamentos para posteriormente serem transportadas seguindo todas as conformidades passadas pelas diretrizes nacionais (Resolução nº 420/04 da Agência Nacional de Transportes Terrestres) para a gestora contrata que fará o reciclagem e destinação final do sólido. A gestora referida também pode fazer o recolhimento pilhas e baterias de pontos não cadastrados no Programa, de forma gratuita caso o ponto seja uma instituição de ensino, órgão público, ONG ou esteja localizado a menos de 50 km de uma capital mediante ao pagamento de frete para instituições privadas e outras situações.

A recicladora após receber as pilhas e baterias fará a triagem separando-as por marca e depois serão enviadas ao reprocessamento, temos que inicialmente, as pilhas e baterias serão encaminhadas à trituração sendo nesta etapa, retiradas todas das capas, permitindo o tratamento das substâncias interiores. Depois, é realizado um processo químico que visa recuperar sais e óxidos metálicos utilizados na fabricação de corantes, e um processo térmico possibilitando a recuperação do zinco, o qual é pode ser destinado novamente à indústria, como matéria-prima. Após todo o reprocessamento, a indústria química (recicladora), deve obrigatoriamente emitir aos fabricantes e importadores Certificados de Destinação Final, como forma de assegurar e provar todo o manuseio correto dos materiais, facilitando assim a prestação de contas frente ao IBAMA e, também repartindo os custos com o processo entre os fabricantes, proporcionalmente às quantidades coletadas (id *ibid.*, p. 5)

De forma simplificada é apresentada o esquema de funcionamento para o processo logístico reverso de pilhas e baterias, na Figura 2, o diagrama foi criado e adaptado por Fagundes et al., (2017, p. 5).

Figura 2 – Processo logístico reverso para reciclagem de pilhas e baterias.



Fonte: Fagundes et al., (2017, p. 5).

Contudo, de acordo a Fagundes et al., (2017) um dos principais argumentos apresentados pelos fabricantes e importadores de pilhas e baterias no Brasil – ao se posicionarem contra o estabelecimento de uma política que os obrigue a coletar e destinar corretamente todas as pilhas descartadas no país – é que devido à alta presença de materiais importados ilegalmente, materiais esses, contendo teores de metais pesados acima do permitido pela legislação, torna desta forma, um processo mais dificultoso ainda, devido a esta problemática, dos produtos pirateados. Temos também que, os custos já são devidamente calculados para com o processo logístico reverso das pilhas e baterias e são estes distribuídos proporcionalmente entre os fabricantes, e assim, despesas com pilhas e baterias contrabandeadas, teoricamente, não tem a quem ser destinadas, acarretando desta forma a gastos acima do esperado, pelas empresas.

## 2.4 LIXO ELETRÔNICO

Ao longo das últimas décadas o consumo e o mercado de tecnologia vêm crescendo continuamente. Principalmente em tudo ao que diz respeito a computadores de mesa, notebooks, e telefones celulares. A acessibilidade e o custo relativamente baixo tornou possível

o consumo por grande parte da população mundial. Temos estimativas que em 2008, a quantidade de computadores pessoais tenha passado de mais de um bilhão. Paralelamente a isso, as tecnologias vêm sendo aprimoradas a um ritmo muito acelerado, tornando este tipo de produto obsoleto com uma rapidez nunca antes vista. (TANSKANEN, 2012, p. 1004).

No Brasil, não se tem estimativas claras, mas o país segue a tendência mundial com o tempo médio para substituição de telefones celulares e computadores, bastante próximo dos países desenvolvidos: Em média de 3 anos para aparelhos celulares e 3 a 5 anos para uso comercial de computadores, segundo informações da ABINEE (2012). A transformação deste tipo de aparelho eletroeletrônico ou de outros modelos em resíduo sólido, tornou necessário a implementação de políticas públicas para gerenciar corretamente o recolhimento, a reciclagem e o descarte destes materiais.

A União Europeia (UE) vem sendo referência no que diz respeito ao gerenciamento de RAEE. Países como Alemanha e Inglaterra têm leis específicas para o correto manejo e descarte dos resíduos gerados no país. As principais leis e diretrizes da união europeia são as seguintes:

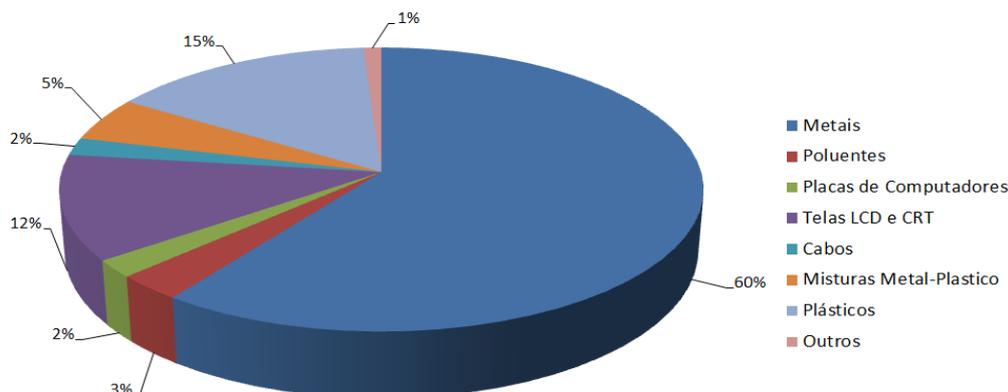
RoHSDirective 2002/95/EC: restringe o uso de substâncias perigosas em novos equipamentos eletroeletrônicos no mercado interno da união europeia. Metais pesados como chumbo, cádmio, mercúrio, cromo hexavalente, e compostos orgânicos como o polibromofenil e derivados.

EuPDirective 2005/32/EC: esta lei estabelece parâmetros para uso sustentável de equipamentos que usam energia. Contribui para o desenvolvimento sustentável aumentando a eficiência energética dos aparelhos eletroeletrônicos e, também a segurança no uso dessa energia.

WEEE Directive 2002/96/EC: exige que os fabricantes e importadores realizem o recolhimento dos produtos ao atingir o fim de sua vida útil, a fim de prevenir a geração de RAEE. Também promove o reuso e reciclagem de RAEE para diminuir a quantidade de resíduos acumulados.

A nível nacional é estimado que se produza cerca de 679 mil toneladas de RAEE por ano, vindo principalmente de celulares, telefones, TVs, computadores, rádios, máquinas de lavar, geladeiras e congeladores. Pesquisas indicam que, em 2006 o resíduo eletroeletrônico per capita chegou a 2,6 kg. A seguir é apresentado as porcentagens típicas encontradas nos resíduos sólidos eletrônicos. (TANSKANEN, 2012, p. 1004).

Gráfico 1 – Porcentagens típicas dos materiais encontrados em RAEE.



Fonte: adaptado de Ongondo et al., (2011, p. 721).

As quantidades de RAEE gerados é ainda maior do que os dados coletados. Muitos dos resíduos gerados não são contabilizados, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Isso se dá por grandes quantidades de RAEE ser ilegalmente exportada para outros países e/ou ser descartada em aterros sanitários juntamente com lixo comum. (TANSKANEN, 2012).

O impacto ao meio ambiente devido ao descarte irregular ou inadequado do RAEE e por práticas de reciclagem não seguras consiste em aumento da contaminação do solo, ar e água nesses locais. Altos níveis de poluentes e metais pesados são liberados em locais de reciclagem de fundo de quintal, resultando em problemas de saúde aos envolvidos nesse tipo de reciclagem, bem como, agravamento pelos processos a bruto modo de reciclagem, pois muitos destes poluentes orgânicos persistentes e metais pesados podem ser liberados. Estes tipos poluentes no geral se acumulam facilmente no organismo por inalação em ar contaminado. (TANSKANEN, 2012).

Devido a toda esta problemática, esses tipos de resíduos e seus componentes, são considerados como resíduos sólidos especiais e por lei devem ser gerenciados, coletados corretamente e obrigatoriamente precisam passar por uma logística reversa.

A problemática ambiental gerada por esses tipos de resíduos podem apresentar uma difícil solução e a maior parte das cidades brasileiras têm um serviço de coleta que não prevêem a segregação dos resíduos gerados na fonte. Assim, é muito comum vermos vários hábitos de disposição final inadequados de resíduo. Estes Materiais sem utilidade vão se amontoando aos montes, muitas vezes em locais indevidos como lotes abandonados, margens de estradas, fundos de vale e margens de lagos e rios. Contudo são grandes os desafios que a sociedade

moderna deve enfrentar frente a esse tipo de resíduo, demandando assim, de diagnósticos ambientais constantes, bem como, análises dos efeitos desencadeantes na saúde das populações.

De acordo com alguns pesquisadores como Moi et al., (2011, p. 4), as principais substâncias constituintes nos aparelhos eletrônicos e as suas associações com os seguintes efeitos nocivos à saúde, são mostradas na Tabela 2, adaptada pelos seus autores:

Tabela 2 – Principais substâncias constituintes nos aparelhos eletroeletrônicos e seus riscos em potenciais associados à saúde humana:

<b>SUBSTÂNCIA</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>TIPO DE CONTAMINAÇÃO</b>	<b>EFEITO</b>
<b>Mercúrio</b>	Computador, monitor, televisão de tela plana	Inalação e toque	Problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
<b>Cádmio</b>	Computador, monitor de tubo e baterias de laptops	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
<b>Arsênio</b>	Celulares	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso e cutâneo
<b>Zinco</b>	Baterias de celulares e laptops	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
<b>Manganês</b>	Computador e celular	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, seborreia, impotência, tremor nas mãos e perturbações emocionais
<b>Cloreto de Amônia</b>	Baterias de celulares e laptops	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca asfíxia
<b>Chumbo</b>	Computador, celular e televisão	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade
<b>PVC</b>	Usado em fios para isolar correntes	Inalação	Problemas respiratórios

Fonte: Moi et al., (2011), adaptado de Pallone, 2008.

Contudo, temos que a coleta e a reciclagem de produtos eletroeletrônicos são uma real necessidade da sociedade atual, em termos, não apenas de saúde pública, mas também pensando na conservação dos recursos naturais não renováveis, para preservar o meio ambiente, e evitar que o impacto ambiental negativo produzido seja cada vez maior.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 3.1 A PESQUISA CIENTÍFICA

A pesquisa científica vem se tornando uma atividade do cotidiano dos estudantes e para muitos é encarada até mesmo, como uma atitude importante a ser trabalhada. A pesquisa científica tem por objetivo contribuir com a evolução dos saberes humanos em todos os setores, sendo sistematicamente planejada e executada através de rigorosos critérios de processamento das informações.

[...] A pesquisa científica deve ser um questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático. (DEMO, 2000, p. 34).

O mesmo autor (2000, p. 161), também nos diz que o trabalho científico pode levar o aluno a aprender melhor e a tornar-se um profissional capaz de usar a pesquisa como processo permanente de aprender, de renovar sua competência. Para a elaboração de um trabalho científico, você deve ter em mente a ordenação das etapas correspondentes à sequência da investigação, bem como apresentar clareza e qualidade na escrita, linguagem clara, objetiva e direta.

Pesquisar é, sobretudo alçar voo na direção da cidadania e da interpretação da realidade. É possível afirmar que, pesquisar cientificamente é uma condição essencial para a construção efetiva do conhecimento.

Na verdade, enquanto discorreremos sobre o Brasil, observamos a pesquisa como fenômeno recente e que, por isso, grande parte dos acadêmicos brasileiros não está habituado a investigação científica. Nesse sentido, destaca-se a educação básica, ensino médio, onde, raramente encontra-se o protagonismo do aluno, ou seja, não se elaboram e realizam projetos e pesquisas científicas. Dessa forma, ao chegarem ao ensino superior, os alunos estão literalmente “despidos” dessa importante atividade.

#### 3.2 TIPO DE PESQUISA

Para o alcance do objetivo geral deste trabalho e conseqüente para alcançar a resposta à questão central que a nutre, utilizou-se de uma investigação de nível exploratório. Exploratório enquanto constitui-se em novidade para a investigador e, também, como ação resultante de estágio supervisionado, permitirá o seu delineamento, abordando desta forma a

temática proposta, bem como, trabalhar a ideia de conscientização sobre a problemática das pilhas na comunidade escolar e englobando toda a cidade ao entorno da sede escolar conjuntamente.

O estudo possuiu como método de abordagem a investigação qualitativa, pois tratará da subjetividade humana registrada no estudo de caso das famílias dos alunos da educação de ensino médio, como foco. O método de procedimento utilizado foi o estudo de caso fundado em uma análise fenomenológica. Nesse sentido, o “caso” em questão é a percepção da utilização e descarte de pilhas e baterias que, aliados a circunscrição do município de Grão-Pará, constituem a esfera de essência do estudo.

Corroborando desta forma, com o descrito quando nos lembra de que a interpretação de fenômenos humanos vem sempre carregada de subjetividade e com isso, se deve ser exercida através de pesquisas no modo de abordagem qualitativa, com enfoque nas particularidades e experiências individuais de cada família, no conhecimento sobre pilhas e baterias. Considerando-se, que, em uma pesquisa qualitativa, as respostas não são objetivas, e o propósito não é contabilizar quantidades como resultado, mas sim conseguir compreender o comportamento do grupo-alvo escolhido.

Faz-se importante descrever que, até o momento atual, não existem relatos de trabalhos similares sobre a manipulação e descarte de pilhas no município de Grão-Pará. Desta forma, fica evidente a necessidade de se abordar as questões tradicionais que envolvam a problemática pilhas e baterias pois, tais perguntas, são de respostas “desconhecidas” para a população em estudo e para o meio científico. Evidencia-se, assim, a relevância da pesquisa, na forma qualitativa, para avaliar de maneira subjetiva e consensual os entrevistados, para uma análise fidedigna e rigorosa dos dados obtidos.

### 3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população da pesquisa realizada foi constituída pelos habitantes do município de Grão-Pará e a amostra foi definida pelas famílias dos alunos da educação básica, ensino médio, da EEB Doutor Miguel de Patta, que é uma escola pertencente a rede pública estadual de Santa Catarina, do município de Grão-Pará. O pesquisador, utilizando o cálculo amostral com 95% de confiança definiu-se a amostra de 54 alunos, levando em conta que, no ano letivo de 2018, temos aproximadamente 190 alunos que frequentam o ensino médio da escola, onde é realizado o estágio supervisionado para a conclusão do Curso de graduação em Química Licenciatura, da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

A interpretação dos resultados será realizada com base nos dados construídos a partir dos questionários aplicados, sobretudo, através da percepção do pesquisador em relação aos dados científicos coletados. Esse fato caracteriza a amostra como não probabilística pois caberá a determinação de quem definir para a resposta de um instrumento específico ou mesmo para uma entrevista, caso necessário no decorrer do percurso, em que será realizado o estágio na escola.

### 3.4 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

Os dados para a pesquisa foram coletados através dos seguintes instrumentos:

- I. Entrevista não estruturada com os pais dos alunos do ensino médio da Escola Estadual Básica Doutor Miguel de Patta. Esse tipo de instrumento será utilizado com o intuito de coletar os dados esperados que estão descritos como objetivos deste trabalho, através deste, poderemos verificar e analisar como as famílias dos alunos de Grão-Pará estão adquirindo, manipulando e descartando pilhas e baterias. Esse instrumento caracteriza-se por possibilitar respostas espontâneas e que poderão gerar informações não previstas em outros instrumentos de coleta.
- II. Questionário semiestruturado, elaborado para explorar com fidelidade todas as possíveis repostas a respeito do assunto de pilhas e baterias. Possibilitando desta forma, a apreensão de informações um pouco mais objetivas focadas na dimensão da proposta da pesquisa informativa deste trabalho e para a resposta a hipótese de trabalho (problema) dessa investigação. As perguntas foram elaboradas através da escala de Likert, para que pudéssemos ampliar a gama de possibilidades de respostas.
- III. Observação direta: permite ao investigar a coleta de informações não obtidas em quaisquer dos instrumentos anteriores. As pesquisas qualitativas, por sua subjetividade característica, possuem na observação um dos mais relevantes instrumentos de coleta de dados.
- IV. Paralelamente aos itens anteriores, na escola, realizaram-se palestras sobre a temática deste trabalho com os alunos do ensino médio. Será realizado também, uma divulgação (panfletagem, mídias digitais e jornal) informando sobre a disponibilização de um local

adequado, possibilitando a coleta de todas as pilhas e baterias dos alunos e, também das outras pessoas interessadas em participar, que, depositaram assim os seus dispositivos durante um determinado período de tempo, posteriormente esses itens coletados ganharam um destino ambientalmente adequado. Desta forma, através de uma observação direta, o pesquisador terá a possibilidade de fazer um registro de informações importantes que podem não estar previstas ou que não podem ser quantificadas pelos itens anteriores.

### 3.5 PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS

A investigação buscou avaliar a aquisição, manipulação e descarte de pilhas e baterias pela população do município de Grão-Pará visando promover mudança de comportamento em relação ao uso e descarte desses componentes. Para a resposta ao problema central e conseqüente alcance dos objetivos específicos, foram realizadas um conjunto de atividades que, além dos instrumentos de coleta de dados descritos anteriormente, contribuíram para que os resultados fossem fidedigna e adequadamente definidos. Entre estas atividades, foram realizadas divulgações na mídia local, por meio da internet com um folder ilustrativo da coleta, entrevistas na televisão aberta regional (Unisul TV) e palestras para os alunos.

#### 3.5.1 Questionário aplicado sobre pilhas e baterias.

Para coletar as informações a respeito da aquisição, manipulação e descarte das pilhas na cidade de Grão-Pará, aplicou-se um questionário desenvolvido com o objetivo de desvendar estes pontos mencionados. A quantidade de alunos definidos como amostragem, utilizado na aplicação do questionário foi determinado através do cálculo amostral on-line, disponibilizado por Santos (2018). O cálculo que foi utilizado neste trabalho é demonstrado na Figura 3, a seguir:

Figura 3 – Cálculo amostral on-line.

Erro amostral: 5 %

Nível de confiança:  90%  95%  99%

População: 200

Percentual máximo: 95 %

Percentual mínimo: %

Calcular

Amostra necessária: 54

Fonte: Santos, 2018, p. 1.

O cálculo on-line demonstrado anteriormente utiliza a seguinte fórmula para resolução:

Figura 4 – Fórmula utilizada no cálculo on-line amostral.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Fonte: Santos, 2018, p. 1.

Onde:

n - Amostra calculada;

p - Verdadeira probabilidade do evento;

N - População;

e - Erro amostral.

Z - Variável Normal padronizada associada ao nível de confiança;

A população utilizada no cálculo amostral foi arredondada de 190 para 200, originando a uma amostra mais confiável, de 54 alunos. A partir do número definido de amostras, dividiu-se a amostragem determinada, em 18 questionários por série, sendo entregues entre os alunos dos anos finais do ensino médio (primeira, segunda e terceira série) igualmente nos três períodos (matutino, vespertino e noturno) da Escola Estadual Básica Doutor Miguel de Patta, no ano letivo de 2018.

O questionário (Apêndice A), foi devidamente apresentado para as turmas e posteriormente entregue aos discentes sorteados para participar. O sorteio foi realizado em cada

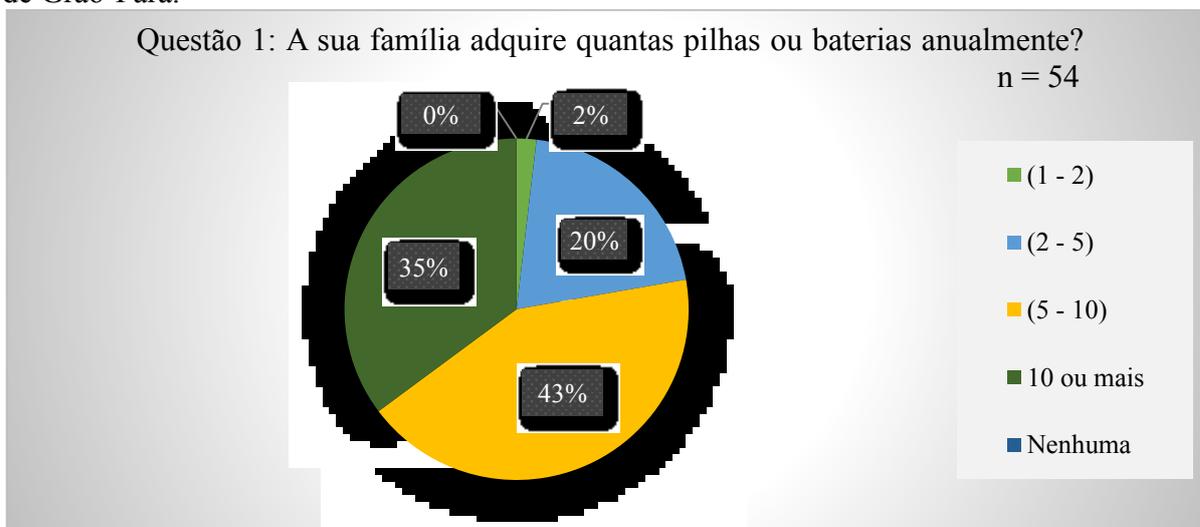
turma, levando em conta a quantidade de questionários disponível, e este sorteio foi realizado com o auxílio do professor que estava presente em cada turma. Os alunos participantes que receberam o questionário, foram orientados que o questionário deveria ser respondido com a presença dos pais ou da família, para desta forma, haver maior interação familiar. Foi disponibilizado uma semana para preenchimento e devolução do questionário, posteriormente ao prazo, o mesmo foi recolhido pessoalmente.

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Assim que recolhido os questionários que foram distribuídos entre os alunos sorteados do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio dos turnos letivos da Escola Dr. Miguel de Patta no ano de 2018, foi realizado a análise destes dados coletados. Este questionário foi aplicado com 54 famílias de alunos e continha questões investigativas, que buscaram desvendar assuntos relacionados com a aquisição, manipulação e descarte das pilhas e baterias, feitos na cidade de Grão-Pará.

As famílias dos alunos quando questionadas sobre a quantidade de pilhas adquiridas anualmente, 2 % adquirem de 1 a 2 pilhas ou baterias, 20% de 2 a 5 pilhas ou baterias, 43% de 5 a 10 pilhas ou baterias, 35 % de 10 ou mais pilhas ou baterias e 0% das famílias não adquirem nenhuma pilha ou bateria anualmente, demonstra o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Quantidade de pilhas ou baterias adquiridas anualmente pelas famílias de Grão-Pará.

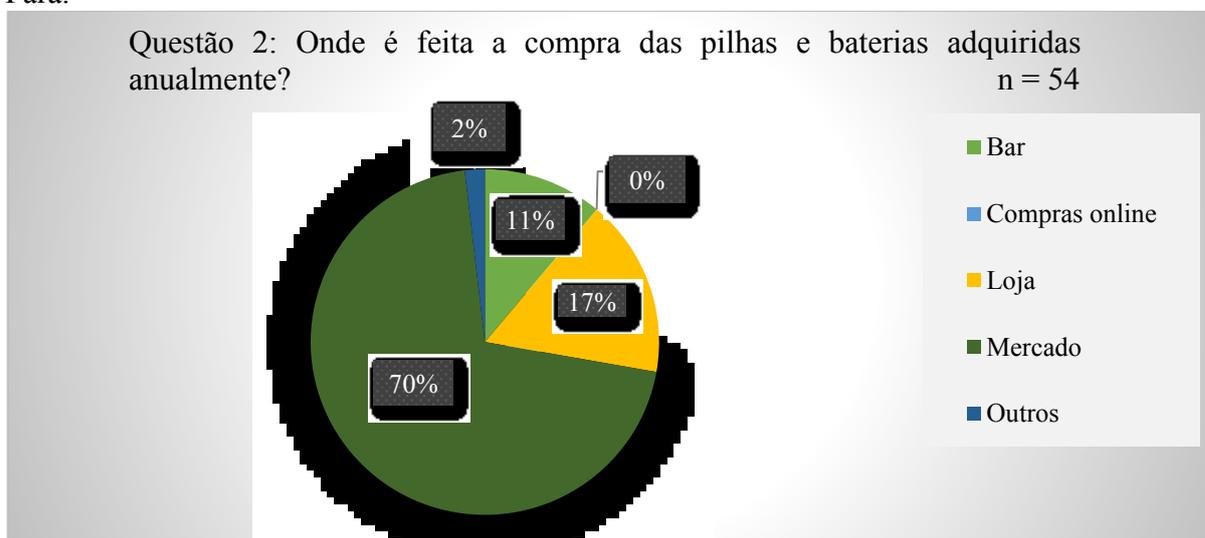


Fonte: do autor, 2018.

Os resultados encontrados nesta questão vão ao encontro com as previsões traçadas por pesquisadores como Afonso (2003, p. 573), mostrando que o consumo de pilhas no Brasil continua crescendo e já se aproxima à países de primeiro mundo, em relação a consumo. Não sendo muito diferente este consumo na cidade de Grão-Pará, apontando que o uso de pilhas e baterias é bem grande, desta forma evidencia, a importância de um estudo como este, influenciado pelo grande consumo destes dispositivos.

Outro ponto importante que foi verificado neste questionário está na questão seguinte, a qual buscou descobrir o local onde é feito a aquisição das pilhas e baterias pelos habitantes da cidade. O Gráfico 3 demonstra o resultado.

Gráfico 3 – Meio mais utilizado para compra de pilhas e baterias na cidade de Grão-Pará.



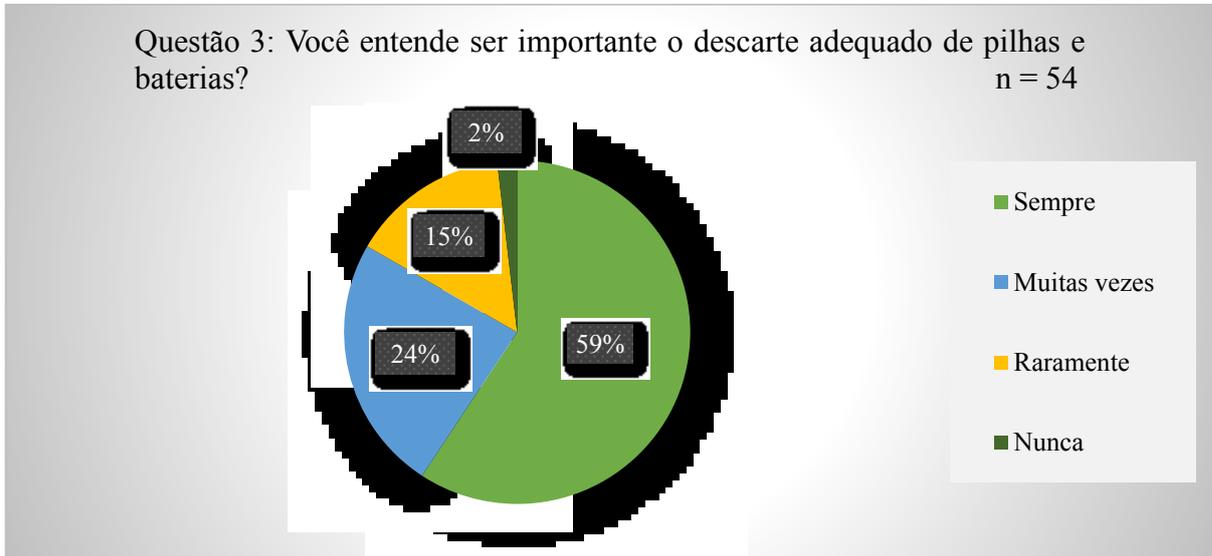
Fonte: do autor, 2018.

A Questão 2 apontou como resultado que, cerca de 70% das famílias adquirem as pilhas e baterias em mercado no comércio da cidade, o restante realiza a compra em lojas ou bares, basicamente. O resultado desta questão também pode servir, como base para possíveis locais estratégicos de conscientização e divulgação de informações pertinentes ao assunto. Este dado coletado pode ser correlacionado na questão de número 5 que será apresentada ao decorrer desta discussão de resultados.

No transcorrer da análise dos resultados das questões propostas pelo questionário aplicado, ficou evidente dois pontos que merecem destaque, o conhecimento sobre a problemática das pilhas e baterias é até relativamente bem difundido, mas em contrapartida, algo que é problemático ficou bem destacado, as famílias dos alunos da escola conhecem pouco sobre os riscos ambientais e para a saúde pública que as pilhas e baterias quando descartadas

incorretamente, podem causar. Os Gráficos 4 e 5 a seguir demonstram as respostas das questões 3 e 4.

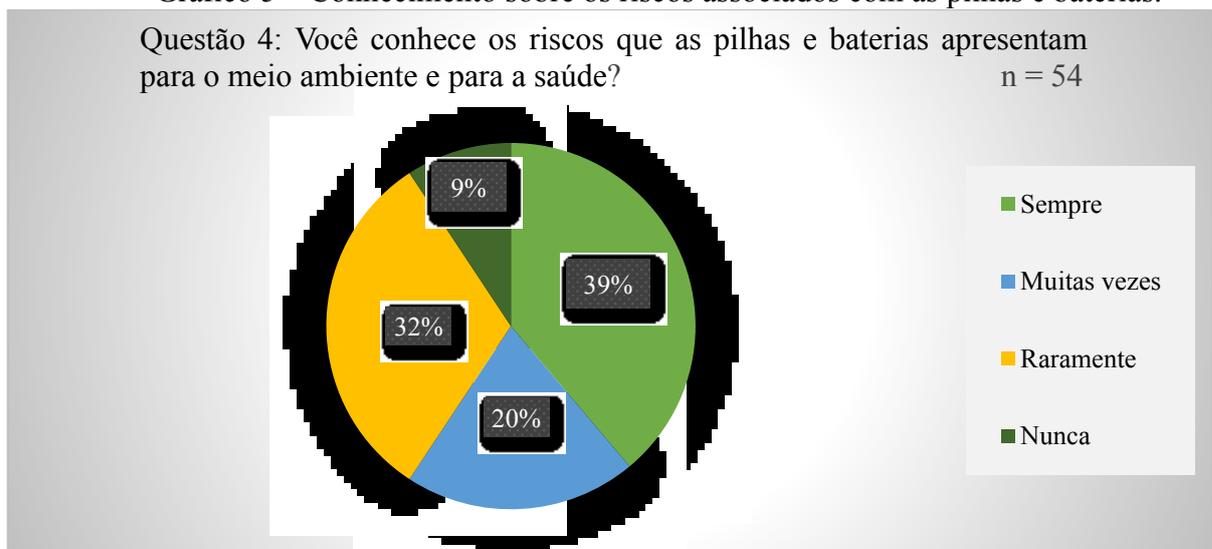
Gráfico 4 – Entendimento sobre a importância do descarte correto de pilhas e baterias.



Fonte: do autor, 2018.

As famílias dos alunos quando questionadas sobre a importância do descarte correto de pilhas e baterias afirmaram em 83% que, entendem ser necessário um adequado destino para as pilhas e baterias, sendo que, cerca de 17% não acham o importante o descarte.

Gráfico 5 – Conhecimento sobre os riscos associados com as pilhas e baterias.



Fonte: do autor, 2018.

A Questão 4 apontou que, 59% das famílias detêm o conhecimento associado aos riscos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente e a saúde pública se descartados

incorretamente e, cerca de 41% das famílias desconhecem esses mesmos riscos, sendo desta forma, um resultado bem preocupante, decorrente da importância de deter o conhecimento sobre este assunto por parte da população.

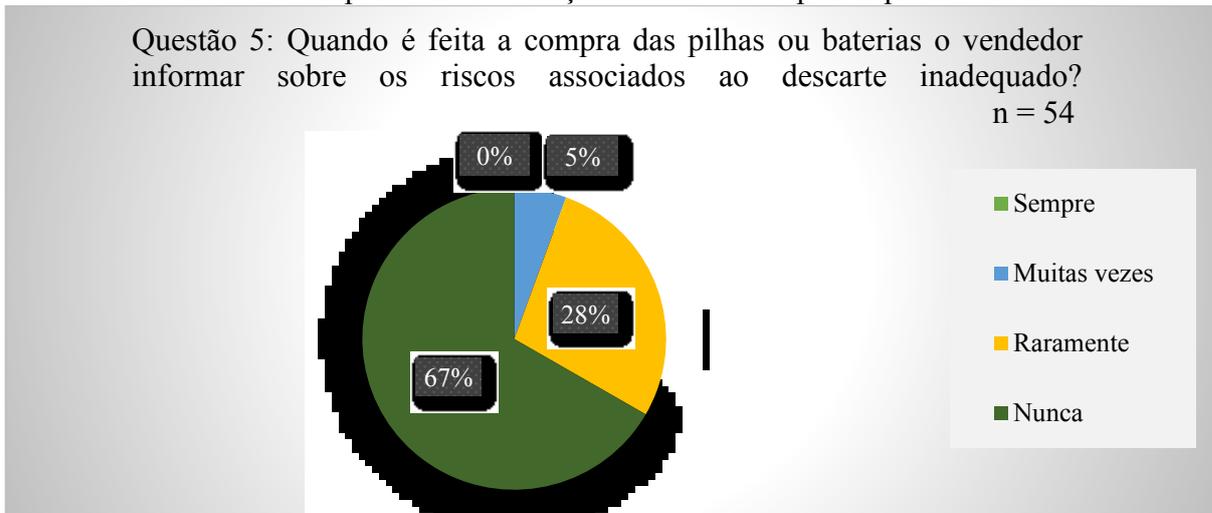
Estes resultados obtidos no estudo feito na cidade de Grão-Pará são bem semelhantes aos publicados por Cabral et al., (2014), salientando a problemática relacionada ao pouco conhecimento em relação as pilhas e baterias por parte da população, e também ao fato de por exemplo, a cidade não ter nenhum ponto de coleta estabelecido para pilhas e baterias, a única opção geralmente, é quando acontece algum tipo de campanha para a coleta deste tipo de dispositivo, coisa está, que pouco acontece no município.

[...] regionalização e o grau de instrução influenciam bastante no comportamento da comunidade quanto ao descarte de pilhas e baterias, assim como quanto ao conhecimento sobre as consequências causadas pelo manuseio incorreto desses dispositivos. A pesquisa possibilitou perceber o quanto é grande a falta de informação e conscientização dos estudantes tanto de escolas da rede pública como estudantes de escolas da rede privada sobre o uso, cuidados e descarte de pilhas e baterias. (CABRAL et al., 2014, p. 3).

Desta forma, fica evidente a necessidade de mais incentivo para a divulgação de informações e assuntos pertinentes a este tema, para promover uma mudança de hábito quanto ao uso e descarte das pilhas e baterias. A pesquisa apontou que, boa parte das famílias entrevistadas entendem ser importante o descarte adequado para pilhas e baterias, ou seja, a população já se preocupa com a problemática, mesmo sem deter tanto conhecimento aos riscos associados.

As questões seguintes, apresentam um dado preocupante, ligado também em parte com os pontos usados como venda para esses tipos de produtos. Dentre os dados coletados na Questão 2, temos que boa parte dos dispositivos vendidos na cidade de Grão-Pará são adquiridos em mercados, pontos estes que atendem muitas pessoas diariamente e que geralmente levam vários produtos em uma única compra, desta forma os atendentes do mercado, podem não prestar muita atenção no que cada cliente leva, deixando assim de passar informações que deveriam ser passadas do produto no ato da compra, sendo isto pela falta de tempo, descuido ou até mesmo pelo desconhecimento que por lei em Santa Catarina (LEI nº 11.347), as pilhas e baterias devem retornar ao comerciante depois de exauridas, para assim serem repassadas ao fabricante. (BRASIL, 2000, p. 1); (BRASIL, 2010, p. 17). Os Gráficos 6 e 7 demonstram as respostas das questões 5 e 6.

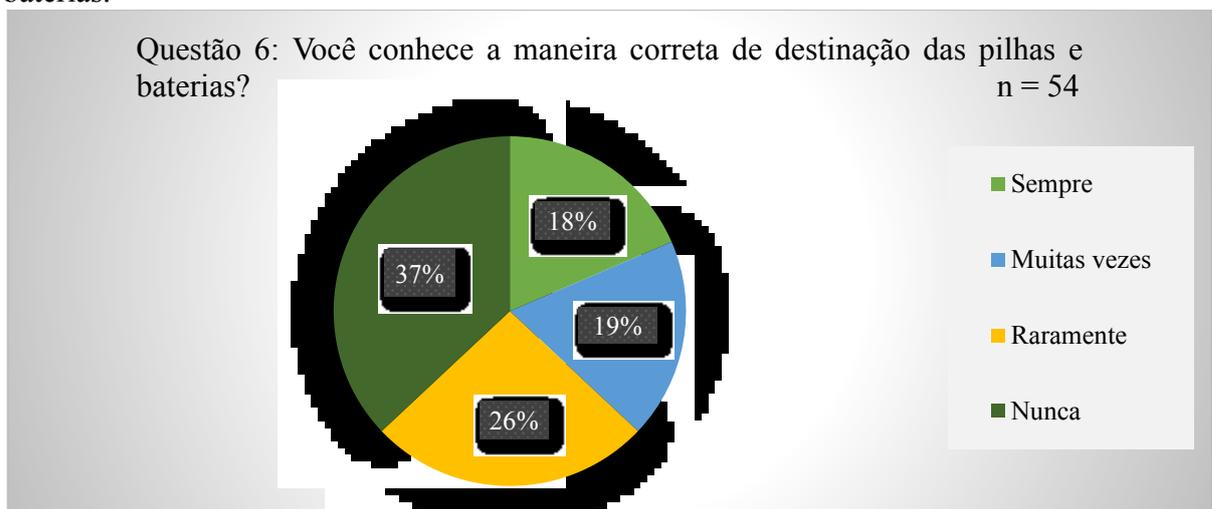
Gráfico 6 – Repasse de informação no ato da compra de pilhas e baterias.



Fonte: do autor, 2018.

O resultado da Questão 5, aponta que aproximadamente 67% das famílias que compram pilhas ou baterias em Grão-Pará nunca recebem nenhum tipo de informação na hora da compra e 28% raramente informam algo. Estes dados estão diretamente correlacionados com a questão seguinte de número 6, indicando possivelmente um dos motivos das famílias não saberem ao certo a maneira correta de destinação e tratamento dos rejeitos desses dispositivos.

Gráfico 7 – Conhecimento das famílias referente ao descarte correto de pilhas e baterias.



Fonte: do autor, 2018.

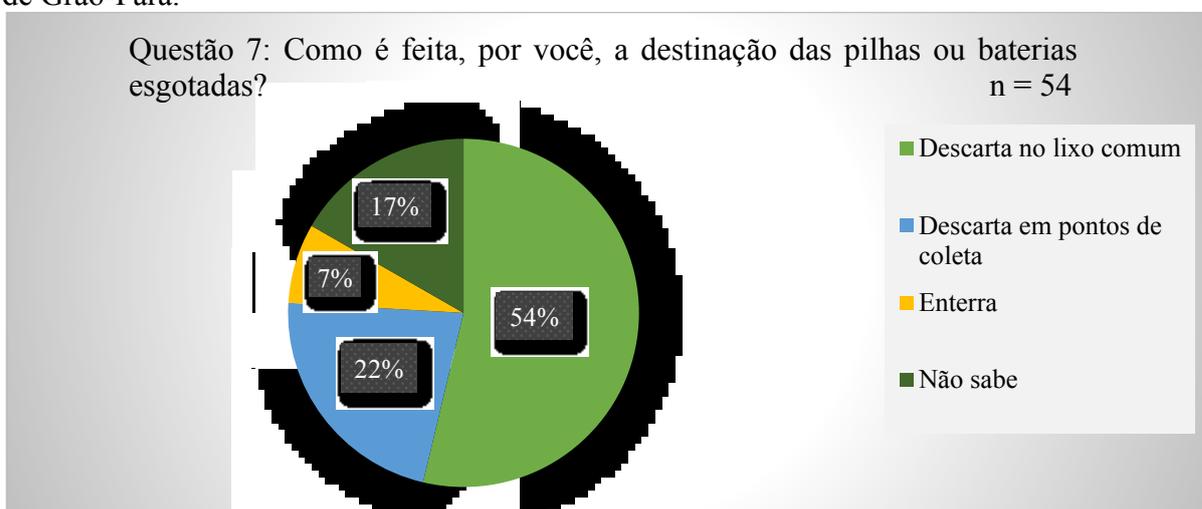
De acordo aos resultados obtidos pela questão de número 6 temos que, apenas 37% das famílias pesquisadas sabem a maneira correta de destinação das pilhas ou baterias esgotadas contra 63% das famílias que não sabem, originando a um ponto importante que, pode ser considerado como uma problemática.

Dentre outros possíveis pontos relacionados com esse problema estão, na falta de tempo, para abordar e relacionar temas ambientais como este no dia a dia dos discentes, com as disciplinas ministradas nas escolas e, ou até mesmo, muitas vezes os professores encontram-se desmotivados ou em estado de despreparo para abordar temáticas diferentes das que estão acostumados a lecionar, dificultando desta forma o ensino e, também possivelmente não trabalhando com a interdisciplinaridade entre as diversas disciplinas.

Cabral et al., (2014, p. 13), evidência em seu artigo a importância do ensino e da abordagem desses tipos de assuntos nas redes educacionais, que ajudam na forma de conscientização da sociedade, na escola e na casa dos alunos, colaborando com a diminuição dos impactos negativos causados ao ambiente e na saúde da população, oriundos do descarte incorreto desse resíduo perigoso.

A Questão 7 buscou desvendar sobre como é feito o descarte das pilhas ou baterias esgotadas pelas famílias. E os dados recolhidos foram que, 54% das famílias jogam no lixo comum as pilhas e baterias, 22% descartam em algum ponto de coleta, 7% enterram e 17% disseram não saber. Estes dados são demonstrados no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Como é feita a destinação das pilhas esgotadas das famílias da cidade de Grão-Pará.

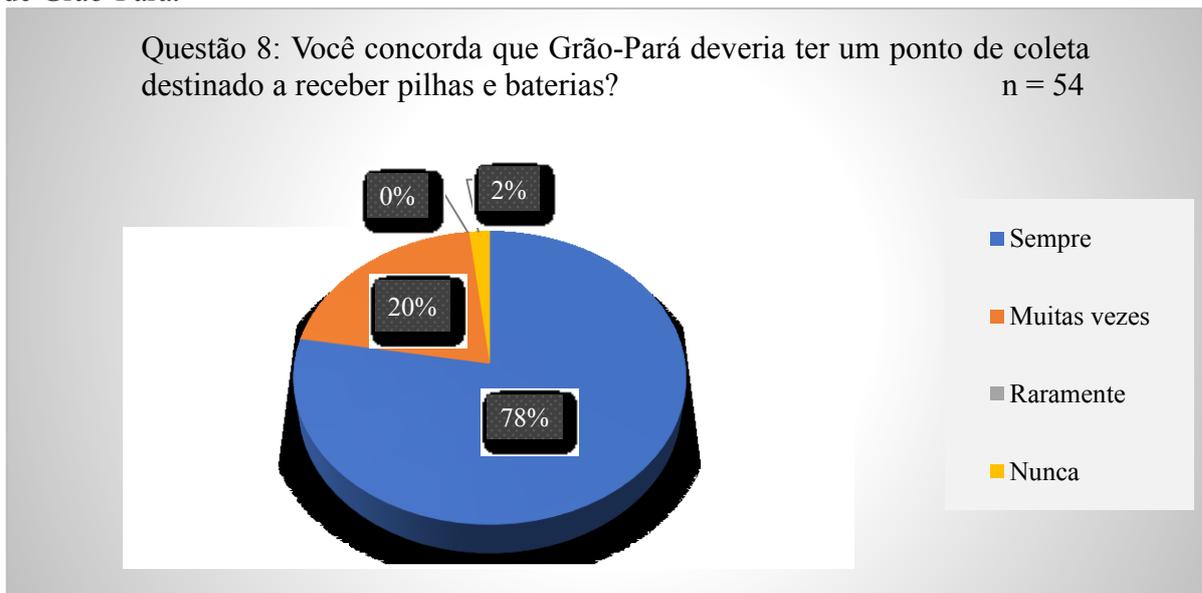


Fonte: do autor, 2018.

Estes resultados refletem sobre a real situação das pilhas e baterias na cidade, o que condiz com o esperado, devido à falta de conhecimento por parte das famílias, a inexistência de pontos fixos de coleta, pouquíssima divulgação, poucas e até mesmo raras iniciativas de projetos que envolvam a sociedade e meio ambiente, resultando desta forma em descarte incorreto e na falta de informação e conhecimento dos habitantes.

A última pergunta assertiva do tipo fechada no questionário, buscou avaliar se as famílias concordam ser necessário ter um ponto de coleta fixo para pilhas e baterias na cidade. O resultado como esperado apontou que quase 100% das famílias acham ser importante ter um ponto de coleta. O resultado é demonstrado a seguir.

Gráfico 9 – Necessidade de se ter um ponto de coleta para pilhas e baterias na cidade de Grão-Pará.



Fonte: do autor, 2018.

As famílias evidenciaram a necessidade de a cidade disponibilizar um ponto de coleta para levar as suas pilhas e baterias esgotadas. Desta forma fica subentendido que talvez se tivéssemos um ponto de coleta, possivelmente o resultado da questão anterior (Questão 8) nos trouxesse uma outra realidade, um pouco menos negativa, ou até mesmo, se os comerciantes que vendem estes tipos de dispositivos, recolhessem as pilhas e baterias esgotadas como é requerido e imposto pelas nossas normativas brasileiras (LEI nº 12.305; LEI nº 11.347). Contudo, temos que o resultado poderia sem dúvidas ser mais positivo, trazendo desta forma, benefícios para a comunidade e para com o nosso meio ambiente.

Dando continuidade à discussão e análise, entramos em uma parte muito importante, onde nela, buscou-se coletar informações referentes a opinião dos pais responsáveis pelos alunos que foram sorteados para receber o questionário. As questões de número 9 e 10, buscaram na sua essência de tipo aberta, desvendar a perspectiva dos pais, ao entorno da importância de trabalhar questões referentes ao meio ambiente e em específico sobre pilhas e baterias com os seus filhos e, também como é vista e interpretada por eles a forma e a maneira

que é realizado o descarte das pilhas e baterias pelas pessoas que moram em Grão-Pará, por eles conhecidas.

A Questão 9 abordou sobre a importância de palestras ministrada aos alunos sobre os riscos associados ao descarte incorreto de pilhas e baterias, resultando em que, pela maior parte das repostas, os pais acham importantes, necessárias e seriam muito bem-vindas palestras que trabalhem assuntos como este, envolvendo a educação ambiental e buscando a conscientização dos alunos. Dentre as respostas tivemos “Eu acho muito importante, pois devemos todos estar cientes de que as pilhas e baterias prejudicam muito o meio ambiente e a nossa saúde (se descartadas incorretamente)” e “Importante, porque é raramente comentado sobre isso na cidade e na escola, para ficarem sabendo dos riscos”. Desta forma, fica evidenciado a preocupação dos pais sobre a necessidade de se abordar assuntos como este e, destaca-se novamente a problemática ao entorno da pouca divulgação na cidade e no ensino sobre temas ambientais, como por exemplo, o de descarte correto de pilhas e baterias.

Do ponto de vista da educação ambiental, uma das grandes contribuições que podemos citar é que um dos papéis mais importantes da escola é que ela contribua para que as crianças cresçam na vivência de valores e não apenas a sua aceitação e/ou aprendizagem, até porque não se ensinam valores. Há que vive-los e, de preferência, em comunidade. (BARCELOS, 2008, p. 32).

A última questão do questionário abordou sobre como é vista a forma do descarte de pilhas e baterias em Grão-Pará. Encontrou-se na maioria das repostas, que é perceptível que muitas das famílias grãoparaenses descartam as pilhas e baterias no lixo comum ou às guardam em fundos de gaveta em suas residências, fazendo isto muitas vezes por falta de conhecimento sobre a forma correta de descarte, ou por não terem um local de descarte correto, próximo na cidade. Vale citar uma das respostas “Muitas das pessoas descartam as pilhas e baterias no lixo comum, por não ter o conhecimento correto de como descartá-las”, para completar essa análise.

Contudo, após interpretar as duas últimas questões do questionário aplicado, percebe-se uma real noção do problema, enfrentado por parte das famílias sobre a problemática relacionada ao âmbito de pilhas e baterias em Grão-Pará, desta forma qualificasse como necessário abordar mais assuntos como este, sendo em palestras ou até mesmo nas disciplinas na escola, incrementado assuntos como este nas rotinas escolares, coisa a qual é pouco relacionada, infelizmente. Outras formas valorosas estão no desenvolvimento de mais projetos que trabalhem essa temática na sociedade e no município.

Temos ainda, de acordo com Cabral et al., (2014, p. 13) em suas pesquisas que, ao longo dos anos, fica cada vez mais claro, como os projetos realizados em redes educacionais

ajudam no papel de conscientizar os alunos e a sociedade, levando da escola para casa o conhecimento adequado, propagando desta forma de pessoa para pessoa o que foi aprendido, colaborando assim na diminuição dos impactos ambientais.

### 3.7 MATERIAL COMPLEMENTAR PARA O PROCESSO DE PESQUISA

Para complementar a coleta de dados que nutriu a pesquisa e, especialmente, oferecer visibilidade e divulgação ao estudo, elaborou-se algumas atividades que foram aplicadas durante o desenvolver do trabalho. Foi criado um folder do projeto para divulgação, um coletor para depositar os dispositivos (pilhas e baterias) que serão recebidos, sendo este coletor no formato de uma pilha e, também se realizou palestras para os alunos do colégio.

#### 3.7.1 Divulgação do projeto

Para realizar a divulgação da coleta de pilhas e baterias que está sendo realizada pelo projeto na escola, foi desenvolvido um folder, contendo neste, informações úteis sobre o evento e a duração do ponto, disponibilizado para descartar as pilhas e baterias exauridas pela comunidade. O folder desenvolvido é exibido a seguir.

Figura 5 – Folder desenvolvido para o projeto.



Fonte: do autor, 2018.

O folder foi exibido em uma entrevista feita para a Unisul TV, emissora de televisão brasileira que é afiliada a TV Cultura e, que está instalada em Tubarão no estado de Santa Catarina. O folder também foi compartilhado nas redes sociais (Facebook, Instagram, Snapchat) e disponibilizado juntamente ao jornal local na cidade de Grão-Pará. Algumas cópias impressas foram dispostas na escola em que está acontecendo o projeto, para aumentar a divulgação entre os estudantes.

### 3.7.2 A coleta

O ponto de coleta está sendo disponibilizado na Escola Estadual Básica Dr. Miguel de Patta em Grão-Pará, local onde está acontecendo o projeto e, tem como objetivo coletar pilhas no período de junho de 2018 até junho de 2019, totalizando um ano de coleta. O montante de pilhas e baterias coletas durante o evento, será posteriormente enviado para a reciclagem e descarte final ambientalmente adequado. O descarte final será realizado pela empresa TF Sul Lixo Eletrônico, empresa que trabalha na reciclagem de todo tipo de resíduo eletrônico, e está instalada na cidade de Criciúma em Santa Catarina. O ponto de coleta desenvolvido que é encontrado no colégio está exibido na imagem a seguir.

Figura 6 – Ponto de coleta na Escola Estadual Básica Dr. Miguel de Patta.

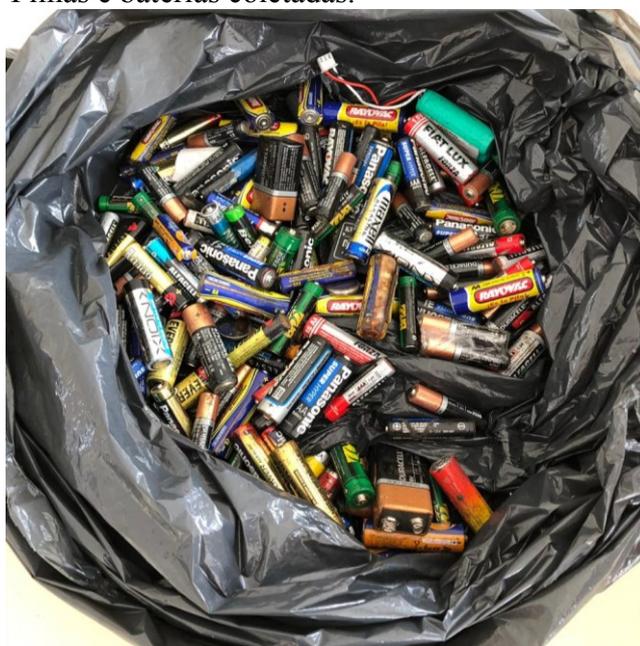


Fonte: do autor, 2018.

O seguinte coletor foi montado a partir de um tambor reciclado de papelão e revestido para se parecer com uma pilha, sendo assim, muito mais atrativo e de fácil reconhecimento para os alunos da escola.

Realizou-se uma primeira contagem da quantidade de pilhas e baterias coletadas no início do mês de novembro de 2018, resultando em 160 pilhas dos mais diversos modelos e 26 baterias, ficando em um número bem expressivo. A seguir é exibido na Figura 7 a quantidade de resíduo adquirido na coleta até o momento:

Figura 7 – Pilhas e baterias coletadas.



Fonte: do autor, 2018.

### 3.7.3 A palestra

No dia 31 de outubro de 2018, foram realizadas palestras para algumas turmas da Escola Dr. Miguel de Patta, local onde está acontecendo a atual coleta. A palestra foi apresentada nos turnos matutino e vespertino.

O objetivo do evento consistia em apresentar o tema sobre pilhas e baterias para os alunos, no intuito de abordar e dialogar, sobre como se dá o funcionamento das pilhas e baterias, a importância da reciclagem para o meio ambiente e saúde pública, os problemas causados pelo descarte errado e, também sobre as maneiras corretas e incorretas de descarte deste tipo de resíduo perigoso, assuntos estes valiosos para a conscientização a respeito do assunto. A seguir, será demonstrada algumas fotos do evento realizado na escola, na Figura 8:

Figura 8 – Palestra realizada na escola.



Fonte: do autor, 2018.

No geral, a palestra foi bem recebida pelos alunos e professores presentes, ambos gostaram muito dos assuntos abordados. O público (alunos) se demonstraram interessados sobre a temática repassada durante a apresentação e ao final, fizeram diversas perguntas, reforçando desta forma, ainda mais sobre a importância de abordar assuntos como este, que são muito interessantes e valiosos para com o estímulo ao cuidado e proteção do nosso meio ambiente e, também para com a nossa saúde.

#### 4 CONCLUSÃO

Nos dias atuais, assuntos que relacionam e envolvem o meio ambiente e os discentes, estão se tornando cada vez mais importantes, podendo ser utilizados como ferramentas interdisciplinares em um ensino contextualizado, que por si só, oferece a oportunidade de diferenciar de temas disciplinares propostos por muitas bases curriculares, aliando, desta forma, ao contexto vivido pelos alunos.

Verificou-se que, as famílias grãoparaenses compram e consomem cerca de 5 a 10 pilhas, sendo que, os dados colhidos pelo questionário apontaram que este valor pode até mesmo ser ultrapassado, superando as 10 pilhas ou baterias anualmente.

Outro dado significativo obtido na investigação foi que, atualmente a população pouco sabe, sobre a forma correta de descarte e acabam fazendo-o de forma inadequada em Grão-Pará. Ainda assim, afirmam saber dos problemas causados pelo incorreto descarte, mas, continuam a fazê-lo sob a justificativa de que não existe local próprio para o referido destino.

Para buscar a conscientização dos familiares através dos seus filhos, alunos da EEB Miguel de Patta, o pesquisador realizou palestra na mesma, em dois diferentes períodos, para alunos da Educação Básica, Ensino Médio, que envolveu aproximadamente 200 discentes.

No desenvolvimento da pesquisa, criou-se um ponto de coleta na escola Dr. Miguel de Patta, para possibilitar o descarte correto das pilhas e baterias recolhidas da comunidade, o que gerou um volume de aproximadamente 190 peças para descarte, que serão remetidos para empresa recicladora, previamente contatada e que aceitou receber pilhas e baterias utilizadas, para descarte final.

Desenvolveu-se um folder contendo informações sobre a coleta e a sua duração para divulgar o projeto. Além disso, foi concedida entrevista em televisão aberta UNISUL-TV (<https://www.youtube.com/watch?v=i-NXMcwMKSsw>), de alcance regional, foi realizada buscando-se uma maior amplitude de conscientização.

Contudo, assuntos como este merecem maior atenção, não apenas nas redes educacionais, mas também pela sociedade. É importante alertar as autoridades competentes da cidade, que podem e devem abordar mais temáticas como esta e, que valorizem o trabalho de quem promove estes tipos de campanhas que envolvem comunidade e meio ambiente, o que atualmente pouco se presencia. Além disso, os setores sociais competentes podem também, criar leis municipais que cobrem maior fiscalização na cidade, sobre a comercialização e descarte desse resíduo.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação**. Disponível em: <[http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT\\_NBR\\_n\\_10004\\_2004.pdf](http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf)>. Acesso em: 13 de mai. 2018.
- ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade**. Jun., 2012. Disponível em: Acesso em: <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>>. Acesso em: 10 de mai. 2018.
- AFONSO, Júlio Carlos et al. **Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas**. Química Nova, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 573-577, Aug. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422003000400022&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000400022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 27 nov. de 2018.
- ALECRIM, Emerson. **Pilhas Recarregáveis**. 2006. Disponível em: <<https://www.infowester.com/pilhasrec.php>>. Acesso em: 20 de mai. 2018.
- ALVES, Alex Meira. **Descarte de pilhas e baterias: uma análise do comportamento da população conquistense**. 2017. Disponível em: <[http://periodicos.uesb.br/index.php/cadernosdeciencias/article/viewFile/6559/pdf\\_401](http://periodicos.uesb.br/index.php/cadernosdeciencias/article/viewFile/6559/pdf_401)>. Acesso em: 15 de mai. 2018.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução do original The acquisition and retention of knowledge (2000).
- BACCARINI, Marcelo. **Reciclagem de Lixo eletrônico é oportunidade de mercado**. 2012. 6:56 min SP. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LTK9qslZVA>>. Acesso em: 05 de mai. 2018.
- BARCELOS, Valdo. **Educação Ambiental: sobre princípios, metodologias e atitudes**. Petrópolis, RJ. Editora Vozes Ltda, p. 119, 2008.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n. 401, de 4 de novembro de 2008**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 nov. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=589>>. Acesso em: 12 de mai. 2018.
- \_\_\_\_\_. CONAMA. **Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em: <<https://www.observatorioderesiduos.unb.br/painel/assets/uploads/files/4933e-resolucao257.pdf>>. Acesso em: 20 de mai. 2018.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. LEI n. 12.305 de 2 de agosto de 2010: **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providencias**. Diário oficial da união 03 ago. 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia%20agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/lei-no-12-305-de-02-de-agosto-de-2010.pdf/view>>. Acesso em: 30 de mai. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Ambiental dos Estados Unidos e Guia de coleta seletiva da Comlurb/RJ. **Parecer técnico nº70 - Proposta de revisão da resolução nº 257/99, 2008**. Disponível em:

<[http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0330EB12/ParecerTec070-08\\_MSaude.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0330EB12/ParecerTec070-08_MSaude.pdf)>. Acesso em: 12 de mai. 2018.

\_\_\_\_\_. LEI Nº 11.347, DE 17 DE JANEIRO DE 2000: **Dispõe sobre a coleta, o recolhimento e o destino final de resíduos sólidos potencialmente perigosos que menciona, e adota outras providências**. Disponível em:

<[http://leis.alexc.sc.gov.br/html/2000/11347\\_2000\\_lei.html](http://leis.alexc.sc.gov.br/html/2000/11347_2000_lei.html)>. Acesso em: 20 de set. 2018.

CABRAL; Uara Sarmenghi, Scalzer, Bianca Langa; Vassoler, Jaqueline Vassoler; Santos, Marcela Caldeira. **Uso e descarte correto de pilhas e baterias: uma campanha para conscientização ambiental**. 2014. Disponível em:

<<http://www.inovarse.org/sites/default/files/T140423.pdf>>. Acesso em: 13 de mai. 2018.

CARNEIRO, R. L.; Molina, J. H. A.; Antoniassi, B.; Magdalena, A. G.; Pinto, E.M. **Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento**. Rev. Virtual Quim., 2017, 9 (3), p. 889-911. Disponível em:

<<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v9n3a06.pdf>>. Acesso em: 12 de mai. 2018.

COSTA, Vitor Antonio. **Descarte de pilhas e baterias: estudo de caso no instituto federal de minas gerais, campus governador valadares**. 2014. Disponível em:

<[http://www3.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_governador\\_valadares/Vitor\\_TCC.pdf](http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/Vitor_TCC.pdf)>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000. 216 p.

ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S.; **Reciclagem: Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, São Paulo, v. 2, p.14-20, dez. 2004. Disponível em:

<[http://www.ictr.org.br/ictr/images/online/revista2\\_arq79.pdf#page=16](http://www.ictr.org.br/ictr/images/online/revista2_arq79.pdf#page=16)>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

FAGUNDES, Alexandre Borges; TOKARZ, Barbara; PEREIRA, Delcio; BEUREN, Fernanda Hänsch; CAMPOS, Débora Barni. **Logística reversa de pilhas e baterias no Brasil: uma contextualização considerando o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP)**. 2017. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/2017/down.php?id=2994&q=1>>. Acesso em: 16 de mai. 2018.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Bateria de níquel-cádmio**, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/bateria-niquel-cadmio.htm>>. Acesso em: 20 de mai. 2018.

GASPAR, Alberto. **Lixo eletrônico – parte 1**. Krefta Tecnologia em serviços: 2016, 7:23 min SP. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=gay9Rn2qA>>. Acesso em: 03 de abr. 2018.

GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA, Camila Reis. **Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química**. Química. Nova vol.35 no.7 SP 2012.

GM&C. **Sistema de logística reversa: programa ABINEE recebe pilhas (PARP, 2018)**.

Disponível em:

<<http://www.gmcons.com.br/gmclog/admin/VisualizarPostosMapaCliente.aspx>>. Acesso em: 14 de mai. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município de Grão-Pará**.

Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

MATSUBARA, Elaine Y.; NERI, Cláudio R.; ROSOLEN, J. Maurício. **Pilhas alcalinas: um dispositivo útil para o ensino de Química**. Quím. Nova, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 1020-1025, agosto, 2007. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422007000400046&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422007000400046&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 de mai. 2018.

MESQUITA, Eduardo Georges.; Sartori, Hiram Jackson F.; Fiuza, M. Sílvia

Santos. **Gerenciamento de resíduos sólidos: estudo de caso em campus universitário**.

2011. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/1765>>. Acesso em: 20 de mai. 2018.

MOI, Paula Cristina Pedroso; Souza, Ana Paula Silva; Oliveira, Milena Magalhães; Faitta, Amanda Cristina Jorge; Rezende, Weverson Batista; Moi, Gisele Pedroso; Freire, Fernando Augusto De Lamonica. **Lixo Eletrônico: Consequências e Possíveis Soluções**. 2011.

Disponível em: <<http://www.univag.com.br/storage/post/10/04.pdf>>. Acesso em: 21 de mai. 2018.

MONTEIRO J. H. P. et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 2010.

Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em:

<<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 17 de mai. 2018.

NISENBAUM, Moises André. **Pilhas e baterias**. 2010. Disponível em:

<[http://web.ccead.puc-](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SLpilhasbaterias.pdf)

[rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SLpilhasbaterias.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SLpilhasbaterias.pdf)>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

NOGUEIRA, D; Ventura, D.Ap; Fabocci, R.T.S; Lima, A.A e Arçari, D.P. **Pilhas e baterias descarte correto e reciclagem**. Disponível em:

<[http://unifia.edu.br/revista\\_eletronica/revistas/gestao\\_foco/artigos/ano2011/gestao\\_foco\\_Pilhas.pdf](http://unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/gestao_foco/artigos/ano2011/gestao_foco_Pilhas.pdf)>. Acesso em: 10 de mai. 2018.

ONGONDO, F. O.; WILLIAMS, I. D.; CHERRETT, T. J. **How are WEEE doing? A global review of the management of electrical and electronic wastes**. Waste Management, n. 31, p. 714-730, dez. 2011. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X10005659?via%3Dihub>>.

Acesso em: 10 de jun. 2018.

REYNALDO, Gilson Rocha. **Professor Genial**. Jundiáí, Paco Editorial, p. 104, 2016.

ROVAZI, Kellie; ESPINOSA, Denise Croce Romano; TENORIO, Jorge Alberto Soares. **Estudo eletroquímico da recuperação de metais de pilhas e de baterias descartadas após o uso.** Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 65, n. 3, p. 335-342, setembro. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S037044672012000300009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037044672012000300009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 de mai. 2018.

REIDLER, N.M.V.L; GUNTHER, W.M.R. **Gerenciamento de Resíduos Constituídos por Pilhas e Baterias Usadas**, XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, RS  
RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; MERRILL, E.; Fundamentos de Física, vol. 1 Mecânica, 7a ed., LTC, 2006

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral: calculadora on-line.** 2018. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 03 de set. de 2018.

SILVA, Alexandre Fernando; FERREIRA, José Heleno; VIERA, Carlos Alexandre. **Ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora.** Revista Exitus, Santarém/PA, Vol. 7, N° 2, p. 283-304, maio/Ago 2017. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6078580.pdf>>. Acesso em: 2 de set. 2018.

SILVA, Erivanildo Lopes. **Contextualização no Ensino de Química: ideias e proposições de um grupo de professores.** 2007. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica\\_artigos/context\\_ens\\_quim\\_dissert.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf)>. Acesso em: 2 set de 2018.

SOUZA, Vinícius Catão de Assis; JUSTI, Rosária S. **O ensino de ciências e seus desafios inclusivos: o olhar de um professor de química sobre a diversidade escolar.** 2008. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p40.pdf>>. Acesso em: 2 de set. 2018.

TANSKANEN, P. **Management and recycling of electronic waste.** Acta Materia lia 61 (2013), n. 61, p. 1001-1011, nov. 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359645412007999>>. Acesso em: 20 de jun. 2018.

VIRTUOUS. **História da Eletricidade, em Só Física.** Tecnologia da Informação, 2008-2018. Disponível em: <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/HistoriaDaFisica/historiadaeletricidade.php>>. Acesso em: 20 de mai. 2018.

**ANEXOS**

## Anexo A – Escola Dr. Miguel de Patta



Fonte: <<https://bit.ly/2SY75SC>>, 2018.

## APÊNDICES

## Apêndice A – Questionário aplicado as famílias.

Esse questionário destina-se à coleta de dados para elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

### Instruções para o preenchimento:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ As respostas dadas serão confidenciais</li> <li>✓ Não será utilizado para qualquer tipo de avaliação</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Você não necessita responder ao que não desejar</li> <li>✓ Para cada item dê apenas uma resposta</li> </ul> |
|--|--|

### QUESTIONÁRIO

**1. A sua família adquire quantas pilhas ou baterias anualmente?**

- 1 – 2       2 – 5       5 – 10       10 ou mais       Nenhuma

**2. Onde é feita a compra das pilhas ou baterias que a sua família consome anualmente?**

- Bar       Compras online       Loja       Mercado       Outros

**3. Você entende ser importante o descarte adequado de pilhas e baterias?**

- Sempre       Muitas vezes       Raramente       Nunca

**4. Você conhece os riscos que as pilhas e baterias apresentam para o meio ambiente e para a saúde?**

- Sempre       Muitas vezes       Raramente       Nunca

**5. Quando é feita a compra das pilhas ou baterias o vendedor informa sobre os riscos associados ao descarte inadequado desse tipo de dispositivos?**

- Sempre       Muitas vezes       Raramente       Nunca

**6. Você conhece a maneira correta de destinação das pilhas e baterias?**

- Sempre       Muitas vezes       Raramente       Nunca

**7. Como é feita, por você, a destinação das pilhas ou baterias esgotadas?**

- Descarta no lixo comum       Descarta em pontos de coleta  
 Enterra       Não sabe

**8. Você concorda que Grão-Pará deveria ter um ponto de coleta destinado a receber pilhas e baterias?**

- Sempre       Muitas vezes       Raramente       Nunca

**9. O que você pensa a respeito de seus filhos receberem palestras sobre os riscos associados ao descarte e manuseio inadequado das pilhas e baterias?**

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**10. Como você vê a forma com que as pessoas de Grão-Pará (que você conhece) descartam pilhas e baterias usadas?**

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_