



**UNILAB**

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-  
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

**GABRIELLY FERREIRA MOTA**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO LIXO  
ELETRÔNICO (PILHAS E BATERIAS) NO ESTADO DO CEARÁ**

**REDENÇÃO**

**2018**

GABRIELLY FERREIRA MOTA

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO LIXO  
ELETRÔNICO (PILHAS E BATERIAS) NO ESTADO DO CEARÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. Dr. John Hebert da Silva Félix.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Mota, Gabrielly Ferreira.

M871a

Análise da logística reversa e reciclagem do lixo eletrônico pilhas e baterias no estado do Ceará / Gabrielly Ferreira Mota. - Redenção, 2018.

35f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. John Hebert da Silva Félix.

1. Lixo eletrônico. 2. Logística reversa. 3. Brasil - Leis ambientais. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 363.728

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA  
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA**

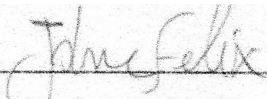
**GABRIELLY FERREIRA MOTA**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO LIXO  
ELETRÔNICO (PILHAS E BATERIAS) NO ESTADO DO CEARÁ**

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: 18 / 05 / 2018

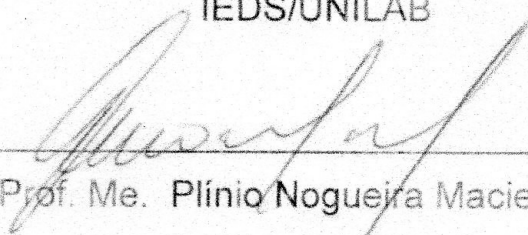
Banca Examinadora:



Prof. Dr. John Hebert da Silva Felix (Orientador)  
IEDS/UNILAB



Profa. Dra. Ada Amelia Sanders Lopes  
IEDS/UNILAB



Prof. Me. Plínio Nogueira Maciel Filho  
PROPLAN/UNILAB

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por mais uma vitória alcançada em minha vida, por ter me dado a estrutura para continuar os estudos, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos que surgiram em meu caminho. Sei que “tudo posso naquele que me fortalece”.

A minha querida mãe Ozana Ferreira que fez parte da minha vida, me deu apoio para lutar pelos meus sonhos e nas horas tristes sempre estava ao meu lado me confortando para que nunca desistisse de trilhar meus caminhos.

A minha irmã Danielly Mota e o meu querido sobrinho Isaac Mota que me ajudaram a suportar os momentos de dificuldades, as angústias e insegurança do dia a dia.

Aos meus amigos, principalmente a Cristiana Sousa que me deram apoio e souberam entender à falta de atenção, companheirismo, que é essencial entre os laços de amizade.

Aos meus professores em geral, que a cada momento contribuíram para o meu processo de aprendizado.

Em especial, o professor e orientador Dr. John Hebert da Silva Félix que compreendeu as limitações nessa produção acadêmica e os objetivos a serem alcançados. Com sua orientação me encaminhou ao conhecimento com responsabilidade e profissionalismo.

E também agradecer a oportunidade dada pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em curso de qualidade.

E finalmente aos meus queridos colegas de turma, pela contribuição e compreensão nos momentos complicados, um dando as mãos ao outro, formando um elo de força e fé na construção do conhecimento.

A todos, minha profunda gratidão.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Logística Reversa – área de atuação e etapas reversas.....	18
FIGURA 2: Tipos de pilhas e baterias.....	20
FIGURA 3: Pilha de Leclanché.....	22
FIGURA 4: Pilha Alcalina.....	23
FIGURA 5: Bateria Chumbo – ácido.....	23
FIGURA 6: Bateria Níquel – cádmio (Ni-Cd).....	24
FIGURA 7: Baterias de Íons Lítio.....	25

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Substâncias tóxicas contidas nos resíduos eletroeletrônicos.....	14
Quadro 2: Tipos de pilhas e baterias mais consumidas no Brasil.....	21

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ABINEE:** Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

**CONAMA:** Conselho Nacional do Meio Ambiente

**PNRS:** Política Nacional de Resíduos Sólidos

**ONU:** Organização das Nações Unidas



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1. Resíduos Sólidos.....	13
2.2. Resíduos Eletroeletrônicos.....	13
2.3. Impactos ambientais decorrentes do uso de pilhas e baterias.....	15
2.4. Educação Ambiental.....	16
2.5. Legislação Ambiental.....	17
2.6. Logística Reversa.....	18
<b>3. DELIMITAÇÃO DE PILHAS E BATERIAS</b> .....	19
3.1. Definição.....	19
3.2. Componentes Químicos.....	21
3.3. Histórico.....	25
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	28
5.1. Sistema de Logística Reversa sobre Pilhas e Baterias no Ceará.....	28
5.2.Sistemas de Gerenciamentos: projetos Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce no Ceará.....	29
5.3. A importância tecnológica da reciclagem das pilhas e baterias no ceará.....	30
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32

# ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO LIXO ELETRÔNICO (PILHAS E BATERIAS) NO ESTADO DO CEARÁ

Gabrielly Ferreira Mota <sup>1</sup>

John Hebert da Silva Félix.<sup>2</sup>

## RESUMO

O intenso avanço tecnológico somado às mudanças nos hábitos sociais, provocou aumento do descarte inadequado dos resíduos sólidos, principalmente os de origem eletrônico, como pilhas e baterias. A legislação brasileira ambiental classifica as pilhas e baterias como resíduo perigoso e não biodegradáveis descartados no meio ambiente. Verificar o descarte inadequado de pilhas e baterias mediante o sistema de logística reversa e reciclagem utilizado no Ceará. O estudo é de natureza qualitativa fundamentada nas compilações de dados bibliográficos e análises dos sistemas de gestões ambientais como Papa-Pilhas, Ecoletas, Ecoelce e sistemas logísticas reversas em foco a reciclagem dos componentes das pilhas e baterias. As pilhas e baterias representam o alto poder de consumo nos equipamentos eletroeletrônicos de utilidade doméstica. As mesmas possuem metais pesados extremamente tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana, com isso a utilização do sistema de logística reversa no Ceará torna-se instrumento desenvolvimento econômico e social. Assim, caracterizando ações estratégicas no combate dos impactos negativos ao meio ambiente. O sistema de logística reversa e reciclagem são avanços sustentáveis e tecnológicos para o meio ambiente. Sendo assim, os mesmos seria a melhor solução para disposição inadequada dos resíduos eletrônicos. Caracterizando assim, a responsabilidade, o compromisso nas mudanças dos hábitos sociais, econômicos e sustentável de acordo com as leis ambientais.

**Palavras-chave:** Pilhas. Baterias. Logística Reversa. Leis Ambientais Brasileiras.

## ABSTRACT

The intense technological advances added to the changes in social habits led to an increase in the inadequate disposal of solid wastes, especially those of electronic origin, such as batteries. Brazilian environmental legislation classifies batteries and batteries as hazardous and non-biodegradable waste disposed of in the environment. Check the inappropriate disposal of batteries and batteries using the reverse logistics and recycling system used in Ceará. The study is qualitative in nature based on bibliographic data compilations and analyzes of environmental management systems such as Potato Piles, Ecoletas, Ecoelce and reverse logistic systems focusing on the recycling of battery and battery components. The batteries represent the high consumption power in household appliances. They have heavy metals that are extremely toxic to the environment and to human health, so the use of the reverse logistics system in Ceará becomes an economic and social development tool. Thus, characterizing strategic actions in the combat of negative impacts to the environment. The reverse logistics and recycling system are sustainable and technological advances for the environment. Therefore, they would be the best solution for the inadequate disposal of electronic waste. Featuring thus, the responsibility, the commitment in the changes of the social, economic and sustainable habits according to the environmental laws.

**Keywords:** Batteries. Batteries. Reverse logistic. Brazilian Environmental Laws.

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo *Redenção*. E-mail: gabriellyferreira0@gmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Dr. John Hebert da Silva Félix pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB. E-mail: johnfelix@unilab.edu.br.

## 1 INTRODUÇÃO

O intenso avanço tecnológico somado às mudanças nos hábitos sociais, provocou o descarte inadequado dos resíduos sólidos, principalmente das pilhas e baterias. Com a expansão do número populacional, associado às aglomerações das cidades, vem intensificando a capacidade natural do meio ambiente em absorver os resíduos sólidos.

Durante o período da II Guerra Mundial os resíduos possuíam uma composição simples, geralmente de base orgânica, assim facilitando a destinação e decomposição final (SPADOTTO, 2006, p.12). Hoje a composição do resíduo é outra, pois as novas condutas sociais e tecnológicas associadas há diversos fatores contribuíram para novos tipos de matérias-primas, inclusive o avanço do modelo de industrialização iniciado na Revolução Industrial.

De acordo com Rocha (2004) *apud* Kemerich (2012, p.1680) diz que no decorrer da década de 70 apareceram os perigos do descarte de pilhas e baterias usadas junto com o resíduo básico. Os inúmeros meios de utilização são crescente em equipamentos eletroeletrônicos, com isso provoca o crescimento da produção de baterias e pilhas. A adversidade abrange os aspectos relacionados à sua produção química de componentes tóxicos, que ao serem descartadas de forma inadequada comprometendo o meio ambiente, principalmente, o aumento da poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos.

As mudanças ocorridas no meio sócio ambiental são absorvidas e provocadas pelos seres humanos na sociedade atual. Assim, a sociedade impôs novas limitações no meio ecológico, que se revelam resistentes às alterações provocadas pelos impactos no meio ambiente. O aumento populacional e o crescimento da industrialização ao longo do tempo, exige um crescimento na produção de eletroeletrônicos. Pois, a industrialização consiste nos principais fatores responsáveis pela origem e produção dos resíduos (LEAL, 2008, p.1).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

os resíduos sólidos possuem quatro classes de acordo com os impactos no meio ambiente, que são de classes I – perigosos; classe II – não perigosos; classe II A – não inertes e classe II B – inertes. Assim, as pilhas e baterias são classificadas como perigosas por apresentarem composições de metais pesados como chumbo, mercúrio, níquel e cádmio (ABNT, 2004, p.3-5).

Esses compostos possuem características corrosiva, reativa e tóxica e são

extremamente perigosos, pois jogados de maneira inadequada no meio sofrem dispersão, atingindo o solo e os aquíferos freáticos. Além de contaminar o meio podem provocar inúmeras doenças como mutações genéticas, câncer comprometendo a qualidade de vida humana.

O Ceará possui algumas cidades contempladas pelos projetos Ecoletas, Papa-Pilhas e Ecoelce. Com objetivo de recolher o lixo eletrônico, e também conscientizar a população sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias no meio ambiente. O projeto realiza um mapeamento que comprova o recolhimento do material eletrônico em diversas localidades.

No Brasil são comercializados os diversos tipos de pilhas como as secas e as alcalinas por ano segundo Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2017, p.2). Esses dois tipos de pilhas são classificadas como primária pois constituem de zinco e manganês, onde a sua principal diferença está na composição do eletrólito. A pilha seca é constituída de zinco sob aspecto de um cilindro de metal, enquanto as alcalinas o zinco apresenta um pó aglutinado, ou seja, ambas são classificadas como não recarregáveis.

É evidente que essa confirmação dos resíduos eletroeletrônicos e seus impactos ambientais, econômicos e sociais podem causar no meio ambiente. O problema é de nível mundial, já que os resíduos sólidos fazem parte de qualquer cidade, estado ou país. Além do que, provocam reflexões sobre as questões relacionadas à forma de geração, volume produzido, capacidade de reciclagem e a transferência de resíduos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo verificar o descarte inadequado de pilhas e baterias mediante o sistema de logística reversa e reciclagem utilizado no Ceará.

Os objetivos específicos deste trabalho são conscientizar a sociedade cearense para composição e descarte inadequado de pilhas e baterias, visando uma mudança comportamental e socioambiental. Caracterizar os componentes químicos das pilhas e baterias desconhecidos pela sociedade. Ressaltar os sistemas de gerenciamentos como os projetos Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce e os impactos decorrentes ao uso contínuo das pilhas e baterias. Explicar o sistema de logística reversa e sua aplicação no Ceará. E abordar a importância tecnológica da reciclagem de pilhas e baterias.

É possível constatar que existe pouca informação acerca do tema e o quanto a

sociedade não compreende que os hábitos errados podem provocar impactos irreversíveis ao meio ambiente. Os métodos de gerenciamentos são importantes no processo de implementação da logística reversa. Assim, é necessário conscientizar a sociedade sobre a Lei da PNRS, usando como instrumento de educação ambiental na redução dos impactos negativos no meio ambiente.

Este trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro capítulo foi apresentado a introdução do trabalho, o objetivo geral e específicos, e a apresentação da estrutura do tema proposto.

No segundo capítulo trata da revisão de literatura sobre as características dos resíduos sólidos e os eletroeletrônicos. Logo após, os impactos decorrentes ao uso contínuo das pilhas e baterias, a análise histórica da educação, as leis específicas ambientais e o sistema de logística reversa.

No terceiro capítulo são apresentadas a delimitação de pilhas e baterias, a classificação e os componentes químicos, bem como o surgimento das mesmas. Já no quarto capítulo aborda-se a metodologia do trabalho em estudo, especificada por uma pesquisa bibliográfica no qual se compilaram os conceitos aplicados de pilhas e baterias direcionadas às leis ambientais.

No quinto capítulo são mostradas o sistema de logística reversa e sua aplicação no estado. Em seguida, ressaltar os sistemas de gerenciamento como os projetos Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce. E abordar a importância tecnológica da reciclagem de pilhas e baterias no Ceará. Assim, no sexto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, bem como as recomendações para futuras pesquisas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo será abordado a questão dos resíduos sólidos e os eletroeletrônicos descartados de forma incorreta. Como também, os impactos provocados por metais pesados e a educação ambiental. Assim, a delimitação da legislação brasileira e a logística reversa que intensifica os projetos de leis.

### **2.1 Resíduos Sólidos**

A delimitação do lixo é especificada por sua origem e formação. Assim, o lixo é todo material ou objeto sem utilidade, descartado por qualquer atividade humana na sociedade. E estão diretamente relacionadas aos diversos fatores, tais como: hábitos e costumes, condições climáticas, variações sazonais e econômicas, etc. Os resíduos sólidos compõem-se basicamente de matéria orgânica e inorgânica rejeitadas pelo homem no meio ambiente.

A classificação dos resíduos sólidos é referida pela normativa ABNT NBR 10004:2004, organizadas por classes, podendo ser:

- Resíduos classe I – Perigosos; são aqueles que em função de suas características físicas e químicas são inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos, por apresentarem riscos ao meio social e ambiental.

- Resíduos classe II – Não perigosos;

- Resíduos classe II A – Não inertes; são aqueles que não se ajustam na classe I dos resíduos (perigosos) ou na classe II B (Inertes), que podem ser combustíveis, biodegradáveis ou solúveis em água.

- Resíduos classe II B – Inertes; são resíduos sólidos submetidos aos testes de solubilização pela norma ABNT NBR 10004/2004, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas, excetuando-se os padrões de cor, aspectos, turbidez e sabor. Exemplos: rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são decompostos prontamente (ABNT, 2004).

### **2.2 Resíduos Eletroeletrônicos**

Em decorrência do progresso tecnológico nas últimas décadas e o consumo excessivo de produtos eletroeletrônicos, provoca o descarte incorreto no meio ambiente.

O problema do descarte, resume-se a composição química de metais pesados contida nos produtos, descartados juntamente o lixo doméstico que irão gerar impactos negativos ao meio ambiente.

A composição química dos metais pesados encontra-se de acordo com Hori (2010, p.19) nos resíduos eletroeletrônicos, apresentados no quadro 1.

**Quadro 1** - Substâncias tóxicas contidas nos resíduos eletroeletrônicos

<b>Substâncias</b>	<b>Tipos de Contaminação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Efeitos</b>
Cádmio.	Toque e inalação.	Altamente tóxico mesmo em pequenas quantidades.	Acumula-se no organismo. Provoca disfunção renal e problemas pulmonares.
Chumbo.	Toque e inalação.	Extremamente tóxico mesmo em pequenas quantidades.	Disfunção renal e anemia quando absorvido pela pele ou pulmão. Danos no sistema nervoso, sistema circulatório, rins e sistema reprodutor.
Cloreto de Amônia.	Inalação.	Perigoso mesmo em pequenas quantidades.	Acumula-se no organismo e provoca asfixia.
Manganês.	Inalação.	É perigoso mesmo em pequenas quantidades.	Afeta o sistema neurológico, provoca gagueira irreversível e insônia.
Mercúrio.	Toque e inalação.	Extremamente tóxico mesmo em pequenas quantidades.	Estomatites, lesões renais, afeta o cérebro e o sistema neurológico. Acumula-se no organismo.
Zinco.	Inalação.	Só é perigoso em grandes quantidades.	Problemas pulmonares.

Fonte: Hori (2010, p.19)

De acordo com o quadro 1, pode-se evidenciar que os efeitos causados por

essas substâncias são altamente perigosos ao ser humano e ao meio ambiente. Além disso, essas substâncias são classificadas pela norma da ABNT como perigosas.

As pilhas e baterias estão classificadas nos resíduos de classe I chamados perigosos, pois acompanham metais pesados na sua composição e quando descartados no meio ambiente contribui na crise ambiental. Vale ressaltar, que as pilhas e as baterias para seu funcionamento dependem exclusivamente da ação eletroquímica, onde transforma a energia química em energia elétrica (PEIXOTO, 2011, p.8).

### ***2.3 Impactos ambientais decorrentes do uso de pilhas e baterias***

O elevado potencial dos metais pesados (cádmio, mercúrio, chumbo níquel, etc) presentes nas pilhas e baterias podem causar efeitos irreversíveis para o meio ambiente e a sociedade (LIMA, 2011, p.16).

Os principais impactos causados pelo lixo eletrônico são as reduções do tempo de vida dos aterros sanitários, a contaminação por metais pesados e danos a saúde pública. Na esfera governamental, traz uma preocupação alusiva ao crescimento das populações e ao consumo de materiais eletrônicos descartados no meio ambiente.

Os problemas relacionados aos impactos ambientais se deve ao fato dos resíduos estarem expostos diretamente ao meio ambiente. Cabe ressaltar, que com passar do tempo se deterioram gerando um líquido conhecido como chorume, produzido pela decomposição biológica dos processos físicos e químicos da matéria (TANAUE, 2015, p.131).

As pilhas e baterias depositadas em lixões abertos e aterros sanitários, possuem materiais tóxicos que podem vazar e contaminar os lençóis freáticos, os rios, o solo e o ar (LIMA, 2011, p.16). O principal objetivo é conscientizar a sociedade sobre a crise ambiental atual, em que pequenos hábitos diários de separar determinados resíduos específicos fazem toda diferença na destinação correta.

O processo de destinação correta das pilhas e baterias dependem especificamente da educação ambiental, pois o crescimento desses produtos aumentou significativamente e conseqüente o volume de descarte (SANTOS, 2013, p.26).

Portanto, isso também provoca a comercialização de pilhas e baterias falsificadas e aliado a falta de informação são descartadas no meio ambiente. Assim, produz os impactos negativos ao meio e saúde humana pelo processo da bioacumulação dos metais tóxicos, pois estão acima dos limites permitidos na natureza. No próximo



tópico discutiremos o surgimento da educação ambiental a partir da década de 50, com a entrada dos movimentos ambientalistas e da Organização das Nações Unidas (ONU) no país.

## **2.4 Educação Ambiental**

O surgimento da Educação Ambiental se deu por volta da metade do século XX no período de pós guerra entre os anos 50 e 60. A partir do despertar da sociedade para os problemas ambientais decorrentes da era industrial, provocando o progresso econômico e conseqüentemente a entrada para crise ambiental (RAMOS, 1996, p.1-4).

Os impactos causados no meio ambiente devido a Revolução Industrial passaram a ter um olhar mais crítico dentro das ações do progresso científico e tecnológico. A partir de então, marcaram o início das lutas sociais em defesa do meio ambiente com a entrada dos movimentos ambientalistas e da Organização das Nações Unidas (ONU) que abordaram os impactos negativos, a preservação e a educação ambiental.

Em 1972 aconteceu o primeiro evento mundial da Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente, conhecida como Conferência de Estocolmo, com objetivo de elaborar documentos como o “Plano de Ação Mundial” e a “Declaração sobre Meio Ambiente Humano” (DIAS, 2000 p.79).

Logo após, em 1975 ocorreu a I Conferência de Belgrado com a declaração “Carta de Belgrado”, com princípios e diretrizes internacional de educação ambiental. Já em 1977, ocorreu a primeira Conferência sobre a educação ambiental em Tbilisí (Rússia) e a segunda Tessalônica (Grécia) (SORRENTINO, 1998 p. 27-32).

No Brasil a partir de 1973 surgiram as primeiras Leis que regulamenta o processo de gestão de ambiental. A primeira Conferência da ONU e o Fórum Global no Brasil aconteceu no Rio de Janeiro em 1992. O objetivo do evento é tratar das questões do desenvolvimento e meio ambiente. Esse encontro ficou conhecido como Rio-92 (PORTAL MEC, 2007, p.13).

Depois, foi realizada a divulgação do relatório do Clube de Roma, que apresenta questões para discutir esgotamento dos recursos naturais, do crescimento populacional, dos impactos negativos causados no meio ambiente devido a degradação ambiental (LIRA e CÂNDIDO, 2013, p. 34).

As preocupações ecológicas e ambientais trazem os conceitos aplicados para conscientização social. De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental,

Os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimento, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p.1)

Pode-se perceber que os problemas ambientais estão diretamente ligados a aglomeração das cidades e o consumo desenfreado dos bens de consumo, com isso a contaminação dos recursos hídricos, despejo resíduos inadequadamente, poluição e dentre outros fatores que causam os impactos negativos no meio ambiente (VENÂNCIO, 2014, p.26-27).

Nesse contexto, a Educação Ambiental promover uma conscientização para a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e os sistemas de gerenciamento de logística reversa das pilhas e baterias. Assim, fortalecendo a questão ambiental na preservação da qualidade de vida.

A importância para a legislação ambiental será caracterizada pela Lei nº 12.305/10 e Resolução CONAMA, publicada nº 401/2008 que trata da preservação do meio ambiente e da composição química das pilhas e baterias.

## ***2.5 Legislação Ambiental***

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi instituída pela Lei nº 12.305/10, que se intensificou com os projetos na busca de preservação do meio ambiente. É um instrumento importante para o avanço no combate aos problemas ambientais (BRASIL, 2010, p.1).

A proposta dos projetos de Leis Ambientais pressupõe a prevenção e a redução dos resíduos através da educação ambiental, incentivando a prática de hábitos sustentáveis. Assim, caracterizando um instrumento de reciclagem e reutilização das pilhas e baterias através da logística reversa.

O gerenciamento de resíduos sólidos institui recursos de planejamento e de criação de metas para eliminar o problema de qualquer esfera, seja no campo Municipal, Estadual e Federal (FGV PROJETOS, 2015 p.9). Além disso, proporcionar uma inovação nos campos tecnológicos.

De acordo com a Lei nº 12.305/10 dá as devidas providências no Art. 1º que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos em:

Dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluída os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010, p.1).

O consumo gera resíduos sólidos como pilhas e baterias e quando são descartados de forma inadequada é prejudicial à saúde e tóxico ao meio ambiente. A gestão das políticas públicas busca de maneira eficaz implantar a conscientização das ações desenvolvidas no propósito de minimizar os efeitos da destinação do lixo de maneira adequada (SEIBERT, 2014, p.12-13).

A Resolução CONAMA, publicada nº 401/2008 e publicada no DOU nº 215/2008 sofre alteração na Resolução nº 424/2010 e revoga a resolução CONAMA nº 257/99, onde estabelece os limites máximos que cada eletroeletrônico deve conter de chumbo, cádmio e mercúrio para as pilhas e baterias comercializadas no Brasil e determina critérios e padrões para o gerenciamento ambiental adequado.

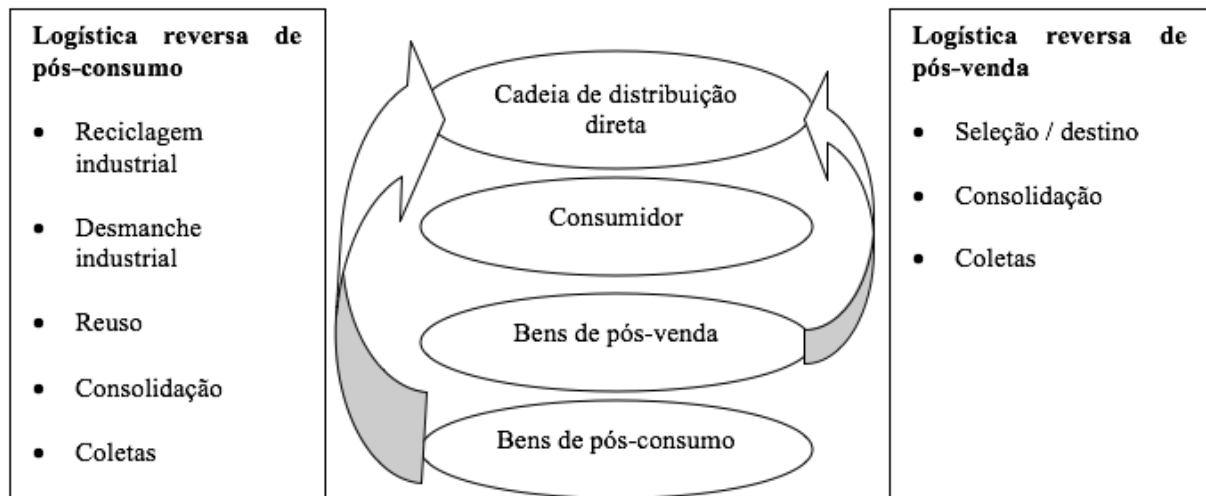
Art. 1º Esta Resolução estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio e os critérios e padrões para o gerenciamento ambientalmente adequado das pilhas e baterias portáteis, das baterias chumbo-ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel-cádmio e óxido de mercúrio, relacionadas nos capítulos 85.06 e 85.07 da Nomenclatura Comum do Mercosul-NCM, comercializadas no território Nacional (CONAMA, 2010, p.108-109).

Portanto, essa Resolução retrata a importância para o gerenciamento ambientalmente adequado a determinados padrões e critérios estabelecidos para os eletroeletrônicos no seu uso contínuo de pilhas e baterias. Assim, considerando a possibilidade de estudos aplicados para substituição dessas substâncias altamente tóxicas ao meio ambiente e assim reduzir os impactos negativos com avanço tecnológico. A legislação ambiental brasileira é considerada uma das melhores do mundo, pois tem como objetivo proteger o meio ambiente e reduzir os impactos ambientais causado pela ação do homem. Cabe ressaltar, que as leis ambientais estão associadas às penalidades legais impostas a sociedade civil e empresarial.

## **2.6 Logística Reversa**

O sistema de logística reversa é definido como um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizando um conjunto de ações, procedimentos e destinação da coleta dos resíduos eletrônicos ao fabricante, para o seu reaproveitamento em ciclos produtivos ou destinação final adequada no meio ambiente (BRASIL, 2010, p.3).

**Figura 1:** Logística Reversa – área de atuação e etapas reversas



Fonte: Leite (2009)

Pode-se caracterizar que as Leis referente aos resíduos de pilhas e baterias não estabelecem a logística reversa como forma de gerenciamento dos resíduos sólidos. Contudo, de acordo com figura 1 estabelece a responsabilidade pós-consumo e pós-venda ao fabricante, importadores e distribuidores pela coleta e destinação final do material. Entretanto, em análise podemos compreender que os processos de pós-consumo e pós-venda dependem de estabelecimentos credenciados para executar todo o processo.

### 3. DELIMITAÇÃO DE PILHAS E BATERIAS

Neste capítulo será abordado a definição, os componentes químicos e a classificação das pilhas e baterias mais consumidas no Brasil. A análise histórica do surgimento conforme a linha do tempo na evolução das pilhas e baterias a partir da descoberta de Volta.

#### 3.1. Definição

As pilhas e baterias funcionam como uma miniusina capazes de transformar energia química em energia elétrica. As baterias são um conjunto de pilhas interligadas entre catodos e anodos sucessivamente. A sua composição de eletrodos, eletrólitos e outros materiais que exercem o desempenho de uma bomba de elétrons, que atuam no polo positivo e polo negativo (PEIXOTO, 2011, p.8).

As reações de oxidação-redução acontecem quando as pilhas e baterias consomem ou liberam energia no interior da sua célula, ou seja, ocorre um fluxo de íons que provoca uma corrente elétrica (FIRJAN, 2000, p.6). Cabe ressaltar, que o desempenho de cada pilha/bateria depende do material que a compõem. Os eletrólitos podem ser ácidos ou básicos e os eletrodos são constituídos de metais pesados.

As mesmas são classificadas em cilíndricas, retangulares, moedas e botões (FIRJAN, 2000, p.6). E também são conhecidas como palito, pequena, média e grande, conforme é mostrado na Figura 2.

**Figura 2:** Tipos de pilhas e baterias



**Fonte:** Parolin (2014 p.18)

De acordo com Oliveira (2013, p.77), podem ser primárias (descartáveis) e secundárias (recarregáveis) pelo tipo de eletrólito, a saber:

Primárias: não recarregáveis – composição: zinco/dióxido de manganês (Leclanché/amarelinhas), zinco/dióxido de manganês (alcalina), zinco/óxido de prata, lítio/dióxido de enxofre, lítio/dióxido de manganês, entre outras.  
Secundárias: são reutilizadas – composição: cádmio/óxido de níquel (níquel/cádmio), chumbo/óxido de chumbo (chumbo/ácido), hidreto metálico/óxido de níquel, íons de lítio, dentre outras.

Segundo Peixoto (2011, p.9), especifica sete tipos de pilhas/baterias primárias disponível: zinco/carbono, zinco/cloreto (heavy-duty), zinco-ar, manganês (alcalinas), óxido de mercúrio, óxido de prata e lítio. As secundárias são recarregáveis e quatro tipos: íon lítio, chumbo/ácido, níquel/metal hidreto e níquel/cádmio. No quadro a seguir especifica as diferenças entre pilhas primárias e secundárias.

**Quadro 2:** Tipos de pilhas e baterias mais consumidas no Brasil

	<b>TIPO</b>	<b>ESPÉCIE REDUZIDA</b>	<b>ESPÉCIE OXIDADA</b>	<b>ELETRÓLITO</b>	<b>USO COMUM</b>
<b>P R I M Á R I A S</b>	Zinco-carbono	MnO <sub>2</sub>	Zn	NH <sub>4</sub> Cl	Brinquedos, Controle remoto, Relógios.
	Zinco-cloreto	MnO <sub>2</sub>	Zn	ZnCl <sub>2</sub>	Brinquedos, rádios.
	Zinco-ar	O <sub>2</sub> (do ar)	Zn em pó	KOH	Aparelhos auditivos, Bips.
	Manganês (alcalino)	MnO <sub>2</sub>	Zn em pó	KOH	Rádios, flash Luminosos, Brinquedos.
	Óxido de Mercúrio	HgO	Zn em pó	NaOH ou KOH	Equipamentos Médicos e militares.
	Óxido de Prata	Ag <sub>2</sub> O	Zn em pó	NaOH ou KOH	Relógios Eletrônicos, Calculadoras
	Lítio	MnO <sub>2</sub>	Li	Solvente Orgânico	Relógios Equipamentos Fotográficos
	<b>S E C U N D Á R I A S</b>	Lítio-íon	LiCoO <sub>2</sub>	Carbono Cristalizado	Solvente Orgânico
Níquel-metal Hidreto		Ni(OH) <sub>2</sub>	H	Solução de KOH	Computadores, Filmadoras.
Chumbo-ácido		PbO <sub>2</sub>	Pb	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Baterias Automotivas, Luzes, sistemas de Alarme.
Níquel-cádmio		NiOOH	Cd	NaOH ou KOH	Celulares, Ferramentas Eletroportáteis.

**Fonte:** Peixoto (2011, p.10)

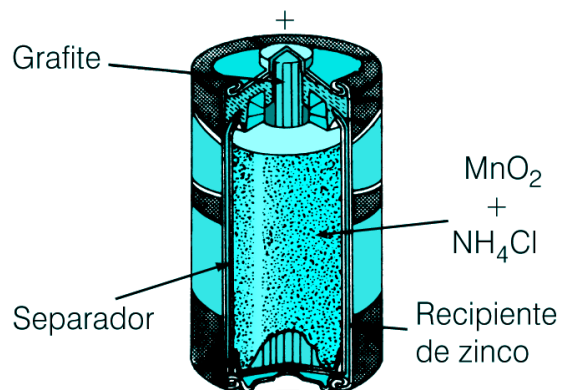
É possível constatar de acordo com o quadro 2, a composição das pilhas e baterias são extremamente perigosas, pois sua constituição é de metais pesados, embora que cada sistema possua particularidades de materiais que vão determinar o tempo de vida útil e o grau de agressividade ao meio ambiente. No próximo tópico será caracterizado os componentes químicos de alguns tipos de pilhas e baterias de acordo com suas reações químicas.

### **3.2 Componentes Químicos**

As características químicas das pilhas e baterias podem ser diferenciadas uma das outras pelos seus componentes e as reações químicas que cada uma produz. No contexto químico da classificação temos os tipos descritos a seguir.

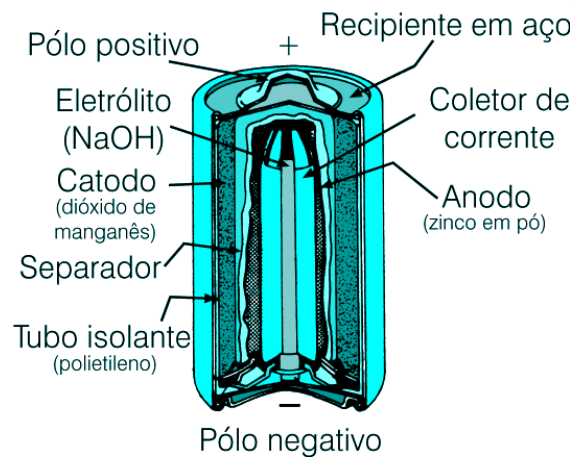
- **Zinco/Dióxido de Manganês (Leclanché/amarelinhas):** criada pelo químico George Leclanché na década de 60, possui o formato de cilíndrico em vários tamanhos. O eletrólito possui uma pasta úmida pela mistura de cloreto de amônio e cloreto de zinco. O copo de zinco metálico é o ânodo que serve de caixa externa da pilha. O cátodo é o bastão de grafite junta a mistura de dióxido de manganês e grafite como é mostrado na Figura 3 (SILVA, 2011, p. 812).

**Figura 3:** Pilha de Leclanché



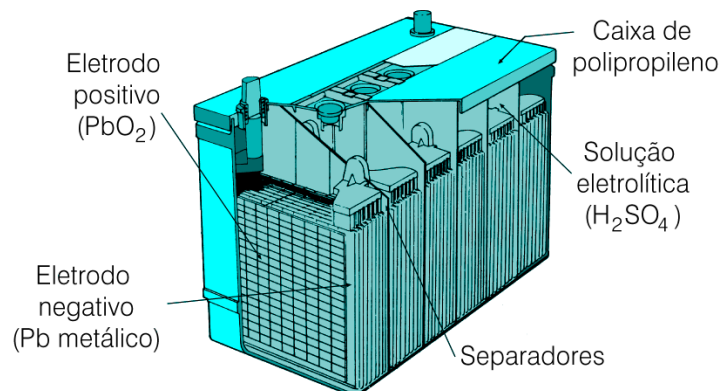
Fonte: Bocchi (2000 p.3)

- **Zinco/Cloreto (Heavy Duty):** possuem o formato de cilíndrico em diversos tamanhos e similares as pilhas Leclanché no modelo, com durabilidade (40%) superior e resistentes a vazamentos. Além de suportar variações de temperatura (REIDLER, 2002, p.3).
- **Zinco/Dióxido de Manganês (Alcalina):** versão modificada da pilha de Leclanché, com alto desempenho em relação às pilhas comuns, durabilidade, resistência a altas temperaturas e custo elevado. Na sua estrutura os eletrodos são os mesmos da pilha zinco/dióxido de manganês. O eletrólito tem uma solução aquosa de hidróxido de potássio e óxido de zinco na faixa de pH próximo a 14 (alcalina). A parte externa é de aço niquelado para evitar qualquer tipo de vazamento como é mostrado na Figura 4 (SILVA, 2011, p. 813).

**Figura 4: Pilha Alcalina**

Fonte: Bocchi (2000 p.4)

- **Zinco/Óxido de Prata:** possuem o formato de botão, são leves, pequenas e alto desempenho e utilizadas em equipamentos de emergência e custo elevado devido a prata. Contém massa de 1% de mercúrio, o cátodo é de óxido de prata e o ânodo é de zinco. O eletrólito é uma solução de hidróxido potássio ou sódio (REIDLER, 2002, p.3).
- **Chumbo – ácido:** as pilhas/baterias são muito utilizadas devido ao baixo custo no mercado e são recarregáveis. São divididas em três tipos: automotivas, industriais e seladas. É composta por ânodo e cátodo de chumbo, a caixa é de polipropileno, possui o formato de cilíndrico ou tetragonal. Já o eletrólito é composto ácido sulfúrico e água destilada como é mostrado na Figura 5 (REIDLER, 2002, p.4).

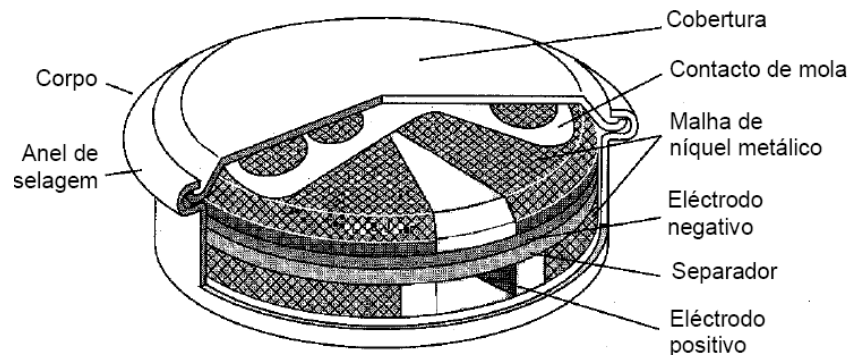
**Figura 5: Bateria Chumbo - ácido**

Fonte: Bocchi (2000 p.5)



- **Níquel – cádmio (Ni-Cd):** são econômicas, recarregáveis, possuem durabilidade maior. Fabricadas em modelo de botão e cilíndrico, têm um eletrodo de cádmio (ânodo) e óxido – hidróxido de níquel (cátodo), a parte externa é de aço inoxidável e o eletrólito é de hidróxido de potássio como é mostrado na Figura 6 (REIDLER, 2002, p.4).

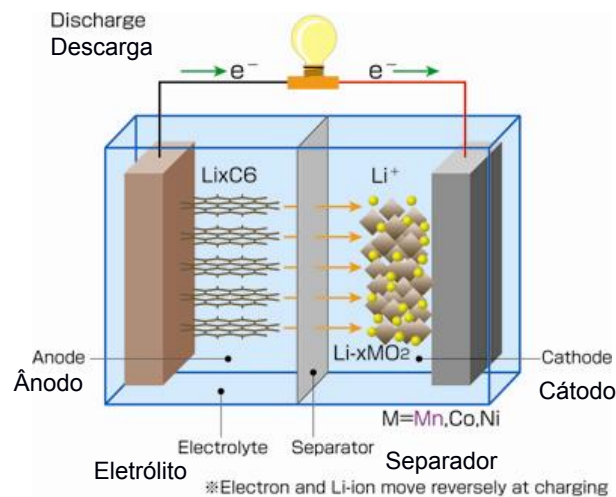
**Figura 6:** Bateria Níquel – cádmio (Ni-Cd)



Fonte: Linden (1995, p.32)

- **Íons Lítio (Li-íon):** alto potencial eletroquímico, estrutura de metais leves. As baterias são recarregáveis, pois têm maior desempenho e densidade de energia. Possuem o modelo de cilíndrico e prismático e utilizadas em equipamentos eletroeletrônicos portáteis. No eletrólito os íons lítio são dissolvidos em carbonato de dimetilo e/ou carbonato de etileno. No ânodo, o grafite é utilizado para intercalar os íons lítio sem alterar a estrutura. Já no cátodo possui o óxido de cobalto e lítio. Entre polo positivo e negativo existe um separador de polietileno e sua estrutura externa é de aço inoxidável como é mostrado na Figura 7 (REIDLER, 2002 p.4).

**Figura 7:** Baterias de Íons Lítio



※Electron and Li-ion move reversely at charging  
Elétron e Li-íon movem-se reversamente ao carregar

Fonte: Technology Inside (2009)

As pilhas e baterias representam o alto poder de consumo no mercado nos equipamentos eletroeletrônicos de utilidade doméstica, principalmente quando se trata das pilhas e baterias de zinco/dióxido de manganês de Leclanché conhecidas como as amarelinhas o consumo é bem maior por serem de baixo custo. Além de não serem recarregáveis são descartadas no lixo doméstico (OLIVEIRA, 2013, p.77-78). Outras com alto poder de consumo doméstico são as de zinco/dióxido de manganês chamadas de alcalinas, que apesar de serem mais caras em relação às amarelinhas a sua utilidade em aparelhos portáteis são muito significativas, sem falar em relação ao descarte inadequado por falta de conhecimento dos metais na sua composição.

### **3.3 Histórico**

Os estudos de eletricidade foram introduzidos por Benjamin Franklin em 1748 quando uma série de capacitores interligados formava uma bateria. Em 1780 Luigi Galvani ao dissecar rãs, percebeu que ao tocar a perna do animal com um bisturi de ferro e fixado ao gancho de latão produzia uma reação de efeito elétrico (SILVA, 2011, p. 812).

O físico e matemático em 1793 Alessandro Volta esclareceu que a eletricidade produzida por Galvani entre os metais provinha de eletrólito. A partir de 1800, Volta inventou a primeira pilha elétrica que estabeleceu os estudos da eletricidade e a química (SILVA, 2011, p. 812). No mesmo ano os cientistas Nicholson e Carlisle conseguiram decompor a molécula da água através de eletrólise. Assim, comprovou-se a existência de íons (positivos e negativos) indiretamente que formavam uma ligação química, ou seja, atração elétrica entre os átomos.

Por volta de 1807 o químico Humphry Davy, descobriu que os metais alcalinos, o sódio, o potássio através da eletrólise produz corrente elétrica. O químico Jacob Berzelius em 1812 propôs que os átomos possuíam cargas através da decomposição de moléculas por eletrólise (NISENBAUM, 2010, p.23). A conexão da eletricidade com a química, levou em 1830 o cientista Faraday ao estudo da eletrólise de maneira quantitativa dos elementos químicos.

A partir da descoberta da Volta, as pilhas e baterias foram desenvolvidas ao longo do tempo de maneira eficiente e com maior durabilidade. Porém, com impactos ao meio ambiente devido aos metais pesados em sua composição.

A seguir a linha do tempo de acordo com a evolução das pilhas e baterias

(NISENBAUM, 2010, p. 24-28):

- Pilha de Volta em 1800 – Alessandro Volta
- Pilha de Daniell em 1836 – John Frederic Daniell
- Pilha de Grove em 1839 – William Robert Grove
- Célula de combustível em 1839 - William Robert Grove
- Bateria de chumbo – ácido em 1859 – Gaston Planté
- Pilha de Leclanché em 1866 – Georges Leclanché
- Pilha de níquel cádmio em 1899 – Waldmar Jungner
- Pilhas de lítio e íons de lítio nas décadas de 1970 e 1990
- Células de combustível – Hidrogênio gasoso – bateria do futuro

#### 4. METODOLOGIA

A abordagem metodológica a ser utilizada para a problematização dos resíduos sólidos, em especial as pilhas e baterias no Estado do Ceará será de natureza qualitativa para as questões expostas anteriormente. Assim, a diversidade metodológica para a realização da pesquisa proposta neste trabalho será utilizada a metodologia fundamentada nas análises dos Sistemas de Gestões Ambientais, projetos aplicados como Papa-Pilhas, Ecoletas, Ecoelce e Sistemas Logísticas Reversas.

A pesquisa qualitativa, de forma geral, privilegia a análise de microprocesso, os estudos das ações sociais individuais e grupais e realiza um exame intensivo dos dados coletados por diversos métodos específicos. Na análise, a intuição e a imaginação são ferramentas importantes para discutir os fenômenos e contribuir no processo de criação de conhecimentos (GUTBERLET; PONTUSCHKA, 2001, p.219).

De acordo com os dados coletados pelo método qualitativo e compilações de dados bibliográficos mostrará como cada etapa será interpretadas (PRODANOV, 2003, p.14). Assim, será construído sucessivamente uma síntese aprofundada da análise do objeto de estudo, conforme o Sistema de Logística Reversa que acontece no Estado do Ceará, os projetos aplicados através de um Sistema de Gestão Ambiental, com foco na reciclagem e/ou desenvolvimento de técnicas de aproveitamento para reduzir os impactos ambientais.

Destarte busca da história pelo uso sistemático dos fatos ecológicos, econômicos e ambientais das pilhas e baterias conformam a realidade da disposição inadequada, assim a problematização torna-se evidente a transformações ecológicas,

econômicas e sociais ocorridas ao longo do tempo (SANTOS, 2012, p.1-2).

A partir do entendimento de que as pilhas e baterias são distinguidas pelas diversidades dos materiais tóxicos, torna-se necessário adotar como procedimento analítico a estratificação da realidade, de forma a estabelecer conjuntos homogêneos e heterogêneos referentes às condições e problematização dos impactos negativos no ambiente (RIAL, 2016, p.11-17). O enfoque sistêmico permite compreender o desenvolvimento do Sistema Gestão de Ambiental através dos projetos de coleta seletivas e as sucessivas transformações ambientais, econômicas e sociais.

O objeto de estudo deu-se através de pesquisas bibliográficas, de artigos científicos e de compilação de dados dos projetos aplicados no Ceará como o Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce como também dados sobre Logística Reversa e os impactos ambientais. Visto que, na primeira etapa do contexto histórico das pilhas e baterias, bem como da educação ambiental, origem, composições dos resíduos sólidos, ou seja, uma compilação bibliográfica do objeto de estudo. Após, obtenção de informações junto a instituições como ABINEE que aplica a Logística da Reversa de pilhas e baterias.

Conforme a tipologia agrupada na PNRS pode assegurar a importância de um Sistema de Gestão Ambiental como os projetos aplicados no Ceará através de empresas e bancos que permita a minimização dos impactos causados pelas substâncias tóxicas, integrando uma qualidade de vida para ser humano e o meio ambiente. E assim, conscientizar a sociedade da problemática que envolve as pilhas e baterias.

Em seguida, análise dos artigos científicos focados nos projetos ambientais dos sistemas de gestão direcionados as pilhas e baterias. Caracterizando assim, essa análise das Leis Ambientais dos resíduos sólidos da PNRS e do CONAMA. Com isso, permite as análises econômicas e sociais dos impactos causados no meio ambiente pelas pilhas e baterias.

Os instrumentos metodológicos adotados foram artigos científicos, leis ambientais, entre outros. Além disso, serão utilizadas a metodologia de análise dos projetos Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce no Ceará, bem com os Sistemas de Gestões Ambientais (PNRS e CONAMA), intensificados através dos estudos e compilações dos conceitos em documental e bibliográfico.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será discutido o sistema de logística reversa como um conjunto de ações até chegar de volta ao fabricante os resíduos. Será abordado os sistemas de gerenciamentos como os projetos Papa-Pilhas, Ecoletas, Ecoelce. E assim, ressaltar a importância tecnológica da reciclagem das pilhas e baterias no Ceará.

O sistema de logística reversa e reciclagem permitem avanços tecnológicos na sociedade, pois a legislação vigente busca solucionar o descarte incorreto no meio ambiente. Assim, os diversos pontos espalhados no Ceará procura atender a população por meios de projetos como Papa-pilhas, Ecoletas e Ecolce.

### **5.1 Sistema de Logística Reversa sobre Pilhas e Baterias no Ceará**

O Sistema de Logística Reversas é mencionado na lei ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº 401, de 4 de novembro de 2008 publicada no DOU nº 215, de 5 de novembro de 2008 do Art. 6º, esclarecendo que

as pilhas e baterias mencionadas no Art 1º (baterias chumbo - ácido, automotivas e industriais e das pilhas e baterias dos sistemas eletroquímicos níquel – cádmio e óxido de mercúrio), nacional e importada, usadas ou inservíveis, recebida pelos estabelecimentos comerciais ou em rede de assistência técnica autorizada, deverão ser, em sua totalidade, encaminhadas para destinação ambientalmente adequada, de responsabilidade do fabricante ou importador (CONAMA, 2008, p.108-109).

O sistema de logística reversa aplicado no Ceará procura atender a legislação vigente referente ao descarte inadequado de pilhas e baterias no meio ambiente. Visto que, a PNRS regulamenta à eliminação de lixões e aterros controlados e a implementação da logística reversa dos resíduos especiais.

No Ceará foi implantado o sistema de logística reversa para atender a demanda do pós-consumo, com intuito de recolher todo o material que seria descartado de maneira irregular. Com isso, o sistema de gestão ambiental abrange a proposta do recebimento de resíduos eletroeletrônicos em diversos pontos de recolhimento no estado, principalmente na cidade de Fortaleza (CRISPIM, 2014, p.1).

É importante entender passo a passo do recolhimento desses resíduos eletroeletrônicos, principalmente as pilhas e baterias que possuem componentes químicos degradantes ao meio ambiente. A legislação determina que responsabilidade seja compartilhada entre fabricante, vendedores e consumidores a pós-consumo. A partir disso os postos de coletas credenciados receberá o material, onde o consumidor descartará o

produto e assinará um termo de doação para unidade recicladora. Assim garantindo a total responsabilidade do pós-consumo ao fabricante ou recicladora pela coleta e destinação final. Vale ressaltar que, as informações são disponibilizadas pelos meios de comunicação de vinculação com endereço dos pontos de coletas.

## **5.2 Sistemas de Gerenciamentos: projetos Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce no Ceará.**

A questão da disposição final das pilhas e baterias no Ceará requer uma atenção especial com objetivo de minimizar os impactos negativos no meio ambiente. Neste consenso, foram criados programas de sistema de gerenciamento para o recolhimento de pilhas e baterias. Os programas são conhecidos como Programa Real de Reciclagem de Pilhas e Baterias (Papa-Pilhas), Ecoletas e Ecoelce.

O Papa-Pilhas é um projeto do Banco Real que hoje pertence ao Banco Santander que visa recolher pilhas e baterias usadas e encaminhada para reciclagem. Esse programa foi lançado em 2006 em cidades pilotos, somente no ano de 2008 chegou no Ceará. Com a implementação do programa os pontos de coletas foram espalhados no estado e a cidade Fortaleza (OLIVEIRA, 2013, p.119).

As pilhas e baterias recolhidas pela ação da educação ambiental promovida pelo Banco Santander são enviadas para empresa recicladora Suzaquim Indústrias Químicas LTDA localizada em São Paulo (OLIVEIRA, 2013, p.120). O processo de destinação final acontece quando as pilhas e baterias são desencapadas e lançadas em fornos industriais de alta temperatura. Apesar dos metais serem extremamente tóxicos as empresas possuem filtros que impedem a emissão de gases que possam prejudicar o meio ambiente.

O processo de gerenciamento dos resíduos eletroeletrônicos também acontece pela empresa Ecoletas agrupado com outras empresas associadas como Associação Brasileira das Entidades Representativas e Empresas de Serviço Autorizado em Eletroeletrônicos (Abrasa), o Instituto Nacional de Resíduos (Inre) e a Gestão Estratégica de Resíduos Eletroeletrônicos (GEREE) projetaram aplicação da logística reversa e destinação ambientalmente correta (CRISPIM, 2014, p.1).

A Ecoletas foi a primeira empresa implantada no Ceará em 2009 para desenvolver o projeto na busca de solucionar a questão dos resíduos eletrônicos de forma inovadora ao mercado. A empresa possui licenciamento ambiental e uma demanda

qualificada para manusear estes resíduos. Os pontos de coletas estão espalhados na cidade de Fortaleza (ECOLETAS, 2012, p.1).

Vale ressaltar que, a Coelce hoje conhecida como Enel também participa do projeto de recolhimento de pilhas e baterias. O projeto é conhecido como Ecoelce que propõe a troca de material reciclável por redução na fatura de energia. As pilhas e baterias são destinadas ao projeto da ABINEE (CRISPIM, 2014, p.1).

A partir do ano 2010, para atender a legislação vigente a ABINEE criou um sistema de coleta e reciclagem. Visto que, a implementação de sistema de logística reversa garantem que diversos produtos como pilhas e baterias possam ser descartados em postos de coletas autorizados e retornar ao fabricante para serem reciclados ou descartados no meio ambiente de maneira adequada (ABINEE, 2010, p.1).

Contudo, nos traz a importância tecnológica da reciclagem de pilhas e baterias para meio ambiente. Assim, a partir do sistema de gerenciamento através da logística reversa podemos contribuir para disposição adequada do resíduos.

### ***5.3 A importância tecnológica da reciclagem das pilhas e baterias no ceará***

O Ceará possui programas de Reciclagem de Pilhas e Baterias, promovidos por empresas em parcerias com bancos e shoppings, localizados em determinados pontos de coletas no Estado.

Esses programas são conhecidos como Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce, que recolhem resíduos eletrônicos e lâmpadas fluorescentes usadas e encaminham para postos de reciclagem. Assim, o sistema de gerenciamento passa a contribuir ativamente para disposição adequada desses materiais, cujas as substâncias tóxicas representam uma ameaça para meio ambiente (REIDLER, 2017, p.10).

O sistema de gerenciamento é aplicado por empresas especializadas e licenciadas, responsáveis pelos custos de coletas, transporte e reciclagem dos materiais eletrônicos. Geralmente as pilhas e baterias são enviadas para Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) e a Suzaquim Indústrias Químicas.

Desse modo, adesão aos programas criados pelo governo cearense promove a participação ativa dos consumidores ao entregarem as pilhas e baterias nos estabelecimentos cadastrados. Vale ressaltar, que os materiais recolhidos são todos os tipos de baterias e pilhas usadas em qualquer tipo de eletroeletrônico portáteis.

Hoje as pilhas e baterias constituem um dos principais impactos ambientais, pois levam séculos para se decompor. Os metais pesados geralmente possuem alto



poder de dispersão e acumular-se no meio ambiente. Por isso, são extremamente perigosos e precisam ser reciclados (REIDLER, 2002, p.6).

A reciclagem dos resíduos eletrônicos ocorre de três formas de acordo com Espinosa e Tenório (2004, p.14-20): a mineralurgia, a hidrometalurgia e a pirometalurgia. Visto que, a hidrometalurgia possui um custo muito elevado que a torna economicamente menos utilizada.

É importante ressaltar que a coleta e reciclagem de pilhas e baterias no Ceará promove desenvolvimento tecnológico, pois podem ser reaproveitados em outros materiais. Assim, conduzindo as transformações nos hábitos sociais como agir e pensar de maneira sustentável, relacionar com as políticas públicas e econômicas da geração atual e como também das futuras gerações.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa aponta para a conscientização sobre o lixo eletrônico, as pilhas e baterias em que a logística reversa é uma excelente solução para o descarte correto e a minimização dos impactos ambientais. Desta forma, podemos considerar que os resíduos eletrônicos se relacionam diretamente com o crescimento populacional e industrial, exigindo uma maior produção de novas matérias-primas gerando consumo excessivo.

As práticas de gestão públicas e privadas direcionadas ao processo de sistemas de gerenciamentos no desenvolvimento de projetos como Papa-Pilhas, Ecoletas e Ecoelce no Ceará são um grande avanço social e tecnológico para solucionar a questão do destino final do lixo eletrônico.

Entretanto, em alguns casos o processo de destinação final ocorre de maneira inadequada pela falta de informação, estrutura e fiscalização por parte do poder público. Embora, a intenção de recolher e reciclar o máximo de pilhas e baterias possíveis, está diretamente ligada à falta de recursos, o desconhecimento para os problemas enfrentados pelo descarte incorreto, principalmente quando o consumidor não é informado dos componentes tóxicos presentes pós-consumo.

As pilhas e baterias possuem componentes químicos extremamente tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana, deve-se ressaltar que os programas de coletas seletivas aplicados no Ceará são ferramentas de prevenção aos impactos causados pela disposição inadequada dos resíduos eletrônicos. Assim, a responsabilidade do pós-consumo e pós-venda é direcionada ao fabricante, importadores, distribuidores e



consumidores. Como também, a estruturação e a implementação do sistema de logística reversa proposta em leis para destinação adequada do resíduo ao meio ambiente.

Contudo, a partir da educação ambiental poderá conscientizar a sociedade de que as soluções exequíveis para o sistema de logística reversa e reciclagem poderá ser estabelecida em diversos pontos estratégicos de coletas no Ceará. Como também, poderá ser inserida o sistema de logística reversa nas escolas do estado, a fim de minimizar o descarte incorreto na sociedade escolar. As empresas produtoras de pilhas e baterias participam na execução das leis ambientais e do sistema de logística reversa, pois é obrigatória para produtores e fornecedores. A fim de maximizar ainda mais ações propostas, aspectos que podem ser abordados em trabalho futuros. Assim, caracterizar a responsabilidade, o compromisso nas mudanças dos hábitos sociais, econômicos e sustentável na redução dos impactos negativos no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004/2004: **Resíduos Sólidos Classificação**. Rio de Janeiro, Brasil. 2004 p.3-5.

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Cartilha Informativa Pilhas e Baterias**. 2010 p.1. Disponível em: <<http://www.abinne.org.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Relatório Anual 2017. p.2. Disponível em: <<http://www.abinne.org.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305**. 2010. Art 1 e 7, p. 1-3. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%Adtica-de-res%C3%Adduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999**. 1999. Art 1º. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/educa%C3%A7%C3%A3o-ambiental/pol%C3%Adtica-de-educac%C3%A3o-ambiental>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

BOCCHI, Nerilso. FERRACIN, Luiz Carlos. BIAGGIO, Sonia Regina. **Pilhas e baterias: funcionamento do impacto ambiental**. Química Nova na Escola nº 11, maio 2000. p.3-5.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução nº 401, de 05.11.08. Art. 1º e 6º, p.108-109.

CRISPIM, Maristela. **Fortaleza inicia logística reversa de eletrônicos**. Diário do Nordeste. Fortaleza, 11.04.2014. Disponível em: <<http://blogs.diariodonordeste.com.br/gestaoambiental/logistica-reversa/fortaleza-inicia-logistica-reversa-de-eletronicos/>>.

Acesso em: 15 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Fortaleza inicia logística reversa de eletrônicos. G1 Ceará. Fortaleza, 08.01.2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2015/01/postos-da-ecoelce-fazem-coleta-de-pilhas-no-ceara.html>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2000. p. 79, 171

ESPINOSA, Denise Croce Romano; TENÓRIO, Jorge Alberto Soares. Reciclagem: **Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. São Paulo. 2004. Volume 2. p.14-20.

ECOLETAS AMBIENTAL. Disponível em: <[http://ecoletas.blogspot.com.br/p/sobre\\_24.html](http://ecoletas.blogspot.com.br/p/sobre_24.html)>. Acesso em: 15 abr. 2018.

FGV PROJETOS. **Política Nacional e Gestão Municipal de Resíduos Sólidos**. Revista Nº 22. Rio de Janeiro – RJ, 2015. p.9. Disponível em: <[http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/miolo\\_residuos\\_solidos\\_site.pdf](http://fgvprojetos.fgv.br/sites/fgvprojetos.fgv.br/files/miolo_residuos_solidos_site.pdf)> Acesso em: 15 abr. 2018.

Guia para Coleta Seletiva de Pilhas e Baterias, FIRJAN/CIRJ/SESI/SENAI/IEL, minuta 27/07/2000. Disponível em: <http://www.resol.com.br/textos/GUIA%20PARA%20COLETA%20SELETIVA%20DE%20PILHAS%20E%20BATERIAS.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

GUTBERLET, J.; PONTUSCHKA, N. N. **Pesquisa qualitativa sobre consumo: experiências interdisciplinares**. 2001. p. 219.

HORI, Mitsue. **Custos da logística reversa de pós-consumo: um estudo de caso dos aparelhos e das baterias de telefonia celular descartados pelos consumidores**. São Paulo 2010. p. 19.

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; MENDES, Sabrina Altmeyer; VORPAGEL, Tatiane Hohm; PIOVESAN, Maurício. **Descarte indevido de pilhas e baterias: a percepção do problema no município de frederico westphalen – Rio Grande do Sul, v(8), nº 8, p. 1680-1688, SET-DEZ, 2012.**

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. 2ª edição. Pearson Prentice Hall. 2009.

LEAL, Georla Cristina Souza de Gois; FARIAS, Maria Sallydelandia Sobral de; ARAÚJO, Aline de Farias. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano**. QUALIT@S Revista Eletrônica. ISSN 1677-4280 V7.n.1. Ano 2008. p1.

LIRA, WS; CÂNDIDO, GA. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p.34. ISBN 9788578792824. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

LIMA, Lorena Cristina da Cruz. **Reciclagem de pilhas e baterias como temática ambiental / cts para o estudo de eletroquímica**. Brasília – DF. 2011. p. 16.

LINDEN. D. **Handbook of batteries**. McGraw-Hill. New York. p. 32.1-32.11.1995.

NISENBAUM, Moisés André. **Pilhas e Baterias**. CCEAD PUC. Rio de Janeiro. 2010. p.1-40. Disponível em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/salaleitura/conteudos/SL\\_pilhasebaterias.Pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/salaleitura/conteudos/SL_pilhasebaterias.Pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2018.

OLIVEIRA, Rita de Cássia. **Metodologia de análise da logística reversa de pós-consumo: uma aplicação ao caso de pilhas e baterias**. Florianópolis 2013. p.77-78.

PAROLIN, Maria Augusta Jamur. **Logística reversa na responsabilidade pós-consumo de pilhas e baterias portáteis do estado do paraná**. Curitiba – Paraná. 2014. p18.

PEIXOTO, Maria Clebiana da Silva. **Análise dos problemas ambientais decorrentes do uso de pilhas e baterias e desenvolvimento de uma rota processual para tratamento das baterias ni-cd**. Fortaleza – Ceará. 2011. p.9-10.

PORTAL MEC. **Educação Ambiental: aprendizes de sustentabilidade**. Cadernos Secad1. Brasília-DF. 2007. p.13. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicação\\_2.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicação_2.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científicos: métodos e técnicas e do trabalho acadêmico**. Universidade FEEVALE. 2ª edição. Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul – Brasil. 2013. p.14.

RAMOS, Elisabeth Christmann. **Educação ambiental: evolução histórica, Implicações teóricas e sociais. Uma avaliação crítica**. Paraná- Curitiba. 1996. p.1-4.

REIDLER, Nívea Maria Vega Longo; Günther, Wanda Maria Risso. **Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas**. São Paulo – SP – Brasil. 2002. p. 1-8.

\_\_\_\_\_. **Gerenciamento de resíduos constituídos por pilhas e Baterias usadas**. São Paulo – SP – Brasil. 2017, p.1-12.

RIAL, Carmem. **O poder do lixo : abordagens antropológicas dos resíduos sólidos**. Associação Brasileira de Antropologia. Rio de Janeiro. 2016.p.11-17.

ROCHA, R. R. O; OLIVEIRA, R. M; CRUZ, T. G. S. **O descarte de pilhas e baterias no brasil e o seu impacto no meio ambiente**. Centro Superior de Educação Tecnológica - CESET, UNICAMP. 2004.

SANTOS, Edenilde Alves dos. **Diagnóstico situacional do descarte de pilhas, baterias de celulares e automotivas em São Luís-MA**. São Luís. 2013. p. 26.

SANTOS, Rosinalva Maria dos; FLORENTINO, Maria Aparecida Cordeiro; ANDRADE, Shirley Rodrigues de; SILVA, Solaneide Vitorino da; JÚNIOR, José do Nascimento;

SANTOS, Jocélio Araújo dos. **Campanha de Educação Ambiental para incentivar a logística reversa de pilhas e baterias em Princesa Isabel (PB)**. VII CONNEPI-Tocantins. 2012. p.1-8.

SEIBERT, ALINE LAURA. **A importância da gestão de resíduos sólidos urbanos e a conscientização sobre a sustentabilidade para a população em geral**. Medianeira-Paraná. 2014, p. 12-13.

SPADOTTO, Cláudio A; RIBEIRO, Wagner C. **Gestão de Resíduos na Agricultura e Agroindústria**. Botucatu - SP – Brasil. 2006. p. 12.

SORRENTINO, M. De Tbilisi a Tessaloniki, a educação ambiental no Brasil. In: JACOBI, P. et al. (orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências**. São Paulo: SMA.1998. p.27-32.

SILVA, Bruno Oliveira da; CÂMARA, Sílvio Carrielo; AFONSO, Júlio Carlos; NEUMANN, Reiner; NETO, Arnaldo Alcover. **Série histórica da composição química de pilhas alcalinas e zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009**. Química Nova, Vol. 34, No. 5, 2011. p. 812-818.

TANAUE, Ana Claudia Borlina; BEZERRA, Deivid Mendes; CAVALHEIRO, Luana; PISANO, Lilian Cristiane. **Lixo Eletrônico: Agravos a Saúde e ao Meio Ambiente**. Ensaios Cienc., Cienc. Biol. Agrar. Saúde, v.19, n.3. 2015. p. 130-134.

TECHNOLOGY INSIDE. **Lithium ion batteries exploding**. Disponível em: <<http://marcodesalvo.it/en/1085-batterie-agli-ioni-di-litio-che-esplosano>>.2009. Acesso em: 01 abr. 2018.

VENÂNCIO, Marina Demaria. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos e seus princípios basilares: algumas reflexões sobre a visão sistêmica, a cooperação e a responsabilidade compartilhada**. Resíduos Sólidos e Políticas Públicas. Editora Insular. Florianópolis. 2014. p. 26-27.