



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**DHIEGO RAPHAEL RODRIGUES ARAUJO**

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Simone Machado

Coorientadora: Dr<sup>a</sup> Vanice Selva

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS  
GERADOS NA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA**

Recife

2015

DHIEGO RAPHAEL RODRIGUES ARAUJO

**ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS  
GERADOS NA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA**

Dissertação submetida ao programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Simone Machado  
**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanice Selva

Recife

2015

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

A663a      Araujo, Dhiego Raphael Rodrigues.  
                Análise quali-quantitativa dos resíduos eletro-eletrônicos gerados na  
                Ilha de Fernando de Noronha / Dhiego Raphael Rodrigues Araujo. –  
                Recife: O autor, 2015.  
                76 f. : il. ; 30cm.

                Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Machado.

                Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanice Selva.

                Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco,  
CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente, 2015.

                Inclui referências.

                1. Gestão ambiental. 2. Impacto ambiental. 3. Lixo – Eliminação –  
Aspectos ambientais – Fernando de Noronha, Arquipélago (PE). 5.  
Gestão integrada de resíduos sólidos. I. Machado, Simone (Orientadora).  
II. Selva, Vanice (Coorientadora). III. Título.

363.7 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2015-134)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**



**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**“ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS  
GERADOS NA ILHA DE FERNANDO DE NORONHA**

**Dhiego Raphael Rodrigues Araujo**

Data de aprovação: 17/07/2015

Orientador:

---

Profª Drª Simone Machado Santos (UFPE)

Examinadores:

---

Profª Drª Werônica Meira de Souza (UFRPE)

---

Profª Drª Renata Maciel de Melo (UFPE)

---

Prof. Dr. Sandro Valença (UFRPE)

À minha mãe Sandra Lúcia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço às Professoras Simone Machado e Vanice Selva pela oportunidade, confiança e orientação precisa no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos funcionários do PRODEMA Solange e Tarcisio pela amizade e colaboração.

Agradeço aos colegas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e à população local pela amizade, apoio e colaboração na ilha de Fernando de Noronha.

Agradeço ao PRODEMA/UFPE e a CAPES pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

Agradeço, em especial, a Nicolle Lagos, amiga de todas as horas, por TUDO!

Agradeço a toda minha família e amigos que, direta ou indiretamente, colaboraram na consecução deste trabalho.

"Quem vier depois que se arranje."  
(Provérbio brasileiro)

## RESUMO

O crescente avanço tecnológico e a produção e consumo em larga escala de novos e cada vez mais modernos aparelhos eletroeletrônicos nos alerta para um desafio da sociedade atual: a destinação adequada da enorme quantidade de lixo eletrônico produzida, anualmente, ao redor do mundo. Além do grande quantitativo produzido, os REE (Resíduos Eletroeletrônicos) são potenciais fontes de contaminantes ambientais. Na confecção de equipamentos eletroeletrônicos está um dos maiores usos de metais considerados danosos à saúde humana. Levando em consideração a pouca informação sobre o quantitativo descartado deste tipo específico de resíduo, no Brasil, a deficiente aplicação da legislação ambiental vigente, além do potencial de periculosidade dos impactos dos REE no meio ambiente, o trabalho aqui apresentado tem como objetivo fornecer uma estimativa sobre a produção REE, na ilha de Fernando de Noronha. A estimativa de produção de REE foi realizada por meio do método de aproximação de Robinson (2009), considerando a geração de cinco tipos de REE, precisamente, televisão, máquina de lavar, geladeira, celular e computador. Paralelamente, foram realizadas associações entre a geração de REE e as características socioeconômicas dos grupos entrevistados. De forma geral, os resultados mostraram que os equipamentos eletroeletrônicos mais presentes nas residências foram geladeira, aparelho celular e televisor, sendo os últimos encontrados em mais de uma unidade por residência. As famílias de maiores renda e escolaridade possuem equipamentos eletroeletrônicos mais caros e sofisticados. A estimativa realizada mostrou uma produção anual de REE de 13.843 toneladas. A partir de um diagnóstico mais realista sobre a produção de REE no arquipélago, a Administração da ilha poderá elaborar e implementar um programa para coleta e armazenamento, à luz das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos em vigor, considerando a redução na fonte, o reaproveitamento, a reciclagem, possíveis tratamentos e o destino final, sendo essa cadeia perpassada pela logística reversa.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos eletroeletrônicos. Caracterização. Ilha de Fernando de Noronha.



## ABSTRACT

The growing technological advancement and the production and consumption on a large range of new and increasingly modern electronic appliances alerts us to a challenge of modern society: the proper allocation of the huge amount of e-waste produced annually around the world. Besides the large quantity produced, Waste Electrical and Electronic are potential sources of environmental contaminants. In the manufacture of electrical and electronic equipment is one of the largest metal uses considered harmful to human health. Considering the little information on the quantitative discarded this specific type of waste in Brazil, poor implementation of existing environmental legislation, in addition to the hazard potential of the impacts of e-waste in the environment, the work presented here aims to provide an estimate on e-waste production, in Fernando de Noronha. The REE production estimate was performed using the approximation method of Robinson (2009), considering the generation of five types of REE, precisely, television, washing machine, refrigerator, phone and computer. At the same time, associations were made between the generation of e-waste and socioeconomic characteristics of those surveyed groups. Overall, the results showed that the electronic equipment more present in homes were refrigerator, mobile phone and TV, the last found in more than one unit per household. The families of higher income and education have electronic equipment more expensive and sophisticated. The estimate performed showed an annual output of 13,843 tons of e-waste. From a more realistic diagnosis of the waste production in the area, management of the island may prepare and implement a program to collect and store, in the light of the guidelines of the National Policy on Solid Waste in force, considering the reduction in supply, reuse, recycling, possible treatments and the final destination, and this permeated by the reverse logistics chain.

**Keywords:** Eletronic Solid waste. Description. Fernando de Noronha Island.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AAP - Academia Americana de Pediatria  
ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial  
ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica  
ABNT - Associação Brasileira de Normas e Técnica  
ADEFN - Administração Estadual de Fernando de Noronha  
ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações  
APA - Área de Proteção Ambiental  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente  
CUT - Central Única dos Trabalhadores  
ECS - Estudo de Capacidade de Suporte  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
LPNMA - Lei da Política Nacional do Meio Ambiente  
MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
NBR - Norma Brasileira  
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio  
ONG - Organização Não Governamental  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PEE - Produtos Eletroeletrônicos  
PIB - Produto Interno Bruto  
PIM-PF - Pesquisa Industrial Mensal Pessoa Física  
PND - Plano Nacional de Desenvolvimento  
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos  
REE - Resíduos Eletroeletrônicos  
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos  
SEE - Secretaria Estadual de Educação  
SGR - Sistema de Gestão de Resíduos  
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente  
UC - Unidade de Conservação

UNEP - Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas

UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Domicílios particulares permanentes, total e respectiva variação percentual, segundo a existência de alguns bens duráveis - Brasil - 2009/2011..... | 22 |
| Figura 2. Evolução da participação do setor eletroeletrônico no PIB (em %) .....  | 24 |
| Figura 3. Evolução do índice médio de produção físico anual de 2002 a 2011 .....  | 25 |
| Figura 4. Fluxo de produtos na cadeia de distribuição. ....   | 31 |
| Figura 5. Canal de distribuição reverso. ....   | 32 |
| Figura 6. Bairros selecionados na pesquisa amostral .....   | 47 |
| Figura 7. Localização da ilha de Fernando de Noronha .....  | 49 |
| Figura 8. Imagem aérea do arquipélago de Fernando de Noronha. ....  | 50 |
| Figura 9. Entrada da usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos.....   | 64 |
| Figura 10. Armazenamento de resíduos na Usina. ....   | 65 |
| Figura 11. (A) e (B) Acondicionamento de REE, materiais de composição perigosa, dispostos no solo. Tanque de recebimento de resíduos .....                    | 65 |
| Figura 12. (A) e (B) Acondicionamento de REE, materiais de composição perigosa, dispostos no solo. ....   | 66 |
| Figura 13. (A) e (B) Separação de Ar condicionados e monitores fora de uso. ....  | 67 |

## **LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1. Metais e seus efeitos na saúde humana. .... | 27 |
| Quadro 2. Resumo das principais legislações. ....     | 34 |
| Quadro 3. Evolução Populacional .....                 | 51 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Evolução do faturamento no setor eletrônico no Brasil. ....                                    | 24 |
| Tabela 2. Percentual da população avaliada na amostra por grau de instrução em Fernando de Noronha ..... | 52 |
| Tabela 3. Relação entre renda e grau de instrução das famílias entrevistadas .....                       | 52 |
| Tabela 4. Produtos eletroeletrônicos encontrados na pesquisa.....  | 53 |
| Tabela 5. Frequência de produtos eletroeletrônicos por faixa de renda .....                              | 56 |
| Tabela 6. Número de produtos eletroeletrônicos por família por faixa de renda .....                      | 56 |
| Tabela 7. Frequência de produtos eletroeletrônicos por grau de instrução .....                           | 56 |
| Tabela 8. Número de produtos eletroeletrônicos por família por grau de instrução .....                   | 57 |
| Tabela 9. Massa e vida útil de produtos eletroeletrônicos .....  | 58 |
| Tabela 10. Dados adotados para estimativa da geração de REE .....  | 59 |
| Tabela 11. Estimativa de produção anual de e-waste em Fernando de Noronha .....                          | 60 |
| Tabela 12. Coleta de resíduos eletroeletrônicos .....  | 61 |
| Tabela 13. Método de destinação de REE .....   | 62 |
| Tabela 14. Descarte do lixo eletrônico .....   | 62 |
| Tabela 15. Educação ambiental .....  | 63 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....  | 14 |
| 1.1 Introdução .....   | 14 |
| 1.2 Objetivos .....  | 16 |
| 1.2.1 <b>Objetivo Geral</b> .....  | 16 |
| 1.2.2 <b>Objetivos Específicos</b> .....   | 16 |
| CAPÍTULO 2 – A GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS.....  | 17 |
| 2.1 Os resíduos eletroeletrônicos (REE) .....  | 18 |
| 2.2 A indústria de eletroeletrônicos no Brasil .....   | 23 |
| 2.3 Contaminantes associados aos REEs e impactos no meio ambiente .....                                    | 25 |
| 2.4 A logística reversa e o destino de resíduos eletroeletrônicos.....                                     | 28 |
| CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E AMBIENTES INSULARES: A<br>NECESSIDADE DA GESTÃO AMBIENTAL..... | 35 |
| 3.1 O turismo e a gestão ambiental em áreas protegidas .....   | 35 |
| 3.2 Gestão ambiental em ilhas .....  | 38 |
| CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.....  | 45 |
| 4.1 Procedimentos metodológicos .....  | 45 |
| 4.2 Levantamento de dados em campo .....   | 46 |
| 4.3 Análise dos resultados levantados no questionário .....  | 47 |
| CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE REE.....   | 49 |
| 5.1. A ilha de Fernando de Noronha .....   | 49 |
| 5.2. Características da amostra de entrevistados .....   | 51 |
| 5.3. Estimativa de geração de REE. ....  | 58 |
| 5.4. Percepção Ambiental e gestão dos REE na ilha de Fernando de Noronha .....                             | 61 |
| CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES .....  | 68 |
| REFERÊNCIAS .....  | 70 |

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

### 1.1 Introdução

A revolução digital, iniciada nos anos 70, levou à digitalização de produtos elétricos tradicionais e significativa proliferação de equipamentos eletrônicos. Atualmente, os resíduos eletroeletrônicos (REE), também conhecidos como "e-waste", têm um dos fluxos de crescimento mais rápidos no mundo, tanto em termos de quantidade quanto de toxicidade (HE et al., 2009).

Os REE compreendem desde computadores, aparelhos de fax, telefones celulares, *video games*, copiadoras, rádios, televisores, etc., como também aqueles que, normalmente, não são considerados como tal, como, por exemplo, ar-condicionados/aquecedores, máquinas de lavar louças e roupas, geladeiras, telefones, microondas, dentre outros. Nesta gama de produtos, aqueles de informática e os telefones celulares são os artigos de maior rapidez de substituição, com vida útil típica de 3 anos (BETTS, 2008) e 2 anos (COBBING, 2008), respectivamente.

Além do grande quantitativo produzido, os REE são potenciais fontes de contaminantes ambientais. Na confecção de equipamentos eletroeletrônicos está um dos maiores usos de metais, portanto, os REE contêm vários metais preciosos e outros mais comuns (OGUCHI *et al.*, 2012). A composição química dos REE, em sua maioria, é composta por uma mistura de metais, particularmente Cobre, alumínio e ferro, ligados, cobertos ou misturados a vários tipos de plásticos e cerâmicas (HOFFMANN, 1992, *apud* ROBINSON, 2009).

O desenvolvimento da tecnologia e a praticidade agregada a vida da população é um dos motivos que justifica crescimento contínuo da produção e comércio de produtos eletroeletrônicos em diversas partes do planeta. A ilha de Fernando de Noronha não está fora do contexto mundial de crescimento da utilização de equipamentos eletrônicos, uma vez que sua principal atividade econômica é o turismo, com média mensal de 5.917 visitantes (ADEFN, 2006), sendo sua população de, aproximadamente, 2.630 habitantes (IBGE, 2010). Tal contingente demográfico, em ambiente insular, aponta para uma necessidade de adequação da infraestrutura de serviços básicos, como energia, saneamento, abastecimento de água, aliada a uma ação ambiental educativa permanente para a população e turistas, que conduza à sustentabilidade local. De forma geral, apesar de o turista não gerar, diretamente,



REE, indiretamente, diversos são os investimentos da população e de prestadores de serviços, na compra de produtos eletroeletrônicos, a fim de se adequar à atividade turística. Ademais, o Arquipélago de Fernando de Noronha ainda possui uma significativa importância para conservação da biodiversidade costeira e marinha, cuja necessidade de preservação levou a criação de quatro Unidades de Conservação neste território, além do reconhecimento pela UNESCO, através da concessão da chancela de Patrimônio Natural da Humanidade, em 2001 (SNE, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída por meio da Lei 12305/2010, obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Entretanto, para que este dispositivo legal tenha efeito, é necessário que se tenham estimativas acuradas sobre a quantidade e tipologia dos REE, para que se possa construir infraestrutura adequada à coleta, reaproveitamento e reciclagem. A disponibilidade deste tipo de dado ainda é bastante limitada tanto no Brasil, quanto no resto do mundo, evidenciando a importância da realização de estudos desta natureza. A estimativa da produção de REE será realizada com base na trajetória de consumo de produtos eletroeletrônicos, observada na ilha principal, do arquipélago de Fernando de Noronha.

Portanto, esta pesquisa objetiva contribuir para preenchimento deste vazio de informações precisas, sobre a quantidade e tipologia dos REE, utilizando como campo experimental a ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha, local de intenso fluxo turístico e de importância na conservação da biodiversidade marinha. A partir do conhecimento dos REE produzidos na ilha, a pesquisa também poderá subsidiar a construção de um plano de gestão integrada para esses materiais, considerando a legislação ambiental vigente e as práticas de educação ambiental.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a geração de REE, na ilha principal de Fernando de Noronha, considerando aspectos relacionados aos hábitos de consumo e gestão de resíduos descartados.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Diagnosticar os hábitos de consumo de produtos eletroeletrônicos dos moradores, a fim de subsidiar a estimativa de geração de resíduos eletroeletrônicos;
- ✓ Estimar a geração de cinco tipos de REE, especificamente, televisão, máquina de lavar roupas, geladeira, celular e computador que são os equipamentos eletroeletrônicos mais presentes nas residências brasileiras;
- ✓ Identificar associações entre a geração de REE com as características socioeconômicas dos grupos entrevistados.

## **CAPÍTULO 2 – A GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS**

O modo de vida da atual sociedade capitalista é marcado pelo uso de novas tecnologias produtivas e modificação no perfil do consumidor, mergulhado numa perspectiva consumista a partir do fetichismo pela mercadoria, baseado na aceleração do ritmo da inovação dos produtos, especialmente os eletrônicos, o que tem alterado sensivelmente as relações entre o homem, a sociedade e a natureza.

Os grandes desafios postos pela chamada "sociedade da informação e do risco" consistem na busca pela chamada de soluções para os efeitos nocivos da globalização. Para isso, é importante reconhecer o risco ambiental como elemento, ainda que indesejável, do processo produtivo, reconhecendo suas mazelas a partir do modelo social atual, reflexo do sistema capitalista de produção.

Após a Revolução Industrial, a exploração do planeta começou a avançar em proporções nunca vistas antes, resultando na expansão de um sistema em escala global direcionado para o crescimento econômico ilimitado que se choca com a capacidade do planeta fornecer recursos naturais e absolver os resíduos resultantes do processo de produção e de consumo (COSTA, 2011).

O crescimento econômico do pós-guerra se apoiou num sistema de produção e consumo e numa matriz tecnológica intensivos no uso de recursos naturais - matéria-prima e energia -, tidos como inesgotáveis. Com base nesse pressuposto, o modelo de desenvolvimento posto em prática obedeceu a uma teoria econômica que não contabilizava os impactos no meio ambiente gerados pela produção de mercadorias (SACHS, 2002). Os computadores, celulares, automóveis, etc., "adquirem" vida própria: as pessoas têm com eles uma relação que lhes causa gratificação e também prestígio. Na relação fetichista-alienada, as mercadorias de valor de uso, são fontes de prazer, objetos de desejo. Escravizam os homens, que de tudo fazem para possuí-las, beneficiando o sistema capitalista duplamente (apropriação de mais-valia e lucro na venda), o que Marx (2006) denomina exploração secundária.

O fetichismo pela mercadoria ocorre porque a beleza e a sofisticação dos produtos agradam aos consumidores. As mercadorias são belas e excitam no observador o desejo de

posse, motivando-as à compra, bem característico dos REE têm como particularidade a rápida obsolescência, seja ela programada ou funcional, o que significa que têm intensa contribuição no fluxo de resíduos gerados pela população.

Os produtos hoje são fabricados para durar um determinado período de tempo e, após esse tempo, a sua substituição é quase que obrigatória, uma vez que suas peças de reposição já saíram de linha, o que torna anti-econômico para o consumidor o seu conserto. Esse fenômeno, conhecido como obsolescência programada, é o maior responsável pelo acúmulo de resíduos, principalmente de artigos eletro-eletrônicos e de informática, tendo sido esse ramo industrial já objeto de legislação ambiental de resíduos sólidos específica, em muitos países desenvolvidos. (SANTOS, 2007)

## **2.1 Os resíduos eletroeletrônicos (REE)**

Da atividade humana, seja ela de qualquer natureza, resultaram sempre materiais diversos. O constante crescimento das populações urbanas, a forte industrialização, a melhoria no poder aquisitivo dos povos de uma forma geral, vem instrumentalizando a acelerada geração de grandes volumes de resíduos sólidos (BIDONE, 1999).

Os resíduos sólidos podem ser classificados, de acordo com a NBR 10.004 da ABNT, segundo o nível de segurança em perigosos e não-perigosos.

✓ Resíduos Classe I – Perigosos, aqueles que apresentam periculosidade ou alguma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

✓ Resíduos Classe II – Não perigosos. Esta classificação ainda é subdividida em mais duas:

▪ Classe IIA – Não inertes, aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I e nem Classe IIB. São resíduos não inertes, tal como os resíduos de Classe II-B os resíduos de Classe II-A podem ser dispostos em aterros, entretanto, devem ser observados os componentes destes resíduos (matérias orgânicas, papéis, vidros e metais), a fim de que seja avaliado o potencial de reciclagem.

▪ Classe IIB – Inertes. Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A classificação dos resíduos acordo com a NBR 10.004/2004 da ABNT permite estabelecer orientação para tratamento e destinação final de cada tipo específico de resíduo. A produção de resíduos sólidos tornou-se um grande problema no mundo, com reflexos que extrapolam a área ambiental, haja vista que a ausência de sustentabilidade do ciclo linear de produção, consumo e descarte de materiais, além de esgotar as reservas naturais, tem transformado o planeta em um largo depósito de lixo, causando a degradação do meio ambiente e afetando a saúde da população. (COSTA, 2011).

Com o avanço tecnológico e a mudança no perfil de consumo de população em suas diversas faixas etárias, tem-se observado fluxo de crescimento dos REEs, também conhecidos como *e-waste* devido, principalmente, à grande produção e consumo de equipamentos eletroeletrônicos.

Os REEs, dentre os resíduos sólidos, são os que apresentam maior fluxo de crescimento, mas a sua gestão é uma preocupação significativa de saúde ambiental, em função do seu volume e periculosidade, por serem constituídos de um grande número de elementos e compostos químicos que necessitam de condições de tratamento e disposição final específicos.

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI, os equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas:

- ✓ Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- ✓ Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;

- ✓ Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;
- ✓ Linha Verde: computadores *desktop* e *laptops*, acessórios de informática, tablets e telefones celulares.

Portanto, são produtos de consumo direto e permanente, de utilização intensa em todos os setores da atividade humana. Para Rodrigues (2012), as duas principais origens de geração de REE são as institucionais e as domésticas. A origem institucional compreende instituições públicas e privadas, incluindo empresas em diversas áreas, enquanto que o fluxo domiciliar compreende aos REE gerados nas residências. O dimensionamento e a caracterização desses dois fluxos, a partir de dados confiáveis são importantes para fundamentar o estabelecimento das diretrizes para a gestão.

Os REE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e outros. Estes materiais estão frequentemente dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para finalidades diversas como proteção contra corrosão ou retardamento de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento diferenciado. Deste modo, sua separação para processamento e eventual reciclagem tem uma complexidade, um custo e um impacto muito maiores do que aqueles exemplos mais conhecidos de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros (ABDI, 2013).

Ao fim de sua vida útil, os REEs passam a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Idealmente, só chegam a esse ponto uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso. Alguns deles, notadamente os equipamentos de telecomunicações, têm um ciclo de obsolescência mais curto. Em outras palavras, devido à introdução de novas tecnologias ou à indisponibilidade de peças de reposição, eles são substituídos e, portanto, descartados mais rapidamente. (ABDI, 2013).

Estima-se que 20-50.000.000 toneladas de lixo eletrônico são produzidas anualmente em todo o mundo; Estados Unidos, Europa Ocidental, China, Japão e Austrália são os

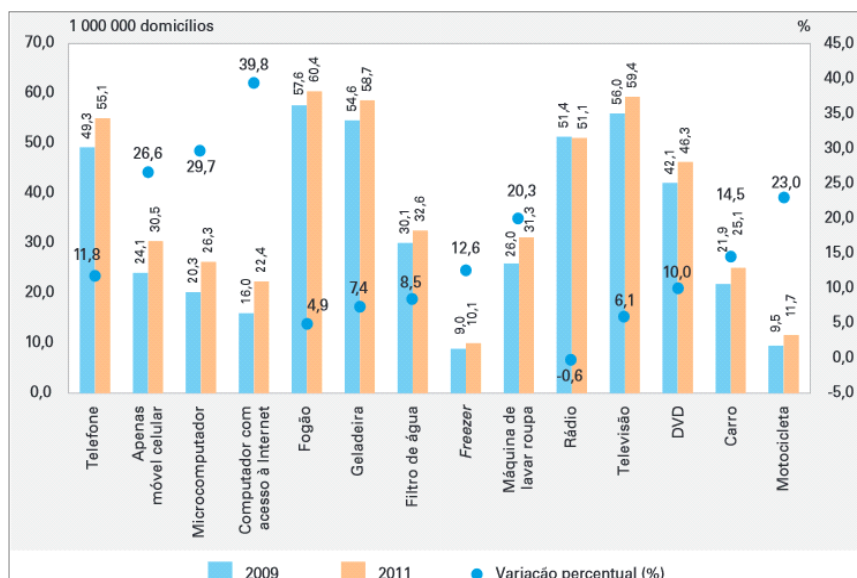
principais produtores [Cobbing 2008; Davis e Herat 2010; Robinson 2009; Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP), 2009].

O Brasil é um dos líderes, entre os países emergentes, na geração de lixo eletrônico por habitante, conforme aponta o *Recycling – From e-wastetoresources* (Reciclando – Do lixo eletrônico aos recursos), relatório produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. No ano de 2013, de acordo com estudos das Nações Unidas, aproximadamente 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico foram produzidas no mundo. No Brasil, a marca de descarte do chamado e-lixo gira em torno de 1,3 milhão de toneladas. A produção desse tipo de lixo não para de crescer. O primeiro mapa global de e-lixo, lançado por iniciativa de uma aliança entre a ONU e empresas, governos e ONGs de todo o mundo, mapeou a quantidade de resíduos eletrônicos produzida em cada país e concluiu que a geração de e-lixo quase alcançou a marca de 49 milhões de toneladas em 2012, o que representa 7 kg por habitante. Se continuar nesse ritmo, o planeta terá que suportar 65,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico em 2017. Segundo o *E-waste World Map*, os EUA foram os que mais geraram resíduos eletrônicos no ano passado: foram 9,4 milhões de toneladas, o que representa 29,8 kg por habitante - seis vezes mais do que a China, que aparece na segunda posição do ranking. Na América Latina, o Brasil aparece em posição de destaque, responsável pela produção de 1,4 milhão de toneladas de e-lixo - o equivalente a média global de 7 kg por habitante - e só perdeu para o México, que gerou 9 kg por pessoa. (UNEP, 2009)

O descarte de celulares soma, atualmente, 2,2 mil toneladas por ano no Brasil. A previsão (do ministério do Meio Ambiente e *Recycling – From e-wastetoresources*) era que este número chegue a 7,5 mil toneladas em 2013. Um único aparelho celular contém cerca de 250 mg de prata, 24 mg de ouro e 9 g de cobre, além de outros metais. Até 80% de um celular pode ser reciclado. O avanço da tecnologia e a rápida obsolescência dos equipamentos eletrônicos constituem principal vertente para a elevação da quantidade de lixo eletrônico. O tempo médio, por exemplo, de uso de um aparelho celular no Brasil é inferior a dois anos.

O percentual de posse desse aparelho cresceu mais na Região Nordeste (de 48,3% para 61,6%) e na Região Norte (de 51,2% para 63,6%), respectivamente, 13,3 e 12,4 pontos percentuais de 2009 para 2011. A menor expansão nesse tipo de comparação foi observada na Região Centro-Oeste, de 51,7% para 57,4% (Figura 1).

Figura 1 - Domicílios particulares permanentes, total e respectiva variação percentual, segundo a existência de alguns bens duráveis - Brasil - 2009/2011



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2009/2011.

Observa-se nos resultados obtidos a partir da pesquisa nacional por amostra de domicílios nos anos de 2009 a 2011, as maiores variações percentuais positivas na presença de equipamentos eletrônicos nas residências brasileiras no computador com acesso à internet (39,8%), telefone celular - como único equipamento para realizar ligações telefônicas na residência, sem fixo - (26,6%), máquina de lavar roupa (20,3%). Destaque negativo nos anos pesquisados para a presença do rádio nos domicílios brasileiros, sofrendo recuo de 0,6%.

O Brasil registra 120 milhões de equipamentos eletroeletrônicos adquiridos anualmente. De acordo com estimativas do Ministério do Meio Ambiente, há, pelo menos, 500 milhões de aparelhos sem uso nas residências brasileiras. No país são descartados, por ano, cerca de 100 mil toneladas de computadores, 17 mil toneladas de impressoras, 140 mil toneladas de aparelhos de TV e 2,2 mil toneladas de celular. Essa quantidade de lixo eletrônico somada encheria cerca de 20 mil caminhões de lixo. (UNEP, 2009).



## 2.2 A indústria de eletroeletrônicos no Brasil

O setor eletroeletrônico brasileiro é um aglomerado de atividades econômicas que possui itens com finalidades distintas, passando de componentes, automação industrial, bens de consumo chegando até equipamento médicos.

De acordo com o estudo elaborado pela Central Única dos Trabalhadores – CUT (2012), até a primeira metade da década de 70, o Brasil não dispunha, em rigor, do conjunto de indústrias que viria, mais tarde, a ser conhecido como “complexo eletrônico”. As empresas existentes eram predominantemente multinacionais, produtoras de bens de consumo em que o processo de produção se reduzia a montagem de componentes importados. Mesmo com a instituição da Zona Franca de Manaus, em 1967, não foi suficiente para reverter a característica do período.

Porém, foi a partir do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), que o Setor eletroeletrônico sofreu interferência de política industrial que possibilitou, através de reserva de mercado, o aparecimento de empresas nos segmentos de informática, componentes eletrônicos e equipamentos de telecomunicações. E assim perduraram durante todos os anos 80 com suas limitações tecnológicas e particularidades aproveitando da reserva de mercado imposta pelo modelo de restrição a entrada de importações no Brasil. Esse cenário chegou ao fim com a aceleração do processo de abertura comercial dos anos 90. Praticamente todos os setores foram afetados pelo aumento das importações, provavelmente o setor mais afetado foi o setor eletroeletrônico. A abertura comercial e o atual estágio da globalização podem ser indicados como motivadores da característica recente do setor eletroeletrônico brasileiro.

A partir dos dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE, 2012), observa-se a evolução do faturamento no setor eletrônico. De acordo com a Tabela 1, é observado que o crescimento econômico brasileiro verificado no período em destaque, evidencia crescimento em todos os anos listados, exceto 2002 (transição de governo) e 2009, coma crise econômica mundial. Ainda conforme os dados da Tabela 1, é observado que entre 2002 e 2011 o setor eletroeletrônico acumulou crescimento de 145% e crescimento médio anual de 11,51%.

Tabela 1 - Evolução do faturamento no setor eletrônico no Brasil

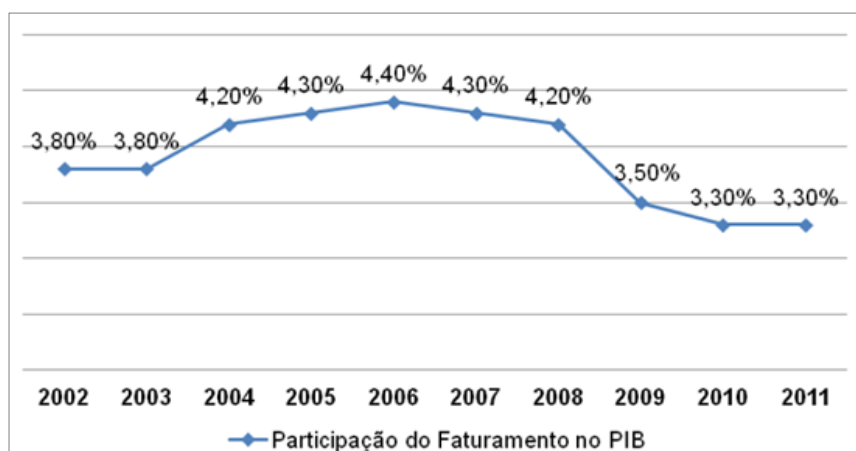
| ANO  | FATURAMENTO<br>(R\$ Bilhões) | VARIACÃO |
|------|------------------------------|----------|
| 2002 | 56,4                         | -3,09%   |
| 2003 | 63,9                         | 13,30%   |
| 2004 | 81,6                         | 27,70%   |
| 2005 | 92,8                         | 13,73%   |
| 2006 | 104,1                        | 12,18%   |
| 2007 | 111,7                        | 7,30%    |
| 2008 | 123,1                        | 10,21%   |
| 2009 | 111,8                        | -9,18%   |
| 2010 | 124,4                        | 11,27%   |
| 2011 | 138,1                        | 11,01%   |

Fonte: ABINEE, 2012.

O aumento na produção e consumo de equipamentos eletrônicos se apresenta na tabela o crescente faturamento (em bilhões) de 2002 a 2011, ocorrendo algumas variações em períodos de instabilidade econômica.

A Figura 2 ilustra uma dinâmica positiva de crescimento entre o ano de 2003 e 2008. Nesse período a participação do setor no PIB passou de 3,8% para 4,4%; a segunda dinâmica é negativa. Em 2009, ainda por reflexos da crise econômica mundial, houve interrupção da sequência positiva. Que retomou o ritmo no ano subsequente.

Figura 2 - Evolução da Participação do Setor Eletroeletrônico no PIB (em %)

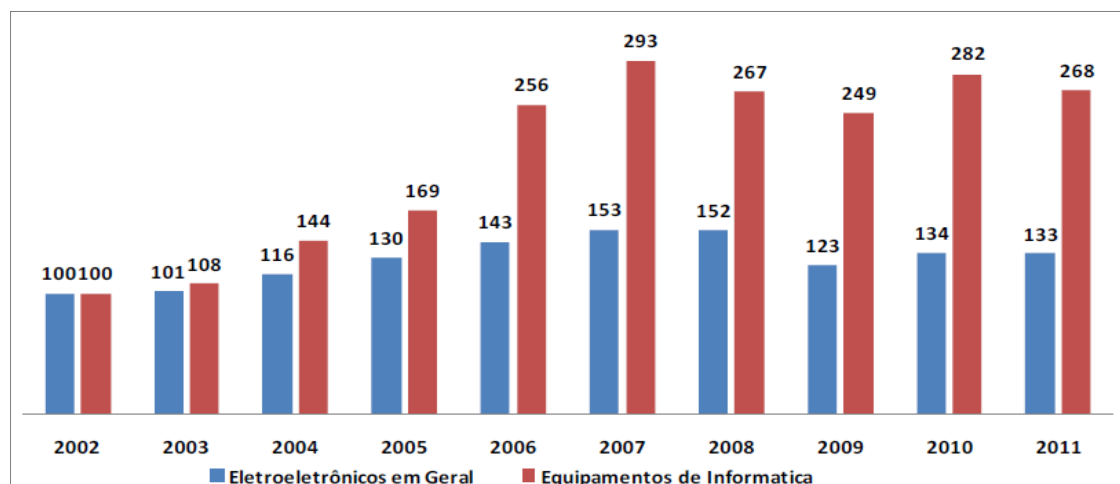


Fonte: ABINEE, 2012.

Os equipamentos de informática se fazem cada vez mais presentes nos domicílios brasileiros. A produção dos equipamentos de informática apresentou maior impacto no PIB considerando o período entre 2005 e 2007. Pode-se explicar o a expansão na produção desta linha de eletrônico com a lei da Informática; dólar desvalorizado (maioria dos insumos são importados); condições de compra facilitadas; aumento do poder de compra da classe C, entre outros.

A pesquisa industrial mensal pessoa física (PIM-PF) realizou um comparativo (Figura 3) na produção anual de equipamentos eletrônicos destacando os de informática em relação aos demais tipos.

Figura 3 - Evolução do índice médio de produção físico anual de 2002 a 2011.



Fonte: ABDI, 2012

Os equipamentos de informática se destacaram como um dos principais propulsores na produção de equipamentos eletrônicos, especialmente a partir de 2006. Segundo o IBGE, a fabricação e consumo deste tipo específico de equipamento vem superando as demais tipologias com boa margem de folga no quantitativo total.

### 2.3 Contaminantes associados aos REEs e impactos no meio ambiente

De acordo com estudo realizado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), algumas características próprias dos REE justificam a exigência de processos específicos de gerenciamento. Alguns dos materiais encontrados neles são metais pesados como alumínio, arsênio, cádmio, bário, cobre, chumbo, mercúrio, cromo, entre outros

(SILVA; MARTINS e OLIVEIRA, 2007). Todos esses elementos são potencialmente tóxicos e resultam em dois tipos de riscos:

✓ Contaminação das pessoas que manipulam os REE: tanto o consumidor que mantém e utiliza em casa equipamentos antigos, quanto aquelas pessoas envolvidas com a coleta, triagem, descaracterização e reciclagem dos equipamentos estão potencialmente expostas ao risco de contaminação por metais pesados ou outros elementos. Os efeitos no organismo podem ser graves (Quadro 1). Para reduzir o risco de contaminação, toda a manipulação e processamento devem ser realizados com os devidos equipamentos de proteção pessoal.

✓ Contaminação do meio ambiente: os REE não devem em nenhuma hipótese ser depositados diretamente na natureza ou junto a rejeitos orgânicos. Mesmo em aterros sanitários, o mero contato dos metais pesados com a água incorre em imediata contaminação do chorume, multiplicando o impacto decorrente de qualquer eventual vazamento. Penetrando no solo, esse material pode contaminar lençóis subterrâneos ou acumular-se em seres vivos, com consequências negativas para o ambiente como um todo. Todas as etapas da logística reversa devem levar em conta esses riscos e implementar formas de evitá-los.

O quadro a seguir apresenta alguns dos principais elementos encontrados na composição dos REE e os principais danos causados à saúde humana.

Quadro 1 - Metais e seus efeitos na saúde humana.

| ELEMENTO | PRINCIPAIS DANOS CAUSADOS À SAÚDE HUMANA   |
|----------|--|
| Alumínio | Alguns autores sugerem existir relação da contaminação crônica do alumínio como um dos fatores ambientais da ocorrência de mal de Alzheimer.   |
| Bário    | Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos, elevação da pressão arterial e efeitos no sistema nervoso central.  |
| Cádmio   | Acumula-se nos rins, fígado, pulmões, pâncreas, testículos e coração; possui meia-vida de 30 anos nos rins; em intoxicação crônica pode gerar descalcificação óssea, lesão renal, enfisema pulmonar, além de efeitos teratogênicos (deformação fetal) e carcinogênicos (câncer).   |
| Chumbo   | O mais tóxico dos elementos; acumula-se nos ossos, cabelos, unhas, cérebro, fígado e rins; em baixas concentrações causa dores de cabeça e anemia. Exerce ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado; constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares e hematológicas, podendo levar à morte.  |
| Cobre    | Intoxicações com lesões no fígado.   |
| Cromo    | Armazena-se nos pulmões, pele, músculos e tecido adiposo, pode provocar anemia, alterações hepáticas e renais, além de câncer do pulmão.   |
| Mercúrio | Atravessa facilmente as membranas celulares, sendo prontamente absorvido pelos pulmões. Possui propriedades de precipitação de proteínas (modifica as configurações das proteínas), sendo suficientemente grave para causar um colapso circulatório no paciente, levando à morte. É altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3g a 30g são fatais, apresentando efeito acumulativo e provocando lesões cerebrais, além de efeitos de envenenamento no sistema nervoso central e teratogênicos. |
| Níquel   | Carcinogênico (atua diretamente na mutação genética).  |
| Prata    | 10g na forma de Nitrato de Prata são letais ao homem.  |

Fonte: ABDI, 2013.

O maior risco da contaminação do solo por substâncias poluentes está no fato dessas substâncias poderem ser arrastadas pelas águas superficiais e subterrâneas até distâncias que se encontrem fora das áreas sob controle e monitoramento, gerando uma pluma de contaminação cuja remediação será custosa e demorada. Por essa razão o estudo da contaminação do solo e as soluções adotadas para evitá-la estão quase sempre relacionados com a contaminação das águas. A área de disposição ou confinamento de resíduos pode gerar ainda outros riscos associados com a contaminação do solo: odores, gases tóxicos, chorume, fauna nociva, além do quase inevitável impacto visual negativo (ATIYEL, 2001).

Wang *et al.* (2012) verificaram que 38,9% das crianças que viviam em uma área de reciclagem de REE apresentaram níveis de chumbo no sangue superiores a 10 µg/L, valor considerado como limite pela Organização Mundial de Saúde. O sistema nervoso

(neurocognição e comportamento) é o mais sensível à toxicidade por chumbo, com prejuízos irreversíveis e com possíveis e sérios danos permanentes (HE *et al.*, 2009).

Os dispositivos eletrônicos compreendem um grande número de elementos e compostos químicos. Um telefone celular pode conter mais de 40 elementos da tabela periódica (UNEP 2009). Os metais presentes nos REEs incluem aço (ferro), de cobre, alumínio, estanho, chumbo, níquel, prata, ouro, arsênio, cádmio, cromo, Hg, rutênio, selênio, vanádio, e zinco. A toxicidade destes produtos químicos no lixo eletrônico ainda não foi determinada. No entanto, alguns produtos químicos são conhecidos ou suspeitos de ter neurotoxicidade para o desenvolvimento.

Déficit de desenvolvimento neurológico é uma preocupação séria na exposição a tóxicos dos REEs, porque as crianças que vivem em comunidades de reciclagem de lixo eletrônico podem ter sido expostas a misturas tóxicas de alto nível, durante toda a sua vida. Bebês e crianças pequenas apresentaram relativamente menor peso corporal do que os adultos, mas sua carga de corpo tóxico foi maior, porque eles têm relativamente baixo peso corporal [Academia Americana de Pediatria (AAP) 2003].

## **2.4 A logística reversa e o destino de resíduos eletroeletrônicos**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010 por meio da Lei nº 12.305, disciplinou a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no país, sendo o sistema de logística reversa um dos seus principais destaques.

A logística reversa é definida na Política Nacional dos Resíduos Sólidos 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).

Os sistemas de logística reversa consistem na implementação de fluxos de produtos pós-consumo, a partir do ponto de consumo de volta para os fabricantes e fornecedores, em uma linha contrária aos fluxos diretos, que além de contribuir para a sustentabilidade, podem servir como fonte de vantagem competitiva (XAVIER e CORREA, 2013).

Nesse sentido, foi criado o Comitê Orientador para a Implementação de Sistemas de Logística Reversa, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e integrado também pelos Ministérios da Saúde, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Mdic), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Fazenda. Cinco grupos temáticos de discussão para o descarte de resíduos integram o referido comitê: remédios, embalagens, óleos e lubrificantes, lâmpadas e eletroeletrônicos. A cadeia produtiva de produtos e equipamentos eletroeletrônicos é composta por: Linha Marrom - televisor tubo/monitor, televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, produtos de áudio; Linha Verde - desktops, notebooks, impressoras, aparelhos celulares; Linha Branca - geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado; e Linha Azul – batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras.

Entre os novos conceitos, introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, estão a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a logística reversa e o acordo setorial.

A PNRS obriga os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Entretanto, para que este dispositivo legal tenha efeito, é necessário que se tenham estimativas acuradas sobre a quantidade e tipologia dos REE, para que se possa construir infraestrutura adequada à coleta, reaproveitamento e reciclagem.

Em relação aos EEE, no artigo 33 da PNRS, institui a obrigatoriedade da implantação de sistemas de logística reversa para fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de (BRASIL, 2010):

- 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;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A maioria dos dispositivos legais sobre bens de pós-venda e pós-consumo, usados no mundo, está direcionada principalmente aos fabricantes, exigindo-se destes a responsabilidade, por meio de programas como Extended Product Responsibility -EPR e Product Take Back - PTB, sobre produtos e embalagens. Todos os fabricantes são responsabilizados pela organização dos canais reversos após seu ciclo de vida útil. Entretanto, em muitos países não há legislação ou programas voltados para os consumidores finais. Além disso, muitos consumidores não tem a consciência de sua responsabilidade perante a sociedade e o meio ambiente.

Leite (2003) afirma que, quando as condições naturais não propiciam equilíbrio eficiente entre fluxos diretos e reversos, torna-se necessária a intervenção do poder público por meio de legislações governamentais que permitam a alteração de condições e melhores formas de retorno dos bens de pós-consumo e seus materiais constituintes, incluindo embalagens.

A regulação, controle e a efetividade do cumprimento das normas estabelecidas se apresente como um desafio ao gerenciamento dos resíduos sólidos e dos eletrônicos em especial. É de responsabilidade estatal, empresarial e, também, da sociedade civil a destinação correta do produto no seu estágio final na cadeia de produção. Seja com a reutilização, reciclagem ou a fim de gerar novas tecnologias para uso de energia.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. (BRASIL, 2010)

A necessidade da gestão do crescente quantitativo de resíduos produzidos trouxe relevância no tema logística reversa, que ganha espaço e força como ferramenta estratégica no contexto industrial e empresarial no Brasil e no mundo.

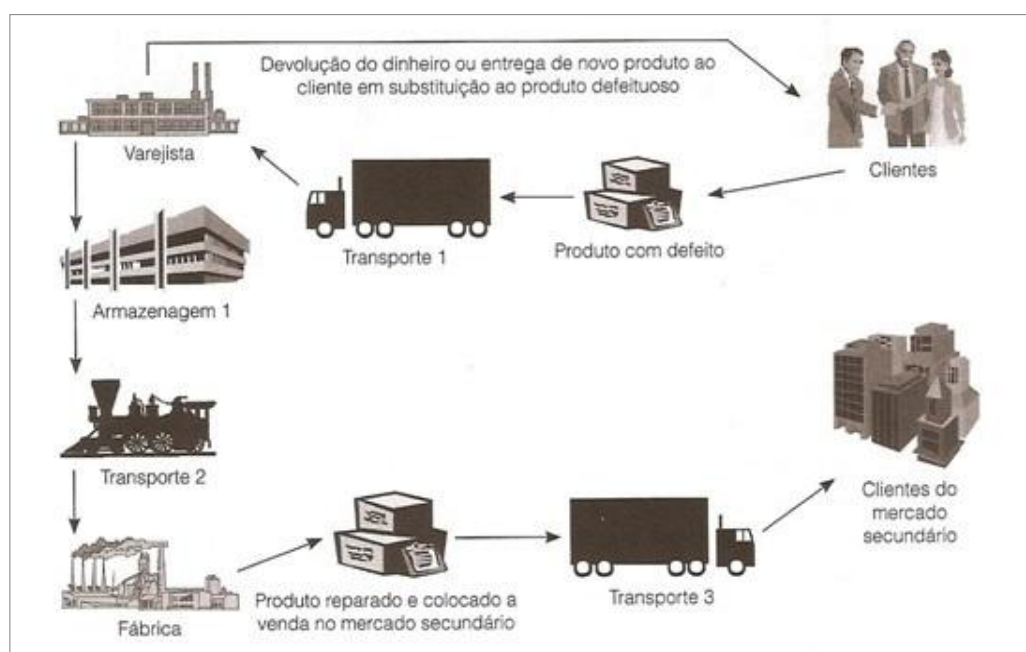




O avanço dos sistemas de produção, de informação e de tecnologia aliados à escassez de matéria-prima básica, bem como questões de ordem ecológica e ambiental possibilitou o surgimento de um novo perfil de consumidor, um consumidor mais consciente e exigente. Assim, agregou-se um novo fluxo de distribuição denominado canal de distribuição reverso (CDR), como se observa na Figura 5.

Esse fluxo é composto das atividades de fluxo direto, incluindo o retorno, o reuso, a reciclagem e a disposição segura de seus componentes e materiais constituintes após o fim de sua vida útil, ou, ainda, após apresentarem não conformidade, defeito, quebra ou inutilização. (Pereira *et al.*, 2010)

Figura 5 - Canal de distribuição reverso.



Fonte: Pereira, 2010.

Ainda de acordo com Pereira et al. (2010), Os CDRs, por sua vez, dividem-se em duas categorias:

✓ Canais de distribuição reverso de pós venda (CDR-PV): Constituem-se pelas diferentes modalidades de retorno de uma parcela de bens/produtos com pouca ou nenhuma utilização à sua origem, ou seja, têm seu fluxo inverso/reverso do comprador, consumidor, usuário final ao atacadista, varejista ou ao fabricante pelo simples fato de defeitos, não conformidades, erros de emissão de pedido.

✓ Canais de distribuição de pós consumo (CDR-PC): É constituído por diferentes modalidades de retorno ao ciclo de produção/geração de matéria-prima de uma parcela de bens/produtos ou de seus materiais constituintes após o fim de sua vida útil. O CDR-PC subdivide-se em: (a) Reúso; (b) Desmanche; (c) Reciclagem (Leite, 1996).

O conceito de logística reversa e sustentabilidade propõe um novo modelo de gestão de negócios, levando em consideração, os impactos ambientais e sociais, além das questões econômicas.

De acordo com Pereira et. al (2010) e Leite (2003), para a efetividade da logística reversa, faz-se necessária a cumplicidade entre poder público, empresas e a sociedade para, de um lado, elaborar mecanismos de regulamentação e controle e, de outro lado, haver o efetivo cumprimento das normas pactuadas. A revalorização legal de bens de pós-consumo acontecerá por meio de cumprimento dessas normas e regulamentos, posto que a responsabilidade sobre um produto não é finalizada quando se termina a venda, estende-se até a disposição segura e correta até seu destino final, reutilizando-o, reciclando-o, ou até mesmo gerando novas formas de energia ou utilização.

A eficácia da garantia do retorno dos produtos a cadeia produtiva tem sido realizada por meio de legislação (Quadro 2). Os países definem leis específicas para a reciclagem dos resíduos exigindo a responsabilidade socioambiental das empresas.

A União Européia foi pioneira e tornou-se referência na implantação de política específica para a gestão dos REEE. As discussões iniciaram-se em 1996, resultando na aprovação em 2003 de duas diretivas pelo Parlamento Europeu e Conselho da União Européia. O princípio orientador da Diretiva REEE e a Responsabilidade Estendida do Produtor, utilizado para incentivar a concepção e a produção de PEE sustentáveis. Na prática, os produtores têm que financiar as instalações de coleta dos resíduos e os custos com o tratamento e a eliminação dos REEE. (RODRIGUES, 2012)

Quadro 2. Resumo das principais legislações.

| <b>País/Bloco econômico</b> | <b>Legislação</b>  | <b>Foco</b>  |
|-----------------------------|--|--|
| Alemanha                    | Legislação sobre reciclagem (1991)<br>New approach standart (1992)     | Reciclagem de embalagens e produtos duráveis<br>Reutilização e reciclagem para embalagens.                             |
| Brasil                      | Programa brasileiro de reciclagem                                      | Política sobre resíduos sólidos  |
| Estados Unidos              | Leis estaduais<br>Legislações sobre coleta e disposição final          | Redução de resíduos sólidos e reciclagem.<br>Condições de coleta, aterros sanitários e coletas seletivas obrigatórias. |
|                             | Leis de conteúdo reciclado   | Incentivo ao uso de reciclados em produtos.  |
| Reino Unido                 | Legislação de reciclagem   | Legislação sobre índices de reciclagem de descartáveis.  |
| Japão                       | Lei da reciclagem de automóveis (1991 e 1997)                          | Transferência de responsabilidade de reciclagem de automóveis.   |
| Países escandinavos         | Lei sobre embalagens retornáveis<br>Lei sobre embalagens descartáveis. | Embalagens retornáveis de bebidas.<br>Proibição do uso de embalagens descartáveis em geral.                            |

Fonte: Leite (2003), Rogers & Tibben- Lembke (1998).

A logística reversa se apresenta como importante instrumento de gestão a fim de promover a eficácia no gerenciamento dos resíduos, sendo os agentes principais (Estado, empresas e sociedade civil), de forma compartilhada, responsáveis pela promoção do retorno dos resíduos por meio da logística reversa.

## **CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E AMBIENTES INSULARES: A NECESSIDADE DA GESTÃO AMBIENTAL**

### **3.1 O turismo e a gestão ambiental em áreas protegidas**

Fernando de Noronha é um dos destinos turísticos mais procurados por turistas brasileiros e também estrangeiros. O arquipélago é um dos principais atrativos no turismo do Estado de Pernambuco, que, apesar de apresentar alto nível de visitação, é caracterizado pela insuficiência de infraestrutura urbana compatível para atender a demanda de visitantes.

A geração e o gerenciamento dos resíduos sólidos se apresentam como um importante desafio da atividade turística sustentável, especialmente em destinos turísticos insulares, como é o caso de Fernando de Noronha, onde as fragilidades ambientais da localidade são mais complexas.

As fontes do lixo marinho podem ser definidas como terrestres ou marinhas. Impactos do lixo em ambientes marinhos e costeiros incluem danos à biota, prejuízos às atividades de pesca e a degradação de ambientes costeiros. No Brasil, a ocorrência de lixo marinho é relativamente bem documentada, mas quantidades, fontes e padrões espaciais e temporais do lixo marinho são desconhecidos para o setor norte do litoral do estado do Rio Grande do Sul (PORTZ, 2011).

As conturbadas relações entre o sistema de produção capitalista e a preservação do ambiente natural marcaram as últimas décadas. As atividades produtivas desenvolvidas no país proporcionaram, além de profundas transformações político-cultural, notáveis prejuízos sobre os bens naturais, ameaçando a diversidade da vida e levando muitas espécies à extinção. Sachs (2002) expõe que o que interessava preservar de fato era a acumulação de riquezas, baseado num sistema de produção que esgotaria os bens naturais e a crise ambiental anunciada.

De acordo com Rocha (2010), em muitas regiões do mundo, o turismo pode, em alguns casos, ser considerado inimigo do ambiente natural, contudo, o surgimento das Unidades de Conservação (UCs) possibilitou uma força benéfica, quando oferece motivação para sua

conservação e proteção. A implantação de UCs está relacionada a instigar ações efetivas como: incentivar o governo a proteger o ambiente natural; sensibilizar os turistas quanto às questões ambientais; manter viabilidade agrícola mediante o oferecimento de uma renda extra; e proporcionar novos usos para as construções antigas, valendo-se de atrações para os turistas (SWARBROOKE, 2000).

O turismo e o meio ambiente estão estreitamente interligados. Se o turismo continuar a crescer, é necessário buscar estratégias para melhorar a relação entre os dois, de modo a tornar essa atividade sustentável.

No Brasil, têm-se buscado estabelecer objetivos que, assegurem a proteção e a conservação da natureza, por meio de ações que visem manter a diversidade biológica e minimização da interferência humana para manutenção dos ecossistemas. Uma das principais estratégias é a criação de Unidades de Conservação, para preservação e conservação da biodiversidade e de outros bens naturais.

De acordo com Boo (1990) afirma que da relação natureza e oferta turística é preciso observar as suas fragilidades: os bens naturais não são estocáveis, embora sejam estáveis e consumidos, onde são produzidos e comercializados; são estáticos - não podem ser transportados em seu todo ou em partes significativas, sem que se altere o conjunto; são imóveis: os turistas são os que se deslocam para usufruí-los; a oferta é rígida e inadaptável: não possui flexibilidade suficiente para outra utilização, sem correr riscos de descaracterização; ela é dependente da concorrência de mercado e da vontade do cliente. O planejamento, tendo como base o turismo sustentável, deve envolver atividades de caráter multidisciplinar, que asseguram a preservação dos processos ecológicos, da qualidade de vida compatível com a cultura, os valores dos residentes e o desenvolvimento de maneira sustentável.

Neste sentido, a avaliação da qualidade de uma destinação turística baseia-se na originalidade de suas atrações ambientais e no bem-estar que proporcionam. Assim, é de suma importância o controle do crescimento quantitativo dos fluxos turísticos, devido à sensibilidade dos ecossistemas que ficam comprometidos quando se ultrapassam os limites de sua capacidade de carga.

A capacidade de carga segundo Boo (1990, p. 57), refere-se "[...] ao número máximo de visitantes (por dia/mês/ano) que uma área pode suportar, antes que ocorram alterações nos meios físico e social [...]". Esse fator deve estar no centro das preocupações dos responsáveis pelo turismo de uma determinada região. Isso dependerá do tipo e do tamanho da área, do solo, da topografia, dos hábitos da população, da vida selvagem e, ainda, do número e da capacidade dos equipamentos destinados a atender aos turistas.

O turismo, especialmente em áreas protegidas, pode ser uma ameaça para a proteção do ambiente. O turismo e a conservação podem se beneficiar mutuamente, sendo utilizado como uma ferramenta para compensar custos de melhoria de impactos ambientais. Segundo dados oficiais fornecidos pela Administração da Ilha de Fernando de Noronha, de abril a junho de 2014 foi registrado um aumento de 30,22% no movimento em Noronha em comparação ao mesmo período de 2013. Este ano 18.228 turistas estiveram na ilha enquanto 14.044 em 2013. A copa do mundo foi um dos fatores responsáveis pela ampliação do número de visitantes no arquipélago. O fluxo total de visitantes na ilha aumentou em torno de 500% de 1995 a 2005. Segundo o Estudo de Capacidade de Suporte (ECS) e Indicadores de Sustentabilidade da APA- FN, realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 2007, Fernando de Noronha recebe, de avião, uma média de 150 pessoas por dia, número que chega a 300 nos períodos de pico. Com o aumento no fluxo turístico na alta temporada, é importante ressaltar a importância no planejamento estratégico buscando conciliar o desenvolvimento com a preservação dos recursos mantendo a qualidade do meio ambiente do qual depende a população e melhorando a qualidade de vida da população, como também a qualidade da experiência do visitante.

As áreas de intensa atividade turística podem provocar diversos tipos de impactos ambientais - Especialmente em ambientes insulares – a partir do aumento na produção de resíduos sólidos e problemas com o recolhimento e destinação adequada. O arquipélago de Fernando de Noronha dispõe de 149 equipamentos de hospedagem, sendo 106 regulares e 43 informais (ADEFN & LIMA 2012).

A gestão de resíduos é parte, e uma das mais importantes da gestão ambiental e consiste na atividade de elaborar políticas e planos integrados com o objetivo de prevenir a geração, obter o máximo aproveitamento e reciclagem de materiais, reduzir ao máximo o volume e/ou periculosidade dos resíduos gerados e definir as melhores soluções para tratamento e

disposição. Um adequado Sistema de Gestão de Resíduos (SGR), para atender plenamente às diretrizes atuais de proteção ambiental e responsabilidade social, deve ter por objetivo, em ordem decrescente de prioridade, a eliminação, minimização, reuso ou reciclagem dos resíduos. Esse nível de qualidade, embora possa parecer utópico para muitos, é perfeitamente possível de ser alcançado desde que um SGR seja elaborado e implementado.

### **3.2 Gestão ambiental em ilhas**

Gestão ambiental é o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço com vistas a garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais - naturais, econômicos e sócio-culturais - às especificações do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordado/definidos (ALMEIDA, 2009).

De acordo com Almeida (2009), a gestão ambiental integra a política, o planejamento e o gerenciamento. A política ambiental - refere-se o conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente.

O planejamento ambiental - é o estudo prospectivo que visa à adequação do uso, controle e proteção do ambiente e às aspirações sociais e/ou governamentais expressas, formal ou informalmente, e uma Política Ambiental, através da coordenação, compatibilização articulação e implementação de projetos e intervenções estruturais e não estruturais.

Gerenciamento ambiental - consiste no conjunto de ações destinadas a regular o uso, controle, proteção e conservação do ambiente, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política Ambiental.

Nos países em desenvolvimento, o fracasso das políticas ambientais deve-se, em grande parte, à incapacidade de seus governos em fixar prioridades para os diversos problemas e intervenções. (ALMEIDA, 2009) Uma gestão eficaz dos resíduos através de estudos de composição dos resíduos sólidos urbanos -RSU- é importante por vários motivos, incluindo a necessidade de estimar material de potencial de valorização, para identificar as fontes de componente geração, para facilitar a concepção de processamento equipamento, para estimar física, química, térmica e propriedades dos resíduos e para manter a



conformidade com a legislação nacional e as diretivas europeias. a composição desperdício de gerado é extremamente variável, como consequência de sazonal, estilo de vida, demográfico, geográfico, e os impactos da legislação. Esta variabilidade torna definição e medindo a composição dos resíduos mais difícil e ao mesmo tempo mais essencial. (GIDARAKOS *et. al* 2005)

Estudos de caso observados por Gidarakos (2005) na ilha de Creta - um dos maiores destinos turísticos na Grécia – foi observada uma correlação entre condições demográficas e sócio-econômicas de uma região com os respectivos dados de composição de resíduos sólidos urbanos, evidenciando um aumento no quantitativo total de RSU observados na ilha, evidenciando a necessidade de uma estratégia especial de gestão de resíduos sólidos.

As principais atividades neste estudo são o turismo e cultura. Durante a " alta temporada " mês (meses com aumento do número de turistas), Não só são produzidas quantidades maiores de RSU, mas também composição dos RSU é, portanto, alterada. Quantidades significativas de materiais como latas de alumínio e garrafas de vidro (especialmente os não-recarregáveis) e papel e / ou materiais de embalagem plásticos são características representativas de atividades turísticas intensas e estufas operação na área. Este fenômeno duplo impacto (quantidade e qualidade) foi chamado de " efeito turismo. Esta relação é uma peculiaridade de regiões turísticas e, como resultado, as autoridades de resíduos sólidos tem que considerar isso em Integrada de Resíduos Sólidos Planejamento de Gestão.

Na ilha turística de Corfu, também na Grécia, um estudo realizado por Skordilis (2003), apresenta modelo de engenharia de um sistema para o planejamento estratégico de uma gestão integrada de resíduos sólidos a nível local e, mais especificamente, em uma ilha com o desenvolvimento turístico. O modelo foi desenvolvido para a ilha de Corfu, utiliza como base a análise do ciclo de vida dos produtos, tendo em conta critérios ambientais, financeiros, tecnológicos e sociais.

Os problemas derivados de resíduos sólidos têm um caráter único e complicado; eles não só são uma fonte potencial de poluição, mas eles podem ser usados como uma fonte secundária de matérias-primas. A seleção de prioridades no que respeita à gestão de resíduos sólidos tem impactos econômicos e ambientais diretos. (SKORDILIS, 2003)

O estudo na referida ilha evidencia o desafio do poder público em tentar encontrar soluções que satisfaçam tanto os critérios ambientais e econômicos. O estudo descreve um novo modelo para a concepção de uma gestão integrada de resíduos a nível local, que integra parâmetros políticos, sociais, ambientais, tecnológicos e financeiros.

No caso de Corfu, o projeto completo visa a gestão de resíduos sólidos duradoura dinâmico, comum e longo, de acordo com a legislação da Comunidade Europeia.

Em geral, a política de gestão de resíduos inclui quatro partes:

- (a) A prevenção da produção de resíduos.
- (b) A reciclagem e reutilização de materiais residuais úteis.
- (c) A eliminação controlada dos resíduos não recicláveis e.
- (d) A reabilitação dos aterros não autorizadas.

O estudo de caso do sistema integrado de gestão de resíduos em uma ilha turística, como Corfu, é um exemplo representativo da boa utilização de um modelo simplificado com as mais recentes ferramentas desenvolvidas de sistemas de gestão ambiental. A partir da metodologia utilizada, A implementação do modelo utilizado por Skordilis (2003), na ilha de Corfu demonstra que o método mais eficiente para a eliminação de resíduos em Corfu é a combinação do material de triagem na origem dos resíduos e produção de composto a partir da fração orgânica. Os resultados demonstraram que a combinação de recuperação de material na fonte, com a utilização da fração orgânica é a solução ideal para pequenas comunidades locais, fazendo do estudo o primeiro passo para uma sólida base de dados integrada dos resíduos da região de Creta. Assim como o caso citado, um sistema integrado de gestão de resíduos em uma ilha turística como Noronha evidencia a necessidade da gestão dos resíduos sólidos a fim de minimizar os impactos negativos causados ao ambiente.

### **3.3 Aspectos Normativos de gestão ambiental em ambientes insulares**

Observando-se o ponto de vista jurídico, há um escalonamento normativo, estando a Constituição no topo da pirâmide como fundamento de validação de todo ordenamento jurídico. Estabelecida a norma constitucional como premissa maior do sistema jurídico, verifica-se, no que tange à tutela do meio ambiente, ser esta proteção ampla após a carta de 1988, abrangendo o conceito de meio ambiente natural, artificial e cultural (COSTA, 2011) A norma constitucional protetiva do meio ambiente mais importante e abrangente, constituindo-

se fundamento de todo o sistema jurídico ambiental brasileiro, está preceituada no artigo 225 da Constituição Federal:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (BRASIL, 1988).

Dessa base constitucional, extrapola-se todo o sistema jurídico ambiental brasileiro, que tem, no âmbito federal, como principal norma a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (LPNMA). A LPNMA criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), integrado e nível nacional pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que, além de ser um órgão consultivo, recebe a importante função deliberativa, no plano federal, de estabelecer padrões e normas ambientais.

De acordo com a constituição do Brasil, são bens da União “as ilhas oceânicas e as costeiras, excluídas, destas, as que contenham a sede de Municípios, exceto aquelas áreas afetadas ao serviço público e a unidade ambiental federal e as referidas no art. 26, II; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46/2005), além de ter como competência privativa legislar sobre as águas do território brasileiro. O distrito de Fernando de Noronha instituído pela lei estadual nº 11.304, de 28 de dezembro de 1995, enquanto arquipélago, passou a incorporar patrimônio de propriedade do estado de Pernambuco de acordo com o decreto nº 21.235 de 02 de abril de 1932.

A Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha – Rocas - São Pedro e São Paulo foi criada pelo Decreto nº 92.755, de 05 de junho de 1986, abrangendo uma área de 79.706 ha, cobrindo o Arquipélago de Fernando de Noronha, Atol das Rocas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Por sua vez, o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, criado pelo Decreto nº 96.693, de 14 de setembro de 1988, ocupa 70% do Arquipélago de Fernando de Noronha, envolvendo uma área de aproximadamente 11.270 ha.

Segundo o estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente - (2002) -, a zona costeira do Brasil é uma unidade territorial que se estende, na sua porção terrestre, por mais de 8.500 km, abrangendo 17 estados e mais de quatrocentos municípios, distribuídos do Norte equatorial ao sul temperado do país. Inclui ainda a faixa marítima formada pelo mar territorial, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha da costa. Já a Zona Marinha tem

início na região costeira e compreende a plataforma continental marinha e a Zona Econômica Exclusiva – ZEE que, no caso brasileiro, alonga-se até 200 milhas da costa.” Isto significa que a APA de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo, formada por alguns dos corpos de terra mais distantes da linha do continente, com exceção das Ilhas de Trindade e Martin Vaz, encontra-se na Zona Marinha brasileira.

A Zona Marinha é conhecida por ser ambientalmente menos vulnerável que a Zona Costeira, por oferecer grandes resistências às intervenções antrópicas, representadas pelas grandes profundidades, correntes marítimas, tempestades e enormes distâncias em relação às áreas terrestres densamente ocupadas. Por estes motivos a atividade humana deve ser controlada, não só nas áreas continentais, como também nas Zonas Costeira e Marinha, tanto nas águas como nas ilhas oceânicas. Para tanto, há vários instrumentos respaldados por lei. Um deles é a criação de Unidades de Conservação, cujo instrumento mais importante, posteriormente a sua delimitação, é o Plano de Manejo, que ordena e disciplina o uso e ocupação do solo e protege a diversidade biológica, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes na área e em seu entorno, para as futuras gerações.

O sítio das Ilhas oceânicas brasileiras constitui a mais peculiar formação emersa do Atlântico Sul. As suas características geomorfológicas, biológicas, históricas e paisagísticas justificam a necessidade de sua preservação. Essas características, somadas à situação geográfica e ao clima tropical, marcam os ecossistemas terrestre e marinho das ilhas, com acentuado endemismo, particular fragilidade biológica e grande diversidade genética. Seis ilhas ou arquipélagos constituem o conjunto das Ilhas Oceânicas do Brasil: Ilha da Trindade, Ilhas Martin Vaz, Arquipélago dos Abrolhos, Arquipélago de Fernando de Noronha, Atol das Rocas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Todas elas, com exceção de Abrolhos, fazem parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. (ICMBIO, 2003)

O Arquipélago de Fernando de Noronha situa-se na região equatorial. É formado por 21 ilhas e rochedos, e tem área total de 26 km<sup>2</sup>. A ilha principal, com ocupação humana permanente, mede em torno de 11 km de comprimento e 3 km de largura, sendo que seu ponto culminante tem altitude de 323 m. O arquipélago de Fernando de Noronha foi inscrito pela UNESCO na lista do patrimônio natural mundial, em 16 de dezembro de 2001, sendo denominado “Ilha Atlântica Brasileira: Reserva de Fernando de Noronha”. É interessante

notar, também, que se trata de Unidades de Conservação do grupo de proteção integral, conforme artigo 8º da Lei nº 9.985 de 18/07/2000.

É importante salientar que o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha está sob a proteção de duas unidades de conservação – o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, sob a gerência do Governo Federal, e a Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha, sob a jurisdição do Governo do Estado de Pernambuco. O parque compreende aproximadamente 50% da ilha principal (de mesmo nome), demais ilhas secundárias (Rata, Selagineta, Cabeluda, São José, do Leão, entre outras) e a maior parte das águas adjacentes, até a profundidade de 50 m. (ICMBIO- 2011)

No que tange à legislação estadual que dispõe sobre as diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos no Estado de Pernambuco, aplicando-se, também, ao arquipélago de Fernando de Noronha, subordinado administrativamente ao referido estado, a partir da lei n.º 14.236 de dezembro de 2010, fica instituída a Política Estadual de Resíduos Sólidos que não traz, no texto da lei, aplicação especial para Fernando de Noronha. O texto da lei aponta como principais abordagens referentes a gestão dos resíduos sólidos: à criação e implantação de fóruns e conselhos municipais e regionais para garantir a participação da comunidade no processo de gestão integrada dos resíduos sólidos; incentivo à prática da logística reversa nos diversos setores produtivos; fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento para resíduos sólidos; além da priorização da educação ambiental, especialmente em relação ao descarte dos resíduos recicláveis pela coletividade.

O Decreto nº 18.673 de agosto de 1995, aprova o regulamento do distrito Estadual de Fernando de Noronha e em virtude de a Ilha possuir condições especiais relacionadas ao meio ambiente e sua preservação. O texto da lei traz, para fim de regulação, alguns tópicos referentes à gestão dos resíduos sólidos no arquipélago a partir da manutenção dos sistemas de prestação de serviços públicos integrados e compatíveis ao ecossistema do arquipélago, em especial no que se referir à limpeza pública e à disposição final dos resíduos sólidos. O texto da lei ressalta ainda, no seu art. 68 - A divisão de coleta, limpeza e tratamento de resíduos que deverá exercer as funções e atribuições de efetuar e separar o lixo orgânico e inorgânico coletado no Arquipélago, dando a devida destinação final, providenciando o retorno ao Continente do material reciclável, bens inservíveis e sucatas.

É importante ressaltar o modelo de gestão no Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, observando aspectos legais e a importância da preservação do arquipélago, inserido em área protegida, local de intenso fluxo turístico. Para isso, são consideradas importantes as mudanças nos padrões de uso da terra e na utilização dos recursos disponíveis do arquipélago, sendo importante um plano de manejo já que as áreas protegidas enfrentam contínuas ameaças e que a biodiversidade que se quer conservar é dinâmica. Sendo o turismo fator de significativa importância para a economia local.

Considerando os impactos negativos causados ao meio ambiente e à saúde pelo descarte inadequado de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e a necessidade de se disciplinar o gerenciamento e o descarte ambientalmente adequados de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, além dos impactos negativos causados ao meio ambiente e à saúde pelo descarte inadequado de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, a resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999 os fabricantes, os importadores, a rede autorizada de assistência técnica e os comerciantes de pilhas e baterias ficam obrigados a, no prazo de doze meses contados a partir da vigência desta resolução, implantar os mecanismos operacionais para a coleta, transporte e armazenamento. (BRASIL, 2008)

Os fabricantes e os importadores de pilhas e baterias ficam obrigados a implantar os sistemas de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final. A reutilização, reciclagem, tratamento ou a disposição final das pilhas e baterias abrangidas, realizadas diretamente pelo fabricante ou por terceiros, deverão ser processadas de forma tecnicamente segura e adequada, com vistas a evitar riscos à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente no que tange ao manuseio dos resíduos pelos seres humanos, filtragem do ar, tratamento de efluentes e cuidados com o solo, observadas as normas ambientais, especialmente no que se refere ao licenciamento da atividade.

## **CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA**

Fernando de Noronha foi escolhido como campo experimental para o desenvolvimento dessa pesquisa, devido à importância ambiental do arquipélago, o qual possui unidades de conservação do ecossistema. Além de ser considerado Patrimônio Mundial pela UNESCO, Fernando de Noronha é um local de atração populacional, em função do seu potencial turístico, sendo a correta destinação de equipamentos eletrônicos uma ameaça ao equilíbrio ambiental da região.

### **4.1 Procedimentos metodológicos**

A pesquisa foi desenvolvida a partir dos seguintes procedimentos metodológicos:

- ✓ Levantamento das fontes bibliográficas, iconográficas e documentais de informação que constaram da pesquisa do referencial teórico, relacionados a conceitos de produtos e resíduos eletroeletrônicos, perfil de consumo da atual sociedade capitalista, produção industrial de EEE e a importância na gestão deste tipo de resíduo quando descartados em função da sua composição e os impactos causados no ambiente. Para o levantamento das informações, foram utilizados livros, artigos, dissertações, teses e estudos de caso que ressaltam a importância na gestão dos REE em ambientes insulares e a logística reversa como importante instrumento para tal.
- ✓ Mapeamento para o reconhecimento das áreas da pesquisa; sendo identificados os bairros selecionados na amostra de domicílios, com base no contingente populacional.
- ✓ Aplicação de questionários semiestruturados (Apêndice 1) que levaram em consideração questões socioeconômicas, descrição e quantitativo de equipamentos eletroeletrônicos em uso e obsoletos, presentes no domicílio. Também foram considerados no questionário o tempo médio de vida útil dos equipamentos e a destinação dos resíduos eletroeletrônicos, gerados na ilha de Fernando de Noronha. A escolha da população entrevistada foi estabelecida a partir do domicílio, para entrevista realizada com um membro da família sendo, preferivelmente, o respondente, o chefe da família.

Neste contexto, para realizar o presente estudo com objetivo de realizar uma avaliação quali-quantitativa da geração de resíduos eletroeletrônicos, na ilha principal de Fernando de

Noronha, e estimar, gerando cenário de perspectivas futuras, a quantidade de lixo eletrônico a ser produzido na ilha. Foi escolhida uma metodologia de conotação quantitativa, tendo em vista a necessidade de entender a natureza do fenômeno socioambiental em meio à complexidade da problemática estudada.

#### **4.2 Levantamento de dados em campo**

Nesta fase da pesquisa, foram investigados o quantitativo e a tipologia dos determinados equipamentos eletrônicos, a saber: televisor, geladeira, máquina de lavar roupas, celular e computador. A escolha desses produtos deveu-se a sua frequência de aparecimento nas residências brasileiras, de acordo com dados obtidos na pesquisa bibliográfica junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. De acordo com pesquisa realizada pelo IBGE no Censo de 2010, os aparelhos de TV estão presentes em 95,1% das residências e as geladeiras 93,7%. Bens como a máquina de lavar roupa, 47,3% e computadores também tiveram destaque nos domicílios. Ainda de acordo com o IBGE (2010), há no Brasil 87,9% domicílios com telefone fixo ou telefone celular ou ambos.

Como forma de verificar, por amostragem, a geração de resíduos eletrônicos em Fernando de Noronha e seus possíveis futuros impactos, foi realizada uma pesquisa descritiva de abordagem-quantitativa.

Para definição da amostra de produção de REE, foi utilizado o universo de REE obtido a partir de entrevistas realizadas nos bairros do Boldró, Floresta Nova, Floresta Velha, Vila dos Remédios e Vila dos Trinta, (Figura 6) por serem os bairros mais populosos da ilha, segundo a Administração local.



Figura 6. Bairros seleccionados na pesquisa amostral.



Fonte: Google Earth (2014).

Os questionários foram respondidos por 83 representantes familiares. Foram realizadas, também, visitas ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e à Usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos da ilha, para averiguação das práticas de educação ambiental e tratamento destinado aos resíduos eletroeletrônicos. A coleta de dados em campo foi realizada no período de 26 a 30 de agosto de 2014.

### 4.3 Análise dos resultados levantados no questionário

Na ausência de dados reais quantitativos e qualitativos sobre a geração de REE em Fernando de Noronha, o método de aproximação de Robinson (Eq. 1) fornece uma estimativa dessa geração a partir de alguns parâmetros de fácil obtenção. Portanto, o método sugere para os cálculos:

$$E = (WN)/L \quad (\text{Eq.1})$$

Onde:

E = quantidade de REE gerada;

W = peso por unidade de produto eletro-eletrônico;

N = número de unidades de produto eletro-eletrônico em uso; e

$L$  = vida útil média do produto eletro-eletrônico.

Quando há produtos fora de uso armazenados na residência/empreendimento, considerar  $N = (S+O)$ , onde  $S$  é o número de unidades de produto eletro-eletrônico armazenados e  $O$  é o número de unidades de produto eletro-eletrônico em uso atual.

$S$ ,  $O$  e  $L$  foram obtidos por meio do questionário. O peso por unidade de cada produto eletroeletrônico foi obtido a partir de dados de Robinson (2009) e/ou através de pesquisa direta em "site" de fabricantes, de acordo com as marcas e modelos encontrados.

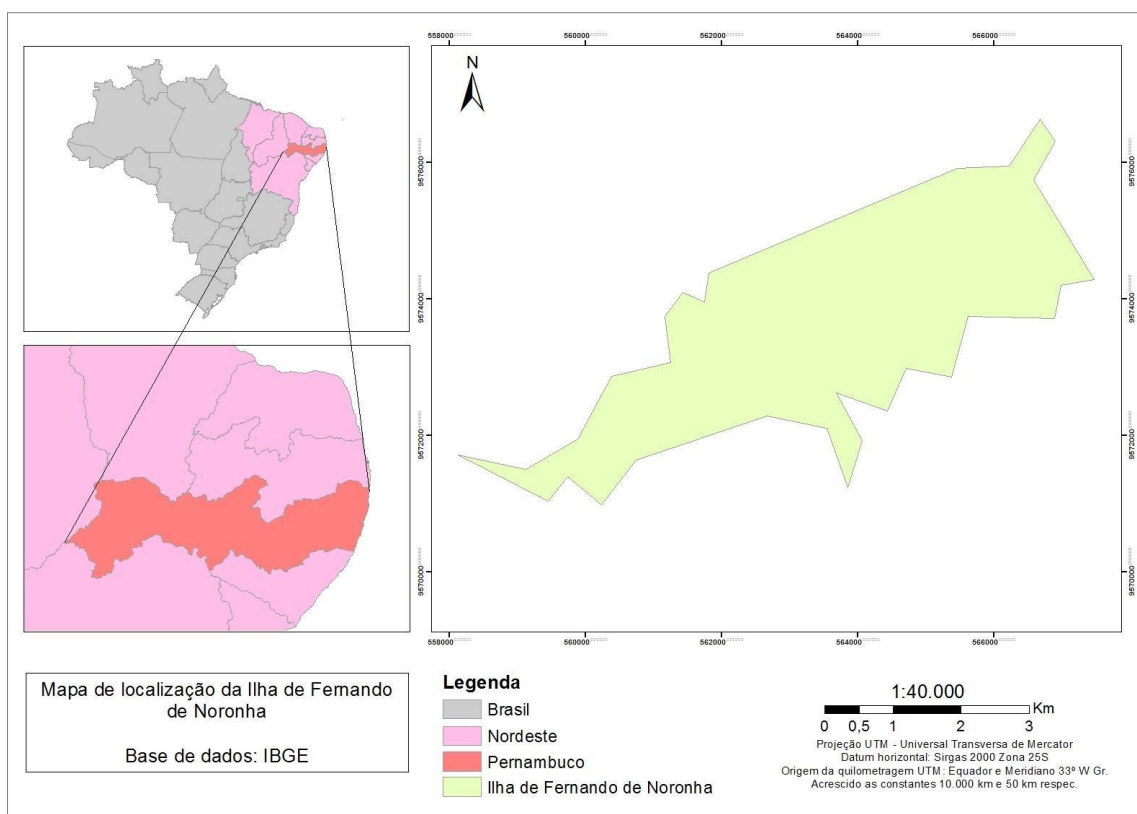
Com a obtenção dos dados quantitativos da amostra, tendo como base as respostas dos entrevistados, foi possível realizar correlações entre o quantitativo de produtos eletroeletrônicos e renda da família entrevistada e o grau de instrução do entrevistado e quantidade total de equipamentos eletroeletrônicos presentes no domicílio. A tabulação dos resultados foi realizada com o auxílio do editor de planilhas *Microsoft Office Excel*.

## CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE REE

### 5.1. A ilha de Fernando de Noronha

Fernando de Noronha é um arquipélago pertencente ao estado de Pernambuco, formado por 21 ilhas e ilhotas, ocupando uma área de 26 km<sup>2</sup>, situado no Oceano Atlântico, a leste do estado do Rio Grande do Norte. Constitui um distrito estadual de Pernambuco desde 1988, quando deixou de ser território federal. É gerida por um administrador-geral designado pelo governo do Estado (IBGE, 2010).

Figura 7. Localização da ilha de Fernando de Noronha



Fonte: IBGE (2010). Adaptado pelo autor.

A ilha principal tem 17 km<sup>2</sup> e fica a 545 km de Recife. O arquipélago é o maior do Brasil e situa-se a aproximadamente 4° abaixo da linha do Equador, entre 3°45' e 3°57' Lat. S. e 32°19' e 32°41' Long. O. de Greenwich. (Figura 7)

O clima da ilha, pela classificação de Köppen é do tipo Aw', semelhante ao do litoral oriental do Rio Grande do Norte, do qual dista cerca de 315 km, apresentando, porém, acentuada influência marítima. O total das precipitações anuais situa-se em torno de 1.421,4 mm, apresentando duas estações bem marcadas: uma chuvosa e outra de estiagem. A estação chuvosa vai de fevereiro a julho (chuvas de outono), quando caem 1.261,5 mm, ou seja, 88,7% do total anual de chuvas. As precipitações máximas ocorrem em março, abril e maio, sendo abril o mês mais chuvoso. A temperatura média anual fica em torno de 26,5°C. O mês de fevereiro é o mais quente e julho o mais fresco. A umidade relativa do ar fica em torno de 79%, variando de 84% no período chuvoso a 75% na época de estiagem (TETRPLAN, 2005).

Fernando de Noronha é um arquipélago de origem vulcânica instalado no topo de uma montanha submarina de 4000 m de altura, na Dorsal Mediana do Atlântico. As rochas são vulcânicas e subvulcânicas, fortemente alcalinas e subsaturadas. O relevo varia de áreas planas de baixa altitude até morros com encostas íngremes e picos isolados, conforme ilustra a Figura 8 em uma visão aérea do arquipélago.

Figura 8. Imagem aérea do arquipélago de Fernando de Noronha



Foto: Michelle de Almeida Lima (2012).

A ilha possui uma amplitude térmica muito pequena, característica da região da linha do Equador. De 1991 a 2010, a população saltou de 1.686 para 2.630 habitantes como pode ser observado no Quadro 3. As principais atividades econômicas são os serviços públicos, a pesca e a

exploração do turismo (IBGE, 2010). O turismo tornou-se a principal fonte de renda da ilha. O IDH da Ilha de Fernando de Noronha é calculado em 0,788 (IBGE, 2012)

Quadro 3. Evolução Populacional

| <b>Ano</b>  | <b>Fernando de Noronha</b> | <b>Pernambuco</b> | <b>Brasil</b> |
|-------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| <b>1991</b> | 1.686                      | 7.127.855         | 146.825.475   |
| <b>1996</b> | 1.522                      | 7.361.368         | 156.032.944   |
| <b>2000</b> | 2.051                      | 7.918.344         | 169.799.170   |
| <b>2007</b> | 2.801                      | 8.485.386         | 183.987.291   |
| <b>2010</b> | 2.630                      | 8.796.448         | 190.755.799   |

Fonte: IBGE (2010).

O arquipélago é formado de uma ilha maior, Fernando de Noronha, com cerca de 16,9km<sup>2</sup> e por outras dezenove ilhas menores, ocupando um total de 28,4km<sup>2</sup>. Destacam-se as ilhas Rata (47,2 ha), Rasa (7,6 ha), Ilha do Meio (21,3 ha), Sela Gineta (7,7 ha), Conceição (2,4 ha), Morro da Viúva (2,9 ha), do Frade (2,4 ha), Cabeluda (5,6 ha), entre outras. (TETRPLAN, 2005)

De acordo com a Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH (2012), a taxa de geração "per capita" média de resíduos sólidos para o estado de Pernambuco foi de 1,05 kg/hab/dia. No distrito de Fernando de Noronha, essa taxa "per capita" é de 1,18 kg/hab/dia, tendo sido estimada uma produção de 1172,15 toneladas em 2012.

## **5.2. Características da amostra de entrevistados**

Os dados apresentados, a seguir, foram obtidos a partir da aplicação dos 83 questionários (que levaram em consideração informações sobre sexo, faixa etária, escolaridade, faixa de renda mensal, local de moradia, percepções ambientais perfil de consumo de equipamentos eletroeletrônicos) realizados com moradores permanentes da ilha. A amostra é composta por 83 indivíduos (que representam 83 domicílios), 3,15% do total de residentes.

Dos 83 respondentes, 18% eram jovens de até 18 anos, 30% com idade entre 19 e 29 anos, 33% eram adultos entre 30 e 50 anos e 19% estavam na faixa etária acima de 50 anos. Desses, 57% eram do gênero feminino e 43% do gênero masculino.

Em relação à escolaridade dos respondentes, 16 dos entrevistados possuíam o nível superior, 44 o ensino médio, cerca de 20 tinham o ensino fundamental, enquanto apenas 3 dos entrevistados não tinham instrução. A Tabela 2 retrata esta variável em termos percentuais.

Tabela 2. Percentual da população avaliada na amostra por grau de instrução em Fernando de Noronha - agosto/2014

| <b>ESCOLARIDADE</b>    | <b>%</b> |
|------------------------|----------|
| <b>Sem instrução</b>   | 3,6      |
| <b>Fundamental</b>     | 24,1     |
| <b>Ensino médio</b>    | 53       |
| <b>Ensino Superior</b> | 19,3     |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

Considerando-se a renda e o grau de instrução dos entrevistados, observa-se que 32,5% das famílias declararam renda mensal de 0 a 2 salários mínimos. 44,6% se enquadram na faixa de renda de 2 a 5 salários mínimos enquanto 22,9% dos respondentes tinham renda familiar superior a 5 salários mínimos, na data da entrevista.

Pode-se observar, também (Tabela 3), que as famílias nas quais havia membro - entrevistado - sem instrução, permaneceram na faixa de renda de até dois salários mínimos. No grupo de entrevistados, a predominância foi de pessoas com renda entre 2 a 5 salários mínimos e com ensino médio.

Tabela 3. Relação entre renda e grau de instrução das famílias entrevistadas (valor absoluto / valor relativo)

| <b>Renda</b>     | <b>Sem instrução</b> | <b>Ensino fundamental</b> | <b>Ensino médio</b> | <b>Ensino superior</b> |
|------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|
| <b>&lt; 2 SM</b> | 3 / 4%               | 9 / 11%                   | 11 / 13%            | 4 / 5%                 |
| <b>02-05 SM</b>  | 0 / 0%               | 11 / 13%                  | 23 / 28%            | 3 / 4%                 |
| <b>&gt; 5 SM</b> | 0 / 0%               | 0 / 0%                    | 10 / 12%            | 9 / 11%                |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

Referente ao local de moradia, o bairro do Boldró apresentou o menor quantitativo de entrevistados com 11% do total, em função da população reduzida em relação aos demais bairros. De forma geral, houve proporcionalidade de entrevistados em relação ao número de habitantes dos bairros, e assim a Vila dos Remédios (23%) e o bairro de Floresta Nova (24%) tiveram o maior número de entrevistados.

De acordo com os resultados obtidos com a aplicação dos questionários, obteve-se a relação do quantitativo de produtos eletroeletrônicos em uso e fora de uso (Tabela 4).

Tabela 4. Produtos eletroeletrônicos encontrados na pesquisa

| <b>Produto</b>                | <b>Em uso</b> | <b>Fora de uso</b> | <b>Total</b> |
|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| <b>TV (de tubo)</b>           | 13            | 11                 | 24           |
| <b>LCD/LED/Plasma</b>         | 94            | 02                 | 96           |
| <b>Condicionador de ar</b>    | 19            | 01                 | 20           |
| <b>Geladeira</b>              | 86            | 03                 | 89           |
| <b>Máquina de Lavar roupa</b> | 55            | 01                 | 56           |
| <b>Celular</b>                | 185           | 27                 | 212          |
| <b>Computador (desktop)</b>   | 37            | 05                 | 42           |
| <b>Computador portátil</b>    | 46            | 03                 | 49           |
| <b>Tablet</b>                 | 23            | 00                 | 23           |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>558</b>    | <b>53</b>          | <b>611</b>   |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

O quantitativo total dos cinco equipamentos eletrônicos pesquisados na amostra e em uso foi de 558 unidades. Os equipamentos eletroeletrônicos mais presentes nas residências foram os aparelhos de celular e o televisor (mais de uma unidade por residência), seguindo a tendência do que apontou a pesquisa nacional por amostra de domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, entre 2009 e 2011, onde os bens duráveis que apresentaram um percentual mais elevado de crescimento foram o microcomputador com acesso à internet com 39,8% seguido de telefone móvel celular, 26,6% (IBGE, 2010).

Observando-se a relação entre renda e posse de equipamentos eletrônicos, as famílias de maior renda (superior a 5 salários mínimos) possuem em média 9,6 equipamentos eletroeletrônicos em suas residências, enquanto que as famílias de menor renda (inferior a 2

salários mínimos) possuem em média 6 equipamentos eletroeletrônicos. A forte presença de equipamentos tais como ar condicionados, computadores em geral e TVs LCD/Plasma, assim como a baixa presença de TVs tubão, são notadas nas residências de famílias de renda superior. Nas residências de renda inferior a 5 salários mínimos, a presença de ar condicionados cai quase pela metade, se comparada a presença desse item nas residências de famílias de renda superior. A presença de aparelhos celulares foi bastante semelhante, nas três faixas de renda familiar analisadas. Não foram discriminados os modelos de aparelhos celulares na pesquisa.

Quanto a frequência de PEE por faixa de renda (Tabela 5), considerando-se os produtos em uso e também aqueles fora de uso. Os aparelhos de TV (considerando todos os tipos), geladeira e celular estiveram presentes em todos os domicílios entrevistados. Estimou-se que os aparelhos de TV, especificamente do tipo LCD/PLASMA, marcaram 90,3% de presença nas residências. Enquanto os aparelhos de ar condicionado se mostraram presentes em apenas 24% dos lares. Os aparelhos de celular apresentaram maior número de unidades por domicílio. Os computadores (de todos os tipos) apresentam quase duas unidades por residência na faixa salarial com mais de 5 salários mínimos na ilha.

A Tabela 6 estabelece o número de PEE por faixa de renda, considerando todos os produtos eletrônicos em uso e, também, fora de uso. Observa-se, ainda, de forma geral, o maior número de unidades de produtos eletroeletrônicos dentre os domicílios onde os respondentes afirmaram possuir o ensino médio ou superior.

Observando-se a relação direta estabelecida entre aumento de escolaridade e número de equipamentos eletroeletrônicos, assim como desta e a presença de equipamentos mais modernos, as Tabelas 7 e 8 apresentam as famílias cujos responsáveis têm nível superior chegam a possuir, em média 9,1 equipamentos eletroeletrônicos, ao passo que as famílias de responsáveis sem instrução, possuem, em média, 5 equipamentos eletroeletrônicos. Os equipamentos ar condicionado e notebook não estiveram presente nas residências cujo representante não tinha instrução. Os itens TV LCD/Plasma e notebook estiveram presentes em todas as residências de famílias com maior escolaridade.

Assim como o aumento da escolaridade resulta em um aumento da renda, esse maior poder aquisitivo acaba resultando também em um aumento do número de produtos



eletroeletrônicos nas residências cujos representantes possuem maior escolaridade. A presença de *tablet* nas residências de famílias de baixa renda e escolaridade deve-se ao programa "Aluno Conectado" do Governo do Estado de Pernambuco, por meio da Secretaria de Estado da Educação (SEE), que iniciou em 2013 a entrega destes equipamentos a todos os alunos matriculados no 2º e 3º anos do ensino médio da rede estadual, com objetivo de transformar o equipamento em parte do material didático do aluno. Em Fernando de Noronha, há uma instituição de ensino, a Escola Arquipélago Fernando de Noronha, administrada pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco.

Os resultados obtidos quanto à amostra referem-se ao quantitativo de equipamentos eletroeletrônicos por domicílio comparando com o nível de instrução dos respondentes, que podem ser chefes de família ou não. Apesar da não uniformidade no quantitativo do número de famílias em relação ao nível de escolaridade, observa-se o aumento na média de PEE diretamente proporcional a quantidade de anos de estudo dos respondentes da pesquisa.

Tabela 5. Frequência de produtos eletroeletrônicos por faixa de renda

| Renda    | Produtos eletroeletrônicos |               |           |            |         |        |         |          |                 |
|----------|----------------------------|---------------|-----------|------------|---------|--------|---------|----------|-----------------|
|          | TV                         | TV LCD/Plasma | Geladeira | Máq. Lavar | Celular | Tablet | Desktop | Notebook | Ar Condicionado |
| < 2 SM   | 12                         | 24            | 27        | 12         | 63      | 7      | 8       | 9        | 1               |
| 02-05 SM | 8                          | 39            | 38        | 25         | 94      | 8      | 19      | 25       | 7               |
| > 5 SM   | 4                          | 33            | 21        | 19         | 55      | 8      | 16      | 15       | 12              |

Fonte: Pesquisa direta, agosto 2014.

Tabela 6. Número de produtos eletroeletrônicos por família por faixa de renda

| Renda    | Número de famílias | Número de itens por família |                             |           |            |         |                 |
|----------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------|-----------------|
|          |                    | TV (todos)                  | Computador (todos os tipos) | Geladeira | Máq. Lavar | Celular | Ar Condicionado |
| < 2 SM   | 27                 | 1,3                         | 0,9                         | 1,0       | 0,4        | 2,3     | 0,0             |
| 02-05 SM | 37                 | 1,3                         | 1,4                         | 1,0       | 0,7        | 2,5     | 0,2             |
| > 5 SM   | 19                 | 1,9                         | 2,1                         | 1,1       | 1,0        | 2,9     | 0,6             |

Fonte: Pesquisa direta, agosto 2014.

Tabela 7. Frequência de produtos eletroeletrônicos por grau de instrução

| Grau de instrução  | Produtos eletroeletrônicos |               |           |            |         |        |         |          |                 |
|--------------------|----------------------------|---------------|-----------|------------|---------|--------|---------|----------|-----------------|
|                    | TV                         | TV LCD/Plasma | Geladeira | Máq. Lavar | Celular | Tablet | Desktop | Notebook | Ar Condicionado |
| Sem instrução      | 2                          | 1             | 3         | 1          | 6       | 1      | 1       | 0        | 0               |
| Ensino fundamental | 5                          | 19            | 20        | 11         | 48      | 4      | 9       | 8        | 2               |
| Ensino médio       | 15                         | 51            | 46        | 30         | 112     | 12     | 23      | 25       | 9               |
| Ensino superior    | 2                          | 25            | 17        | 14         | 46      | 6      | 10      | 16       | 9               |

Fonte: Pesquisa direta, agosto 2014.

Tabela 8. Número de produtos eletroeletrônicos por família por grau de instrução

| Grau de instrução  | Nº de famílias | Número de itens por família |                             |           |            |         |                 |
|--------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|---------|-----------------|
|                    |                | TV (todos)                  | Computador (todos os tipos) | Geladeira | Máq. Lavar | Celular | Ar Condicionado |
| Sem instrução      | 3              | 1,0                         | 0,7                         | 1,0       | 0,3        | 2,0     | 0,0             |
| Ensino fundamental | 20             | 1,2                         | 1,1                         | 1,0       | 0,6        | 2,4     | 0,1             |
| Ensino médio       | 44             | 1,5                         | 1,4                         | 1,0       | 0,7        | 2,5     | 0,2             |
| Ensino superior    | 16             | 1,7                         | 2,0                         | 1,1       | 0,9        | 2,9     | 0,6             |

Fonte: Pesquisa direta, agosto 2014.

### 5.3. Estimativa de geração de REE

A partir dos dados obtidos no estudo, foi possível estimar as quantidades e peso total dos EEE descartados provenientes dos domicílios, no arquipélago de Fernando de Noronha, utilizando-se o método de aproximação de Robinson (2009). Os dados necessários à utilização do referido método foram obtidos nas entrevistas e em pesquisa na literatura e nos sites de fabricantes.

Para a realização da estimativa, conforme informado no item 4.3, do Capítulo 4, são necessários o conhecimento da massa (kg) dos equipamentos e a sua vida útil, além do número de equipamentos em uso e fora de uso, presentes nas residências. A Tabela 9 mostra uma compilação de dados sobre a massa e a vida útil de alguns equipamentos eletroeletrônicos avaliados nessa pesquisa.

Tabela 9. Massa e vida útil de produtos eletroeletrônicos

| Produto eletroeletrônico | Massa (kg)      |                     |                      | Vida útil (anos) |                     |                      |
|--------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------------------|
|                          | Robinson (2009) | Chung et al. (2011) | Indústria Brasileira | Robinson (2009)  | Chung et al. (2011) | Indústria Brasileira |
| TV Plasma/LCD            | 30 <sup>a</sup> | 7,6                 | 9,4                  | 5 <sup>a</sup>   | 5,1                 | 7,6                  |
| TV (Tubão)               |                 | 30,4                | 40,6                 |                  | 8,5                 | 8,4                  |
| Computador Desktop       | 25 <sup>a</sup> | 13,7                | 13                   | 3 <sup>a</sup>   | 4,4                 | 4                    |
| Computador Portátil      |                 | 3,4                 | 2,4                  |                  | 4,6                 | 4,2                  |
| Geladeira                | 35              | 67,9                | 42 <sup>b</sup>      | 10               | 8,1                 | 9,5                  |
| Celular                  | 0,1             | —                   | 0,125                | 2                | —                   | 2                    |
| Máquina de lavar roupa   | 65              | 30,6                | 40,6                 | 8                | 7,1                 | 7,4                  |
| Condicionador de ar      | 55              | 42,4                | 32,5b                | 12               | 7,8                 | 7                    |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

A estimativa de geração foi realizada para cada produto eletroeletrônico, separadamente, e seus totais foram somados. A Tabela 10 apresenta os dados adotados para a estimativa de produção, de cada produto eletroeletrônico, em uso ou fora de uso, encontrado nas residências. Para a realização do cálculo, descrito na metodologia, foram adotados como referência da massa (kg) e da vida útil dos resíduos, parâmetros estabelecidos em estudos já realizados por Chung *et al.* (2011). Na ausência de dados referenciais estabelecidos pelo autor em determinados equipamentos, como: celular e *tablet*, foi realizado cálculo de média aritmética da massa dos modelos mais procurados no mercado nacional, a partir de pesquisa

realizada diretamente no fabricante. No caso da geladeira, foi considerado o peso da marca Electrolux 244 L, considerada a mais vendida do Brasil. O tempo médio de vida útil dos equipamentos citados foi utilizado, para o cálculo, a partir de informações de estudo realizado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2013).

Tabela 10. Dados adotados para estimativa da geração de REE

| <b>Produto</b>                | <b>Massa (kg)</b> | <b>Vida útil (anos)</b> |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|
| <b>TV Plasma/LCD</b>          | 9,4               | 5,1                     |
| <b>TV (Tubão)</b>             | 30,4              | 8,5                     |
| <b>Computador Desktop</b>     | 13,7              | 4,4                     |
| <b>Computador Portátil</b>    | 3,4               | 4,6                     |
| <b>Geladeira</b>              | 42                | 8,1                     |
| <b>Celular</b>                | 0,125             | 2                       |
| <b>Máquina de lavar roupa</b> | 30,6              | 7,1                     |
| <b>Condicionador de ar</b>    | 42,4              | 7,8                     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 11 mostra a estimativa de produção anual de lixo eletrônico para os EEE futuramente descartados, relacionando quantidade em unidades e peso, considerando todos os tipos de descarte. De acordo com o IBGE, a população estimada residente na ilha no ano de 2014 é de 2884 pessoas, enquanto o número registrado de domicílios particulares permanentes é de 831. Gerando uma média de 3,4 habitantes por domicílio. Dessa forma, considerando que a população total estimada para o ano de 2014, na ilha principal de Fernando de Noronha é de 2.884 habitantes, pode se estimar uma produção anual de *e-waste* de 13.843 toneladas. Considerando os 83 domicílios estudados na amostra, o quantitativo populacional do universo estudado proporciona uma média de 4,66 kg/hab.ano.

Tabela 11. Estimativa de produção anual de e-waste em Fernando de Noronha

| <b>Produto</b>                | <b>Produção anual de E-Waste (kg/ano)</b> |
|-------------------------------|---|
| <b>TV Plasma/LCD</b>          | 176,94                                    |
| <b>TV (Tubão)</b>             | 143,05                                    |
| <b>Computador Desktop</b>     | 130,77                                    |
| <b>Computador Portátil</b>    | 36,21                                     |
| <b>Geladeira</b>              | 467,25                                    |
| <b>Celular</b>                | 13,25                                     |
| <b>Máquina de lavar roupa</b> | 241,35                                    |
| <b>Condicionador de ar</b>    | 108,71                                    |
| <b>TOTAL</b>                  | 1317,53                                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em termos de quantidades, os tipos de EEE a serem mais descartados, na amostra, são: telefone celular (212 unidades) e aparelho de TV (120 unidades), que em termos de massa correspondem a 333,1 kg. Também chama a atenção o descarte de geladeiras, máquinas de lavar e televisores que corresponde a cerca de 1 t, aproximadamente 77% do peso total.

A forte presença, no arquipélago, de equipamentos de informática, aparelhos de TV e celulares representa preocupação com a correta gestão destes resíduos, sobretudo por causa da sua composição. Metais pesados como Mercúrio, Cádmiio e Chumbo, alguns dos metais utilizados na fabricação de equipamentos eletrônicos, são altamente tóxicos ao homem. Podem provocar lesões cerebrais, além de efeitos de envenenamento no sistema nervoso central e teratogênicos. Exercem ação tóxica na biossíntese do sangue, no sistema nervoso, no sistema renal e no fígado; constitui-se veneno cumulativo de intoxicações crônicas que provocam alterações gastrintestinais, neuromusculares e hematológicas, podendo levar à morte.

A composição desses REE associada com seu armazenamento e/ou disposição inadequados, como mostrado na Figura 12 e Figura 13, pode representar problemas de contaminação ambiental ao Arquipélago de Fernando de Noronha.

#### 5.4. Percepção Ambiental e gestão dos REE na ilha de Fernando de Noronha.

O conhecimento da realidade local referente a dinâmica de utilização e descarte de resíduos eletroeletrônicos se faz necessário para a elaboração de um sistema de gestão eficiente que minimize os prejuízos ambientais e socioeconômicos. Neste contexto, o estudo da percepção ambiental se torna importante para melhor entender a relação entre a população local e o diferenciado ambiente em que vivem.

A pergunta inicial da pesquisa sobre a percepção ambiental da comunidade local buscou verificar a importância da destinação adequada dos EEE em função da possível poluição ambiental e os danos a saúde causados pelo deficiente ou ausente gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em virtude da presença de substâncias perigosas na composição dos produtos. Em relação ao conhecimento da gestão de REE na ilha, foi questionado aos entrevistados o conhecimento sobre serviço de coleta de REE no arquipélago. Os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Coleta de resíduos eletroeletrônicos - agosto/2014

| <b>Existe serviço de coleta de resíduos sólidos eletrônicos no arquipélago?</b> |    |
|---|----|
| <b>Sim</b>  | 19 |
| <b>Não</b>  | 54 |
| <b>Não soube avaliar</b>  | 09 |
| <b>Não respondeu</b>  | 01 |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

O método de destinação do lixo eletrônico adotado pela família também foi investigado. Cerca de 81% dos entrevistados descartam o equipamento como lixo comum, enquanto 16% responderam a intenção de doá-lo a instituições de caridade ou programa de reciclagem administrado pelo governo. Esta opção se justifica pelo projeto existente na escola municipal da ilha no curso de mecatrônica. Alguns moradores são estimulados a doação dos aparelhos de celular e alguns equipamentos eletrônicos fora de uso para serem utilizados como material no referido curso. Cerca de 3% dos entrevistados informaram desmontar os equipamentos para utilização das partes consideradas úteis (Tabela 13) .

Tabela 13. Método de destinação de REE - agosto/2014

| <b>Método adotado pela família para destinação do lixo eletrônico:</b>                                   |    |
|--|----|
| <b>Recolha de electrodomésticos velhos durante nova entrega aparelho ou pelo varejista novo aparelho</b> | 00 |
| <b>Doá-lo a instituições de caridade ou programa de reciclagem administrado pelo governo</b>             | 13 |
| <b>Desmontá-lo, tirar as partes úteis de distância e descartar o resto</b>                               | 02 |
| <b>Descarte todo o aparelho como lixo</b>  | 68 |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

Os moradores permanentes quando questionados sobre fator mais importante na escolha de um coletor de lixo eletrônico para descarte do produto anunciaram a facilidade de acesso ao coletor e a preocupação com o meio ambiente como os fatores mais importantes (Tabela 14).

Tabela 14. Descarte do lixo eletrônico. - agosto/2014

| <b>Qual é o fator mais importante levado em consideração quando você escolhe um coletor de lixo eletrônico?</b> |    |
|---|----|
| <b>Fácil acesso para o coletor de lixo eletrônico</b>   | 44 |
| <b>Preocupação com o meio ambiente</b>  | 36 |
| <b>Tratamento e reciclagem adequada capacidade do coletor de lixo eletrônico</b>                                | 02 |
| <b>Outros</b>   | 01 |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

Em relação a implementação de programas de educação ambiental com os moradores permanentes do arquipélago foi abordado o questionamento referente a existência de programas de educação ambiental com os moradores da ilha (Tabela 15). Aproximadamente 69% dos residentes informaram ter recebido algum tipo de informação e instrução para a preservação do meio ambiente. Seja por parte da administração da ilha, do instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), rede municipal de ensino ou, ainda, por alguma empresa privada. Cerca de 23% dos entrevistados alegaram não ter recebido nenhuma informação sobre a temática. Ainda 7% informaram não ter conhecimento para avaliar, enquanto 1% não respondeu.



Tabela 15. Educação ambiental - agosto/2014

| <b>Recebe alguma informação, educação ou é feito algum trabalho com os moradores sobre o meio ambiente?</b> |    |
|---|----|
| <b>Sim</b>  | 57 |
| <b>Não</b>  | 19 |
| <b>Não soube avaliar</b>  | 06 |
| <b>Não respondeu</b>  | 01 |

Fonte: Pesquisa direta (2014).

Observa-se que boa parte dos moradores não tem reais informações sobre os benefícios e a importância da coleta, reciclagem, e destinação adequada dos resíduos eletrônicos. O consumo consciente e programas de redução de resíduos a partir do incentivo de programas de educação ambiental para conscientizar os residentes da ilha se fazem necessário devido à importância da preservação do ecossistema local.

O instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), autarquia em regime especial, criado em 2007 pela Lei 11.516 (BRASIL, 2007), está presente na área de proteção ambiental do território federal de Fernando de Noronha, atuando na proteção, conservação, qualidade ambiental e nas condições de vida da fauna e da flora, de modo a compatibilizar o turismo organizado com a preservação dos recursos naturais. A prática da coleta seletiva ainda não é amplamente difundida em Noronha, embora existam alguns órgãos públicos, estabelecimentos comerciais e residenciais que a efetuem. O ICMBIO também atua como auxiliar na gestão integrada de resíduos eletrônicos, a partir de ações de recolhimento de pilhas e baterias e acessórios (materiais com produtos tóxicos presentes em sua composição) fora de uso que podem ser descartados nos pontos de coleta espalhados pela ilha de Fernando de Noronha. A alternativa de local de entrega dos materiais fora de é destinada à população local e às unidades de apoio ao turista.

A importância destas ações se traduz na dificuldade no manejo destes componentes e acessórios dos produtos eletroeletrônicos. As pilhas e baterias, assim como os produtos eletroeletrônicos, são compostos de materiais tóxicos, prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. As baterias de celular piratas, por exemplo, além de durarem menos, podem conter dez vezes mais mercúrio do que as vendidas legalmente. Altamente tóxico, o mercúrio causa

graves danos ao sistema nervoso. O Brasil descarta 1 bilhão de pilhas anualmente. (INSTITUTO CLARO, 2014)

A coleta dos resíduos é diária e realizada por empresa terceirizada contratada pela Administração da ilha. Os resíduos são destinados à usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos UNIVERSO (Figura 9).

Figura 9. Entrada da usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos.



Fonte: Rodrigues (2014).

Na usina, o resíduo é separado conforme a categoria que pertence e, a partir daí, parte permanece em Noronha (parcela orgânica que vai para compostagem) e outra segue para Recife, Pernambuco, em períodos determinados. O descarte e acondicionamento de REE na referida usina é indicado na sequência das Figuras 10 e 11 (a) e (b).

Figura 10. Armazenamento de Resíduos na Usina



Fonte: Lima (2013).

Figura 11. (A) e (B) Acondicionamento de REE, materiais de composição perigosa, dispostos no solo. Tanque de recebimento de resíduos.



Fonte: Lima (2013).



Fonte: Lima (2013).

No setor de triagem, onde os funcionários, manualmente, fazem a separação do lixo a partir da tipologia do material descartado, o lixo eletrônico, de forma geral, também é separado. Os equipamentos em estágio de fim de vida para os proprietários e que se encontravam guardados, fora de uso, e foram descartados no lixo comum tem apresentam destinação diversa na usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos. Os aparelhos de celular e seus componentes são selecionados e encaminhados à escola estadual da ilha onde os resíduos são utilizados, pelos alunos, como matéria prima em um projeto de robótica

existente na unidade educacional. O material foi solicitado pela secretaria de educação à empresa responsável pela gestão dos resíduos sólidos no arquipélago.

Observa-se (conforme ilustram as Figuras 12 (a) e (b) e 13 (a) e (b) a separação individualizada de alguns REE como ar condicionado e aparelhos de tevê e monitores. Refrigeradores, fogões, máquinas de lavar, aparelhos de tevê (tubo) tem destinação majoritariamente inadequada. O acondicionamento, deste tipo específico de resíduos, ao ar livre, não representa forma ambientalmente adequada devido à periculosidade da composição desta tipologia específica. O material, perigo, permanece armazenado na usina por, aproximadamente, três meses (ou mais) aguardando o envio para o continente em embarcações marítimas.

Figura 12. (A) e (B) Acondicionamento de REE, materiais de composição perigosa, dispostos no solo.



Fonte: Rodrigues (2014).



Fonte: Rodrigues (2014).



Figura 13. (A) e (B) Separação de Ar condicionados e monitores fora de uso.



Fonte: Rodrigues, 2014.



Fonte: Rodrigues, 2014.

## **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES**

As informações e dados obtidos neste trabalho permitiram ter uma visão sobre hábitos de consumo de produtos eletroeletrônicos dos moradores da ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha, por meio da aplicação de questionários e identificar associações entre a geração de REE com as características socioeconômicas dos grupos entrevistados. Além disso, observar as tendências regulamentares, da atuação dos intervenientes na cadeia pós consumo dos equipamentos eletroeletrônicos no Brasil, do papel e responsabilidades dos setores governamental, privado e dos consumidores e do potencial de geração de resíduos, atendendo assim aos objetivos inicialmente propostos.

Considerando a tipologia de equipamentos eletroeletrônicos pesquisados, os aparelhos de TV (considerando todos os tipos), geladeira e celular estiveram presentes em todos os domicílios entrevistados. Sendo os aparelhos de celular e o televisor os presentes em maiores quantidades (mais de uma unidade por residência). As famílias de maior renda (superior a 5 salários mínimos) possuem em média 9,6 equipamentos eletroeletrônicos em suas residências, enquanto que as famílias de menor renda (inferior a 2 salários mínimos) possuem em média 6 equipamentos eletroeletrônicos. Houve uma forte presença de equipamentos tais como ar condicionados, computadores em geral e TVs LCD/Plasma, assim como a baixa presença de TVs tubão, notadas nas residências de famílias de renda superior.

Nas residências de renda inferior a 5 salários mínimos, a presença de ar condicionados cai quase pela metade, se comparada a presença desse item nas residências de famílias de renda superior. A presença de aparelhos celulares foi bastante semelhante, nas três faixas de renda familiar analisadas.

Observou-se relação direta entre aumento de escolaridade e aumento de número de equipamentos eletroeletrônicos, assim como destaque e a presença de equipamentos mais modernos. Os equipamentos de ar condicionado e notebook não estiveram presentes nas residências cujo representante não tinha instrução. Os itens TV LCD/Plasma e notebook estiveram presentes em todas as residências de famílias com maior escolaridade.

De acordo com os residentes, houve acréscimo no número de equipamentos eletroeletrônicos adquiridos nos últimos anos. Reflexo do aumento no poder de compra, baixa

nos preços de alguns destes equipamentos, programas governamentais de inserção da tecnologia na escola, facilidade de crédito e frete para a área em questão. Além da necessidade de uso destes equipamentos por muitos moradores que transformam, clandestinamente, suas residências em instalações turísticas para os inúmeros visitantes da ilha. Muitos deles desconhecem a toxicidade dos REE ou seus componentes enquanto descartados de forma incorreta.

Tendo como base as entrevistas informais, uma vez que não foi permitida a visita interna nem maiores informações sobre, por parte da usina de compostagem e tratamento de resíduos sólidos, observa-se que o local não possui infraestrutura sanitária adequada para evitar possíveis problemas relacionados à contaminação do solo e das águas subterrâneas. Foi observado que os resíduos são armazenados inadequadamente juntamente com considerados resíduos comuns.

No tocante aos possíveis danos ambientais devido ao envio desses produtos pós consumo ao aterro de resíduos domiciliares, a estimativa da geração de REEE mostrou indicativo do significativo potencial de geração, uma média de 13.843 toneladas/ano de lixo eletrônico, com potencial para contaminação de solo e água subterrânea a serem despejados no aterro localizado no arquipélago.

Os equipamentos obsoletos, fora de uso ou, ainda, ao final de sua vida útil são armazenados na residência ou descartados no ambiente ou no lixo comum por não terem opção para o seu descarte.

Desta forma, Fernando de Noronha se insere no contexto nacional e até mundial de consumo (e descarte) de equipamentos eletroeletrônicos, especialmente os de informática, sendo necessário ressaltar a importância do tratamento e acondicionamento dos resíduos gerados na ilha de Fernando de Noronha, que são, atualmente, armazenados em estação de transbordo da ilha com destinação final a região metropolitana de Recife, por se tratar de uma Área de Preservação Ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística Reversa de Equipamentos Eletrônicos**, 2013. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos\\_.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Logistica%20reversa%20de%20residuos_.pdf)> Acesso em 23 nov. 2014.
- ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos**, 2012. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1362058667.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf)>. Acesso em 23 nov. 2014.
- ADEFN. Administração do distrito Estadual de Fernando de Noronha. **Perfil do turista de Fernando de Noronha**. 2006.
- ALMEIDA, J.R. **Gestão Ambiental para o desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: THEX, 2009.
- AAP. American Academy of Pediatrics. **Pediatric Environmental Health**. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – classificação (NBR 10004:2004)**. Rio de Janeiro, maio 2004.
- ATIIYEL, S.O. **Gestão de Resíduos Sólidos: O Caso das Lâmpadas Fluorescentes**. Porto Alegre, 101p. Dissertação (Mestrado em Administração). Escola de Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.
- BETTS, K. **Producing usable materials from e-waste**. Environmental Science Technology, 42, 6782–3, 2008.
- BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. São Carlos, EESC/USP, 1999.
- BOO, Elizabeth. **Ecoturismo: potenciales y escollos**. Washington, World Wildlife Fund & Conservation Foundation, 1990.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo, IMESP, 1988. Cap. II Art. 196 e Cap. IV art. 225, 1988.
- \_\_\_\_\_. Decreto n. 92.755, de 5 de junho de 1986. Declara Área de Proteção Ambiental o Território Federal de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e os Penedos de São Pedro e São Paulo, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 06 jun. 1986.
- \_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 416, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 out. 2009.



\_\_\_\_\_. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, ago. 2010.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Governo federal aprova duas propostas de acordos setoriais de logística reversa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10225-governo-federal-aprova-duas-propostas-de-acordos-setoriais-de-log%C3%ADstica-reversa>>. Acesso em: 02 fev. 2014.

CETIC. Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. **Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Brasil**, 2013. Disponível em: <[http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_DOM\\_EMP\\_2013\\_livro\\_eletronico.pdf](http://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_DOM_EMP_2013_livro_eletronico.pdf)>. Acesso em 27 jan. 2015.

COBBING, M. Not in Our Backyard. **Uncovering the Hidden Flows of e-waste**. Report from Greenpeace International. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/raw/content/belgium/fr/press/reports/toxic-tech.pdf>>. Amsterdam, 2008. Acesso em 29 jun. 2013.

CONAMA. Resolução N° 303/2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 04 fev 2015.

COSTA, Sandro Luiz da. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: aspectos jurídicos e ambientais**. Aracaju: Evocati, 2011.

CPRH. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos**. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/plano\\_estadual\\_residuos\\_solidos\\_pernambucp.pdf](http://www.cidadessustentaveis.org.br/sites/default/files/arquivos/plano_estadual_residuos_solidos_pernambucp.pdf)>. Acesso em 6 jun. 2013.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (organizadores). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 4° ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

CUT. Central Única dos Trabalhadores. **A Indústria de Eletroeletrônico no Brasil: Diagnóstico e Propostas elaboradas pelos Metalúrgicos da CUT**, 2012. Disponível em: <<http://www.cnmcut.org.br/midias/arquivo/184-diagnostico-eletroeletronico.pdf>>. Acesso em 20 nov. 2013.

DIEGUES, A.C.S. **Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis - da crítica dos modelos aos novos paradigmas**. São Paulo em Perspec., 1992.

DIETRICH KN. **Environmental toxicants**. In: **Pediatric Neuropsychology**, 2nd ed. (Yeates KO, Ris MD, Taylor HG, Pennington BF, eds). New York: Guilford Press, 2010.

GIDARAKOS, E. *et al* **Laboratory of Toxic and Hazardous Waste Management**, Department of Environmental Engineering, Technical University of Crete, GR-73100 Polytechnioupolis Chania, Crete, Greece. 2005.

HANDABAKA, A. R. **Gestão logística da distribuição física internacional**. São Paulo: Maltese, 1994.

HE, K., WANG, S., ZHANG, J. **Blood lead levels of children and its trend in China**. Science of Total Environment, 407, 3986–93, 2009.

HOFFMANN, J. Recovering precious metals from electronic scrap. **Journal of the Minerals, Metals and Materials Society**, 1992.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>> . Acesso em: 12 nov 2013.

\_\_\_\_\_. **Recenseamento Geral do Brasil**. Censo Demográfico. População e Habitação. Parte IX – Pernambuco. Serviço Gráfico do IBGE. Rio de Janeiro: 1950.

\_\_\_\_\_. **IBGE Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> . Acesso em 25 de junho de 2013.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio**, Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_anual/2011/Sintese\\_Indicadores/sintese\\_pnad2011.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2011/Sintese_Indicadores/sintese_pnad2011.pdf)>. Acesso em: 14 ago 2014.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Apa de Fernando de Noronha**. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/A-PM\\_APA\\_Fernando\\_de\\_Noronha\\_-\\_Encartes\\_1\\_e\\_2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/A-PM_APA_Fernando_de_Noronha_-_Encartes_1_e_2.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2014

INSTITUTO CLARO. **Cartilha do Lixo Eletrônico**. Disponível em: <[https://www.institutoclaro.org.br/banco\\_arquivos/cartilha\\_lixo\\_eletronico.pdf](https://www.institutoclaro.org.br/banco_arquivos/cartilha_lixo_eletronico.pdf)> Acesso em 24 nov. 2014.

ITEP. **Unidade Gestora e Resíduos Sólidos. Instituto de Tecnologia de Pernambuco**. Disponível em: <[http://www.itep.br/index.php?option=com\\_content&view=category&id=53&Itemid=405](http://www.itep.br/index.php?option=com_content&view=category&id=53&Itemid=405)>. Acesso em 27 mai. 2013.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LIMA, Michelle de Almeida. **Análise da gestão de resíduos sólidos do destino turístico Fernando de Noronha (Pernambuco, Brasil)**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2014.

MARX, Karl. **O Capital**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

OGUCHI, M., et al. **Fate of metals contained in waste electrical and electronic equipment in a municipal waste treatment process**. Waste Management 32, 96–103, 2012.

PEREIRA, A. L. et al; **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; IVAR DO SUL, J. A. **Marine debris on Rio Grande do Sul north coast, Brazil: spatial and temporal patterns**. Revista da Gestão Costeira Integrada. v. 11, p. 41-48, 2011.

ROBINSON, B. **E-waste: An assessment of global production and environmental impacts**. Science of the Total Environment, 2009.

ROCHA, F. M. R. **Percepção ambiental local como um desafio ao desenvolvimento sustentável do turismo no município de Ilha Grande – PI**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2010.

RODRIGUES, A. C. **Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2012.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, Simone Machado. **Gerenciamento do Destino Final dos Resíduos Sólidos Municipais na Região Metropolitana do Recife: histórico e proposições**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2007.

SEMAS. **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Disponível em: <[http://www2.semas.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=bb821be6-83ea-46ee-81e2-78a7c6cc02d8&groupId=709017](http://www2.semas.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=bb821be6-83ea-46ee-81e2-78a7c6cc02d8&groupId=709017)>. Acesso em: 27 mai. 2013.

SILVA, B. D. da; MARTINS, D. L.; OLIVEIRA, F. C. de. **Resíduos eletrônicos no Brasil**. 2007. LIXO ELETRÔNICO. Disponível em <<http://lixoeletronico.org/pagina/pesquisa/>>. Acesso em: 13 nov. 2010.

SKORDILIS, A. **Modelling of integrated solid waste management systems in an island** Ministry for the Environment, Physical Planning and Public Works, 147 Patission Street, GR-11251 Athens, Greece, 2003.

SNE. Sociedade Nordestina de Ecologia. **Educação ambiental e Mobilização social em Fernando de Noronha**: estratégias para a sustentabilidade e desenvolvimento local. [Projeto

apresentado ao edital SEMAS Nº 001/2012, em atendimento às estratégias de educação ambiental para a sustentabilidade de Fernando de Noronha.]

SWARBROOKE, John. **Turismo sustentável**: conceitos e impacto ambiental, v. 1. São Paulo: Aleph, 2000.

TETRAPLAN CONSULTORIA E PLANEJAMENTO. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental APA Fernando de Noronha, Atol das Rocas e São Pedro e São Paulo**. Brasília, 2005.

TCHOBANOGLOUS, George.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management**: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc, 1993.

UNEP. United Nations Environment Programme and United Nations University. **Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies**. Recycling—From E-waste to Resources, 2009. Available: <[http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste\\_publication\\_screen\\_FINALVERSION-sml.pdf](http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2015.

XAVIER, Lúcia Helena; CORRÊA, Henrique Luiz. **Sistemas de logística reversa**: criando cadeias de suprimentos sustentáveis. São Paulo: Atlas, 2013.

WANG, X., et al. **Health risk assessment of lead for children in tinfoil manufacturing and e-waste recycling areas of Zhejiang Province, China**. Science of the Total Environment 426, p. 106–112, 2012.

WHO 1995 **Environmental Health Criteria** 165—inorganic lead. Geneva: International Programme on Chemical Safety, World Health Organization.

## APÊNDICE A – Questionário Quali-Quantitativo de Resíduos Sólidos

| <b>01. Nome:</b>  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
|---|--------|-------------|---------|--------|----------------|----------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------|----------------------------|---------------------|--|-----------------------|--|------------------|---------------------|---------|--|-------------|--|--|------------------|--|--|---------|--|--|-------------|--|--|
| <b>02. Faixa etária:</b><br>(1) 0-18      (2) 19-29      (3) 30-50      (4) +50      (5) Não respondeu.   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>03. Quantas pessoas moram neste domicílio?</b><br>(1) Uma      (2) Duas      (3) Três      (4) Quatro      (5) Cinco<br>(6) Acima de cinco pessoas      (7) Não respondeu  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>04. Renda familiar:</b><br>(1) Abaixo de um salário mínimo      (2) De um a dois salários mínimos<br>(3) De três a cinco salários mínimos      (4) Acima de cinco salários mínimos<br>(5) Não soube avaliar      (6) Não respondeu   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>05. Nível de escolaridade:</b><br>(1) Ensino fundamental incompleto      (2) Ensino fundamental completo<br>(3) Ensino médio incompleto      (4) Ensino médio completo<br>(5) Ensino técnico profissionalizante      (6) Ensino superior tecnólogo<br>(7) Ensino superior      (8) Pós-graduação      (09) Não respondeu.  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>06. Atualmente, quantos dos seguintes tipos de aparelhos estão sendo usados, e quantos estão armazenadas (obsoletos ou não-funcionamento) em sua casa? Se sua família não possuir tal aparelho, por favor indique com '0'.</b> <table border="1" data-bbox="301 972 1367 1352"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Em uso</th> <th>Fora de uso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TV tradicional</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>LCD de alta definição / TV Plasma</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Computador pessoal desktop</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Condicionadores de ar</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Computador portátil</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Geladeira</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Máquina de lavar</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Celular</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Tablet/Ipod</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> |        |             | Produto | Em uso | Fora de uso    | TV tradicional |                                   |  | LCD de alta definição / TV Plasma |  |                       | Computador pessoal desktop |                     |  | Condicionadores de ar |  |                  | Computador portátil |         |  | Geladeira   |  |  | Máquina de lavar |  |  | Celular |  |  | Tablet/Ipod |  |  |
| Produto   | Em uso | Fora de uso |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| TV tradicional  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| LCD de alta definição / TV Plasma   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Computador pessoal desktop  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Condicionadores de ar   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Computador portátil   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Geladeira   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Máquina de lavar  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Celular   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Tablet/Ipod   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>07. Para os aparelhos acima mencionados que sua casa está usando atualmente, quais são as suas idades? Indicar um período porção média, se houver mais do que uma unidade para cada categoria.</b> <table border="1" data-bbox="314 1464 1058 1848"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Idade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TV tradicional</td><td></td></tr> <tr><td>LCD de alta definição / TV Plasma</td><td></td></tr> <tr><td>Computador pessoal desktop</td><td></td></tr> <tr><td>Condicionadores de ar</td><td></td></tr> <tr><td>Computador portátil</td><td></td></tr> <tr><td>Geladeira</td><td></td></tr> <tr><td>Máquina de lavar</td><td></td></tr> <tr><td>Celular</td><td></td></tr> <tr><td>Tablet/Ipod</td><td></td></tr> </tbody> </table>   |        |             | Produto | Idade  | TV tradicional |                | LCD de alta definição / TV Plasma |  | Computador pessoal desktop        |  | Condicionadores de ar |                            | Computador portátil |  | Geladeira             |  | Máquina de lavar |                     | Celular |  | Tablet/Ipod |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Produto   | Idade  |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| TV tradicional  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| LCD de alta definição / TV Plasma   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Computador pessoal desktop  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Condicionadores de ar   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Computador portátil   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Geladeira   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Máquina de lavar  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Celular   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Tablet/Ipod   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| <b>08. De quanto tempo foi a vida útil do aparelho em questão? Se o atual é o primeiro e o único que sua família possui, escrever "U" (uso) na caixa</b> <table border="1" data-bbox="314 1921 1058 2036"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Anos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TV tradicional</td><td></td></tr> <tr><td>LCD de alta definição / TV Plasma</td><td></td></tr> </tbody> </table>  |        |             | Produto | Anos   | TV tradicional |                | LCD de alta definição / TV Plasma |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| Produto   | Anos   |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| TV tradicional  |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |
| LCD de alta definição / TV Plasma   |        |             |         |        |                |                |                                   |  |                                   |  |                       |                            |                     |  |                       |  |                  |                     |         |  |             |  |  |                  |  |  |         |  |  |             |  |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Computador pessoal desktop   |  |  |
| Condicionadores de ar  |  |  |
| Computador portátil  |  |  |
| Geladeira  |  |  |
| Máquina de lavar   |  |  |
| Celular  |  |  |
| Tablet/Ipod  |  |  |
| <b>09. Qual o método adotado pela família para destinação do lixo eletrônico?</b><br><input type="checkbox"/> Recolha de equipamentos velhos pelo varejista<br><input type="checkbox"/> Doá-lo a instituições de caridade ou programa de reciclagem<br><input type="checkbox"/> Desmontá-lo, tirar as partes úteis de distância e descartar o resto<br><input type="checkbox"/> Descarte todo o aparelho como lixo<br><input type="checkbox"/> Outros. |  |  |
| <b>10. Existe serviço de coleta de resíduos sólidos eletrônicos no arquipélago?</b><br>(1) Sim (2) Não (3) Não soube avaliar (4) Não respondeu.  |  |  |
| <b>11. Qual é o fator mais importante levado em consideração quando você escolhe um coletor de lixo eletrônico? (Marque apenas uma)</b><br><input type="checkbox"/> Fácil acesso para o coletor de lixo eletrônico<br><input type="checkbox"/> Preocupação com o meio ambiente<br><input type="checkbox"/> Tratamento e reciclagem adequada capacidade do coletor de lixo eletrônico<br><input type="checkbox"/> Outros                                |  |  |
| <b>12. Qual é a principal instituição operadora dos serviços de coleta domiciliar regular de resíduos sólidos (Lixo) neste município?</b><br>(1) Administração direta da prefeitura (2) Autarquia ou serviço autônomo<br>(3) Empresa pública regional (4) Consórcio intermunicipal<br>(5) Empresa privada (6) Associação<br>(7) Outra (8) Não possui instituição operadora dos serviços<br>(9) Não soube avaliar (10) Não respondeu.                   |  |  |
| <b>13. Frequência da coleta domiciliar direta de lixo:</b><br>(1) Diariamente (2) 3 vezes por semana<br>(3) 2 vezes por semana (4) 1 vez por semana<br>(5) Não há coleta direta de lixo (6) - Não soube avaliar (7) Não respondeu.   |  |  |
| <b>14. A coleta domiciliar direta diária é realizada:</b><br>(1) Em todo o município (2) Apenas em parte do município<br>(3) Não soube avaliar (4) Não respondeu.  |  |  |
| <b>15. Existe a coleta seletiva de resíduos?</b><br>(1) Sim (2) Não (3) Não soube avaliar (4) Não respondeu  |  |  |
| <b>16. Destinação final do lixo coletado:</b><br>(1) Lixão (2) Aterro controlado (3) Aterro sanitário<br>(4) Outro (5) Não soube avaliar (6) Não respondeu.  |  |  |
| <b>17. Onde são descartados os resíduos eletro-eletrônicos?</b><br>(1) Lixão (2) Aterro controlado (3) Aterro sanitário<br>(4) Outro (5) Não soube avaliar (6) Não respondeu.  |  |  |
| <b>18. Recebe alguma informação, educação ou é feito algum trabalho com os moradores sobre o meio ambiente?</b><br>(1) Sim (2) Não (3) Não soube avaliar (4) Não respondeu   |  |  |