



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Sônia Regina dos Santos Almeida

A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DAS
BATERIAS DE TELEFONE CELULAR

Rio de Janeiro
2015



UFRJ

Sônia Regina dos Santos Almeida

A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DAS
BATERIAS DE TELEFONE CELULAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^o Assed Naked Haddad, D.Sc.
Co-orientadora: Prof^a. Ana Catarina Jorge Evangelista, D.Sc.

Rio de Janeiro
2015

Almeida, Sônia Regina dos Santos.

A Percepção do Usuário na Avaliação do Ciclo de Vida das Baterias de Telefone Celular/Sônia Regina dos Santos Almeida – 2015.

118 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2015.

Orientador: Prof^o. Assed Naked Haddad, D.Sc.

Co-orientadora: Prof^a. Ana Catarina Jorge Evangelista, D.Sc.

1. ACV. 2. Celular. 3. Baterias. 4. Impacto Ambiental. I. Haddad, Assed Naked. Evangelista, Ana Catarina Jorge II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Mestrado.



UFRJ

A PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DAS BATERIAS DE TELEFONE CELULAR

Sônia Regina dos Santos Almeida

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^o Assed Naked Haddad, D.Sc.
Co-orientadora: Prof^a. Ana Catarina Jorge Evangelista, D.Sc.

Aprovada pela Banca:

Presidente, Prof. Assed Naked Haddad, D.Sc., UFRJ.

Prof^a. Ana Catarina Jorge Evangelista, D.Sc., UFRJ.

Prof^a. Maria Elizabeth Tavares, D.Sc., UERJ.

Prof^o. Paulo Victor R de Carvalho, D.Sc., IEN.

Prof^o. Lucio Villarinho Rosa, D.Sc., UNESA.

Rio de Janeiro
2015

Dedico essa dissertação a meu filho Ronaldo Horta de Almeida Junior que me estimulou, acreditou em mim e não permitiu que eu esmorecesse, é sempre um grande exemplo de persistência e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meus caminhos, não permitindo que o cansaço, o desânimo e a descrença me dominassem e que perdesse a essência da vida que é a fé. Um agradecimento muito especial a meu filho, que me estimulou e que acreditou em mim e tornou possível este momento em minha vida. A você meu querido pai que sempre me ensinou os conceitos sobre a minha formação, sem sequer conhecê-los, mas com persistência e amor permitiu meu crescimento.

Agradeço também a empresa em que trabalho, Universidade Estácio de Sá, pelo estímulo ao desenvolvimento acadêmico e profissional. Um muito obrigado a meu colega de trabalho Professor Dickson por compartilhar do desafio de se tornar Mestre. Aos meus amigos, em especial, Luiz e Olga Lemos, pelo apoio e as horas dedicadas com tanto carinho.

Um agradecimento, muito especial e com muito carinho, aos meus orientadores, Professora Ana Catarina por sua orientação, disponibilidade e dedicação na orientação dos meus passos. Finalmente ao Professor Assed Haddad por me mostrar o caminho certo na busca pelo resultado, por toda a dedicação e principalmente por não ter desistido nunca de mim. Muito Obrigada.

*“Temos milhares e milhares de pessoas
que vivem do lixo”*

(Robert Knoth, apud Greenpeace, 2009).

RESUMO

Almeida, Sônia Regina dos Santos. A Percepção do Usuário na Avaliação do Ciclo de Vida das Baterias de Telefone Celular. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

No Brasil, em maio de 2015, há o registro de 284,2 milhões de celulares, e densidade de 139,16 celulares/100 habitantes. E a cidade do Rio de Janeiro com uma densidade de 151,69 celulares/100 habitantes. O lixo eletrônico, ou seja, resíduos de equipamentos elétricos ou eletrônicos, cresce rapidamente, sendo um desafio para a gestão de resíduos em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. O crescimento rápido da inovação tecnológica em espaços de tempo cada vez menores contribui para a crescente quantidade de lixo eletrônico. Ao longo das últimas duas décadas, muito se tem feito em diversos países para a coleta e tratamento do lixo eletrônico. Apesar destes esforços, a coleta e o tratamento destes resíduos são limitados, e a maioria destes países ainda está sem sistema de gestão do lixo eletrônico. O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar um estudo dos impactos ambientais sobre o destino dos Resíduos presentes nas Baterias de Telefones Celulares, utilizando uma pesquisa de campo para investigar a percepção do usuário em relação a exposição de produtos químicos tóxicos e venenosos.

Palavras-chave: 1. ACV. 2. Celular. 3. Baterias. 4. Impacto Ambiental.

ABSTRACT

Almeida, Sonia Regina dos Santos. The User's Perception on Life Cycle Assessment of the Mobile Phone Batteries. Rio de Janeiro, 2015. Dissertation (Masters) - Environmental Engineering Program, Polytechnic School and the School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, in 2015.

In Brazil, in May 2015, there is a record of 284.2 million mobile phones, and mobile phone density of 139.16 / 100 inhabitants and the city of Rio de Janeiro with a density of 151.69 mobile phone / 100 inhabitants. Electronic waste ie electrical or electronic equipment waste, grows rapidly, a challenge for waste management in the developed or developing countries. The rapid growth of technological innovation into smaller and smaller periods of time, contributes to the increasing amount of electronic waste. Over the past two decades, much has been done in several countries for the collection and treatment of e-waste. Despite these efforts, the collection and treatment of this waste are limited, and most of these countries are still no e-waste management system. This work has as main objective to present a study of the environmental impacts on the fate of present waste in Mobile Phones Batteries using a field survey to investigate the perception of the user regarding the exposure of toxic and poisonous chemicals.

Kew-words: 1 LCA. 2. Mobile. 3. Batteries. 4. Environmental Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Uma Criança Chinesa entre uma pilha de Fios e Lixo Eletrônico.	17
Figura 2: Geração e Coleta de RSU.....	23
Figura 3: Depósito de Lixo Hospitalar.	24
Figura 4: Lixo ou Resíduo de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE).....	25
Figura 5: Lixo Digital.....	26
Figura 6: Lixo REEE de Computadores e Impressoras.....	29
Figura 7: Montanha figurativa de produtos eletrônicos descartados por ano no mundo.	33
Figura 8: Fluxo de Material “Polímeros Retardadores de Chama” contendo Lixo Eletrônico na Nigéria.	35
Figura 9: Evolução do Mercado de Telefones Celulares (em mil unidades).	36
Figura 10: Integração de Processos e Sistemas.	49
Figura 11: Guia para Eletrônicos Verdes.	50
Figura 12: Fases da ACV.	56
Figura 13: Ciclo de Vida de um Celular.....	60
Figura 14: Fases da ACV.	64
Figura 15: Produção da Bateria de um Celular.	70
Figura 16 - Análise de Ciclo de Vida	77
Figura 17 - Análise do Inventário – Coleta de Dados.	78
Figura 18 - Unidade de Processo.....	79
Figura 19 - Energia Gasta para Produção de material para as várias baterias	80
Figura 20 - Valores $E_{ctg} \pm$ um desvio padrão para as várias tecnologias de bateria..	81
Figura 21 - Média de Emissão de Poluentes em (gramas) por (quilograma) por tipo de bateria com Tecnologia NiMh, PbA, NiCd, Na/S e Li-Ion.	82

Figura 22 - Emissões Totais de Níquel e Cádmio em todo o Ciclo de Vida Útil da Bateria com Tecnologia NiCd (excluindo a fase usuário.) Para diferentes métodos de tratamento de fim de vida (perspectiva de curto prazo).	86
Figura 23: Você usa celular?.....	89
Figura 24: Quantos aparelhos você usa no seu dia a dia?	90
Figura 25: Qual a sua Idade?	90
Figura 26: Qual a localidade que você reside?	91
Figura 27: Qual a sua renda mensal?	91
Figura 28: Qual o seu grau de escolaridade?	92
Figura 29: Qual o seu sexo?	93
Figura 30: Quantos aparelhos de celular existem na sua casa?	93
Figura 31: Quantas pessoas moram na sua casa?	94
Figura 32: Por quanto tempo você utiliza um aparelho de celular antes da troca? ...	95
Figura 33: Quais motivos te fazem trocar de aparelho de celular?	95
Figura 34: O que você faz com o seu antigo aparelho de celular?.....	96
Figura 35: Você sabia que os aparelhos de celulares podem ser reciclados?	96
Figura 36: Ao descartar os aparelhos celulares qual a dificuldade que você encontra?	97
Figura 37: O que você acha sobre a disponibilidade das informações relacionadas ao descarte por parte dos fabricantes?	98
Figura 38: Usuários que Conhecem a Política de Resíduos Sólidos no Brasil?	98
Figura 39: Você pagaria mais caro por um aparelho celular, caso o fabricante tivesse uma política de retorno dos aparelhos em desuso?	99
Figura 40: No momento da compra, você opta pelo fabricante que possui ações ambientais?	99

Figura 41: Você valoriza produtos/embalagens fabricados de materiais reciclados?	100
Figura 42: Você sabia que a bateria dos aparelhos celulares contém substâncias perigosas a saúde dos seres vivos?	100
Figura 43: Você já teve o interesse de acessar o site do fabricante em busca de informações sobre o descarte correto?	101
Figura 44: Você sabe qual o tipo da bateria utilizada no seu aparelho de celular? .	102
Figura 45 -Fluxo de E-resíduos em diferentes canais no Irã.	103
Figura 46 - Esquema Mostrando o Modelo Genérico do Fim de Vida dos Resíduos Eletrônicos com Suposições Previstas.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os Custos de Reciclagem e Preços de Venda.....	18
Tabela 2 - Reciclagem de Materiais por Computador	19
Tabela 3 - Preço dos Materiais de Reciclagem em 2009.	19
Tabela 4 - Percentual do que é feito um Computador.....	27
Tabela 5 - Substância Tóxica dos Computadores e Celulares.....	28
Tabela 6 - Uso e Consequências dos Componentes no Meio Ambiente.	28
Tabela 7 - Quantidade de Computadores e Impressoras, em toneladas por ano.	30
Tabela 8 - Frequência de Processos INFORMAIS de REEE no Brasil.	30
Tabela 9 - Frequência de Processos FORMAIS de REEE no Brasil.....	31
Tabela 10 - Série ABNT NBR ISO 14040.....	63
Tabela 11 - Tipos de Baterias – Vantagens, Desvantagens, Aplicações e Composição.	71
Tabela 12 – Progresso alcançado pela Indústria de Telefonia Móvel	76
Tabela 13 – Emissão de Poluentes para Ar, Água e Resíduos Sólidos para a Produção de Bateria (Berço ao Portão) com Tecnologia NiCd.	82
Tabela 14 - Emissões para a Atmosfera, Água e Sólidos para Baterias Recicladas (g / kg da bateria) com Tecnologia NiMh, PbA e NiCd.	82
Tabela 15 - Valores de Energia da Produção do Berço ao Portão.....	83
Tabela 16 - Necessidades de material para a 1 Wh bateria de níquel-cádmio portáteis (g).	84
Tabela 17 - Dados Seleccionados de Inventário para Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd (excluindo a Fase de Utilização) especificadas para diferentes atividades.	84

Tabela 18 - Dados Seleccionados dos Estoques do Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd (excluindo a Fase do Usuário) para diferentes métodos de tratamento em fim de vida.....	85
Tabela 19 - As Emissões de Níquel e Cádmio no Ar e na Água durante todo o Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd. (Excluindo Fase Usuário).....	85

LISTA DE SIGLAS

ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
ACV	Análise de Ciclo de Vida.
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações.
CNI	Confederação Nacional da Indústria.
CRADLE-TO-GATE	Do Berço ao Portão.
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
GREENPEACE	É uma organização global e independente que atua para defender o ambiente e promover a paz, inspirando as pessoas a mudarem atitudes e comportamentos.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.
ICCASM	<i>International Conference on Computer Application and System Modeling.</i>
IPE	Instituto de Pesquisas Ecológicas.
ONU	Organização das Nações Unidas.
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos.
RSU	Resíduo Sólido Urbano.
SUDEMA	Superintendência do Meio Ambiente.
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância.
WEEE	<i>Waste Electrical and Electronic Equipment.</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Apresentação.....	17
1.2	Relevância	20
1.3	Objetivo.....	21
1.4	Estrutura do Trabalho	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1	Resíduo Sólido Urbano.....	22
2.2	Compreensão dos Resíduos	22
2.3	Lixo Eletrônico	25
2.4	Lixo ou resíduo Eletrônico – O que é?.....	25
2.5	Compreensão do Lixo Eletrônico	27
2.6	Quanto é isto?.....	29
2.7	Onde o Lixo Eletrônico vai Acabar?	32
2.8	O Lixo Eletrônico no Brasil.....	35
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	37
3.1	Sustentabilidade	37
3.2	Desenvolvimento Sustentável.....	39
3.2.1	Desenvolvimento Sustentável na Indústria Eletro Eletrônica.....	50
3.3	Análise do Ciclo de Vida	52
3.3.1	Análise do Ciclo de Vida na Indústria Eletro Eletrônica.....	59
3.3.2	Análise do Ciclo de Vida de um Celular.....	60
3.4	Desempenho Ambiental.....	61
4	ACV DE BATERIAS NIQUEL - CÁDMIO	66
4.1	A Evolução das Baterias	66
4.2	Tipos de Baterias	66
4.2.1	Baterias de Níquel-Cádmio (Ni-Cd)	66
4.2.2	Baterias de Hidreto Metálico de Níquel (Ni-MH).....	67
4.2.3	Baterias de Ion-Lítio (Li-Ion)	68
4.2.4	Baterias de Polímeros Li.....	69
4.3	Impactos Ambientais causados pela Produção das Baterias dos Celulares.....	69
4.4	Análise de Ciclo de Vida das Baterias de Níquel – Cádmio.....	75
4.4.1	Progresso Alcançado pelas Indústrias de Aparelhos de Telefone Celular ...	75
4.4.2	Análise de Ciclo de Vida - ACV	77

4.4.3 Ferramentas disponíveis para ACV	78
4.4.4 Inventários disponíveis para ACV de Ni-Cd.....	79
5 METODOLOGIA DA PESQUISA – LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS ..	87
5.1 Metodologia da Pesquisa.....	87
5.2 Elaboração e Aplicação do Questionário	88
5.3 Apresentação dos Resultados	88
5.4 Análise dos Resultados	102
6 CONCLUSÃO	106
REFERÊNCIAS.....	110
anexo - ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE O PROCESSO DE DESCARTE DE APARELHOS CELULARES E BATERIAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.....	114

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Todos os dias você agrega em seu computador, celular, **tablet** uma série de informações, artigos, filmes, fotos, etc., para ser mais produtivo ou para se divertir ou para tornar sua vida melhor. Quando qualquer uma destas informações não interessar mais se pode simplesmente dar um **delete** e não mais ter contato com este arquivo. No entanto quando pensamos que milhares, milhões de pessoas e empresas descartam seus equipamentos eletrônicos coletivamente é ter um sério impacto sobre o nosso planeta.

Segundo o *Greenpeace*, todos os anos, centenas de milhares de computadores e celulares velhos são despejados em aterros ou queimados em fundições. Milhares mais são exportados, muitas vezes de forma ilegal, a partir da Europa, EUA, Japão e outros países industrializados para a Ásia. Lá os trabalhadores em depósitos de sucata, alguns dos quais são crianças, conforme figura 1, estão expostos a um coquetel de produtos químicos tóxicos e venenos.

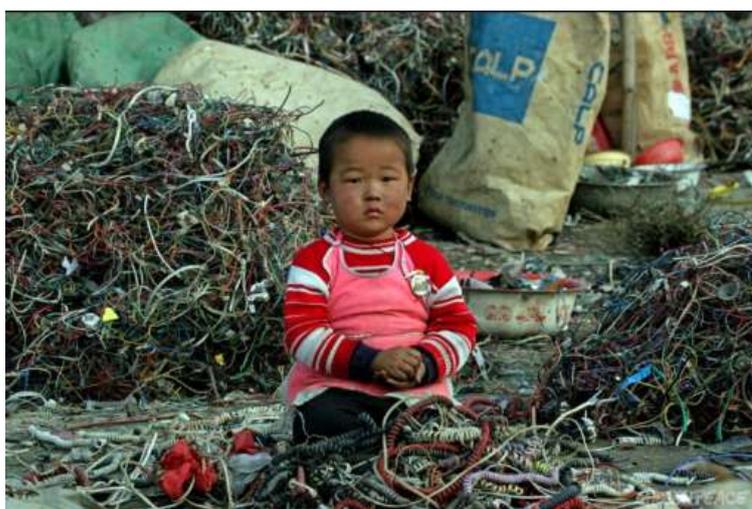


Figura 1: Uma Criança Chinesa entre uma pilha de Fios e Lixo Eletrônico.

Fonte: <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/>.

A velocidade com que essas montanhas de produtos eletrônicos usados estão crescendo atingirá proporções de crise, a menos que as empresas de eletrônicos

que lucram com a fabricação e venda desses dispositivos assumam as suas responsabilidades. É possível construir produtos limpos e duráveis que podem ser atualizados, reciclados ou eliminados de forma segura para não acabar como resíduos perigosos no quintal de alguma pessoa desavisada.

O objetivo desta dissertação é apresentar a percepção do usuário na avaliação do ciclo de vida das baterias de telefone celular com base nos resultados da pesquisa realizada no município do Rio de Janeiro.

O rápido desenvolvimento da tecnologia eletrônica traz significativo benefício econômico, bem como a facilidade da vida social. Ao mesmo tempo, os resíduos eletrônicos causam uma série de questões ambientais. A reciclagem destes resíduos eletrônicos tem atraído muita atenção das comunidades internacionais, especialistas e pesquisadores. A pesquisa sobre a necessidade de recursos para reciclar o lixo eletrônico requer a aplicação no campo. Exige efetivamente integrar uma análise das informações do negócio de reciclagem com os dados estatísticos para fornecer à comunidade informações completas das empresas com respeito a perspectiva de ganhos sobre a reciclagem de lixo eletrônico.

De acordo com a publicação de 2010 na *International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010)*, conforme na Tabela 1, apresenta os custos de reciclagem e preços de venda de resíduos eletrônicos (IEEE, 2013).

Tabela 1 – Os Custos de Reciclagem e Preços de Venda.

	Período de Uso (Ano)	Custo de Reciclagem (RMB)	Preço de Venda (RMB)
Geladeira	12-15	100	110
TV	10	40	25
Máquina de Lavar	10	60-80	80
Computador	5-6	80	Acima de 100

Fonte: Adaptado pela Autora, IEEE (2013).

Os valores apresentados, na tabela 1, estão em Renminbi, (Wikipedia, 2015), moeda da República Popular da China, RMB, símbolo monetário ¥; código CNY, onde 1CNY = 0,16325 Dólar Taxa de Cambio (2015).

Tabela 2 - Reciclagem de Materiais por Computador

Materiais	Percentual de Qualidade (%)	Qualidade (kg)	Quociente de Reciclagem (%)
Ferro	20,47	5,58	80
Alumínio	14,17	3,86	80
Cobre	6,93	1,91	90
Lata	1,01	0,27	70

Fonte: Adaptado pela Autora, CEBALLOS (2014).

Neste mesmo artigo, a Tabela 2, apresenta a Relação de Reciclagem dos Resíduos Eletrônicos de um Computador e a Tabela 3, os Preços dos Materiais de Reciclagem referenciados em 2009. O preço na Tabela 3 é estimado com base no preço de mercado, quando os dados foram coletados.

Tabela 3 - Preço dos Materiais de Reciclagem em 2009.

Materiais	Preço (Milhão/Tonelada)
Ferro	0,3
Plásticos Misturados	0,3
Cobre Misturado	3,4
Alumínio	1,1
Cobre	4,0

Fonte: Adaptado pela Autora, CEBALLOS (2014).

O desenvolvimento da tecnologia favorece ao crescimento industrial e trás, além de benefícios para a economia nacional, uma preocupação embutida em seu

desenvolvimento, principalmente quando se trata dos resíduos eletrônicos que lidam com produtos de potencial de dano significativo.

Nos Estados Unidos, a partir de maio de 2014, 25 Estados tinham leis que obrigavam a reciclagem para a sucata eletrônica (e-sucata, também chamado de e-waste). Em 2012, a indústria de reciclagem da sucata eletrônica contribuíram com cerca de 20,6 bilhões de dólares para a economia dos EUA, e empregava mais de 45.000 funcionários em tempo integral (CEBALLOS, 2014).

Os Americanos possuem quase 3 bilhões de produtos eletrônicos, incluindo televisores, telefones celulares, computadores e periféricos (teclados, scanners, faxes, etc.).

A sucata eletrônica contém mais de 1000 substâncias, muitas das quais são perigosas, nas quais estão incluídos os metais pesados (chumbo, cádmio, mercúrio, berílio, etc.), retardadores de chama, ftalatos (qualquer sal ou ester do ácido ftálico), substâncias que destroem o ozônio. Portanto, o trabalhador estará exposto a estas substâncias perigosas durante o processo da reciclagem, mas os dados são limitados sobre o tipo e a extensão das exposições.

O rápido crescimento da indústria e da escassa informação sobre os potenciais riscos para a saúde e segurança no trabalho revelou a necessidade de aprender mais sobre a indústria de reciclagem de e-waste.

Desta forma, o Instituto Nacional de Saúde e Segurança Ocupacional (NIOSH) estabeleceu um convênio interinstitucional com a Agência de Proteção Ambiental para caracterizar as exposições ocupacionais; avaliar as práticas de trabalho, programas e políticas; e fornecer recomendações para reduzir a exposição dos trabalhadores nas instalações de reciclagem e-waste.

1.2 Relevância

Compreender o ciclo de vida de um produto eletrônico é conhecer o projeto desenvolvido, iniciando pela escolha das matérias primas, o processo de beneficiamento, identificar os pontos de venda onde é comercializado e os pontos de

recebimento dos resíduos, além das orientações aos consumidores sobre as melhores práticas de encaminhamento pós-consumo do produto (Trigo et al, 2013).

1.3 Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar um estudo dos impactos ambientais sobre o destino dos Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônico (REEE), e propor soluções para diminuir a exposição de produtos químicos tóxicos e venenosos a que estamos submetidos.

1.4 Estrutura do Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho o capítulo apresenta uma visão geral dos resíduos eletro-eletrônicos, suas principais características, os custos de reciclagem e preços de venda de resíduos eletrônicos. O segundo capítulo apresenta alguns conceitos sobre resíduo e lixo eletrônico, como também suas consequências no meio ambiente e a projeção de crescimento no âmbito nacional e mundial. O terceiro capítulo apresenta os conceitos necessários para o entendimento das técnicas e fundamentos utilizados nesta dissertação, conceitos sobre análise de ciclo de vida e sua importância dentro do conceito de gerenciamento de resíduos. O quarto capítulo apresenta a evolução das baterias, o impacto ambiental causado pela produção das baterias dos aparelhos de celular, os riscos conhecidos no âmbito nacional e mundial e a comparação de inventário de baterias de NiCd. O quinto capítulo demonstra o comportamento sobre a conscientização do consumidor no descarte de aparelhos celulares. E por último, considerações finais sobre o desenvolvimento deste trabalho, bem como, recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Alguns conceitos devem ser conhecidos visando o correto entendimento das técnicas e fundamentos utilizados nesta dissertação. Este item apresenta alguns conceitos sobre Resíduo e Lixo Eletrônico, apresenta também suas consequências no Meio Ambiente e a projeção de crescimento no âmbito nacional e mundial.

2.1 Resíduo Sólido Urbano

Fomos acostumados a associar resíduo sólido urbano à sujeira, imundice, restos. Derivada do latim *lix* (cinza), o lixo tecnicamente é conhecido como “Resíduo Sólido Urbano” (RSU).

Se até o começo da Revolução Industrial o lixo era composto basicamente de restos e sobras de alimentos, a partir dessa era passou a ser identificado, também, por todo e qualquer material descartado e rejeitado pela sociedade.

O desenvolvimento para o conforto e o bem-estar humano, produzido a partir da Revolução Industrial, levou à intensificação do material descartado, ocasionando um aumento da quantidade de resíduos gerados e não utilizados pelo Homem, muitos deles provocando a contaminação do meio ambiente e trazendo riscos à saúde humana, basicamente nas áreas urbanas (AMBIENTE BRASIL, 2014).

2.2 Compreensão dos Resíduos

Com o crescimento das áreas urbanas surgiu à necessidade de adequação de locais específicos para depósito e tratamento dos resíduos sólidos.

No Brasil de hoje, por exemplo, estima-se que a produção anual de lixo esteja em torno de 44 milhões de toneladas, sendo que a maior parte dos resíduos recolhidos nos centros urbanos é simplesmente jogada sem qualquer cuidado em depósitos existentes nas periferias das cidades.

No Brasil, a produção de lixo não para de crescer, é o que mostra o Panorama dos Resíduos Sólidos – 2010 e 2012 – estudo feito pela Associação Brasileira de

Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), SENADO NOTÍCIAS (2014).

Segundo este levantamento, os brasileiros geraram em 2010, 2011 e 2012, cerca de 60,9 milhões, 61,9 milhões e 62,7 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), respectivamente, crescimento de 6,8% em 2010 sobre 2009 e de 1,9% na quantidade de RSU coletados em 2012 relativamente a 2011, apesar do total de resíduos coletados terem registro de aumento, aproximadamente 7,7% em 2010 sobre 2009, cresceu 1,3%, de 2011 para 2012, conforme mostrado na figura 2, índice que é superior à taxa de crescimento populacional urbano no país, que foi de 0,9%. Segundo a ABRELPE, 54,2 toneladas foram recolhidas pelos serviços de coleta domiciliar em 2010, 55,5 toneladas em 2011 e 56,6 toneladas em 2012, ABRELPE (2012).

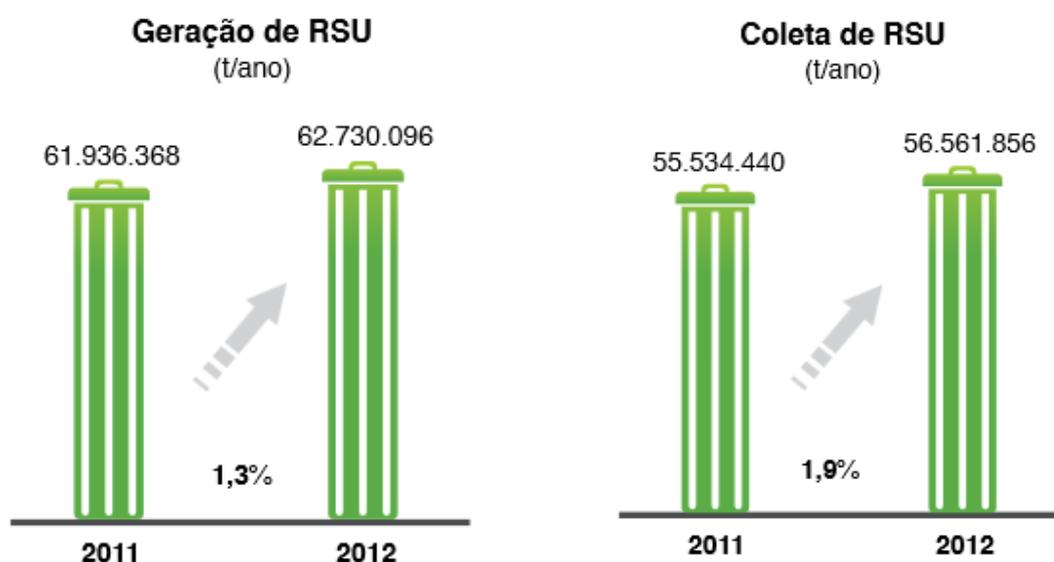


Figura 2: Geração e Coleta de RSU.
Fonte: Adaptado pela Autora. ABRELPE (2012).

No entanto, este número corresponde a 89% do lixo gerado em 2010, chegando a 90,17% em 2012, ou seja, 9,83% ficam espalhados nas ruas, em aterros ou foram jogados nos rios.

Mesmo assim, a maior parte dos resíduos recolhidos nos centros urbanos é simplesmente jogada sem qualquer cuidado em depósitos existentes nas periferias das cidades.

De acordo com o IBGE (AMBIENTE BRASIL), 74% dos municípios brasileiros depositam lixo hospitalar a céu aberto e apenas 57% separam os dejetos nos hospitais. Segundo publicação em jornal de circulação nacional:

Um depósito de lixo hospitalar, conforme figura 3, misturado a lixo comum está acumulado há mais de cinco meses, nos fundos do Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC), em Campina Grande. A irregularidade foi identificada na manhã desta terça-feira (27/11/2012). A fiscalização da Superintendência do Meio Ambiente (SUDEMA) notificou o hospital, SUDEMA (2012).



Figura 3: Depósito de Lixo Hospitalar.
Fonte: SUDEMA (2012).

A miséria sócia econômica brasileira faz com que o lixo acabe se transformando numa fonte de sustento para milhares de pessoas, adultos e crianças, homens e mulheres. Segundo a UNICEF, 45 mil crianças e adolescentes brasileiros vivem da garimpagem do lixo. São filhos de famílias muito pobres que ajudam os pais a catar embalagens plásticas, papéis, latinhas de alumínio, a separar vidros e restos de comida.

Os meninos e meninas de todas as idades ganham míseros, R\$ 1,00 a R\$ 6,00 diários, mas que ajudam a aumentar a renda de suas famílias. Essa triste constatação torna-se ainda pior pelo fato de que, ainda segundo a UNICEF, em alguns “lixões”, mais de 30% das crianças em idade escolar nunca pisaram nas salas de aula. Em Olinda (PE) (AMBIENTE BRASIL), sofrem preconceito e

discriminação e são conhecidas como “crianças do lixo”. As crianças de Olinda e de Campo Grande (MS) já chegaram a representar 50% da mão de obra nos “lixões”. Na capital sul-mato-grossense, dados oficiais apontam que 33,3% dos trabalhadores do “lixão” local têm menos de 12 anos.

2.3 Lixo Eletrônico



Figura 4: Lixo ou Resíduo de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE).
Fonte: AMBIENTE BRASIL (2014).

Lixo ou Resíduo Eletrônico compõe a uma variada gama de resíduos, desde equipamentos como geladeiras a produtos típicos do universo da informática. Surge uma nova nomenclatura: Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos (REEE), conforme figura 4, tradução direta do inglês *Waste Electrical and Electronic Equipment* (WEEE).

2.4 Lixo ou resíduo Eletrônico – O que é?

A definição de REEE, além dos equipamentos descritos como “digitais”, os de iluminação (lâmpadas fluorescentes), pilhas (recarregáveis ou não), baterias de celulares, aspiradores de pó, enceradeiras, aparelhos de TV, tostadores de pão, aparelhos de fax, acessórios médicos hospitalares, fornos de microondas, CD

players, brinquedos eletrônicos (games), caixas eletrônicas, baterias de automóveis, freezers, lavadoras de roupa, refrigeradores, etc.

Outro dado refere-se à expansão dos *Laptops* e *Palm-Top* em escala mundial. No conjunto, tais equipamentos incluem extensa pauta de acessórios poluentes: cartuchos, CDs, disquetes, transformadores, fios e cabos, adaptadores, mouses, no-breaks, etc, itens que integram em grau crescente a composição dos resíduos urbanos.



Figura 5: Lixo Digital.
Fonte: AMBIENTE BRASIL (2014).

O lixo digital, Figura 5, mesmo mantendo filiação com os REEE, possui uma inserção específica no modelo de geração de resíduos, configurando por esta razão certa particularidade, enquanto resíduo eletro-eletrônico.

O e-waste, assim chamado, compartilha com o conjunto dos REEE uma coleção de impactos ambientais, como substâncias halogenadas (CFC, PCB, PVC, etc) e metais pesados (chumbo, cádmio e mercúrio). A produção destes equipamentos faz uso de plásticos termo-fixos, ácidos, gases tóxicos e solventes, além de amplo leque de princípios químicos cancerígenos.

Assim sendo, o parecer do ecólogo Genebale Freire Dias destaca que “um micro em média gera 63 quilos de lixo, 22 dos quais correspondem a materiais tóxicos, principalmente chumbo dos monitores, mercúrio e cromo das unidades centrais de

processamento, arsênio e substâncias orgânicas halogenadas que constituem ameaças à saúde e ao meio ambiente”, WALDMAN (2007).

Outro dado preocupante quanto ao lixo eletrônico, segundo dados do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPE) divulgados em 2009, são despejadas 40 milhões de toneladas por ano em todo o mundo.

Os resíduos eletrônicos já representam 5% de todo o lixo produzido pela humanidade. Além de serem recicláveis, têm chumbo, cádmio e mercúrio que fazem mal a saúde.

2.5 Compreensão do Lixo Eletrônico

Tradicionalmente, países como EUA, Alemanha, Japão e a China, são apontados como os países que mais produzem, consomem e descartam produtos de alta tecnologia doméstica, profissional e industrial.

Porém, segundo dados de 2010, levantados pelo PNUMA (Programa da ONU para o Meio Ambiente), o Brasil é o país emergente que mais gera lixo eletrônico por pessoa a cada ano. A ONU ainda afirmou, na ocasião, que o país não possui ampla estratégia para lidar com o problema, dependendo apenas de projetos isolados em nível privado e estatal.

Tabela 4 - Percentual do que é feito um Computador.

Do que é feito um computador	Percentual
Metal Ferroso.	32%
Plástico.	23%
Metais não ferrosos (chumbo, cádmio, berílio, mercúrio).	18%
Vidro.	15%
Placas eletrônicas (ouro, platina, prata e paládio).	12%

Fonte: Adaptado pela Autora PEREIRA (2014).

Na tabela 4, pode-se ver a participação relativa dos elementos que constituem um computador, e na tabela 5, podem-se ver as substâncias tóxicas presentes nos computadores e celulares.

Tabela 5 - Substância Tóxica dos Computadores e Celulares.

As substâncias tóxicas dos computadores e celulares	
Chumbo	Prejudicial ao cérebro e ao sistema nervoso. Afeta sangue, rins, sistema digestivo e reprodutor.
Cádmio	É um agente cancerígeno. Acumula-se nos rins, no fígado e nos ossos, o que pode causar osteoporose, irritação nos pulmões, distúrbios neurológicos e redução imunológica.
Níquel	Causa irritação nos pulmões, bronquite crônica, reações alérgicas, ataques asmáticos e problema no fígado e no sangue.
Mercúrio	Prejudica o fígado e causa distúrbios neurológicos, como tremores, vertigens, irritabilidade e depressão.
Zinco	Produz secura na garganta, tosse, fraqueza, dor generalizada, arrepios, febre, náusea e vômito.

Fonte: Adaptado pela Autora PEREIRA (2014).

Como se pode ver na tabela 6, muitos destes componentes são altamente poluentes quando lançados indiscriminadamente no meio ambiente:

Tabela 6 - Uso e Consequências dos Componentes no Meio Ambiente.

Componente	Consequências	Onde é usado
Chumbo	Causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo.	Computador, celular, televisão.
Mercúrio	Causa danos cerebrais e ao fígado.	Computador, monitor e TV de tela plana.
Cádmio	Causa envenenamento, danos aos ossos, rins e pulmões.	Computador, monitores de tubo antigos, baterias de laptops.
Arsênico	Causa doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer no pulmão.	Celular.
PVC	Se queimado e inalado, pode causar problemas respiratórios.	Em fios, para isolar corrente.
Belírio	Causa câncer no pulmão.	Computador, celular.
Retardantes de chamas (BRT)	Causam desordens hormonais, nervosas e reprodutivas.	Diversos componentes eletrônicos, para prevenir incêndios.

Fonte: Adaptado pela Autora PEREIRA (2014).

A ONU alerta para a explosão do fenômeno nos emergentes e a falta de capacidade para lidar com esse material, muitas vezes perigoso.

Para Achim Steiner, diretor-executivo do PNUMA, Brasil, México, Índia e China serão os países mais afetados pelo lixo, enfrentando "crescentes danos ambientais e problemas de saúde pública".

Em meio a críticas ao Brasil, por não contar com dados sobre o assunto, a ONU optou por fazer sua própria estimativa. O resultado foi preocupante. Por ano, o Brasil abandona 96,8 mil toneladas métricas de PC's. Quantidade só inferior ao da China com 300 mil toneladas.

Por ano, cada brasileiro descarta o equivalente a 0,5 Kg desse lixo eletrônico. Na China, com uma população bem maior, a taxa per capita é de 0,23 Kg e 0,1 Kg na Índia.

O estudo foi realizado pelo Programa da ONU para o Meio Ambiente (PNUMA), diante da constatação de que o crescimento dos países emergentes de fato gerou maior consumo doméstico, com uma classe média cada vez mais forte e estabilidade econômica para garantir empréstimos para a compra de eletroeletrônicos. Mas, junto com isso, veio à geração sem precedente de lixo.

2.6 Quanto é isto?



Figura 6: Lixo REEE de Computadores e Impressoras.
Fonte: AMBIENTE BRASIL (2014).

O relatório do PNUMA prevê em 5 vezes o aumento do fluxo dos resíduos de computadores na Índia, até 2020, e que na África do Sul e na China este crescimento será de 2 a 4 vezes, no mesmo período.

A Tabela 7, extraída do relatório do PNUMA, mostra a quantidade de computadores e impressoras colocadas no mercado, no período de 2003 a 2007, pelos países: África do Sul, Peru, Colômbia, México, Brasil, Índia e China em toneladas por ano.

Tabela 7 - Quantidade de Computadores e Impressoras, em toneladas por ano.

Países	África do Sul	Peru	Colômbia	México	Brasil	Índia	China
Ano	2007	2006	2006	2003	2005	2007	2007
Computadores colocados no mercado	32.000	7.000	13.600	63.700	-	140.800	419.100
Impressoras colocadas no mercado	6.800	-	-	-	-	12.000	-
Ano	2007	2006	2006	2006	2005	2007	2007
Base instalada computadores	(99.200)	(70.000)	57.300	300.000	(483.800)	(425.000)	(1.324.800)
Ano	2007	2006	2006	2006	2005	2007	2007
Resíduos de computadores	19.400	6.000	6.500	47.500	(96.800)	56.300	300.000
Resíduos de impressoras	(4.300)	(1.200)	(1.300)	(9.500)	(17.200)	(4.700)	(60.000)

Fonte: Valores entre parênteses foram estimados no relatório do PNUMA, apud WALDEMAN (2007).

Tabela 8 - Frequência de Processos INFORMAIS de REEE no Brasil.

Processo Informal	Frequência
Coleta.	O processo é (às vezes) parte da cadeia reversa.
Desmontagem Manual.	
Queima a céu aberto para recuperar ou concentrar metal.	
Descarte a céu aberto.	
Dessoldagem de PCI.	Sem informação disponível.
Lixiviação do ouro de PCI.	

Fonte: Relatório do PNUMA, apud WALDEMAN, (2007).

A Tabela 8, extraída do relatório do PNUMA, mostra os processos **INFORMAIS** na cadeia de reciclagem dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) no Brasil, WALDEMAN (2007).

Enquanto a Tabela 9, extraída do relatório, mostra os processos **FORMAIS** na cadeia de reciclagem dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) no Brasil.

Tabela 9 - Frequência de Processos FORMAIS de REEE no Brasil.

Processo Formal	Frequência
Coleta empresa para empresa.	O processo é (às vezes) parte da cadeia reversa.
Trituração da linha branca (sem degaseificação do CFC, HCFC).	
Desmontagem manual	
Exportação de PCI (placa de circuito impresso).	
Processamento pirometalúrgico em fundição local.	Sem informação disponível.
Processamento hidrometalúrgico em instalações locais.	
Coleta cliente para empresa.	
Disposição em aterros.	
Disposição em aterros de resíduos perigosos.	
Disposição em incineradores.	
Exportação de TRC (tubo de raios catódicos).	O processo inexistente no país.

Fonte: Relatório do PNUMA, apud WALDEMAN, (2007).

As barreiras à transferência de tecnologias sustentáveis de reciclagem para o Brasil seriam: falta de legislação a nível federal, sendo que a Lei 12.305 veio para suprir esta lacuna; a reciclagem de REEE existe por todo o país, especializada em materiais com alto valor agregado, como placas de circuito impresso, aço inoxidável, componentes que contenham cobre etc.

Conseqüentemente, a reciclagem em curso tem-se dado selecionando somente a parte mais nobre dos REEE, e não de modo sustentável; REEE parece não ser uma alta prioridade da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE,

que representa a maioria das empresas de tecnologia da informação e comunicação do país. Uma taxa adicional para a reciclagem de REEE soa muito impopular, visto que o sistema tributário brasileiro já sobrecarrega os produtores e consumidores com impostos.

As Nações Unidas ainda indicam que o problema não parece ser uma prioridade para a indústria nacional e que a ideia de um novo imposto não é bem-vinda, diante da carga tributária no País. Diante da constatação, a ONU pediu que países começassem a adotar estratégias para lidar com esse crescimento do lixo.

O alerta é, sobretudo, para o impacto ambiental e de saúde que as montanhas de resíduos tóxicos podem gerar. Hoje, parte importante desse lixo se acumula sem qualquer controle. A China é o segundo maior produtor de lixo eletrônico do mundo (2,3 milhões de toneladas ao ano) atrás apenas dos Estados Unidos, segundo relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), WALDEMAN (2007).

2.7 Onde o Lixo Eletrônico vai Acabar?

Segundo o Greenpeace, a quantidade de produtos eletrônicos descartados globalmente disparou recentemente, de 20-50 milhões de toneladas geradas a cada ano. Uma montanha tão grande deste lixo é difícil de imaginar, pensar nisso, em sentido figurado, como a quantidade estimada de lixo eletrônico gerado a cada ano seria colocado em contêineres em um trem que iria dar uma volta ao mundo!

Um retrato com uma enorme pilha de teclados de computador, figura 7, à espera de ser demolido. Estes são susceptíveis de ter sido jogado fora na Europa, EUA ou Japão e depois despejado na China porque é mais barato para despejar resíduos perigosos na China do que descartá-la adequadamente.



Figura 7: Montanha figurativa de produtos eletrônicos descartados por ano no mundo.
Fonte: Problema do Lixo Eletrônico. GREENPEACE (2014).

O Lixo eletrônico (e-waste ou e-lixo) representa cinco por cento de todos os resíduos sólidos urbanos em todo o mundo, quase a mesma quantidade que todas as embalagens de plástico, no entanto é muito mais perigoso. Não só os países desenvolvidos geram lixo eletrônico, como também a Ásia descarta uma estimativa de 12 milhões de toneladas a cada ano.

E-lixo é agora o componente de maior crescimento do fluxo de resíduos sólidos urbanos, porque as pessoas estão atualizando seus telefones celulares, computadores, televisores, equipamentos de áudio e impressoras com mais frequência do que nunca. Os telefones celulares e computadores estão causando o maior problema, porque eles são substituídos com maior frequência, GREENPEACE (2014).

Na Europa, o lixo eletrônico está aumentando em 3 a 5% ao ano, quase três vezes mais rápido que o fluxo normal de resíduos. Espera-se, também, que os países em desenvolvimento venham a triplicar sua produção de lixo eletrônico ao longo dos próximos cinco anos.

Segundo artigo do Greenpeace, em maio de 2005:

- a) A média de vida de computadores em países desenvolvidos caiu de seis anos de 1997 a apenas dois anos, em 2005.

- b) Os telefones móveis têm um ciclo de vida de menos de dois anos em países desenvolvidos.
- c) 183 milhões de computadores foram vendidos no mundo em 2004, 11,6 por cento a mais que em 2003.
- d) 674.000.000 celulares foram vendidos no mundo em 2004 -, 30 por cento mais do que em 2003.
- e) Até 2010, haverá 716 milhões de novos computadores em uso no mundo. Somente na China haverá 178 milhões de novos usuários de computador e na Índia 80 milhões de novos usuários, GREENPEACE (2014).

Segundo artigo do GREENPEACE, 2009, muitos produtos eletrônicos velhos acumulam poeira no armazenamento à espera de serem reutilizados, reciclados ou jogados fora. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) estima que até três quartos dos computadores vendidos nos EUA são armazenadas em garagens e armários. Quando jogado fora, eles acabam em aterros ou incineradoras ou, mais recentemente, são exportados para a Ásia, GREENPEACE (2012).

Conforme a ISWA World Congress, 7-11 October 2013 in Vienna, Figura 8, não há, até este momento, um sistema de rastreamento legal ou ilegal (sob a lei internacional) sobre transferências de resíduos eletrônicos, e, portanto, não há dados quantitativos sobre volumes ou mesmo destinos verdadeiros. Alguns resíduos eletrônicos são enviados como "material de trabalho", apenas para identificar os resíduos no momento do desembarque. O mapa indica a informação recolhida através de investigações por organizações como o *Basel Action Network*, *Silicon Valley Toxics Coalition*, *Toxics Link Índia*, *Scope* (no Paquistão), *Greenpeace* e outros, da transferência de polímeros retardadores de chama, contendo Lixo Eletrônico dos estados Unidos para Nigéria. O mapa mostra, também, outras rotas

com a origem conhecida , com o destino conhecido  e outros  destino suspeito.



Figura 8: Fluxo de Material “Polímeros Retardadores de Chama” contendo Lixo Eletrônico na Nigéria.
Fonte: Adaptado pela Autora. [ISWA](#) (2014).

2.8 O Lixo Eletrônico no Brasil

Conforme dados da IDC, ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, de janeiro a maio de 2014, apontam um crescimento de 8% das vendas de aparelhos de telefones celulares em relação aos cinco primeiros meses de 2013, Figura 9.

A projeção da ABINEE é de que sejam comercializados cerca de 64,9 milhões de telefones celulares, sendo 46,8 milhões de *smartphones* e 18 milhões de aparelhos de telefone tradicionais, ABINEE (2014).



Figura 9: Evolução do Mercado de Telefones Celulares (em mil unidades).
Fonte: IDC – ABINEE (2014).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a fundamentação teórica deste trabalho serão utilizados vários conceitos como: Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade na Indústria Eletro Eletrônica, Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e Ciclo de Vida da Indústria Eletro Eletrônica.

3.1 Sustentabilidade

A Sustentabilidade é um princípio segundo o qual o uso dos recursos naturais para a satisfação de necessidades presentes não pode comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras. Sustentabilidade também pode ser definida como a capacidade de o ser humano interagir com o mundo, preservando o meio ambiente para não comprometer os recursos naturais das gerações futuras.

Para Gibberd (2003), a "Sustentabilidade é viver dentro da capacidade de suporte do planeta" e "desenvolvimento sustentável é aquele desenvolvimento que conduz à sustentabilidade" GIBBERD (2003) apud CONDEIXA (2013).

A sustentabilidade também pode ser definida concatenada com a continuidade ou "modelo de desenvolvimento que tem condições para se manter ou conservar" PRIBERAM (2012) apud CONDEIXA (2013).

Ignacy Sachs (1927) apud CONDEIXA (2013), economista polonês, deixa claro que é preciso uma visão holística dos problemas da sociedade, e não somente uma preocupação com a gestão dos recursos naturais. Para ele existem cinco dimensões da Sustentabilidade:

- a) **Sustentabilidade Social** - orientada para a equidade e para a satisfação de necessidades materiais e não materiais para o desenvolvimento humano;
- b) **Sustentabilidade Econômica** - orientada no sentido macro social, ao invés de micro empresarial, superando-se as atuais combinações de fatores negativos, como barreiras protecionistas, serviço da dívida, condições adversas de troca e limitação ao acesso à ciência e à tecnologia;

- c) **Sustentabilidade Ecológica** - orientada para a intensificação do uso dos recursos potenciais de cada sistema, limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos, facilmente esgotáveis ou ambientalmente prejudiciais, limitação dos resíduos pela conservação e reciclagem de energia e de recursos, auto limitação do consumo material pelos países ricos e pelas camadas sociais privilegiadas, intensificação da pesquisa tecnológica limpa para a promoção do desenvolvimento urbano, rural e industrial e a definição de regras para a proteção ambiental e instrumentos institucionais, legais, administrativos e econômicos para assegurar o cumprimento das regras;
- d) **Sustentabilidade Espacial** - voltada para o equilíbrio da configuração rural - urbano e uma melhor distribuição territorial de assentamentos humanos;
- e) **Sustentabilidade Cultural** - respeitando as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local;

Existe uma corrente que acredita que não existe dilema entre Conservação Ambiental e Crescimento Econômico e que se pode combinar estas duas exigências. Mas até o momento não existe nenhuma evidência científica que defina em que condições isto poderia ocorrer.

O debate científico internacional tem levantado à hipótese de que o crescimento econômico só afetaria o Meio Ambiente até um determinado patamar de riqueza aferida pela renda per capita. Depois deste valor, a tendência seria inversa, e o crescimento econômico melhoraria a qualidade ambiental, esta hipótese tem sido chamada de "Curva Ambiental de Kuznets". Em função da proposição de Kuznets, existiria uma lei que regeria a relação entre o crescimento do PIB e a desigualdade de renda, que piorava no início, mas melhorava depois de ultrapassar certo patamar de riqueza. Esta hipótese foi descartada, em função de estatísticas, que levando em consideração um grande número de países, mostrou que a relação entre crescimento e desigualdade foi heterogênea, nos últimos cinquenta anos.

A Assembleia geral da ONU caracterizou o desenvolvimento sustentável como um "Conceito Político" e um "Conceito Amplo para o Progresso Econômico e Social". Este relatório foi lançado com o título "Nosso Futuro Comum" e foi utilizado como base para a Conferência das Nações Unidas sobre meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, "RIO-92".

Grossman e *Krueger* (1995), fazem as seguintes perguntas: o crescimento econômico contínuo trará cada vez mais danos ao ambiente da Terra? Ou o aumento da renda e da riqueza jogam as sementes de uma melhora em termos ecológicos?

Como o processo de desenvolvimento leva a mudanças estruturais no processo de produção, podemos acreditar que mudanças nas técnicas de produção podem ser suficientemente fortes para evitar os efeitos ambientais adversos. Muitas sociedades já introduziram tecnologias que conservam os seus recursos, principalmente aqueles que são escassos.

Se evidências confirmarem essa tendência, poderemos concluir que a recuperação ecológica resultará do próprio crescimento.

3.2 Desenvolvimento Sustentável

No momento do surgimento das organizações, elas foram vistas como organismos que promoviam ações sociais ALDAY (2000) apud JUNG et al (2011), já que ao se instalarem, geravam empregos, moviam a economia e dinamizavam relações entre outras empresas. No entanto, com o passar do tempo, tais aspectos passaram a ser vistos como parte das obrigações mínimas de uma organização e não como manifestações da consciência social por parte da gestão da empresa.

A concepção de que é responsabilidade somente da empresa apoiar o desenvolvimento da comunidade e preservar o meio ambiente não é mais suficiente para atribuir a uma empresa a condição de socialmente responsável. É necessário investir no bem estar dos seus funcionários e num ambiente de trabalho saudável, além de promover comunicações transparentes, dar retorno aos acionistas, assegurar sinergia com seus parceiros e garantir a satisfação dos seus clientes e/ou consumidores MELO NETO e FROES (1999) apud JUNG et al (2011).

Mudanças profundas, tais como a preocupação com a qualidade de vida dos colaboradores, clientes, consumidores, a tecnologia ligada ao aperfeiçoamento de produtos e redução de impactos ambientais, alteraram o foco estratégico das empresas. Para melhorar a sua competitividade as empresas passaram a

desenvolver um modelo de integração de gestão com práticas que relacione todas as áreas, processos e *stakeholders* num contexto sustentável PORTER (2006) apud JUNG et al (2011).

Nesses termos, uma empresa socialmente responsável é aquela pautada por uma política institucional firme, ética, dinâmica e empreendedora. É aquela que, com criatividade, gerencia e contribui com projetos sociais bem administrados, atuando ao lado de entidades da sociedade civil e do poder público, na busca de alternativas para a melhoria da qualidade de vida, gerando maiores receitas e principalmente respeitando o meio ambiente, os quais constituem os pilares da sustentabilidade NASCIMENTO et al (2008) apud JUNG et al (2011).

A inserção da sustentabilidade dentro das estratégias da organização pode ocorrer de duas formas, ou seja, a organização pode executar ações que se referem à responsabilidade social e ambiental de maneira pouco organizada ou planejada, apenas visando à prática da ação, ou ainda pode formular estratégias sustentáveis e incorporá-las aos objetivos da organização de forma que afetem o andamento e os resultados da mesma.

A organização pode, por exemplo, lançar uma linha de produtos “verdes”, ou desenvolver um novo segmento que não maltrate o meio ambiente, criar uma vinculação responsável a sua marca ou ainda alterar valores internos que fiquem externados ao consumidor. O sucesso de estratégias depende de se fazer bem várias coisas e da integração entre elas, possibilitando ajustes estratégicos, para que a organização crie um diferencial competitivo e sustentável.

Nos conceitos sobre a sustentabilidade ainda não há consenso. Diversos autores a relacionam com as responsabilidades legais, com filantropia, com ética e transparência e meio ambiente MINTZBERG (2004) apud JUNG et al (2011). Alguns a definem como uma forma de gestão que, pautada pela relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona, tem buscado o desenvolvimento sustentável da sociedade, através da preservação de recursos ambientais e culturais e respeito à diversidade TACHIZAWA (2005) apud JUNG et al (2011).

O modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, faz uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas. O relatório aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes.

Em busca do desenvolvimento econômico, o homem busca o aumento do consumo, extraindo recursos naturais e poluindo o meio ambiente a um ritmo muito aquém da capacidade da natureza de se restabelecer, resultando em mudanças climáticas, na aceleração de aquecimento global.

O século XXI começou com uma sociedade mais consciente a respeito da necessidade de preservar o ecossistema, preocupada com as consequências do sofrimento causado à bio diversidade do planeta Terra com estas agressões.

Na década de 60 a questão da sustentabilidade veio à tona, quando a poluição e o esgotamento de recursos naturais passaram a comprometer os ecossistemas e a saúde humana. A degradação ambiental era notória: a poluição atmosférica, de água e do solo, e a escassez de recursos naturais afetavam a saúde humana. Esta degradação ambiental é resultado da intervenção do homem no meio ambiente através da ocupação do solo, do desmatamento e da poluição do ar, das águas e do solo.

Com o objetivo de discutir estes problemas, em 1968, o Clube de Roma foi criado como uma Associação Internacional Informal que estudavam dilemas atuais e futuros do homem e tentavam promover o entendimento de questões interdependentes como: econômicas, políticas, naturais e sociais, as quais compõem o sistema global em que vivemos.

Analisavam as questões de tecnologia, população, nutrição, recursos naturais e de meio ambiente, e concluiu que se continuasse com este modo de vida, o sistema global se sobrecarregaria e entraria em colapso UNEP (2004) apud CONDEIXA (2013).

O *Relatório Limits of Growth* foi produto do Clube de Roma. Este elucidou sobre os Limites do Crescimento, questionando o "Preço do Desenvolvimento" e sobre o

tempo necessário para a natureza se recompor, diante da exploração de seus recursos MEADOWS et al (1972). Este relatório foi considerado uma premissa para o conceito de Desenvolvimento Sustentável.

Em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou em Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, dando atenção à necessidade de critérios e de princípios comuns que oferecessem aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o Meio Ambiente Humano.

A Declaração de Estocolmo (1972) lembrou que “O homem é ao mesmo tempo obra e construtor do meio ambiente que o cerca, o qual lhe dá sustento material e lhe oferece oportunidade para desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente” ONU *apud* UNEP (2012).

Participantes da Conferência de Estocolmo chamavam a atenção dos que são responsáveis por decisões, e do público do mundo inteiro para problemas comuns em todas as nações, como a desigualdade social, a perda da confiança nas instituições, expansão urbana descontrolada, insegurança de emprego, alienação e outros transtornos econômicos e monetários, promovendo novas iniciativas e planos de ação. Como resultado desta Conferência ocorreu o apelo aos governos e aos povos no sentido de unirem esforços para preservar e melhorar o meio ambiente humano em benefício do homem e de sua posteridade ONU *apud* UNEP (2012).

Ainda citando a Declaração de Estocolmo (1972), esta considerou que: “Chegamos a um momento da história em que devemos orientar nossos atos em todo o mundo com particular atenção às consequências que podem ter para o meio ambiente” ONU *apud* UNEP (2012).

Segundo Lago (2006), a Conferência de Estocolmo trouxe conquistas como a entrada do tema ambiental na agenda multilateral e a determinação das prioridades das futuras negociações sobre meio ambiente; a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (*United Nations Environment Programmes - UNEP*); o fomento à criação de órgãos nacionais dedicados à questão de meio ambiente em países que ainda não os tinham; o fortalecimento das organizações

não governamentais e a maior participação da sociedade civil nas questões ambientais LAGO (2006) apud CONDEIXA (2013).

Nesta conferência foi criado o conceito de "Ecodesenvolvimento", de autoria de Ignacy Sachs, que originou o conceito de Desenvolvimento Sustentável *United Nations Environment Programme* – UNEP (2012).

Ao encerrar-se a Conferência de Estocolmo, foram aprovados a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, com 26 princípios, e o Plano de Ação para o Meio Ambiente Humano, com 109 recomendações LAGO (2006) apud CONDEIXA (2013).

A Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento ocorreu em Cocoyoc, no México, em 1974, e produziu o documento a Declaração de Cocoyoc. Este documento aludia a limites ambientais e sociais para o desenvolvimento que deveriam ser respeitados. Esta reunião trouxe para discussão temas como explosão populacional, pobreza, degradação e a responsabilidade dos países desenvolvidos com esses problemas, devido a seu elevado nível de consumo, desperdício e poluição LIMA (1997) apud CONDEIXA (2013).

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) foi criada no início da década de 80. Esta realizava audiências ao redor do mundo, a fim de produzir um relatório formal com suas conclusões acerca do tema de Meio Ambiente e do desenvolvimento. E resultou na publicação do Relatório *Brundtland*, denominado "Nosso Futuro Comum" (*Our common future*), em 1987.

Neste documento, o desenvolvimento sustentável foi concebido como:

"O desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades."

O Relatório *Brundtland* partiu de uma abordagem das causas que originam os problemas socioeconômicos e ecológicos da sociedade global e constatou a incompatibilidade do desenvolvimento sustentável com os padrões de consumo e produção vigentes. Reforçando, assim, as necessárias relações entre economia, tecnologia, sociedade e política, e chamando a atenção para a necessidade do

reforço de uma nova postura ética em relação à preservação do meio ambiente, caracterizada pelo desafio de uma responsabilidade tanto entre as gerações, quanto entre os integrantes da sociedade dos nossos tempos JACOBI (1999) apud CONDEIXA (2013).

Em 1980, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD.

Em 1980, a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais - IUCN publicou o documento “*World Conservation Strategy*” que questionava sobre qual seria o desenvolvimento desejável, definindo, por sua vez, o desenvolvimento sustentável como: “o processo que melhora as condições de vida das comunidades humanas e, ao mesmo tempo, respeita os limites da capacidade de carga dos ecossistemas” MELLO; OJIMA (2004) apud CONDEIXA (2013).

Na década de 80, foram realizadas a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e O Protocolo de Montreal, que tinham o comprometimento dos países membros para redução e controle da utilização de gases que contribuem para a aceleração do efeito estufa. O Protocolo de Montreal foi reforçado pelas Emendas de Londres (1990), de *Copenhague* (1992) e de *Beijing* (1999) UNEP (2000).

Em 1983, criou-se, a partir do termo “Ecodesenvolvimento”, o termo “Desenvolvimento Sustentável”, com a seguinte definição: aquele que “atende às necessidades do presente, sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” WCED (1987) apud CONDEIXA (2013).

Em 1987 a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) instituiu o Comitê de Ajuda ao Desenvolvimento, que estabelecia critérios para a integração do meio ambiente e do desenvolvimento em programas de assistência ao desenvolvimento UNEP (2004).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas foi criado em 1988 pela organização Meteorológica Mundial - OMM e pela UNEP, com o objetivo de estudar e de divulgar as informações técnicas e socioeconômicas e os impactos relevantes, que são riscos em potenciais à humanidade, visando a criar mecanismos para a

adaptação e mitigação dos efeitos das Mudanças Climáticas Globais AVILA (2007) apud CONDEIXA (2013).

O IPCC lista os seguintes gases como principais aceleradores do efeito estufa: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), Hidrocarbonos Fluorados (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) SALLES (2009).

Em 1992 a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro (Eco-92). Esta foi uma extensão da Conferência de Estocolmo e teve como Plano Global de Ações ambientais no combate à desertificação, à diversidade biológica e às mudanças climáticas. Esta conferência buscava meios de conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1996; LAGO, 2006).

A Eco-92 produziu a Convenção da Biodiversidade e a Agenda 21, e foi um marco nas discussões de desenvolvimento sustentável, com a participação de setores não governamentais. Foi a partir da Eco-92 que desenvolveram as seguintes convenções produzidas pelas Nações Unidas: convenção-quadro sobre mudanças do clima, Convenção sobre Diversidade Biológica, e Convenção de Combate à Desertificação UNEP (2004).

A Agenda 21 criou metas para a manutenção das espécies (inclusive humana), falou da necessidade do envolvimento da sociedade (através de ONGs) nas questões de sustentabilidade e da importância de divisão de riquezas. Teve uma visão holística da esfera ambiental: aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais. Esta nova abordagem gerou mais identidade do público com o tema.

A sustentabilidade era pensada nos aspectos: social, com equidade na distribuição de renda, econômica, na alocação e gestão eficiente de recursos, fim de barreiras protecionistas, com bloqueio de países em desenvolvimento às ciências e tecnologias e cultural, no que diz respeito às características intrínsecas de cada ecossistema e favorecimento à continuidade cultural. Disseminava-se a ideia de Cooperação Internacional para reduzir a pobreza, acelerar o desenvolvimento

sustentável e mudar os padrões de consumo, através de financiamentos, transferência de tecnologias ambientais.

Contudo, foi necessário que cada nação também desenvolvesse a sua própria Agenda 21 condizente com as especificidades da sua realidade. Uma afirmação do Presidente da Islândia na Eco-92 comprova este pensamento:

"Independente das resoluções que se tomem ou deixem de tomar em uma Conferência como essa, nenhuma melhoria ambiental genuína e duradoura pode acontecer sem um envolvimento local em escala global",
Finnbogadóttir, V. - Presidente da Islândia (ECO-92 apud UNEP, 2004).

Em 1997, realizou-se a Conferência chamada de Rio+5, que foi a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Esta teve o objetivo de rever e acelerar a implementação da Agenda 21 global. Todos os participantes reiteraram o compromisso firmado por suas nações com os princípios da Agenda 21 SEDREZ (2004).

O Protocolo de Quioto é um acordo internacional criado na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, aprovado na cidade de Quioto em 1997 no Japão. Teve como principal objetivo estabilizar a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e assim desacelerar o aquecimento global e seus possíveis impactos entre o período dos anos de 2005 e 2012 (PROTOCOLO DE QUIOTO, 1997 apud MINISTÉRIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - MCT, 2012).

Este Protocolo criou metas de redução de GEE a serem cumpridas pelos países desenvolvidos e deu a possibilidade de flexibilização através de Mecanismos de implementação conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO, 2012).

Na dita "Implementação Conjunta", dois ou mais países desenvolvidos reduzem a emissão de GEE para posterior comercialização. O Comércio de Emissões existe quando um país dito desenvolvido já reduziu a emissão de GEE além da sua meta, conseqüentemente está apto a comercializar o excedente com outros países desenvolvidos que não tenham atingido sua meta de redução. E o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo", mais conhecido pela sua sigla "MDL", permitiu que os países em desenvolvimento pudessem vender os créditos de projetos que estavam

contribuindo para a redução de emissões de carbono, para países desenvolvidos MCT (2012).

Dez anos após a ECO-92, realizou-se a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, na África do Sul. Este encontro foi uma forma de analisar os resultados obtidos na execução das recomendações feitas pela Eco-92. Nela, relataram-se avanços nos aspectos social, ambiental e econômico. Todavia, constatou-se que o desenvolvimento advindo do fenômeno da globalização compreende os conceitos do desenvolvimento sustentável. Este promoveu integração econômica, social, cultural e política entre países e continentes, diminuindo as distâncias e ampliando mercados consumidores, sem a preocupação com as questões de sustentabilidade LAGO (2006) apud CONDEIXA (2013).

O resultado desta conferência foi o documento Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável - ENDS (ou "*Business Action For Sustainable Development*", em Inglês), seu conteúdo continha estratégias nas áreas Econômica, Social e Ambiental. Este foi atualizado até o ano de 2015 TORGAL; JALILI (2007) apud CONDEIXA (2013).

Em 2009, realizou-se a Conferência de *Copenhagen* (Dinamarca) sobre Mudanças Climáticas. Esta Conferência tinha como objetivo estabelecer o tratado que substituiria o Protocolo de *Quioto*. Havia uma grande expectativa com a participação dos Estados Unidos e da China. Esperava-se resolver o impasse entre países desenvolvidos e em desenvolvimento para se estabelecer metas de redução de emissões e as bases para um esforço global de mitigação e adaptação. Porém, estes conflitos de interesses geraram divergência em relação à forma de financiamento para os investimentos em redução de emissões e em relação às definições concretas de cada Estado, criando empecilhos para a forma de regulação internacional para a questão climática BODNAR; CRUZ (2008) apud CONDEIXA (2013).

Bodnar e Cruz (2008) apud CONDEIXA (2013) afirmam que para se alcançar um futuro mais justo, igual e sustentável, devem ser implementadas estratégias que envolvam processos de cooperação e solidariedade, a partir de modelos globais de governabilidades.

O principal resultado da conferência foi o Acordo de *Copenhagen*, que ficou muito aquém das expectativas. As nações se comprometeram em controlar o aumento de temperatura e em investir em ações de redução de emissões de gases de efeito estufa e de mitigação aos problemas causados pelas alterações climáticas ABRANCHES (2010) apud CONDEIXA (2013).

A Declaração do Milênio das Nações Unidas, assinada em 2000, trouxe valores fundamentais a serem seguidos para alcançar a boa relação internacional, citava o desejo comum entre as nações em melhorar as questões sociais, como: alcançar paz, desenvolvimento, erradicação da pobreza, direitos humanos, democracia, proteção a vulneráveis.

Em relação à Proteção do Ambiente Comum, a Declaração do Milênio reafirmou o apoio aos princípios do desenvolvimento sustentável, enunciados na Agenda 21, que foram acordados na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, assim como reafirmou o compromisso em cumprimento ao Protocolo de *Quioto* ONU (2000).

A Rio+20 - Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – 2012, realizou-se no Rio de Janeiro, Brasil. Para esta conferência, havia a expectativa de ampliar a discussão sobre um novo modelo de desenvolvimento e a estruturação de novos critérios para a medição de riquezas, o chamado “PIB verde” O GLOBO (2012).

Dentre os desafios da Rio+20, destacaram-se a busca em combinar o crescimento econômico, a geração de empregos e o combate à pobreza com a sustentabilidade ambiental. Houve grande mobilização da sociedade civil mundial e ocorreram vários eventos paralelos à Conferência das Nações Unidas. Garantindo, assim, um debate rico e plural, que, certamente, ajudará no fortalecimento da consciência e de desenvolvimento sustentável PESTANA (2012) apud CONDEIXA (2013). Quanto aos resultados desta Conferência, não criaram metas claras, objetivos específicos, nem acordaram obrigações, repetindo os problemas de implementação ocorridos na Rio-92 PESTANA (2012) apud CONDEIXA (2013).

Dentre estas Conferências supracitadas, a Conferência do Brasil de 1992 foi um marco, pois dela resultaram as Agendas 21 nacionais. A Agenda 21 brasileira

apresentou à sociedade o resultado das discussões acerca das questões do conceito de sustentabilidade aplicado ao desenvolvimento brasileiro. Esta discorreu sobre metas a serem alcançadas nas questões de Gestão dos Recursos Naturais, Agricultura Sustentável, Cidades Sustentáveis, Infraestrutura e Integração Regional, Redução das Desigualdades Sociais e Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável, através de estratégias e planos de ação apresentados no mesmo documento NOVAES et al (2000) apud CONDEIXA (2013).

Tais debates internacionais acabaram por trazer um saldo positivo na postura da sociedade. Esta se tornou mais consciente e participativa, quanto aos efeitos do consumo.

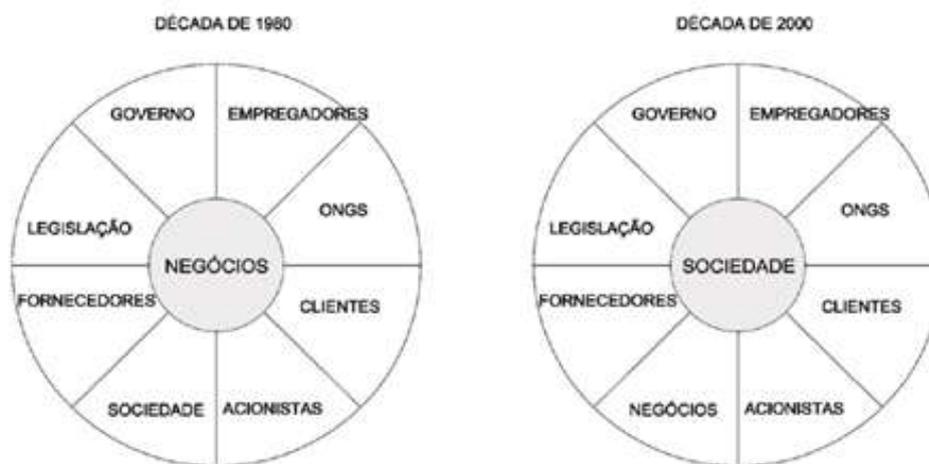


Figura 10: Integração de Processos e Sistemas.
Fonte: Shah, 2007, p55 apud Condeixa (2013).

Como ilustrado na Figura 10, na década de 1980, as empresas detinham o papel principal nas operações dos negócios. A sociedade não se preocupava na forma como os processos de produção se desenvolviam, se estes eram ecologicamente e socialmente corretos ou não SHAH (2007) apud CONDEIXA (2013).

Nas duas décadas posteriores, esta sociedade desenvolveu consciência ecológica e social e passou a exigir processos que diminuam a agressão ao meio ambiente e a valorizar as empresas que desempenhassem papel social perante a comunidade.

A última versão do Guia do Greenpeace dos Eletrônicos Verdes GREENPEACE (2014) classifica as empresas de indústria de eletrônicos em três áreas, Energia e

Clima, Greener produtos e operações sustentáveis, como ilustra a Figura 11. Isto eleva os padrões de liderança ambiental dentro do setor que tem mostrado melhora significativa desde o primeiro Guia dos Eletrônicos Verdes, documento de 2006.

O Guia do *Greenpeace* Internacional *to Greener Electronics* pretendia empurrar o setor de eletrônica para reduzir seu impacto ambiental, o uso de energia e as emissões de toda a sua cadeia de suprimentos, e seu uso de materiais sustentáveis. O Guia também impulsionou as empresas a usar sua influência em apoio à legislação ambiental mais forte.

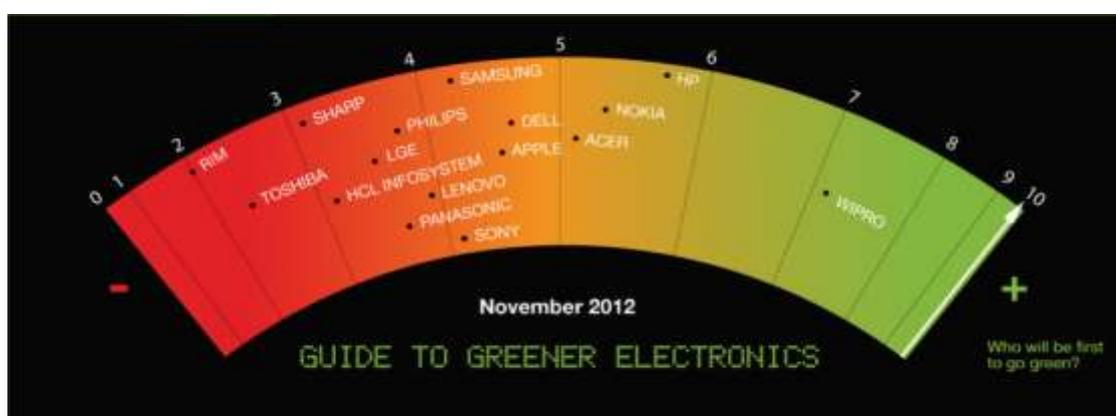


Figura 11: Guia para Eletrônicos Verdes.
Fonte: Traduzido pela Autora, GREENPEACE (2014).

3.2.1 Desenvolvimento Sustentável na Indústria Eletro Eletrônica

A indústria de tecnologia da informação e comunicação (TIC) é responsável por cerca de 2% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂), o que reforça a imprescindibilidade da adoção de GTPs (*Green Technology Plans*).

Em 2004, os países da União Europeia (EU) produziram 9,7 milhões de toneladas de lixo eletrônico. Em 27 de Janeiro de 2003, o Parlamento Europeu e o Conselho Europeu aprovaram duas diretivas: as diretivas do RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*) e WEEE (*Waste Electrical na Electronic Equipment*), que responsabilizavam os fabricantes de equipamentos eletrônicos pela recepção e reciclagem dos produtos.

Aqui no Brasil, a certificação ISO 14001 aplicável às empresas de tecnologia, detalha requisitos para empresas identificarem, controlarem e monitorarem seus aspectos ambientais por meio de um sistema de Gestão x Ambiental.

A União Europeia, com a edição, em julho de 2006 da polêmica “lei do sem chumbo (*lead-free*)” ou *RoHS Directive (Restriction of Certain Hazardous Substances)*, proibiu que certas substâncias perigosas fossem empregadas em equipamentos eletrônicos.

Entrou em vigor em primeiro de julho de 2006 e estabeleceu que não poderiam ser comercializados na UE produtos eletro eletrônicos que contivessem substâncias que coloquem em risco a saúde humana ou o meio ambiente.

A RoHS introduz no cenário mundial a obrigatoriedade da indústria ou importador em se responsabilizar pelo “ciclo de vida” dos produtos que insere no mercado de consumo, através de um programa de gerenciamento de impacto, coleta e reciclagem dos produtos descartados, sendo recepcionada no Brasil pelo Código de Defesa do Consumidor (Lei 8078/1990).

A RoHS contempla o princípio de Direito Ambiental do “Poluidor Pagador”, segundo o qual a poluição resulta em enriquecimento ilícito e degradação ambiental, gerando direito a reparação pecuniária.

A Diretiva Europeia 2002/96/EC relativa a WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*) - Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, contém disposições sobre substâncias proibidas em produtos eletrônicos e a reciclagem como instrumento capaz de reduzir o aumento do fluxo de resíduos eletrônicos.

Utilizando o princípio do Poluidor-Pagador, a partir de 13 de agosto de 2005, com a WEEE, os produtores e importadores de produtos eletro eletrônicos (até 1.000v de corrente alternada e 1.500v de corrente contínua) se tornaram responsáveis pelo ciclo de vida dos seus produtos, arcando com os custos de coleta seletiva, transporte, tratamento, reciclagem.

Outras provisões da diretiva:

Responsabilidades do produtor:

- a) Fazer uma provisão para fim do ciclo de vida do produto;
- b) Ser responsável pelo custo do “lixo histórico”;
- c) Fornecer informações as recicladoras sobre produtos, conteúdo e tratamento.

Demais provisões:

- a) Prioridade ao reuso dos equipamentos;
- b) Estabelece rigor nas penalidades impostas pelos países membros;
- c) Promove o Ecodesign.

O Japão, ao regulamentar sua Lei de Incentivo a Utilização Eficaz de Recursos (*Law for the Promotion of Effective Utilization of Resources*), editou a norma JIS C 0950:2005, a conhecida “*J-Moss*”, que previu inclusive que os fabricantes informassem aos consumidores, até mesmo via *website* corporativo, a posição de componentes químicos perigosos em equipamentos eletrônicos como computadores pessoais e televisores.

O Estado da Califórnia, que concentra as principais empresas de tecnologia do mundo, conta com a *Electronic Waste Recycling Act of 2003* (EWRA), que dá ênfase a poluição de monitores e displays, inclusive LCDs, e, desde janeiro de 2007, obriga os fabricantes a respeitar os limites máximos permitidos de substâncias perigosas, na concepção de tais produtos.

Estudo realizado pela Symantec, em 2009, com 1.052 participantes de 15 países, incluindo o Brasil, aponta que 51% das corporações aqui instaladas já haviam implantado ou estavam implantando projetos de TI Verde.

3.3 Análise do Ciclo de Vida

A Análise do Ciclo de Vida surgiu na década de 60, motivada pelas preocupações da época sobre as possíveis falta de recursos naturais e de energia, incentivando a elaboração de projetos para quantificar e reduzir o uso destes recursos e os impactos ao meio ambiente SETAC (1993) apud CONDEIXA (2013).

Nos Meados da década de 70, surgiram os primeiros estudos de Análise do Ciclo de Vida (ACV) na Europa e nos EUA, e passou-se a observar os efeitos ambientais de todas as fases da vida de um produto.

Em 1990, pela primeira vez, o termo ACV, ou em inglês, "*Life Cycle Assessment*" (LCA) foi utilizado nos Estados Unidos da América (EUA).

A *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* - SETAC foi a primeira entidade a se preocupar com as questões ambientais de forma sistemática, definindo a ACV como uma abordagem holística para avaliar os impactos ambientais de um produto do berço ao túmulo SETAC (1993) apud CONDEIXA (2013).

Em 1998, foi lançado o livro verde da Política Integrada de Produto – União Europeia, que se baseava no conceito de Ciclo de Vida, na relação com o mercado, na participação das partes interessadas, aperfeiçoamento contínuo e instrumentos políticos diversos para enquadramento econômico e jurídico HENDRIKS et al (2007) apud CONDEIXA (2013).

A Análise do Ciclo de Vida é uma técnica da Gestão Ambiental que avalia os efeitos de um produto ou serviço sobre o meio ambiente, ao longo de todo seu Ciclo de Vida, isto é, é um conjunto de etapas necessárias para que um produto cumpra sua função, desde a obtenção dos recursos naturais usados na sua fabricação, até sua disposição final, após ter se completado o referido cumprimento de sua função.

A Avaliação do Ciclo de Vida analisa a carga ambiental potencial de um produto ou serviço na sua fase de produção, uso e disposição (fim da vida). Esta ideia evoluiu para conceitos específicos para a construção, como *Life Cycle Engineering* - LCE e *Design for Environment* – DfE.

O *Life Cycle Engineering* – LCE - analisa os aspectos ecológicos, econômicos e tecnológicos e os potenciais causados pelo ciclo de vida do produto, sistema ou serviço. Enquanto o *Design for Environment* (DfE) avalia dados ambientais de estudos em ACV juntamente com informações técnicas e econômicas como um suporte para decisão de novos desenvolvimentos, sob o “pensamento do ciclo de vida” COLODEL (2008) apud CONDEIXA (2013).

A Avaliação do Ciclo de Vida de um serviço ou produto compreende todas as fases, desde a aquisição de matérias-primas, a produção, o uso, o tratamento pós-uso, a reciclagem até a disposição final deste produto ou de resíduos resultantes do serviço, sendo o termo “do berço ao túmulo” comumente relacionado a ciclo de vida.

Por *Kulay e Seo* (2010), Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica capaz de avaliar o desempenho ambiental da função exercida por um produto, processo ou serviço ao longo de seu ciclo de vida; ou seja, desde a extração de recursos junto à natureza, até sua disposição junto ao ambiente, que ocorre após o uso a que este bem se destina haver se esgotado. Para tanto, a metodologia ACV se compõe de quatro fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação KULAY; SEO (2010).

A *Environmental Protection Agency*, dos Estados Unidos - EPA define a Análise do Ciclo de Vida como “uma ferramenta para avaliar, de forma holística, um produto ou atividade durante todo seu ciclo de vida”.

A técnica de ACV pode auxiliar nas tomadas de decisões, ajudar na identificação de oportunidades para melhorar o desempenho ambiental dos produtos em vários pontos no seu ciclo de vida e na relação de indicadores de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição RIBEIRO, 2003; SOARES et al (2006) apud CONDEIXA (2013).

Já de acordo com Yuba (2005), Avaliação de ciclo de vida é a “decomposição da cadeia produtiva para a compreensão de ganhos e perdas de sustentabilidade”.

Esta metodologia permite estimar os impactos ambientais potenciais acumulativos resultantes de todos os estágios do processo produtivo, dando uma visão abrangente dos aspectos ambientais dos produtos ou processos e detalhes específicos das trocas ambientais na seleção dos produtos.

Ou ainda, como definição mais completa, por Soares, Souza e Pereira (2006, p.98):

A ACV consiste em analisar as repercussões ambientais de um produto ou atividade, a partir de um inventário de entradas e saídas de matéria-prima e energia, produtos, subprodutos e resíduos do sistema considerado. Os limites de análise devem apreciar as etapas de extração de matérias-primas, transporte, fabricação, uso e descarte.

Ainda seguindo os conceitos destes Autores, esse procedimento permite uma avaliação científica da situação e facilita a localização de eventuais mudanças associadas às diferentes etapas do ciclo que resultem nas melhorias no seu perfil ambiental SOARES; SOUZA; PEREIRA (2006, p.98).

No uso da ferramenta da ACV é importante definir os limites, porque à medida que se adicionam detalhes à ferramenta, acrescenta-se também certa complexidade, e despesas. Por esta razão, regras devem ser adotadas para determinar limites do estudo. Deve-se buscar um sistema gerencial, prático econômico, sem descuidar da sua confiabilidade. Ao iniciar a ACV do produto devem-se esclarecer os objetivos para os quais tal análise se propõe. Bem como, algumas questões são necessárias, tais como:

- a) Qual a origem dos dados;
- b) Como utilizar o estudo;
- c) Como a informação será manipulada e
- d) Onde os resultados serão aplicados.

A ACV é uma ferramenta interativa que deve fazer parte do planejamento da empresa, sendo revisada conforme a necessidade. A norma ISO 14040 estabelece em seu conteúdo que a ferramenta ACV deve obedecer a três dimensões:

- a) Em qual etapa deve-se iniciar e parar o estudo do ciclo de vida;
- b) Quantos e quais subsistemas devem ser incluídos na ACV; e
- c) Nível de detalhes do estudo, ou seja, quanto ele terá de ser aprofundado.

Tais dimensões devem ser definidas de forma compatível e suficiente para atender aos objetivos estabelecidos na ferramenta. No passado, a proliferação de estudos sobre ACV, sem uma metodologia padronizada, levou a exageros que quase chegaram a comprometer a imagem dessa ferramenta de avaliação.

As Normas ISO 14040:1997 estabelece princípios e requisitos para realização e divulgação dos resultados de estudos de ACV. A ISO 14041:1998 detalha os

requisitos para estabelecer objetivos e o escopo de um estudo de ACV. A 14042:2000 apresenta os princípios gerais para realização de Avaliação de Impacto, os componentes obrigatórios, a seleção das categorias de impacto, e descreve as etapas de classificação e de caracterização. E a ISO 14043:2000 apresenta requisitos e recomendações para interpretação dos resultados da Análise de Inventário ou Avaliação de Impacto.

Fases da ACV, conforme figura 12, segundo a ISO:

- a) A definição do objetivo e o escopo do trabalho;
- b) A análise do inventário;
- c) A avaliação de impacto; e,
- d) A interpretação dos resultados.

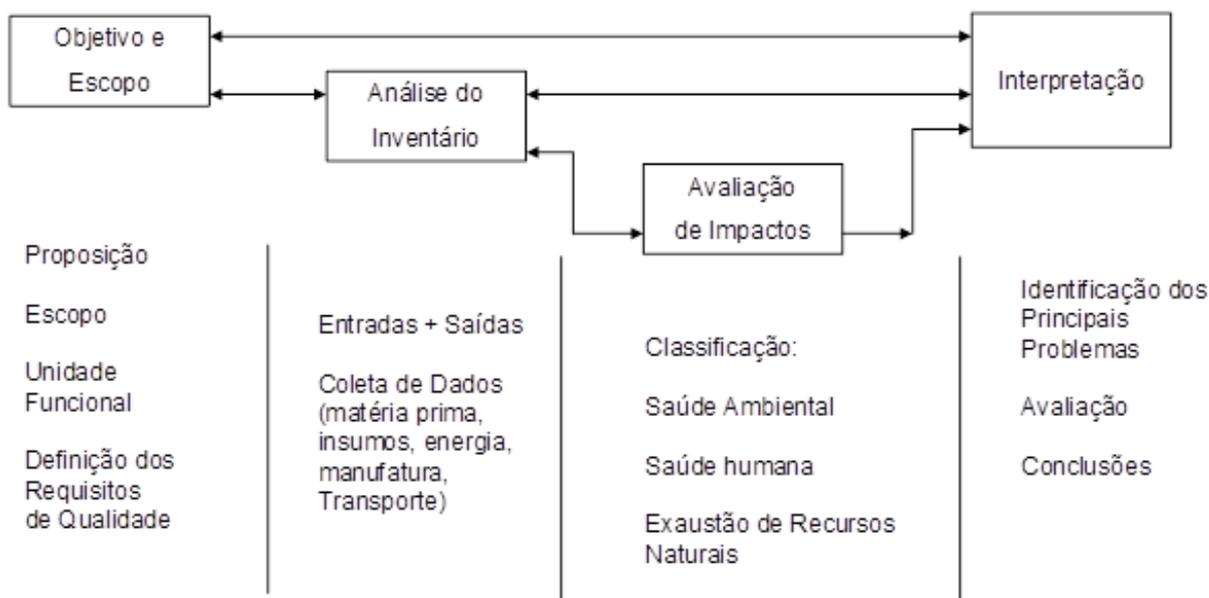


Figura 12: Fases da ACV.
Fonte: ISO 14043. (Traduzido pela Autora).

Na fase de definição dos objetivos, é estabelecida a razão principal para a condução do estudo, sua abrangência e o público alvo a que os resultados se destinam. Já na definição do escopo são fixadas as limitações e os critérios a serem utilizados. Em linhas gerais, a série de Normas ISO14040:2006, estabelece que o conteúdo mínimo do escopo de um estudo de ACV deve referir-se a três dimensões: início e fim do

estudo (extensão de ACV), quantos e quais subsistemas incluir e o nível de detalhes do estudo, ou seja, a profundidade da ACV KULAY, SEO (2006)

A análise do inventário é a fase de coleta e quantificação de todas as entradas (matérias primas, insumos) e saídas (emissões para água, terra e ar; afluentes; resíduos sólidos) envolvidas durante o ciclo de vida de um produto, processo ou atividade.

A fase de avaliação do impacto ambiental é a etapa que se procura entender e avaliar a intensidade e o significado das alterações potenciais sobre o meio ambiente associado ao ciclo de vida do produto.

As principais categorias de impactos são: consumo de recursos naturais, consumo de energia, efeito estufa, acidificação, toxicidade humana, ecotoxicidade, nutrificação ou eutrofização e redução da camada de ozônio.

Em seguida, ocorre a interpretação e a análise dos resultados obtidos durante o estudo de ACV.

Ao definir os objetivos, deve-se pensar de forma clara os propósitos e reunir todos os aspectos relevantes para direcionar as ações a serem realizadas. Porém, à medida que se percebe o andamento dos trabalhos, os objetivos podem ser reformulados.

É importante que seja informado quem está realizando o estudo e a quem se destina. Nesta fase, ainda alguns questionamentos podem ser realizados com questões como: o produto mudou muito nos últimos anos? O método de produção foi alterado? Devem ser pesquisados dados genéricos ou específicos?

Devem também ser considerados os seguintes aspectos:

- a) O sistema a ser estudado;
- b) Os limites do sistema;
- c) Definir as unidades do processo;
- d) Estabelecer a função do sistema;

- e) Procedimentos de alocação;
- f) Requisitos, hipóteses e limitações dos dados;
- g) As fases da ACV que serão implementadas;
- h) Tipo de relatório necessário para o estudo; e
- i) Estabelecer critérios para a revisão crítica se for necessária.

Uma etapa importante é o estabelecimento claro dos limites de cada etapa do ciclo de vida (produção, transporte, uso e descarte), que são geralmente apresentados por meio de fluxogramas mostrados na sequência do produto em estudo. Alguns processos geram produtos secundários (co-produtos) que, apesar de não serem de interesse direto do estudo, devem ser levados em consideração. CHEHEBE (1997).

A descrição da área geográfica deve ser estabelecida na fase da definição dos objetivos, baseando-se nos seguintes aspectos:

- a) Localização geográfica real de uma determinada empresa;
- b) Média de uma área geográfica, representando a situação real de oferta;
- c) Localização geográfica imprópria; e
- d) Melhor localização geográfica, ou a melhor possível.

Os requisitos de qualidade dos dados devem ser definidos de forma a possibilitar que os objetivos sejam alcançados. Esses requisitos devem envolver:

- a) Cobertura relacionada ao tempo: idade desejada para os dados e o período mínimo de tempo sobre o qual os dados devem ser coletados;
- b) Cobertura geográfica: área geográfica de onde os dados devem ser coletados;
- c) Cobertura tecnológica;
- d) Precisão: variedade dos custos;
- e) Integridade: dados primários;

- f) Representatividade: avaliação qualitativa dos dados;
- g) Consistência: qualidade da metodologia adotada e
- h) Reprodutibilidade: avaliação da qualidade das informações.

Os dados dos estudos de ACV só farão sentido se forem utilizados de forma correta, precisa, íntegra e com representatividade, bem como com consistência ao longo do estudo.

3.3.1 Análise do Ciclo de Vida na Indústria Eletro Eletrônica

Atenção especial deve ser dada principalmente no caso do descarte de eletrodomésticos envolvendo diversos riscos de danos ambientais e à saúde humana. O impacto desses produtos é maior devido às várias substâncias tóxicas presentes em suas composições. Metais pesados, como níquel, chumbo, mercúrio, cádmio, ou outras substâncias nocivas à saúde e ao meio ambiente, como cobre, ouro (cianeto é utilizado em sua fabricação), entre outros componentes prejudiciais estão presentes nos eletrônicos.

Além da possibilidade de contaminação de solo e lençol freático, muitas das substâncias citadas são carcinogênicas ou potencialmente cancerígenas e também podem causar outras doenças graves. Além disso, a nova legislação também onera o bolso de consumidores que descartem itens potencialmente tóxicos de forma irresponsável.

Avanços tecnológicos são responsáveis por aparelhos que facilitam as tarefas caseiras e ajudam a economizar. Mas é preciso um plano para aproveitar as peças dos antigos.

Entre os inúmeros exemplos de novos produtos que chegam aos lares brasileiros estão as TVs de alta definição. Elas constituem o que *John Shegerian*, diretor da *Electronic Recyclers*, empresa de reciclagem da Califórnia (EUA), chama de um "verdadeiro tsunami eletrônico". Ou seja, vão aposentar os antigos aparelhos que precisarão ser dispostos em algum lugar. O problema está ocorrendo com a

chegada das telas de LCD (cristal líquido) e plasma, que substituíram os antigos modelos de televisores.

Em 2009, nos Estados Unidos, previram que a transmissão digital iria substituir totalmente a analógica, fato que realmente ocorreu. Naquele país, a EIA (*Electronic Industries Alliance*), que reúne os principais fabricantes de equipamentos eletrônicos, anunciou um plano para reciclar aparelhos de TV, financiado por uma taxa cobrada sobre o preço dos aparelhos novos. Uma proposta de lei federal com esse objetivo foi aprovada pelo governo americano.

3.3.2 Análise do Ciclo de Vida de um Celular



Figura 13: Ciclo de Vida de um Celular.
Fonte: Adaptado ITAUTEC (2011) *apud* Trigo et al (2013).

A produção de um celular necessita de recursos naturais minerais como o Cádmiu, Chumbo, Níquel, Paládio, Silício, Antimônio, Arsênio, Tântalo, Cromo, Platina, Bromo, Cloro, Ferro, Cobre, Zinco, Estanho, Alumínio, Prata, Bismuto, Ouro, Berílio

e o Petróleo Bruto, sendo eles extraídos das mais variadas localidades do mundo OLIVEIRA (2011) *apud* Trigo et al (2013).

Logo, o ciclo de vida do produto eletrônico deve compreender a descrição de cada uma das etapas para a fabricação do celular, passando pela montagem do mesmo e transporte para as lojas revendedoras. Ao chegar ao consumidor final, após alguns anos de uso, o aparelho de celular deve ser descartado de forma adequada, atendendo assim às dimensões sociais, ambientais e econômicas, bem como algumas exigências legais. A figura 13 descreve o ciclo de vida de um celular.

Na montagem do celular, verificam-se as seguintes etapas. Dentro da carcaça é reunida toda a parte eletrônica. A tela é acoplada diretamente nos circuitos eletrônicos. A carcaça já é planejada para receber a bateria e a capa do celular juntamente com o teclado.

Em alguns aparelhos de celular, não há o teclado devido à tecnologia *touchscreen* (telas sensíveis ao toque), com isso, a parte frontal do celular fica sendo totalmente a tela de LCD.

A etapa de transporte para as lojas revendedoras acontece depois que o aparelho é montado e ter passado por todos os testes de qualidade, segurança e atendido aos padrões da ISO 9000.

O produto é transportado, geralmente, por caminhões até as autorizadas e revendedoras da marca. Depois que o produto é vendido e utilizado até um possível descarte, o mesmo é encaminhado a central de recolhimento do produto de cada empresa para entrar na política de reciclagem.

3.4 Desempenho Ambiental

A indústria busca melhorar o desempenho ambiental de produtos e serviços através da otimização do processo produtivo com escolhas conscientes na seleção das matérias-primas, das embalagens e dos processos tecnológico de produção.

Fazendo uso de *softwares* que permitem levantar, analisar e monitorar o desempenho ambiental dos produtos e serviços.

As providências das organizações governamentais se referem à criação de políticas públicas, de normalização quanto às melhores práticas e responsabilidades dos impactos produzidos, em cada sistema integrante do processo de produção.

No que tange à normalização de avaliação de ciclo de vida, a ISO/TC207, 1994, (*Technical Committee on Environmental Management*). Ciente de que a melhoria da gestão e práticas é a melhor maneira de melhorar o desempenho ambiental das organizações e seus produtos, o Comitê Técnico 207 produziu normas e documentos de orientação nas áreas de Sistemas de Gestão Ambiental, Auditoria Ambiental e Investigações relacionadas (*Environmental Audit-EA & Investigations related-RI*), Rotulagem Ambiental (*Environmental Labelling-EL*), Avaliação do Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Evaluation-EPE*), ACV - Avaliação do Ciclo de Vida (*Life Cycle Assessment-LCA*), Gestão de Gases de Efeito Estufa e Atividades relacionadas e Termos e definições criando padrões internacionais.

Em 1999 a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT criou o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB38), que discutiu normas brasileiras correspondentes às normas da série ISO14000 e elaborou as normas brasileiras correspondentes.

A *International Organization for Standardization* - ISO unificou as normas de ACV como a série ISO14040, que tem sido sistematicamente incorporada no acervo nacional pelo ABNT/CB38. Como estratégias de *marketing*, foram criados sistemas de certificações e as rotulagens ambientais. O rótulo Tipo III, criado em 2006, tratado no Relatório Técnico ABNT ISO 14025:2006, trouxe informações sobre dados ambientais dos produtos.

Dados estes que foram quantificados de acordo com parâmetros previamente selecionados e baseados na ACV e que valorizaram os aspectos de “final de vida útil” dos produtos.

O rótulo tipo III, está sob a norma ABNT ISO 14025:2006 - Tipo III: declarações ambientais - Princípios e procedimentos e tem como alvo as relações comerciais entre as empresas conhecidas com “*business to business*” BARROS; LEMOS (2008. p.62) apud CONDEIXA (2013).

Este sistema de rotulagem apresenta algumas dificuldades e limitações para as pequenas e médias empresas brasileiras, tais como: grande extensão e complexidade dos estudos, alto custo, dificuldade de obtenção de dados, longo prazo para a obtenção dos resultados BARROS; LEMOS (2008. p.62-63) apud CONDEIXA (2013).

A Rotulagem Ambiental não é obrigatória. Esta é um mecanismo de comunicação com o mercado sobre os aspectos ambientais do produto ou serviço com o objetivo de diferenciá-lo de outros produtos por meio de símbolos, marcas, textos ou gráficos, conforme o relatório do IBICT BARBOZA (2001) apud CONDEIXA (2013).

Tabela 10 - Série ABNT NBR ISO 14040.

Número	Descrição
ISO 14040.	Princípios e estruturas: esta norma especifica a estrutura geral, princípios e requisitos para conduzir e relatar estudos de avaliação de ciclo de vida, não incluindo as técnicas de ACV em detalhes.
ISO FDIS 14044: 2006. Substitui as ISO's 14041, 14042 e 14043.	Gestão ambiental- avaliação de ciclo de vida- Requisitos e Diretrizes da Gestão Ambiental: Análise do Ciclo de Vida: Norma que especifica exigências e provê diretrizes para o ciclo de vida incluindo: definição de metas e extensão da ACV, a fase de análise do inventário do ciclo de vida (ICV), a fase de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV), a fase de interpretação do ciclo de vida, informando ainda a necessidade de uma revisão crítica da ACV, suas limitações e a relação entre as suas fases.
ISO TR 14047.	Avaliação do Ciclo de Vida – Exemplos para a aplicação da ISO 14042. Este relatório técnico fornece exemplos de algumas das formas de aplicação da Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida conforme descrito pela norma ISO 14042.
ISO TS 14048.	Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Formato de Apresentação dos Dados: Esta especificação técnica fornece padrões e exigências para a forma de apresentação dos dados que serão utilizados no Inventário e na Avaliação do Inventário do Ciclo de Vida.
ISO TR 14049.	Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Exemplos de aplicação da ISO 14041 para definição de Objetivo e Escopo e Análise de Inventário: Este relatório técnico apresenta exemplos para facilitar a definição de Objetivo e Escopo e Análise de Inventário, orientando uma padronização para diversos tipos de ACV.

Fonte: Adaptado pela Autora. IBICT, 2012 apud CONDEIXA (2013).

No âmbito dos serviços, é pertinente seguir as “melhores práticas” (*Best Practicable Environmental Option – BPEO*) sugeridas pelas normas da série NBR ISO14040 de Gestão ambiental. A Tabela 10 enumera as normas da ABNT série ISO14040.

A norma NBR 14040:2006 estrutura avaliação de ciclo de vida, conforme Figura 14, dividindo a ACV em quatro fases e enumerando aplicações diretas desta metodologia. As fases são: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. Sendo que esta última, de interpretação é uma fase concomitante às demais.

A norma ABNT NBR ISO 14044:2009 (Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações) foi criada pela ABNT em 2009 em substituição às seguintes normas NBR ISO 14041:2004 NBR ISO 14042:2004 e NBR ISO 14043:2005.

Para a aplicação desta, é indispensável considerar as recomendações da norma ABNT NBR ISO 14040:2009 (Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de vida - Princípios e estrutura), que especifica a estrutura geral, os princípios e os requisitos para conduzir e relatar os estudos de ACV. Esta norma traz definições e metodologias a fim de melhor compreender e lidar com possíveis impactos associados a produtos e serviços em todo o seu ciclo de vida. Atentando sobre o reflexo em relação ao uso de recursos naturais retirados da natureza, aos possíveis impactos na saúde humana e às consequências ecológicas.

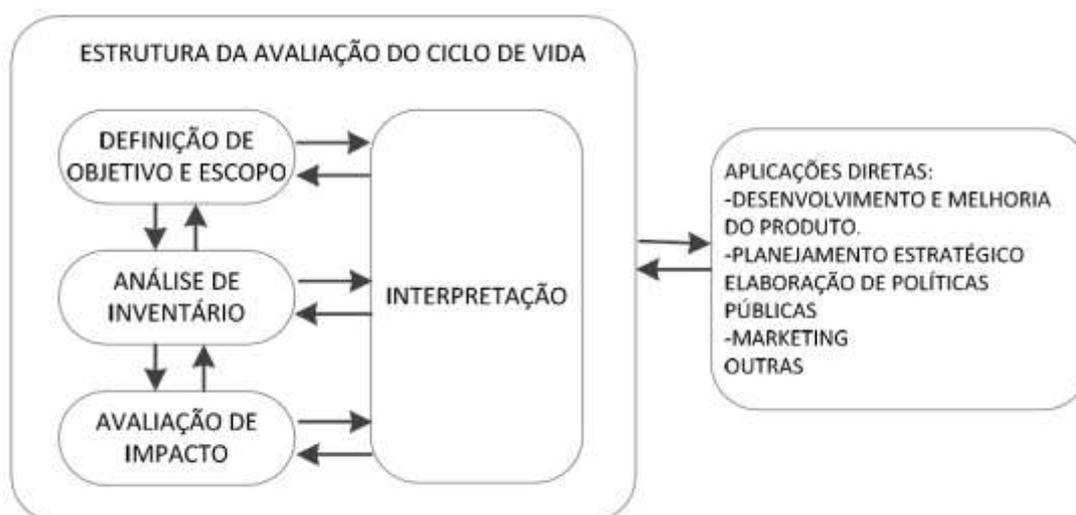


Figura 14: Fases da ACV.
Fonte: NBR ISO 14040:2006 apud CONDEIXA (2013).

A norma em questão trata de definições de escopo, dá referência normativa, cita termos específicos ao tema e suas definições; faz recomendações quanto à estrutura metodológica para ACV, com suas fases; orienta quanto à comunicação de requisitos adicionais e para relatórios destinados a terceiros; e quanto à revisão crítica, podendo ser elaborada por especialista interno ou externo e por painel de partes interessadas.

A NBR ISO 14044:2009 define o Ciclo de Vida como estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final.

4 ACV DE BATERIAS NIQUEL - CÁDMIO

4.1 A Evolução das Baterias

Há dois milênios, há quem diga que a primeira bateria foi criada pelo povo iraniano. Existem registros, em 1936, de arqueólogos que encontraram jarros de argila em uma vila perto de Bagdá, no Iraque, com idade estimada de 2000 anos. Nestes jarros havia um fino cilindro de cobre com um bastão de ferro dentro. A reação elétrica pode ter sido realizada por meio de um ácido comum, como suco de limão ou vinagre, sendo dado crédito a esta hipótese através de construção de réplicas, ROSOLEM (2014). De lá para cá, as baterias passaram por várias transformações, conforme visto na tabela 11.

4.2 Tipos de Baterias

As três principais baterias existentes no mercado, por ordem de surgimento, são as seguintes: baterias de níquel-cádmio (Ni-Cd), baterias de hidreto metálico de níquel (Ni-MH), baterias de íon-lítio (Li-Ion) e, por fim, baterias de polímeros Li (Li). Assim, serão apresentadas as diferenças existentes entre cada modelo, TECMUNDO (2015).

Existem ainda as baterias de PBA e a Na/S, há algum tempo em desuso.

4.2.1 Baterias de Níquel-Cádmio (Ni-Cd)

Esta bateria remonta aos primórdios dos dispositivos de armazenamento de energia recarregáveis, pois ela foi o primeiro tipo de bateria a suportar uma nova carga, o que gerou um significativo avanço neste ramo.

Nas baterias NiCd os pólos negativo e positivo encontram-se no mesmo recipiente, sendo o pólo positivo coberto por hidróxido de níquel e o negativo por cádmio CIRIACO (2009), apud TECMUNDO (2014).

Apesar de inovadoras, as baterias de NiCd são consideradas ultrapassadas, tendo sido substituídas pelas baterias de lítio. Elas ainda existem no mercado em aparelhos mais antigos, porém, não aparecem em novos equipamentos pelo fato de terem uma vida útil relativamente curta.

Além disso, estas baterias sofrem com o chamado “efeito memória”, ou seja, a bateria deixa de ser carregada por completo, mesmo o seu marcador indicando o contrário.

Este fato ocorre porque no ato de recarregar a bateria, estando ela não totalmente descarregada, ela vicia na carga utilizada bem menor do que ela é capaz.

Outros fatores que influenciaram o desuso das baterias de níquel-cádmio foram sua menor capacidade de armazenamento e o uso do cádmio, o que torna uma bateria um grande poluente, pois este é um material químico altamente tóxico e prejudicial ao meio ambiente.

A vantagem desse produto é o baixo custo e as desvantagens são: o menor tempo de vida útil, menor capacidade de carga e uma chance maior de sofrer um problema chamado “efeito memória”, TRIGO et al (2013).

4.2.2 Baterias de Hidreto Metálico de Níquel (Ni-MH)

Apesar de ser uma tecnologia posterior a de NiCd, as baterias de hidreto metálico de níquel apresentam funcionamento bastante semelhante com suas antecessoras. A grande diferença fica pelo seu material ativo no eletrodo negativo. As baterias de Ni-MH empregam hidrogênio na forma de hidreto metálico ao invés de cádmio em seu eletrodo negativo CIRIACO (2009), apud TECMUNDO (2014).

Outras diferenças, como maior carga e mais tempo de uso em mesmas condições, também são presentes nestas baterias. Isso se deve ao fato do hidreto metálico ser mais denso que o cádmio, permitindo assim uma maior presença de níquel no eletrodo positivo da bateria. Além disso, suas vantagens em relação à de NiCd consistem também em serem menos tóxicas e vulneráveis ao “efeito memória”.

A vantagem das baterias de NiMH, são menos vulneráveis ao “efeito memória” e também são menos tóxicas. Além disso, podem armazenar mais energia se comparadas com as baterias de NiCd. A desvantagem é o custo elevado, TRIGO et al (2013).

4.2.3 Baterias de Íon-Lítio (Li-Ion)

De todos os tipos de baterias esta é, sem dúvida, a melhor. Suas vantagens são diversas e variadas e não é justamente por isso que elas são empregadas em larga escala nos novos eletrônicos. Se você possui um notebook, celular ou câmera digital fabricado nos últimos anos, provavelmente sua bateria será de Li-Ion CIRIACO (2009), apud TECMUNDO (2014).

Não-tóxicas, com capacidade de carga duas vezes maior que as de Ni-MH e três vezes maior que as de NiCd, sem efeito memória (ou seja, a bateria não vai “viciar”) e também mais leves, afinal o lítio é um dos metais mais leves já conhecidos. A densidade do lítio também permite a criação de baterias com maior capacidade.

Outro ponto que dá muito mais vantagens às baterias de Li-Ion é o fato de estas baterias dispensarem ciclos completos de cargas, ou seja, você não precisa esperar a carga acabar para carregá-la novamente e quando carrega não precisa esperar que ela fosse preenchida por completo.

Além disso, ao estar carregada por completo a bateria cessa automaticamente o recebimento de energia para evitar sobrecargas.

Estas baterias, porém, demandam um cuidado maior por parte de seus usuários, como por exemplo, a não exposição a altas temperaturas que podem causar danos definitivos e até mesmo sua explosão.

A bateria de Íon Lítio é a mais recente dos tipos de bateria de celular citados. Podem armazenar muito mais energia, propiciando maior tempo de uso sem necessidades de recarga, além de serem mais leves.

Outra vantagem é que elas não são afetadas pelo “efeito memória” e podem ser recarregadas sem a necessidade de esperar descarregamento total da bateria, TRIGO et al (2013).

4.2.4 Baterias de Polímeros Li

Estas utilizam um polímero seco que permite serem manufaturadas em uma variedade maior de formas e tamanhos do que as baterias de Íon Lítio. Além disso elas utilizam também um eletrólito para aumentar a condutância, são mais leves porque não requerem as embalagens do metal como as baterias de Li-Ion e são mais seguras. A desvantagem é que são mais caras e não seguram tanto a carga, TRIGO et al (2013).

4.3 Impactos Ambientais causados pela Produção das Baterias dos Celulares

No processo de confecção das baterias de aparelhos celular, são usados, dentre outros, o níquel e o cobalto. Eles são obtidos pela mineração, atividade que promove o impacto no solo e novamente emissão de CO₂, TRIGO et al (2013).

São usados os elementos demonstrados na Figura 15. Os impactos causados por eles são:

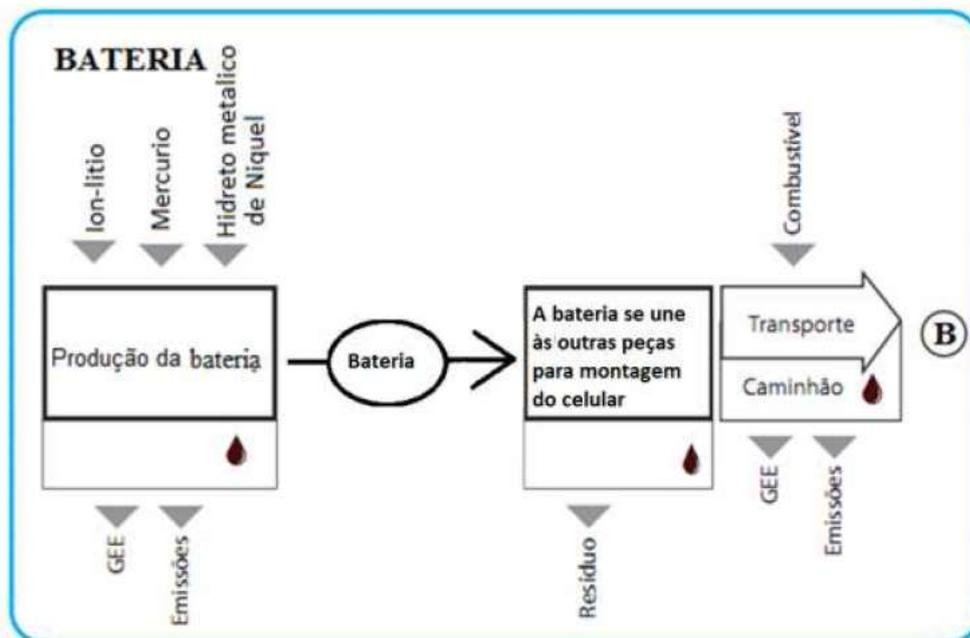
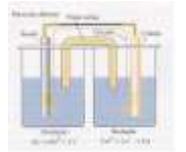
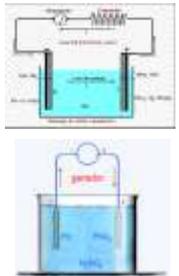
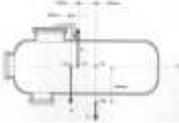
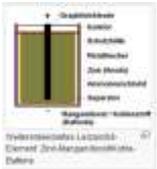


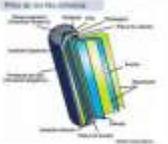
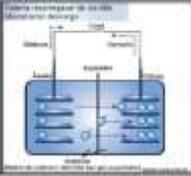
Figura 15: Produção da Bateria de um Celular.
 Fonte: ARREMESSO CELULAR (2012) *apud* Trigo et al (2013).

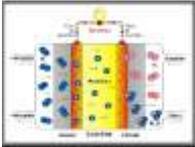
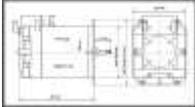
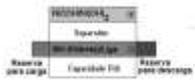
- a) Lítio: Por ser um metal alcalino, o lítio puro é altamente inflamável e explosivo quando exposto ao ar e a água. Além disso, para o contato direto com o metal, deve haver o uso de EPI's por se tratar de um material corrosivo e ligeiramente tóxico.
- b) Cádmio: pode provocar câncer, problemas pulmonares e até envenenamento.
- c) Níquel: Elemento cancerígeno, causador de lesões no sistema respiratório e de alterações no sistema imunológico.

Tabela 11 - Tipos de Baterias – Vantagens, Desvantagens, Aplicações e Composição.

Nome Primeira Utilização / Criador		Como Funciona	Vantagens	Desvantagens	Aplicação	Composição
1800 Pilha Voltaica	 Alessandro Volta (Físico Italiano)	Um par de discos de cobre e zinco empilhados verticalmente e separados por uma camada de pano ou papelão encharcada de solução salina.	Era capaz de gerar uma corrente elétrica contínua e perdia pouca carga quando não usada.	Não produzia tensão suficiente para gerar fagulhas e durava pouco, uma hora no máximo. Além disso, produzia bolhas de hidrogênio que aumentavam a resistência interna da bateria, diminuindo sua eficiência.	A pilha de volta serviu para abrir caminho para as baterias e era usado apenas para fins científicos	
1836 Pilha de Daniell (pilha eletroquímica)	 John Frederic Daniell (Químico Britânico)	Uma folha de zinco imerso em uma vasilha de barro poroso com uma solução de sulfato de zinco. A vasilha porosa por sua vez, era imersa em um pote de cobre de maior diâmetro com uma solução de sulfato de cobre.	O uso do sulfato de zinco e de cobre (ambos condutores) ajudou a melhorar a condutividade da bateria. No modelo de Volta o hidrogênio bloqueava o contato da solução salina com a parte de discos metálicos, diminuindo a eficiência da bateria.	Com o tempo, o cobre preenche os poros da vasilha de barro, reduzindo a vida da bateria.	A pilha de Daniell operava a 1,1 volt e foi amplamente utilizada em redes de telégrafos até ser substituída no fim da década de 1960.	
1844 Pilha de Grove	 William Robert Grove (Físico e Juiz Galês)	Uma placa de zinco imersa em ácido sulfúrico e uma placa de platina imersa em ácido nítrico, separadas por uma barreira porosa.	Proporcionava corrente alta e quase o dobro da tensão da Pilha de Daniell.	Emitia fumaça tóxica de óxido de nítrico quando operada. Além de ser cara por causa da platina, a tensão diminuía consideravelmente à medida que a carga diminuía.	Por algum tempo, foi a bateria preferida da rede americana de telégrafos.	

<p>1859</p> <p>Acumulador de Chumbo</p> <p>(A Primeira Bateria Recarregável)</p>	 <p>Gaston Planté (Físico Francês)</p>	<p>Uma célula constituída por uma placa de óxido de chumbo e outra de chumbo metálico, imersas em ácido sulfúrico. As duas placas reagem para produzir sulfato de chumbo.</p>	<p>A reação química dentro da bateria pode ser revertida, possibilitando sua recarga por meio da passagem de uma corrente no sentido contrário à da descarga.</p>	<p>Comparado com outras baterias, o acumulador de chumbo é pesado demais para o tanto de energia que carrega.</p>	<p>O modelo do acumulador de chumbo sofreu poucas alterações até hoje, sendo atualmente o tipo mais utilizado em baterias de carro, no-break e iluminação de emergência.</p>	
<p>Década de 1860</p> <p>Célula da Gravidade</p>	 <p>Um francês chamado Callaud (seu nome completo é desconhecido)</p>	<p>Uma peça de cobre é colocada no fundo de uma jarra e uma de zinco é suspensa abaixo da borda. Cristais de sulfato de cobre são espalhados em volta da peça de cobre e a jarra é preenchida com água destilada. A medida que a corrente é gerada, uma camada de solução de sulfato de zinco se forma no topo. O mesmo ocorre embaixo com sulfato de cobre. Os líquidos ficam separados pela diferença de densidade.</p>	<p>A bateria descartou a bateria porosa de Daniell reduzindo a resistência do sistema e gerando uma corrente mais elevada.</p>	<p>A bateria só podia ser usada em locais fixos por causa da configuração do líquido, que deveria permanecer parado. Além disso, ela precisa ser usada constantemente para impedir que o líquido se misturasse por difusão.</p>	<p>O modelo é uma variação da pilha de Daniell e foi adotada com entusiasmo pela rede de telégrafos.</p>	
<p>1866</p> <p>Pilha de Leclanché</p>	 <p>Georges Leclanché (Engenheiro Eletricista Francês)</p>	<p>Um cilindro de zinco envolto por papel poroso e manganês em pó imerso em uma solução de cloreto de amônio e zinco.</p>	<p>Foi a precursora da pilha seca. Gerava uma tensão entre 1,4 e 1,6 Volts e necessitava de pouca manutenção.</p>	<p>Não proporcionava corrente por muito tempo por causa do aumento de resistência dentro da bateria causado pelas reações químicas.</p>	<p>Redes de telégrafos, sinais, sinos elétricos e nos primeiros telefones.</p>	

<p>1886</p> <p>Pilha de Zinco-Carbono (A Primeira Bateria Seca)</p>	 <p>Carl Gassner (Inventor Alemão)</p>	<p>Em vez de usar uma solução líquida na pilha de Leclanché, Gassner misturou o cloreto de amônio com gesso para criar uma pasta junto com cloreto de zinco.</p>	<p>O uso de gesso em vez da solução líquida permitiu a criação da primeira bateria seca. A pilha resultante não precisava de manutenção, não derramava e podia ser usada em qualquer posição. Foi produzido em massa pela primeira vez em 1896, o mesmo ano de invenção da lanterna de mão. É usada até hoje em aparelhos portáteis.</p>	<p>A cobertura de zinco pode se desgastar ao ponto de vazarem o cloreto de zinco, uma substância corrosiva que pode danificar os aparelhos.</p>	<p>Dispositivos portáteis como lanternas.</p>	
<p>1899</p> <p>Pilha de Níquel-Cádmio (A primeira bateria alcalina)</p>	 <p>Waldemar Jungner (Cientista Sueco)</p>	<p>As placas positivas e negativas encontram-se no mesmo recipiente. A placa positiva é coberta de hidróxido de níquel e a negativa com cádmio metálico. As placas são envolvidas por uma solução de hidróxido de potássio, conhecida também como solução alcalina.</p>	<p>São menores que os acumuladores de chumbo, são recarregáveis e duram oito vezes mais que as pilhas de zinco-carbono.</p>	<p>Eram mais caras que as baterias de chumbo e podiam ficar "viciadas", reduzindo a capacidade de carga. É o chamado "efeito memória".</p>	<p>Bateria para telefones celulares, ferramentas, brinquedos e aplicações industriais.</p>	
<p>Década de 1970</p> <p>Bateria de Lítio-Ion</p>	 <p>Manley Stanley Whittingham (Químico Americano)</p>	<p>A placa positiva consiste de óxidos de cobalto e lítio depositados sobre uma lâmina de alumínio e a negativa por carbeto de lítio depositado sobre uma lâmina de cobre, separados por uma folha de material plástico poroso embebido com uma solução orgânica de sais de lítio, enrolados em forma cilíndrica ou prismática.</p>	<p>Armazena o dobro de energia em comparação a bateria de níquel-hidreto metálico e três vezes uma bateria de níquel-cádmio. Além disso, ela não vicia e é mais leve.</p>	<p>Apresenta o custo mais elevado e necessita de um circuito eletrônico incorporado para gerenciamento das suas funcionalidades de carga e descarga e aquecimento.</p>	<p>Dispositivos portáteis, como a maioria dos laptops e smartphones. Apesar de ter sido criada em 1970, só ganhou aplicação comercial em 1991 quando a empresa japonesa Sony lançou no mercado a primeira pilha de lítio.</p>	

<p>1977</p> <p>Pilha de Níquel-Hidrogênio</p>	 <p>COMSAT (Empresa Americana de Telecomunicações)</p>	<p>Uma placa de níquel conectada a uma célula de hidrogênio pressurizado, separados por uma membrana de zircônio.</p>	<p>Longa duração e é recarregável. Uma bateria de níquel-hidrogênio pode durar 15 anos ou mais.</p>	<p>Gera pouca energia e é cara para produzir, não sendo atrativa para uso popular.</p>	<p>Satélites e sondas espaciais. É a bateria usada no Telescópio Espacial Hubble.</p>	
<p>1979</p> <p>Bateria de Lítio-Polímero</p>	 <p>Michel Armand (Químico Francês)</p>	<p>Igual a bateria de lítio-íon, porém o separador plástico e o eletrólito são substituídos por uma folha de polímero condutor de íons de lítio.</p>	<p>Melhora propriedade de segurança e tempo de estocagem.</p>	<p>Processo de fabricação mais sofisticado exigindo maiores custos industriais.</p>	<p>Carros elétricos, como o Autolib, lançado na França em dezembro.</p>	
<p>1982</p> <p>Bateria de Sódio – Cloreto de Níquel (ZEBRA – Zero Emission Batteries Research Activity)</p>	 <p>Dr. Johan Coetzer, África do Sul (Pretória)</p>	<p>A bateria ZEBRA é constituída por placas negativas de sódio e placas positivas de cloreto de níquel. O sódio da placa negativa é formado eletroquimicamente a partir do cloreto de sódio (sal comum da cozinha) quando a bateria recebe a primeira carga para formação da bateria.</p>	<p>É segura e relativamente barata, possui alta densidade de energia, seu material é abundante e amigável com o meio ambiente.</p>	<p>Para funcionar necessita de temperatura elevada (250 a 300°C), devendo ser montada em caixa com excelente isolamento térmica, e quando parada perde carga muito rápido.</p>	<p>Veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia.</p>	
<p>1989</p> <p>Bateria de níquel-hidreto metálico</p>	 <p>Daimler AG (Empresa alemã de carros)</p>	<p>A estrutura da bateria é similar a de níquel-cádmio, a não ser pela utilização de uma liga metálica que absorve hidrogênio em vez de cádmio.</p>	<p>Ficam menos viciadas, são recarregáveis, não utilizam o caro e tóxico cádmio e duram até três vezes mais que as baterias de níquel-cádmio.</p>	<p>Descarregam mais rápido que as baterias de níquel-cádmio.</p>	<p>Veículos elétricos e dispositivos portáteis.</p>	

Fonte: Adaptado pela Autora. Blog Bring it (2014), Grenoble (2014), Scielo (2014), Tecmundo (2014)

4.4 Análise de Ciclo de Vida das Baterias de Níquel – Cádmi

No estudo realizado por Elsevier Karlström e Rydh (2015), o impacto ambiental da reciclagem de baterias de níquel-cádmi (NiCd) na Suécia foi avaliada. A abordagem da avaliação do ciclo de vida foi utilizada para identificar as atividades do ciclo de vida, a influência de diferentes taxas de reciclagem e diferentes limites de tempo para as emissões de metais depositados em aterro. Baterias fabricadas com níquel e cádmio reciclado em vez de metais virgens têm 16% menor consumo de energia primária

Do ponto de vista ambiental, a taxa ótima de reciclagem de baterias de NiCd tende a estar perto de 100%. Desta forma, apesar destas baterias não estar sendo atualmente comercializada, seus resíduos podem ser encontradas em aterros, em domicílios, etc.

4.4.1 Progresso Alcançado pelas Indústrias de Aparelhos de Telefone Celular

Desde 2006 o Greenpeace tem feito uma campanha para fomentar um caminho para eletrônicos mais verdes, desafiando as principais empresas do setor em reduzir sua pegada ambiental e atender à crescente demanda por dispositivos mais verdes. Com o objetivo de combater as alterações climáticas e eliminar produtos químicos perigosos Greenpeace (2014).

Projetando o futuro, foi lançado em setembro de 2014, “*Green Gadgets: Designing the future. The path to greener electronics*”, que demonstra o progresso alcançado pela indústria, até então, na luta contra grandes questões ambientais e expôs os desafios futuros.

Há agora baterias que estão sendo comercializadas que possuem substâncias menos nocivas, em comparação com as utilizadas em 2006. Aquelas possuíam substâncias mais nocivas. Mais de 50% do mercado de telefonia móvel está atualmente representada pelas marcas - liderado por Nokia, Sony Ericsson e Apple - que eliminaram completamente o uso de plástico PVC perigosos e bromados retardadores de chama (BFRs) nestes produtos, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Progresso alcançado pela Indústria de Telefonia Móvel

Empresas	Situação das Empresas quanto ao PVC e BFRs.	Situação das Empresas quanto a outras substâncias perigosas
Apple	PVC e BFR, foram eliminados a partir de produtos da Apple em 2008.	Os produtos da Apple também são livres de ftalatos (veja PVC), chumbo, mercúrio e arsênico. A Apple ainda não informou sobre a sua eliminação de berílio e antimônio.
Nokia	Todos os telefones da Nokia são livres de PVC e BFR tóxicos.	Todos os telefones da Nokia são livres de trióxido de antimônio, compostos de berílio; ftalatos foram restringidos desde 2005. Nokia também restringe certos PFCs e organoestanhos.
RIM	BlackBerry eliminou todos os BFRs, PVC e ftalatos em produtos BlackBerry a partir do final de 2013. Os produtos BlackBerry introduzidas após 2013 são livre de halogênio.	Todos os ftalatos foram eliminadas até o final de 2013. O berílio foi eliminado em 2011. BlackBerry planeja eliminar todos os óxidos de antimônio até o final de 2014.
Acer	De acordo com a Acer, de 90% a 99% das peças nas listas de materiais (Bill of Materials) de produtos Acer recentemente introduzidas estão livres de PVC / BFR a partir do final de 2013. Os modelos de telefones inteligentes A9 e ICONIA SMART são PVC / BFR livre.	No futuro, os fornecedores serão obrigados a proibir o uso de berílio, antimônio e todos os ftalatos.
LG	Todos os telefones celulares e tablets LGE estão livres de PVC e BFR, a partir de 2010.	LGE telefones celulares também são livres de berílio, ftalatos e trióxido de antimônio
Samsung	Todos os modelos de telefones celulares têm sido isentas de BFR a partir de janeiro de 2010 e PVC a partir de Abril de 2010.	Antimônio e compostos, berílio e os compostos ftalatos e foram eliminados a partir de telefones móveis (novos produtos) a partir de janeiro de 2013.
Sony	Comunicações móveis Sony Ericsson (anteriormente Sony), telefones celulares Xperia são livres de PVC e BFR. Sony Ericsson foi uma das primeiras marcas a eliminar gradualmente o PVC / BFR de seus telefones celulares.	Sony Mobile Communications eliminou certos ftalatos, trióxido de antimônio e berílio; antimônio ainda não é eliminada.
Panasonic	Todos os telemóveis (vendidos em apenas Japão) têm sido PVC-livre (excluindo fiação interna em um carregador) a partir de modelos AF2005 em diante. Panasonic lançou um telefone móvel BFRfree (P-02D), além de acessórios, embora isto não está mais em produção. Além disso, não existem produtos livres de BFR.	Não disponível.

Fonte: Adaptado pela Autora. Greenpeace (2014).

4.4.2 Análise de Ciclo de Vida - ACV

A avaliação do ciclo de vida de produtos, figura 16, apoia a tomada de decisões por meio de estudos dos aspectos ambientais e dos impactos ao longo da vida de um produto, desde a extração de recurso, passando por produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem e disposição.

Estabelece vínculos entre esses aspectos e categorias de impacto potencial, ligados ao consumo de recursos naturais, à saúde humana e ao ambiente. ACV é usada principalmente para comparação de produtos que exercem a mesma função; melhoria do desempenho ambiental de produtos; *ecodesign* e rotulagem ambiental IBICT (2014).

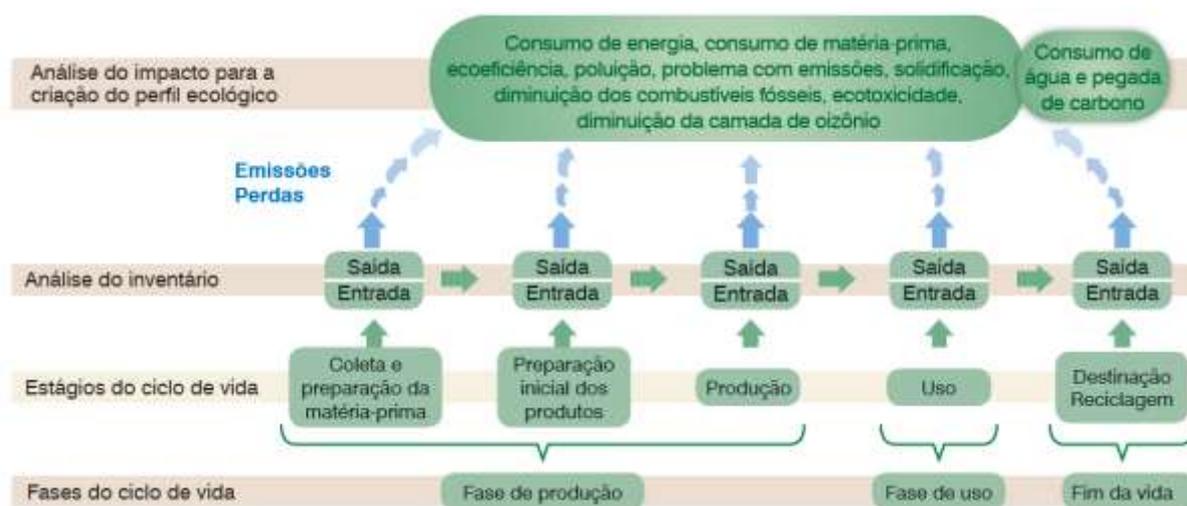


Figura 16 - Análise de Ciclo de Vida
Fonte: IBICT(2014).

Considerando a fase de Análise do Inventário, onde se refere à coleta de dados e ao estabelecimento dos procedimentos de cálculo, quantificando-se todas as interações entre o meio ambiente e o sistema do ciclo de vida do produto, para que se possa facilitar o agrupamento desses dados em categorias ambientais de modo semelhante a um balanço contábil.

Considera-se nessa fase que tudo que entra deve ser igual ao que sai do sistema em estudo, em termos de energia ou massa, desde a extração das matérias-primas até o descarte final do produto, como visto na Figura 17.

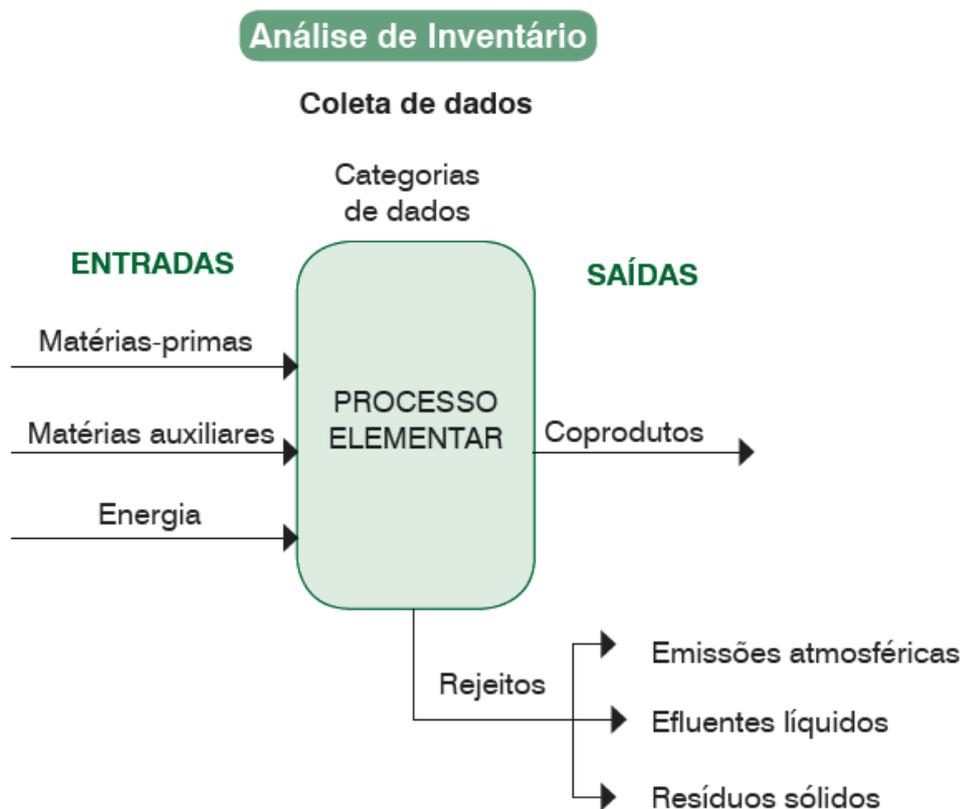


Figura 17 - Análise do Inventário – Coleta de Dados.
Fonte: Silva, Kulay (2010) apud IBICT(2014).

Procedimentos aos quais são submetidos os dados visando à consolidação do Inventário do Ciclo de Vida (ICV). Incluem: alocação e correlação de dados à unidade funcional (IBICT, 2014).

4.4.3 Ferramentas disponíveis para ACV

Os programas de computação de ACV podem utilizar os seguintes indicadores ambientais: Eco-indicator 99, Eco-indicator, CML 92, CML 92 (2001), EDIP/UMIP, EPS 2000, Ecopoints 97. Existem inúmeros programas que servem como ferramentas de comparação entre produtos, como o alemão GaBi, o holandês SimaPro, o francês TEAM, o sueco LCAiT e o norte-americano BEES. Estes dados trabalham com o banco de dados internacionais.

Os programas de computação de ACV difundidos no Brasil são os seguintes: BEES, SimaPro e o GaBi. Todos eles seguem as recomendações da série ISO 14040 e os

três apresentam as opções dos métodos CML e Ecoindicador 99. Os softwares SimaPro e o GaBi são de uso genérico COSTA (2011) apud CONDEIXA (2013).

Na literatura técnica, que aborda, os impactos ambientais provocados pelo descarte inadequado das baterias de celular no meio ambiente, são apresentados diferentes metodologias de levantamento de dados, para confecção dos inventários, necessários para uma melhor avaliação do ciclo de vida das baterias.

4.4.4 Inventários disponíveis para ACV de Ni-Cd

De acordo com Sullivan (2012), mostrado na Figura 18, que mostra uma representação dos fluxos necessários para caracterizar uma unidade de processo. Tais processos são necessários para a fabricação de produtos, como por exemplo, fazer uma bateria PbA, processos unitários são necessários para a produção de chumbo, compostos de chumbo, ácido, caixas de baterias, pólos, separadores, cobre, e outros componentes, bem como um ou mais processos para colocar tudo em conjunto para comprar pronto o produto. Além disso, a produção de materiais também exige um certo número de processos unitários, como por exemplo, os processos unitários necessários para produzir chumbo virgem são mineração, beneficiamento, preparação de minério, fundição e refinação.



Figura 18 - Unidade de Processo.
Fonte: Traduzido pela Autora (Sullivan, 2012).

O fluxo desses processos unitários divide-se em duas etapas do ciclo de vida separadamente. O primeiro a produção de baterias. Esta fase refere-se às matérias primas virgem ou de um fluxo de reciclagem, onde materiais são adquiridos por um fabricante para produzir componentes da bateria. Os encargos ocorridos durante o transporte de materiais entre a produção e o uso também devem ser contabilizados,

embora muitas vezes não o sejam. A lista de materiais da bateria inclui níquel (Ni), cobalto (Co), e chumbo (Pb) e os seus sais de metais; folhas de alumínio (Al), de aço, de cobre (Cu); e quantidades de grafite, carbonato de lítio (Li_2CO_3), fibra de vidro fosco, pellets de plástico, e assim por diante.

A segunda etapa é a de montagem da bateria, os processos necessários para converter material original em componentes da bateria, como ânodos, espumas metálicas, catodos e eletrólitos, e montá-las em um produto final. Produção de bateria do berço ao portão (*cradle-to-gate*). Denota a soma destas duas fases do ciclo de vida. Embora as baterias possa ser usada para inúmeras aplicações, não é a intenção de caracterizar como elas são usadas, mas sim os requisitos necessários para transformá-los em produto final. Este é o foco do berço ao portão. Como baterias novas, como também, processos a partir de materiais reciclados.

Dando continuidade à análise de Sullivan (2012), as baterias produzidas a partir de material virgem dispendem mais energia do que as baterias produzidas com material reciclado. Considerando, por estimativa, que E_{mp} = Energia gasta para produção de uma bateria utilizando material virgem, reciclado, ou a mistura de materiais virgem/reciclados. Como pode ser visto na Figura 19, a Energia gasta, para os diversos tipos de bateria, utilizando materiais virgens, está próxima ou pouco acima dos 100 MJ/Kg.

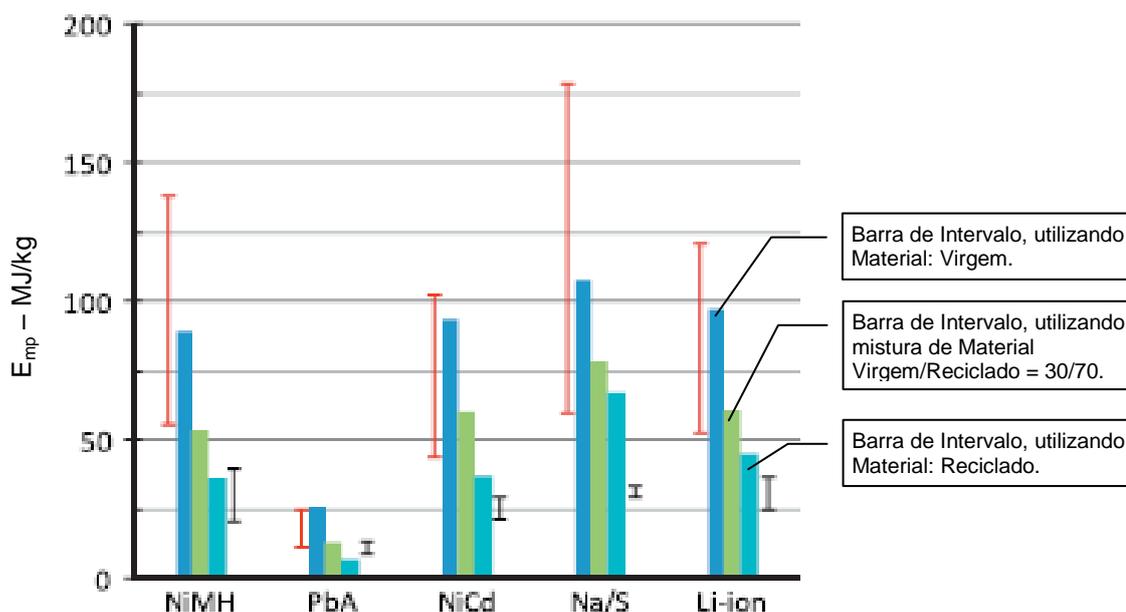


Figura 19 - Energia Gasta para Produção de material para as várias baterias
Fonte: Traduzido pela Autora Sullivan (2012).

Como pode ser visto na Figura 20, a magnitude dos valores de E_{ctg} (a Energia gasta para produção de uma bateria do berço ao portão), para os diversos tipos de baterias, variam em ordem crescente, sendo a menor PbA, a seguir NiCd, Li-ion, Na/S, e a maior NiMH.

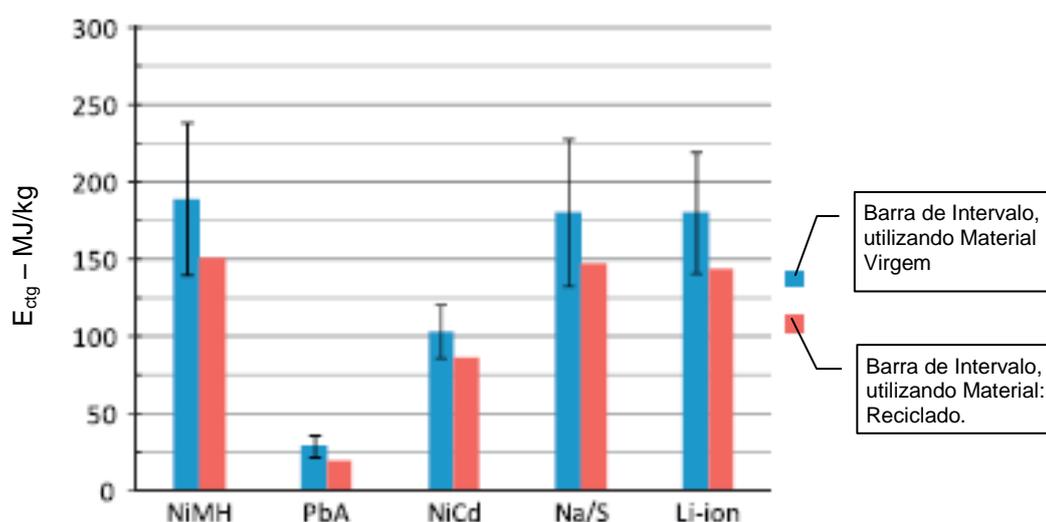


Figura 20 - Valores $E_{ctg} \pm$ um desvio padrão para as várias tecnologias de bateria.
Fonte: Traduzido pela Autora Sullivan (2012).

Ressalta ainda Sullivan (2012), que até então, o foco tem sido a análise E_{ctg} e seus componentes. A literatura tem menos publicações do ciclo de vida em que as emissões foram controladas. No entanto, uma série de dados sobre as emissões têm sido relatados, incluindo as emissões de CO₂; Critérios de poluentes (devido a combustão); e as emissões específicas do processo (por exemplo, metais pesados), ambos para o ar e para a água.

As Tabelas 13 e 14 também listam os CTG (do berço ao portão) relacionadas aos critérios de poluentes de combustão para os cinco tipos de tecnologias de baterias. Com exceção das emissões de SO_x (Óxido de Enxofre) para baterias NiMH e NiCd, as médias de emissões para cada tecnologia são inferiores a 20 g/kg de bateria, conforme pode ser visto na Figura 21, para todos os tipos de emissões, e a variação relativa das médias nas diferentes tecnologias de bateria para cada emissão é aproximadamente o mesmo.

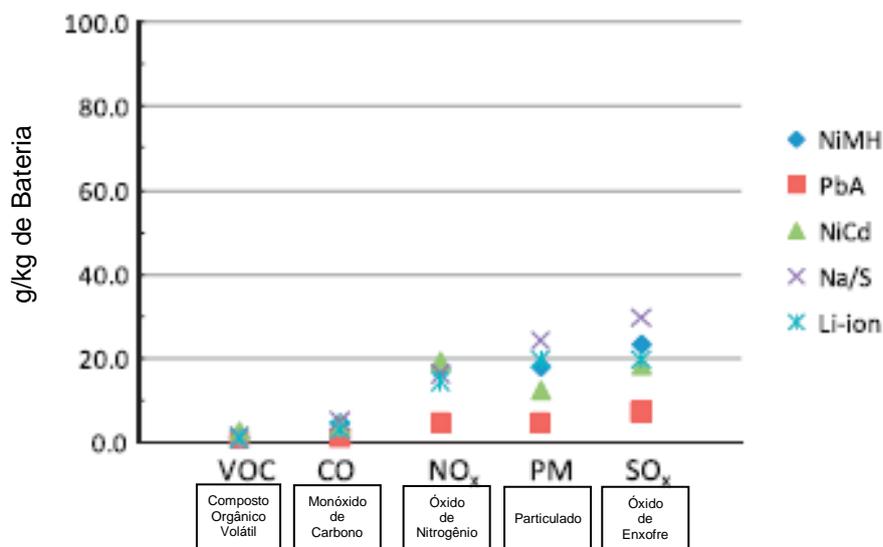


Figura 21 - Média de Emissão de Poluentes em (gramas) por (quilograma) por tipo de bateria com Tecnologia NiMH, PbA, NiCd, Na/S e Li-Ion.
Fonte: Traduzido pela Autora. Sullivan (2012).

Tabela 13 – Emissão de Poluentes para Ar, Água e Resíduos Sólidos para a Produção de Bateria (Berço ao Portão) com Tecnologia NiCd.

Tecnologia	VOC g/kg	CO kg/kg	NO _x mg/kg	PM	SO _x	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Água mg/kg	Ar mg/kg
NiCd	5,9	5,4	40	5,2	20,5 ^a	0,001	0,015	6,2	60 Cd, Co, Ni 30 Metais Pesados	40 Cd, Co, Ni 740 Metais Pesados
			17,4		167 ^b			14,8		
	0,7	2,8	8,1	13,4	14,5	10,9	0,1	7,3		
Média	2,5	4,0	19,2	12,3	18,3	8,6	0,1	9,6		

a) O valor é 265 quando SO₄ por produto está incluído.
b) Inclui SO₂ de fundição e, portanto, não incluídos na média.

Observação: Ar, água e resíduos sólidos para a produção de bateria do berço ao portão (g/kg de bateria, exceto quando indicado). Os valores em negrito são dados pelo fabricante; valores médios de berço à única porta.

Fonte: Traduzido pela Autora. Sullivan (2012).

Tabela 14 - Emissões para a Atmosfera, Água e Sólidos para Baterias Recicladas (g / kg da bateria) com Tecnologia NiMH, PbA e NiCd.

Tecnologia	VOC g/kg	CO kg/kg	NO _x mg/kg	PM	SO _x	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	Água mg/kg	Ar mg/kg
NiMH	0,107	0,386	1,390	2,047	2,786	1,619	0,016	1,234	0,24kg resíduo e 30g sólido tóxico	
PbA	0,425	1,762	1,966	0,520	0,522	0,768	0,025	0,604	<0,1 Sb, Hg, Ni, Pb, etc.	5,0 Pb, Cd, Cu, Zn, As.
NiCd	0,111	0,429	3,1	0,386	2,71	0,492	0,014	0,378	<0,1 Cd, Ni	1,0 Cd, Ni.

Fonte: Traduzido pela Autora. Sullivan (2012).

Gaines e Sullivan (2012) apresentam os valores de energia da produção, do berço ao portão, e uma avaliação dos dados detalhados para materiais de bateria com

tecnologia Níquel-Cádmio. Duas referências desta avaliação citam valores de P_{ej} para Ni reciclado (37 e 40) (ver tabela 15), que representam a Energia gasta, do berço ao portão, quando utilizado o Níquel reciclado. Um estudo executado por Gaines et al apud Sullivan (2012), relata valores diferentes de P_{ej} para Ni reciclado ligeiramente menor do que o valor indicado no trabalho de Sullivan e Gaines.

Atualmente, o principal motivo para reciclar baterias de NiCd, NiMH e Li-ion é impulsionado pela recuperação de metais valiosos (Co, Ni, Ti, Cd, Cu) que eles contêm. Hoje, a abordagem mais utilizada é pirometalúrgico.

Usando dados de Schuller e Garcia, Rantik apud Sullivan (2012), estima-se uma demanda de energia de 4,85 MJ para reciclar um quilo de baterias de NiCd, produzindo rendimento 0,246 kg e 0,703 kg de Cd e ferro-níquel, respectivamente.

Tabela 15 - Valores de Energia da Produção do Berço ao Portão.

Material	Fonte	P_{ej} (MJ/kg)	Energia	Processo
Cd	Virgem	70	Não	Não
Cd	Reciclado	38	Não	Não
Ni	Minério	224	Sim	Sim
Ni	Minério	148	Sim	Sim
Ni	Minério	186	Não	Não
Ni	Minério	122	Não	Sim
Ni	Reciclado	37	Mínimo	Mínimo
Ni	Reciclado	40	Não	Não
Observação: Os valores em negrito foram usados para os cálculos E_{mp}				

Fonte: Traduzido pela Autora. Sullivan (2012).

Os dados de inventário utilizados para os cálculos apresentados por Rydh e Karlström (2001). Os tamanhos mais comuns de células de bateria portáteis recarregáveis AA e Sub células C (peso 22 e 50g, respectivamente). A Tabela 16 mostra os requisitos de material correspondentes para a unidade funcional de 1 W H, quase equivalente a uma célula de tamanho AA (tensão média = 1,2 V, capacidade = 0,6-0,8 A h).

Dando continuidade ao estudo de Rydh e Karlström (2001), onde é apresentado os resultados que representam a avaliação da situação com relação ao manuseio da bateria na Suécia, onde 25% das baterias NiCd são recicladas, 45% incineradas e 30% depositadas em aterro.

Tabela 16 - Necessidades de material para a 1 Wh bateria de níquel-cádmio portáteis (g).

Componentes	Materiais												Soma	Peso (%)
	Aço	Ni	Cd	(a)	H ₂ O	KOH 30%	PA	PA	PVC	Co	(b)			
Eletrodo Negativo.	0,77	1,16	3,88	0,29									6,10	24,40
Eletrodo Positivo.	1,65	2,93	0,21	1,74						0,12			6,65	26,60
Eletrólito.					2,00	0,86							2,87	11,50
Separador.							0,53	0,53					0,53	2,10
Lata, Tubo, Tampa.	7,38												7,38	29,50
Respiradouro.											0,06		0,06	0,30
Coletor de Corrente.	1,02												1,02	4,10
Etiqueta.									0,26				0,26	1,10
Vedação Flexível.							0,13	0,13					0,13	0,50
SOMA	9,80	5,11	4,09	2,03	2,00	0,86	0,65	0,65	0,26	0,12	0,06		25,00	100,00
PESO (%)	39,20	20,50	16,40	8,10	8,00	3,50	2,60	2,60	1,10		0,30		100,00	
NOTA		(a)	Hidróxidos;											
		(b)	Borracha.											

Fonte: Traduzido pela Autora. Rydh e Karlström (2001).

A Tabela 17 mostra que 3,1% do total de energia primária é baseada em energia renovável, 65% da energia primária é utilizada na fabricação de baterias e 32% é usado na produção de matérias-primas.

Os processos de eletrólise do eletrodo negativo e o eletrodo positivo contribuem significativamente para a utilização de energia na fase de fabricação. Da energia total, 0,9% é utilizado na distribuição, coleta e triagem de baterias.

Tabela 17 - Dados Seleccionados de Inventário para Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd (excluindo a Fase de Utilização) especificadas para diferentes atividades.

	Total	Matérias-Primas (excluindo Cd) (%)	Cádmio (Cd) Extração / Refinamento (%)	Bateria Fabricação (%)	Coleta e Triagem (%)	Processo de Reciclagem (%)	Incineração e Aterro Sanitário (%)
Energia Renovável (MJ/W h)	0,16	33,30	8,60	49,10	0,00	8,50	0,50
Energia Não Renovada (MJ/W h)	4,92	26,80	4,80	66,00	0,90	1,30	0,10
CO ₂ (kg/Wh) (Carbono a partir de fontes fósseis)	0,37	39,80	4,10	55,20	0,80	-0,20	0,30
NO _x (g/Wh)	0,50	33,60	22,00	3,80	10,20	3,10	0,00
SO _x (g/Wh)	4,17	92,60	2,70	4,60	0,00	-0,10	0,00
Cd (recurso) (g/Wh)	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Ni (recurso) (g/Wh)	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Fim de vida: 25% de reciclagem de baterias; 30% de aterro e 45% de incineração; fatores de emissão de metal de curto prazo nos aterros.

Fonte: Traduzido pela Autora. Rydh e Karlström (2001).

Conforme o estudo de Rydh e Karlström (2001), a Tabela 18 mostra um mínimo de 90% de taxa de reciclagem para o uso de energia e as emissões de NOx.

Este mínimo é devido ao fato de que materiais reciclados e distâncias longas de transporte têm menor impacto que a extração e refino de materiais virgens.

A reciclagem a taxas maiores do que 90%, o transporte local para esvaziar caixas de coletas e entrega de baterias para as plantas de triagem aumenta rapidamente o custo.

Tabela 18 - Dados Seleccionados dos Estoques do Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd (excluindo a Fase do Usuário) para diferentes métodos de tratamento em fim de vida.

	Aterros 100%	Incineração (60%) Aterros (40%)	Reciclagem (90%) Incineração (6%) Aterros (4%)	Reciclagem (100%)
Energia Renovável (MJ/W h)	0,16	0,16	0,14	0,14
Energia Não Renovada (MJ/W h)	5,18	5,15	4,29	4,32
CO ₂ ^a (kg/W h) (Carbono a partir de fontes fósseis)	0,41	0,41	0,26	0,26
NO _x (g/W h)	0,56	0,56	0,34	0,47
SO _x (g/W h)	5,45	5,45	0,83	0,32
Cd (recurso) (g/Wh)	4,10	4,10	0,41	0,00
Ni (recurso) (g/Wh)	5,10	5,10	0,51	0,00

a) Carbono a partir de fontes fósseis.

Fonte: Traduzido pela Autora. Rydh e Karlström (2001).

Rydh e Karlström (2001), em seu estudo apresenta a emissão total de metal para diferentes atividades, apresentada na Tabela 19. A uma taxa de reciclagem de 25%, 0,23-0,26% das emissões de metal potencial ocorre numa perspectiva de 100 anos. A maior parte da emissão de metal (96-98%) para água ocorre nas atividades de incineração e aterro, independentemente do fato de ser a curto ou a longo prazo onde emissões são consideradas.

Tabela 19 - As Emissões de Níquel e Cádmiio no Ar e na Água durante todo o Ciclo de Vida Útil da Bateria NiCd. (Excluindo Fase Usuário).

(mg/W h)	Total	Matérias- Primas (excluindo Cd) (%)	Cádmiio (Cd) Extração / refinamento (%)	Bateria Fabricação (%)	Coleta e Triagem (%)	Processo de Reciclagem (%)
Cd (água)	1,40	0,00	1,90	2,00	0,00	0,10
Ni (água)	9,20	0,00	0,00	1,80	0,00	0,10
Cd (ar)	9,40	0,10	0,30	0,00	0,00	0,10
Ni (ar)	2,80	15,10	0,40	2,00	0,00	0,10

Observação: Fim-de-vida: 25% de reciclagem das baterias; 30% para deposição em aterro e 45% para incineração; as emissões de metais de curto prazo dos aterros.

Fonte: Traduzido pela Autora. Rydh e Karlström (2001).

Dois por cento das emissões do cádmio e níquel na água ocorrem durante a fabricação da bateria. A emissão de cádmio no ar ocorre principalmente (99%) nas atividades de incineração e aterro. Para o níquel, 82% da emissão ocorre durante a incineração e a deposição em aterro, enquanto 15% se origina desde a extração de matérias-primas.

Uma comparação das emissões do metal sobre o ciclo de vida da bateria de NiCd, considerando-se diferentes métodos de tratamento de fim de vida, mostra que a maior emissão de níquel na água para 100% ocorre quando da deposição em aterro, conforme Figura 22. A emissão de níquel na água diminui em 52%, quando se compara com a deposição em aterro e incineração / deposição em aterro. A redução das emissões de baterias incinerado é devido ao fato dos metais serem mais estáveis nas cinzas depois da adição de sulfuretos.

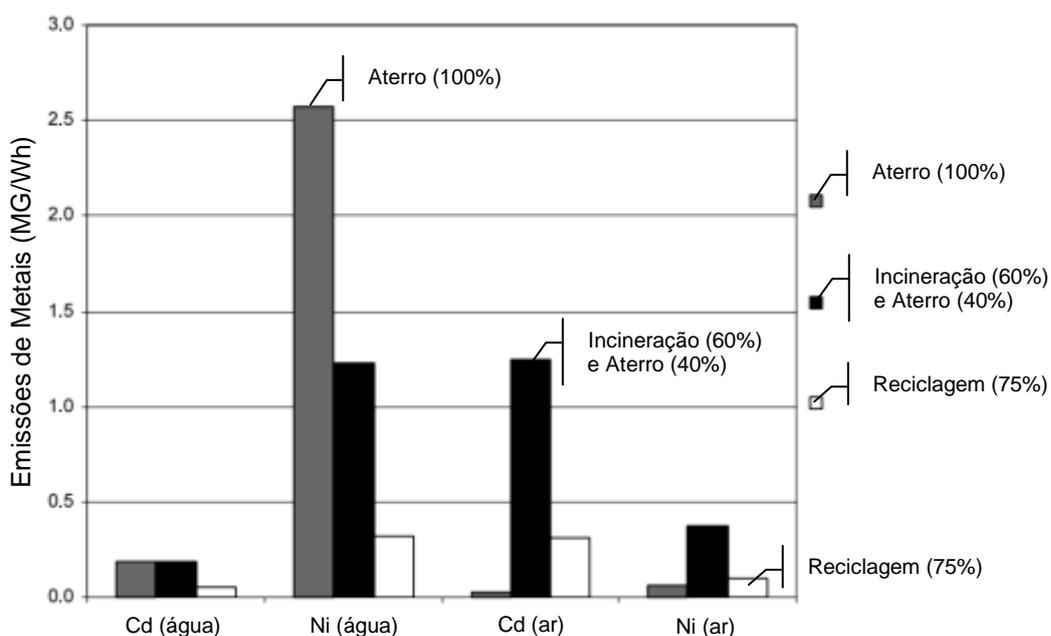


Figura 22 - Emissões Totais de Níquel e Cádmio em todo o Ciclo de Vida Útil da Bateria com Tecnologia NiCd (excluindo a fase usuário.) Para diferentes métodos de tratamento de fim de vida (perspectiva de curto prazo).

Fonte: Traduzido pela Autora. Rydh e Karlström (2001).

A emissão de cádmio no ar é maior para incineração / aterro. Comparação incineração / aterro e de reciclagem com a deposição em aterro, mostra que a emissão de cádmio no ar diminui em 75 e 98%, respectivamente. A emissão de níquel no ar mostra as mesmas tendências do que a emissão no ar do cádmio.

5 METODOLOGIA DA PESQUISA – LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

No Brasil em Maio de 2015, há o registro de 284,2 milhões de celulares, e densidade de 139,16 cel/100 hab. E a cidade do Rio de Janeiro com uma densidade de 151,69 cel/ 100 hab, TELECO (2013).

O Lixo eletrônico, ou seja, resíduos de equipamentos elétricos ou eletrônicos, cresce rapidamente, sendo um desafio para a gestão de resíduos em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. O crescimento rápido da inovação tecnológica em espaços de tempo cada vez menores contribui para a crescente quantidade de lixo eletrônico. Ao longo das últimas duas décadas, muito se tem feito em diversos países para a coleta e tratamento do lixo eletrônico. Apesar destes esforços, a coleta e o tratamento destes resíduos são limitados, e a maioria destes países ainda está sem sistema de gestão do lixo eletrônico.

Há uma grande parte deste lixo eletrônico que não está sendo coletado e tratado de uma forma ambiental racional. Além disso, alguns dos lixos eletrônicos do mundo são enviados para países em desenvolvimento onde técnicas ineficientes muitas vezes são usadas para extrair materiais e componentes.

Estas técnicas de “quintal” representam um perigo para os trabalhadores mal protegidos e para o meio ambiente natural (www.greenpeace.org).

5.1 Metodologia da Pesquisa

Foi feito um questionário com o objetivo de coletar e demonstrar o comportamento sobre a conscientização do consumidor no descarte de aparelhos celulares.

Os dados coletados com esta pesquisa estão apresentados sob a forma de gráficos de barra construídos através do programa MS Excel 2007, cujo objetivo é apresentar informações reais sobre a atual situação do uso de celulares, e assim, viabilizar sugestões de melhorias futuras.

Os dados coletados nesta pesquisa foram obtidos com entrevistas realizadas através de um questionário, construído com o programa Google Drive, composto de 22 perguntas, destinado à população da cidade do Rio de Janeiro/RJ.

No entanto, em razão do grande número de habitantes, segundo o censo 2010 composto de 6.323.037 pessoas, o resultado do questionário deu-se por uma porcentagem amostral.

O ambiente da pesquisa é o ambiente universitário público e privado, escolhido pela diversidade de classe social, idade e sexo. A ênfase será quanto ao tipo de consumidores e suas percepções quanto ao descarte de aparelhos de celular.

5.2 Elaboração e Aplicação do Questionário

O objetivo da pesquisa foi coletar dados sobre a percepção de consumidores do mercado de aparelhos de celular na cidade do Rio de Janeiro/RJ, especificamente o ambiente universitário público e privado, escolhido pela diversidade de classe social, idade e sexo, quanto a diversos fatores socioeconômicos, como também alguns fatores particulares, tais como, se o consumidor conhece que a bateria dos aparelhos celulares contêm substâncias perigosas a saúde dos seres vivos e o que o consumidor faz com o seu antigo aparelho de celular.

Para obtenção desses dados um questionário de 22 (vinte e duas) questões foi respondido por 103 (cento e três) pessoas através do programa Google Drive, conforme apresentado no ANEXO.

5.3 Apresentação dos Resultados

Os resultados do levantamento serão apresentados nas figuras de 16 a 37, assim como as análises pertinentes a estes dados Vidal et al (2012) e TELECO (2013).

TELECO, Inteligência em Telecomunicações é um grupo de profissionais da área de Telecomunicações, que tem em seu portal uma seção na qual apresenta Estatísticas de Celulares no Brasil, tendo como fonte a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações). Nesta seção, destaca-se a Estatística sobre o Perfil dos Usuários de Celular, ou seja, indivíduos que possuem e utilizam Telefone Celular. As tabelas apresentam o percentual de indivíduos que possuem telefone celular e que utilizaram o telefone celular nos últimos três meses, antes da realização da

pesquisa. (Pesquisa realizada em 27/06/2013). A pesquisa apresenta ainda o percentual de indivíduos, sobre o total de pessoas que utilizam telefone celular, que mandaram ou receberam SMS, mandaram ou receberam fotos e imagens, acessaram músicas ou vídeos e acessaram à internet, tendo como fonte de pesquisa “TIC Domicílios” do NIC.br. Os dados de 2008, 2009 e 2010 incluem também a área rural e somente foram disponibilizados em 2013 TELECO (2013).

A Figura 23 demonstra a quantidade de entrevistados que usa celular, visto que 100% dos entrevistados usam aparelhos de celular. Na apresentação da pesquisa feita pelo TELECO (2013), demonstra que 85% da população brasileira utilizam telefone celular.

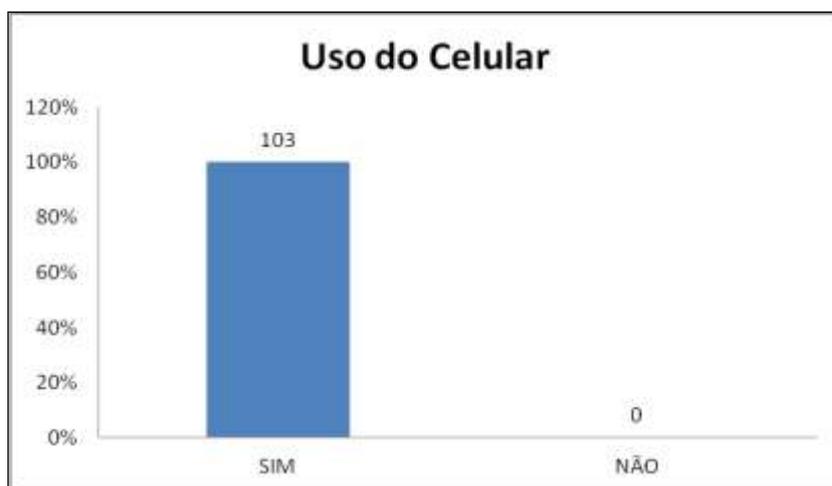


Figura 23: Você usa celular?
Fonte: Autora (2015).

Outro dado demonstrado por TELECO (2013) é que 87% da população na área urbana e 73% na área rural utilizam aparelhos de celular, bem como, 86% da população na região SUDESTE.

Na Figura 24 pode-se observar que a maioria dos entrevistados, 80,6%, usa um aparelho de celular no dia a dia e que 17,5% dos entrevistados usam dois celulares no dia a dia.

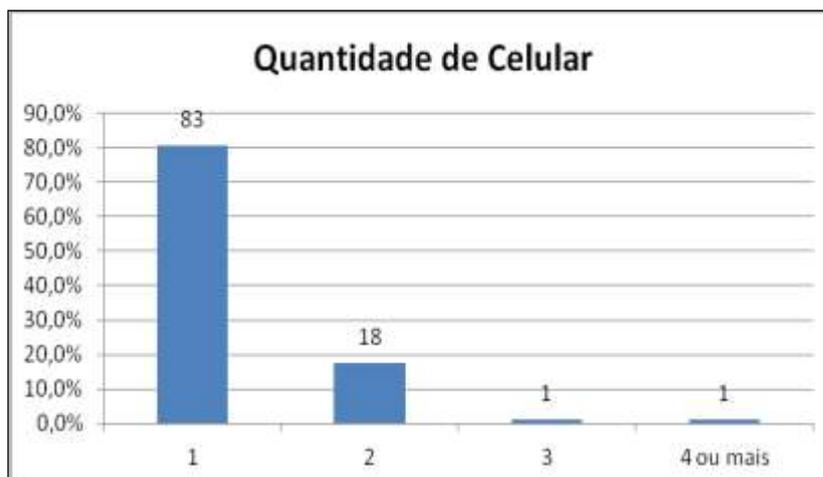


Figura 24: Quantos aparelhos você usa no seu dia a dia?
Fonte: Autora (2015).

Na Figura 25 mostra a faixa etária dos entrevistados pode-se observar que a maioria dos entrevistados, 50,5%, está entre 20 e 35 anos. Também se observa que 14,5% dos entrevistados, possuem 50 anos ou mais.



Figura 25: Qual a sua Idade?
Fonte: Autora (2015).

Na apresentação da pesquisa feita pelo TELECO (2013), o número de usuários entre 10 e 15 anos é de 81%, entre 16 e 24 anos é de 94%, ente 25 e 34 anos é de 93%, entre 35 e 44 é de 91%, entre 45 e 59 anos é de 84% e acima de 60 anos é de 63%.

Na pesquisa realizada pelo VIDAL (2012), com a participação de usuários do Vale Sul Shopping, São José dos Campos/SP, o número de usuários entre 15 e 20 anos é de 43%, a maioria dos seus entrevistados, entre 20 e 35 anos é de 30%, entre 35 e 50 anos é de 15% e que apenas 12% dos usuários possuem mais de 50 anos.

A Figura 26 sinaliza a localidade que reside os entrevistados na cidade do Rio de Janeiro, onde se observa que a maioria, 36,9, reside na Zona Norte. Outro dado que é observado é que 28,2% residem na Zona Sul.



Figura 26: Qual a localidade que você reside?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 27 mostra a renda mensal dos entrevistados, onde se pode observar que a maioria, 38,8%, possui uma renda mensal acima de R\$ 5.000,01. Observa-se, também que 14,6% dos entrevistados possui uma renda mensal de até R\$ 1.000,00. Observa-se assim que mesmo os entrevistados com renda mensal de até aproximadamente um salário mínimo regional, R\$ 953,47, usam pelo menos um aparelho celular.

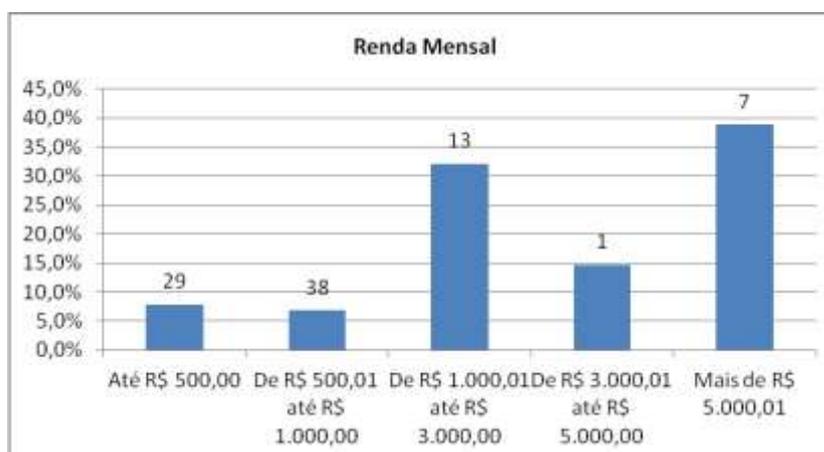


Figura 27: Qual a sua renda mensal?
Fonte: Autora (2015).

Nos dados da TELECO (2013), tem-se 72% de usuários com renda de até 1(um) salário mínimo (SM), 82% de usuários na faixa de 1(um) a 2(dois) SM, 88% de 2(dois) a 3(três) SM, 93% de 3(três) a 5(cinco) SM, 97% de 5(cinco) a 10(dez) SM, e de 96% acima de 10(dez) SM.

Nos dados realizados pelo VIDAL (2012), observa-se que a maioria dos frequentadores do Vale Sul Shopping, São José dos Campos/SP, entrevistados, 56%, possui uma renda mensal, que varia entre R\$ 500,01 e RS 1.000,00. Assim, é possível verificar, através das três pesquisas, que mesmo as pessoas com renda mensal de 1 SM podem adquirir pelo menos um aparelho de celular.

Com relação à atividade econômica, segundo a pesquisa TELECO (2013), tem-se que: 70% dos usuários são pessoas aposentadas, estudantes e donas de casa, e 90% estão economicamente ativas no mercado de trabalho.

A Figura 28 apresenta o nível de escolaridade dos entrevistados. Observa-se que 83,5%, possuem ensino superior (neste levantamento, a amostragem foi realizada no meio universitário) e 16,5% estudam no ensino médio, de usuários que utilizam os aparelhos de celular.

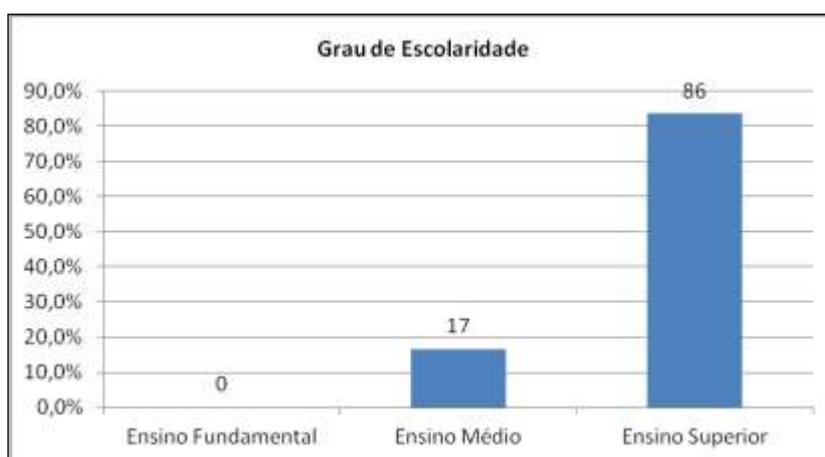


Figura 28: Qual o seu grau de escolaridade?
Fonte: Autora (2015).

No entanto, o estudo feito pelo TELECO (2013), apresenta que 98% dos usuários possuem nível superior e 94% nível médio, e ainda 81% nível fundamental. Bem como, que 53% dos usuários são analfabetos / educação infantil.

Os dados da pesquisa do VIDAL (2012), realizada do Vale Sul Shopping, São José dos Campos/SP, apresentam que 23% dos entrevistados possuem ensino superior, 64% nível médio e 13% ensino fundamental, comprovando também, de que mesmo as pessoas com pouco estudo sabem utilizar os aparelhos de celular.

A Figura 29 demonstra a heterogeneidade de gênero da pesquisa, realizada tanto com uma amostragem 64,1%, homens, quanto de 35,9% de mulheres. No entanto, nos dados apresentados pelo TELECO (2013), a utilização de aparelhos de celular é de 84% para o sexo masculino e 86% para o feminino.

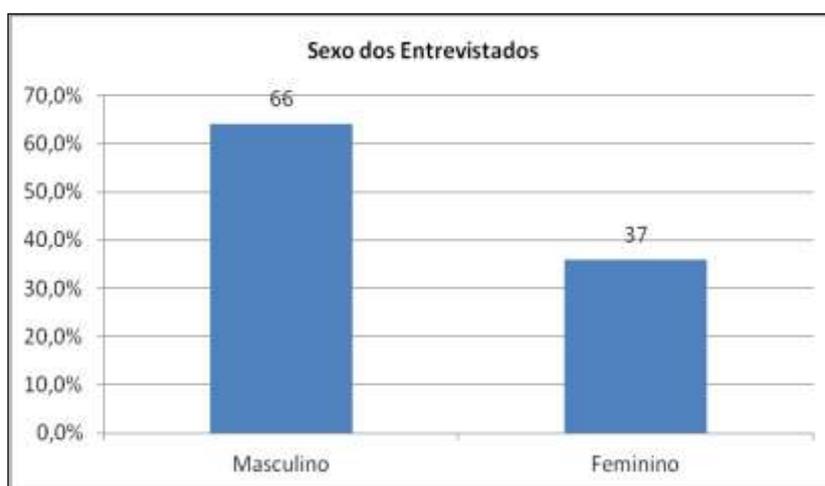


Figura 29: Qual o seu sexo?
Fonte: Autora (2015).

Na pesquisa apresentada pelo VIDAL (2012) a amostragem para o sexo masculino é de 43% e de 57% para o sexo feminino.



Figura 30: Quantos aparelhos de celular existem na sua casa?
Fonte: Autora (2015).

Verifica-se, na Figura 30, que a quantidade de aparelhos existentes na casa dos usuários é de 58%, para a resposta “mais de quatro aparelhos”. Como também, pode-se observar que apenas 1,9%, dos entrevistados, possui um aparelho de celular. No entanto, na pesquisa do VIDAL (2012) tem-se que 25% dos entrevistados possuem mais de 4(quatro) aparelhos em casa e 11% dos entrevistados, possuem apenas um aparelho.

A Figura 31 mostra que a maior parte das casas tem mais de quatro pessoas morando juntas, 46,6%, e esta renda compõe a renda mensal e quantidade de aparelhos de celular das figuras anteriores. Nos dados apresentados por VIDAL (2012) a maior parte das casas tem 2(dois) ou 3(três) pessoas morando juntas.

Nesta questão, quando se observa os dados das duas pesquisas, verifica-se um maior número de pessoas, 4 (quatro) ou mais, morando juntas, 12% em 2012 e 48% em 2015.

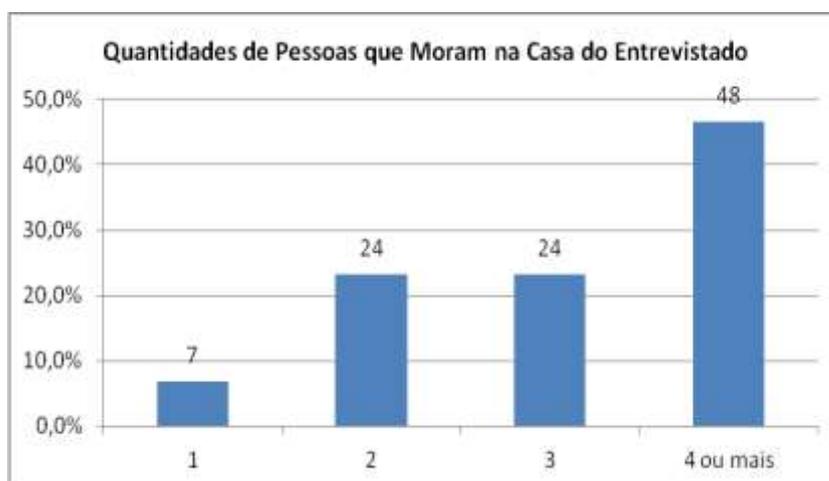


Figura 31: Quantas pessoas moram na sua casa?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 32 mostra o tempo que os entrevistados utilizam o aparelho celular, antes do descarte, até adquirir um novo aparelho. Verifica-se que a maior parte, ou seja, 50,5%, usa o aparelho de 2 a 4 anos, 38,8% de 1 a 2 anos, 5,8% mais de 4 (quatro) anos e nenhum entrevistado troca até 6 (seis) meses de uso.

Segundo os dados apresentados por VIDAL (2012), a maioria dos entrevistados, 35%, usam o aparelho por no máximo 6 (seis) meses e apenas 16% mantém o mesmo aparelho por 4 (quatro) anos ou mais.

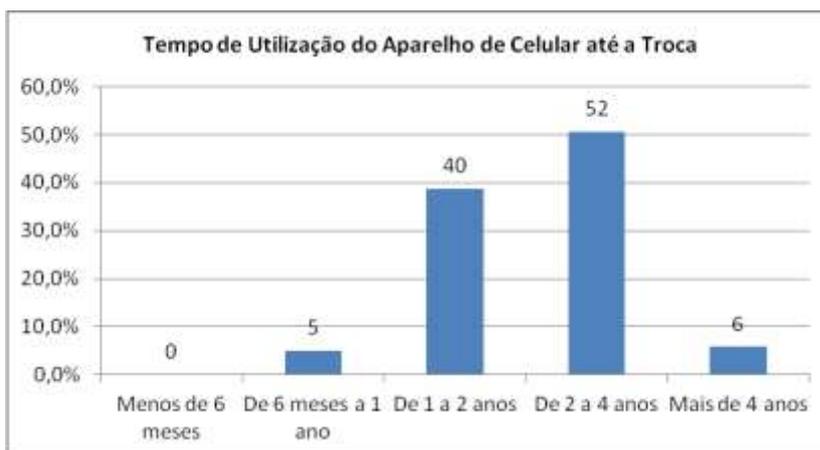


Figura 32: Por quanto tempo você utiliza um aparelho de celular antes da troca?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 33 revela o que motiva os entrevistados a trocar de aparelho celular. Consta-se, que a grande maioria, 56,3% dos entrevistados, troca o aparelho celular depois de apresentar algum defeito. Bem, como, 32% dos entrevistados trocam o aparelho celular devido a uma nova tecnologia disponível, e apenas 11,7% dos entrevistados trocam o aparelho celular devido à perda e roubo.

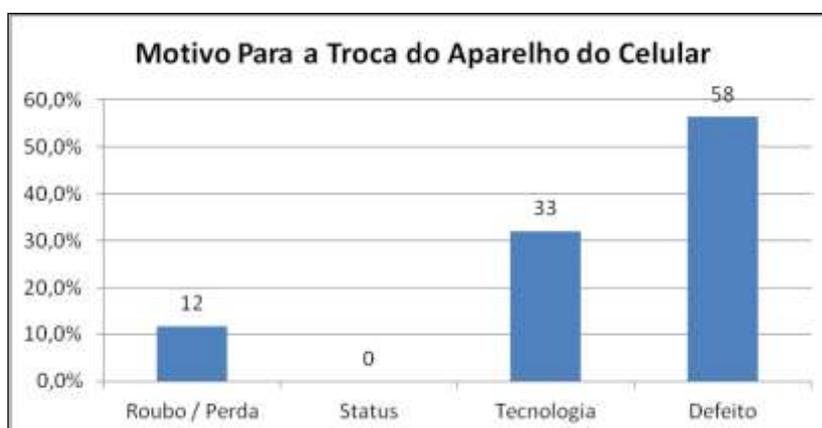


Figura 33: Quais motivos te fazem trocar de aparelho de celular?
Fonte: Autora (2015).

Outro dado observado, na pesquisa em questão (2015) é que nenhum entrevistado considera relevante a troca do aparelho devido ao *status*. No entanto observa-se nos dados apresentado por VIDAL (2012), que a maioria da pesquisa por ele realizada em 2012, 38%, trocava o aparelho devido ao *status*, e que apenas 12% dos entrevistados trocavam depois do aparelho em uso apresentar algum defeito. Conclui-se, com esta comparação entre as duas pesquisas, que o status não é o aspecto mais relevante na hora de trocar de aparelho.

A Figura 34 ilustra a destinação dada aos aparelhos celulares antigos após a troca por um novo. A grande maioria, 58,3%, respondeu que após o aparelho não ter mais condições de uso, ele é doado. Outro dado, 12,6% dos entrevistados joga no lixo, pois não sabem o que fazer com eles após o uso. Apenas 11,7% descartam de forma correta, ou seja, reciclando-os.

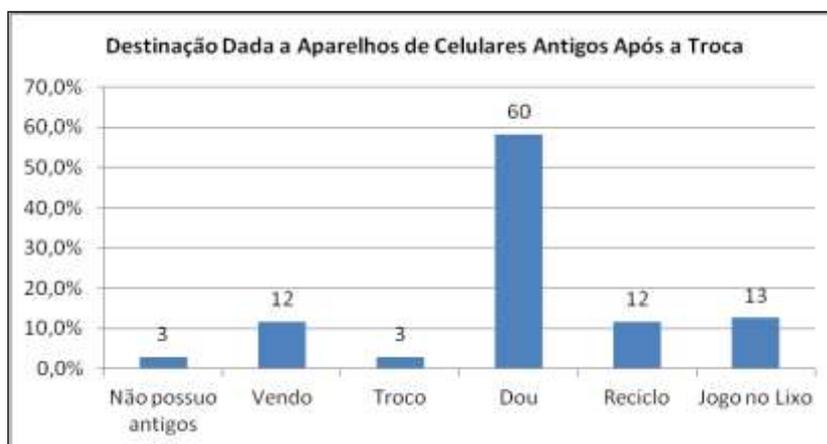


Figura 34: O que você faz com o seu antigo aparelho de celular?
Fonte: Autora (2015).

Conforme a pesquisa de VIDAL (2012), a grande maioria, 60%, respondeu que depois que o aparelho não tem mais condições de uso é jogado no lixo e apenas 3% descartam de forma correta reciclando-os. Desta forma, constata-se que apesar dos índices apresentados para a reciclagem ser baixo, observa-se uma mudança no perfil de consumo no Brasil quanto ao descarte de forma correta com crescimento de 3% (2012) para 11,7% (2015).

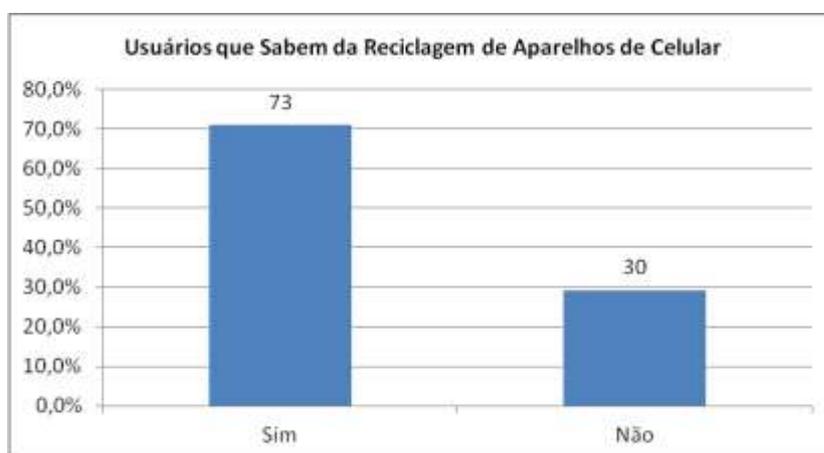


Figura 35: Você sabia que os aparelhos de celulares podem ser reciclados?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 35 mostra que a maioria dos entrevistados, 70,9%, sabe que os aparelhos de celular podem ser reciclados. No entanto, conforme a figura 27 demonstra apenas 11,7% dos entrevistados, descartam de forma correta os aparelhos, reciclando-os. No entanto, conforme VIDAL (2012), a grande maioria, 75% dos entrevistados, não sabem que os aparelhos de celular podem ser reciclados.

A Figura 36 apresenta o percentual e os motivos que levam os entrevistados a não descartar os aparelhos de celular nos postos oficiais de coleta.

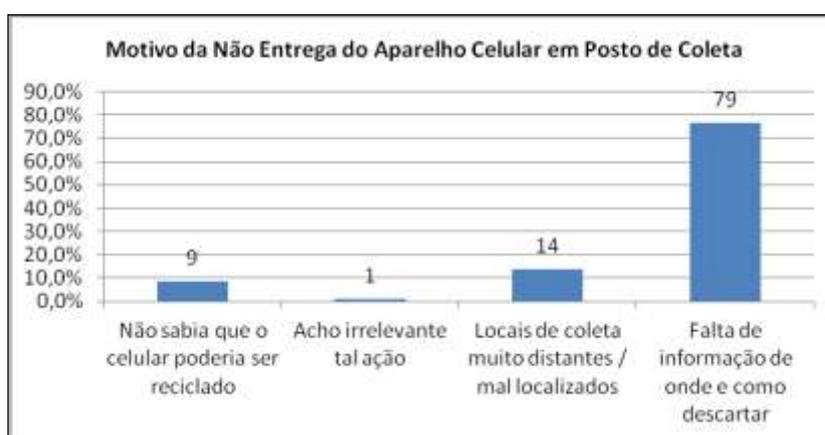


Figura 36: Ao descartar os aparelhos celulares qual a dificuldade que você encontra?
Fonte: Autora (2015).

A grande maioria dos entrevistados, 76,7%, informa haver falta de informação de onde e como poderia ser feito o descarte, enquanto 8,7% alegam desconhecer que o aparelho possa ser reciclado.

Conforme a pesquisa realizada por VIDAL (2012), a grande maioria, 75%, dos entrevistados alega desconhecer a reciclagem do produto e, 7%, informam haver falta de informação de onde e como poderia ser feito o descarte, ressaltando que ainda é muito preocupante o destino inadequado desses resíduos.

Na Figura 37, pode-se verificar a opinião dos entrevistados quando se trata da disponibilidade das informações relacionadas ao descarte por parte dos fabricantes.

A grande maioria, 91,2%, está insatisfeita com as informações, considerando péssima e regular. Apenas 1,9% dos entrevistados acham a informação excelente. Verifica-se, na pesquisa de VIDAL (2012), que a maioria dos entrevistados, 57%, está insatisfeito com as informações, e apenas 12% acham a informação excelente.

Assim, observa-se um aumento de entrevistados insatisfeitos com as informações por parte dos fabricantes.

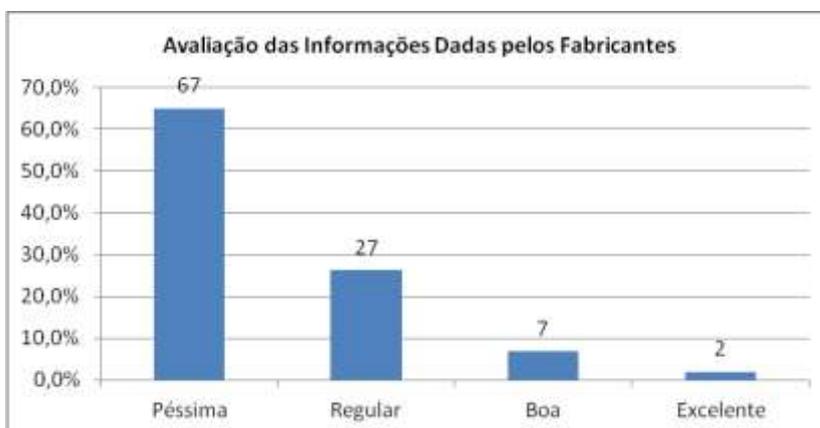


Figura 37: O que você acha sobre a disponibilidade das informações relacionadas ao descarte por parte dos fabricantes?
Fonte: Autora (2015).

Apesar da existência da Lei 12.305/10, que institui a política Nacional de Resíduos Sólidos, desde 02/08/2010, apenas 56% dos entrevistados afirma saber da sua existência, conforme pode ser verificado na Figura 38. Na pesquisa realizada por VIDAL em 2012, apenas 4% dos entrevistados, afirma saber da sua existência.

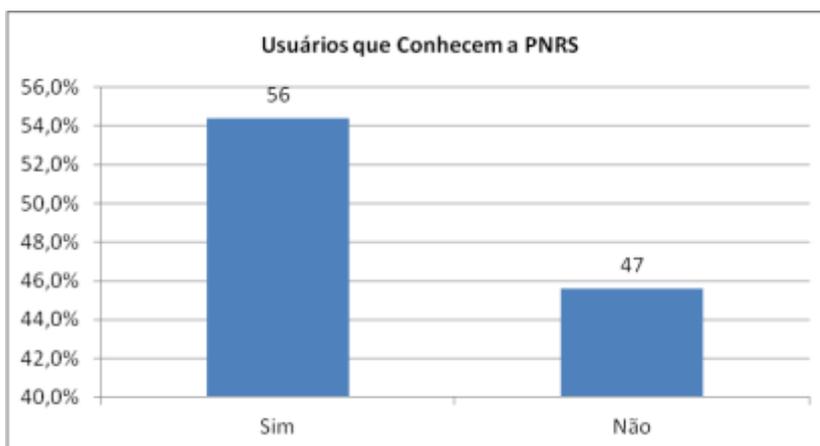


Figura 38: Usuários que Conhecem a Política de Resíduos Sólidos no Brasil?
Fonte: Autora (2015).

É possível que o entrevistado possa pagar um preço maior no aparelho celular se o fabricante se dispuser a praticar uma política de descarte consciente, fazendo a coleta do próprio aparelho no fim da vida útil.

A Figura 39, demonstra que 17,5% dos entrevistados estão dispostos a pagar um preço maior, 16% responderam que não pagariam e a grande maioria, 67%, respondeu que talvez.

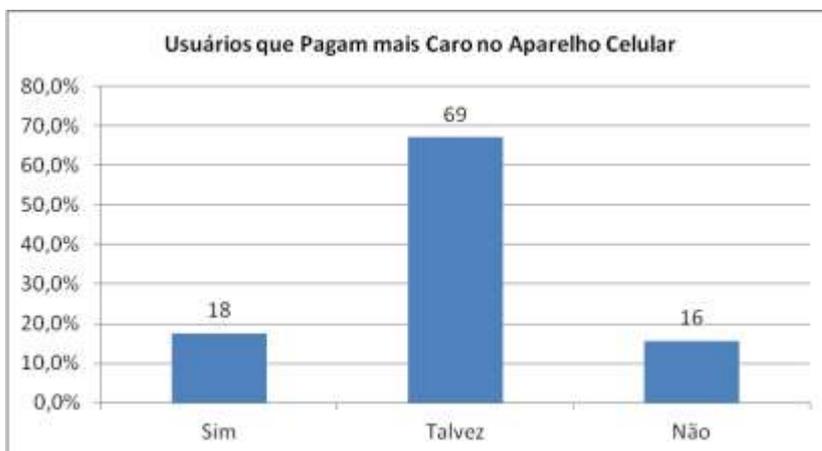


Figura 39: Você pagaria mais caro por um aparelho celular, caso o fabricante tivesse uma política de retorno dos aparelhos em desuso?
Fonte: Autora (2015).

Segundo a pesquisa de VIDAL (2012), a grande maioria dos entrevistados, 82% respondeu que não pagaria, 6% que pagaria um preço maior, e 12% avaliaria a compra antes de responder.

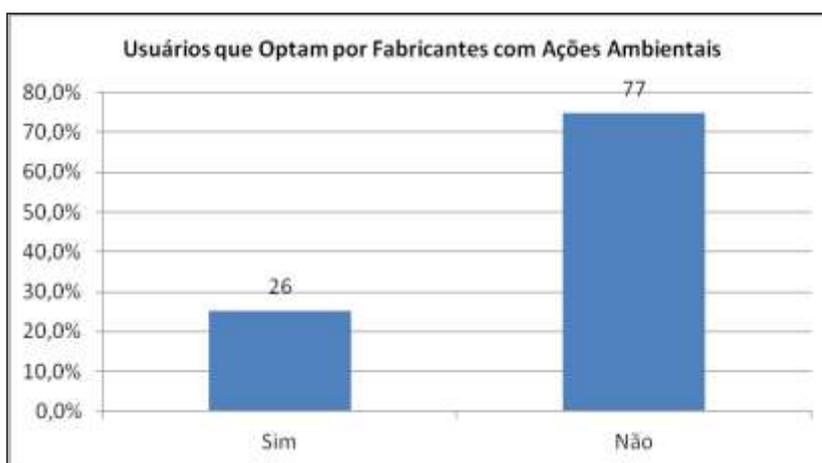


Figura 40: No momento da compra, você opta pelo fabricante que possui ações ambientais?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 40, ressalta que, no momento da compra, a grande maioria dos entrevistados, 74,8%, não opta pelo fabricante que possui ações ambientais. No entanto percebe-se um crescimento significativa, uma vez que 25,2% dos

entrevistados que responderam que SIM, contra apenas 8% que se preocupam com tal ação, segundo a pesquisa de VIDAL (2012).

A Figura 41, 79,6% de entrevistados, valorizam os produtos e/ou embalagens de aparelho celular fabricados com materiais reciclados, e apenas 20,4% respondeu que “NÃO VALORIZA”.



Figura 41: Você valoriza produtos/embalagens fabricados de materiais reciclados?
Fonte: Autora (2015).

Quando se compara com a pesquisa, segundo VIDAL (2012), apenas 23% valorizam estes produtos, ao passo que 77% não se atentam a esse detalhe no ato da compra.

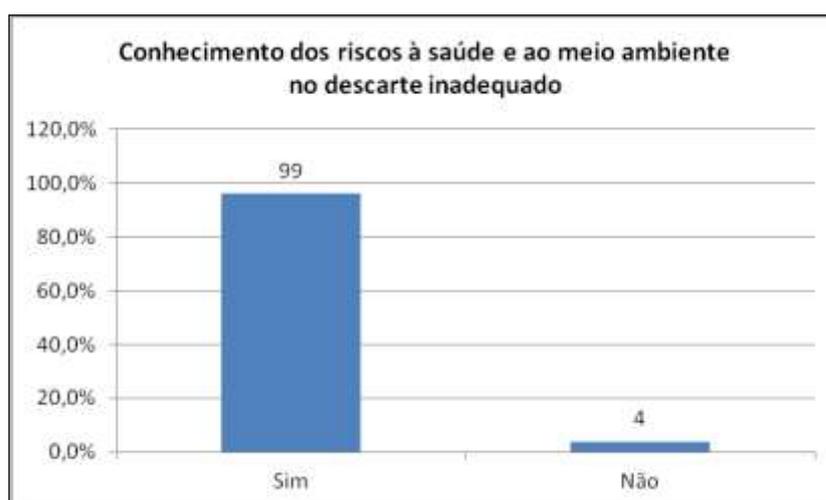


Figura 42: Você sabia que a bateria dos aparelhos celulares contém substâncias perigosas a saúde dos seres vivos?
Fonte: Autora (2015).

A Figura 42, ilustra o percentual dos entrevistados que estão cientes dos problemas causados à saúde das pessoas, pelo descarte indevido de aparelhos eletroeletrônicos, bem como do mal que este descarte causa ao meio ambiente. A grande maioria, 96,1% afirma conhecer estes riscos e apenas 3,9% dos entrevistados responderam que NÃO. Considerando os dados da pesquisa de VIDAL (2012), 86% dos entrevistados afirmam conhecer estes riscos e 14% respondeu não conhecê-los.

A Figura 43, ressalta que a grande maioria, 86,4%, não busca informações sobre o descarte correto, que se encontra disponível no site de algumas empresas. Mas já houve uma melhora pois, 13,6%, dos entrevistados já buscam informações no site do fabricante, quando se observa os dados da pesquisa de VIDAL (2012), quando 92 % dos consumidores, não buscam informações sobre o descarte correto.



Figura 43: Você já teve o interesse de acessar o site do fabricante em busca de informações sobre o descarte correto?
Fonte: Autora (2015).

Na Figura 44, observa-se que a maioria dos entrevistados, 55,3%, não conhecem o tipo de bateria utilizada no seu aparelho de celular e que 44,7% informaram que são conhecedores. No entanto, as figuras anteriores, ressaltam que 86,4% dos entrevistados, não busca informações sobre o descarte correto, 96,1% afirmam conhecer os riscos a saúde e ao meio ambiente, 74,8%, não opta pelo fabricante que possui ações ambientais, 70,9%, sabem que os aparelhos de celular podem ser reciclados, porém, apenas 11,7% dos entrevistados, descartam de forma correta os aparelhos, reciclando-os.

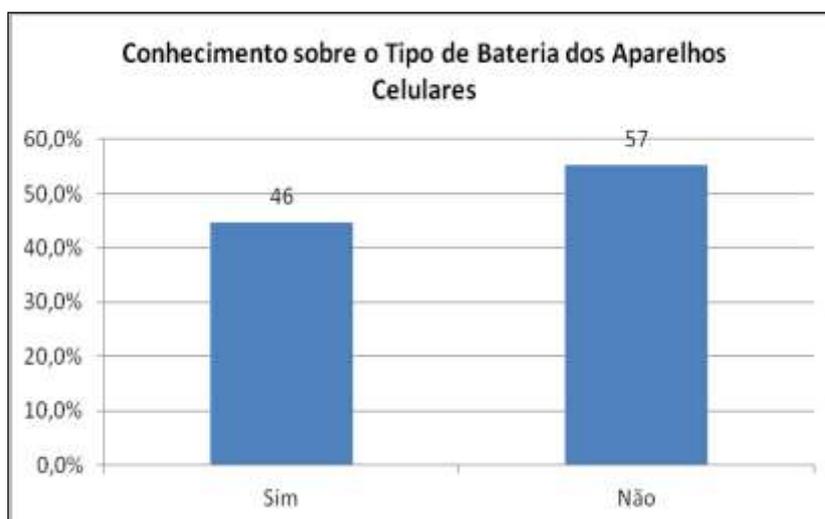


Figura 44: Você sabe qual o tipo da bateria utilizada no seu aparelho de celular?
Fonte: Autora (2015).

5.4 Análise dos Resultados

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre a percepção do usuário na avaliação do ciclo de vida das baterias de telefone celular e os impactos ambientais sobre o destino dos Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos (REEE), e buscar soluções existentes que visam a diminuir a exposição de produtos químicos tóxicos e venenosos em aterros sanitários e em locais inapropriados.

Segundo uma pesquisa realizada no Irã (Rahmania, 2014), a figura 45, mostra diferentes canais de fluxo de E-Resíduo. De acordo com a figura, um novo item eletrônico é comprado e depois de algum tempo ele se torna obsoleto. Quatro opções estão então disponíveis para o usuário (consumidores domésticos ou organizações e agências governamentais e escritórios). Primeiro, poderia ser reutilizado possivelmente revendido ou transferido para outro usuário. Em segundo lugar, o proprietário original pode armazená-lo. Em terceiro lugar, poderia ser reciclado em centro de reciclagem informal, ou quarto, poderia ser descartado junto com o lixo urbano.

A determinação do tempo de vida de tais produtos tem suas complexidades, pois depende de comportamento do consumidor (Kang e Schoenung, 2006 apud Rahmania, 2014). Entrevistas telefônicas foram conduzidas para determinar a vida útil dos dispositivos. Neste estudo, foram entrevistados 1.000 usuários. A distribuição dos usuários entrevistados em 32 províncias baseou-se na população de

cada província. Os questionários foram usados em estudos anteriores para determinar o tempo de vida (Kim et al., 2013 apud Rahmania, 2014).

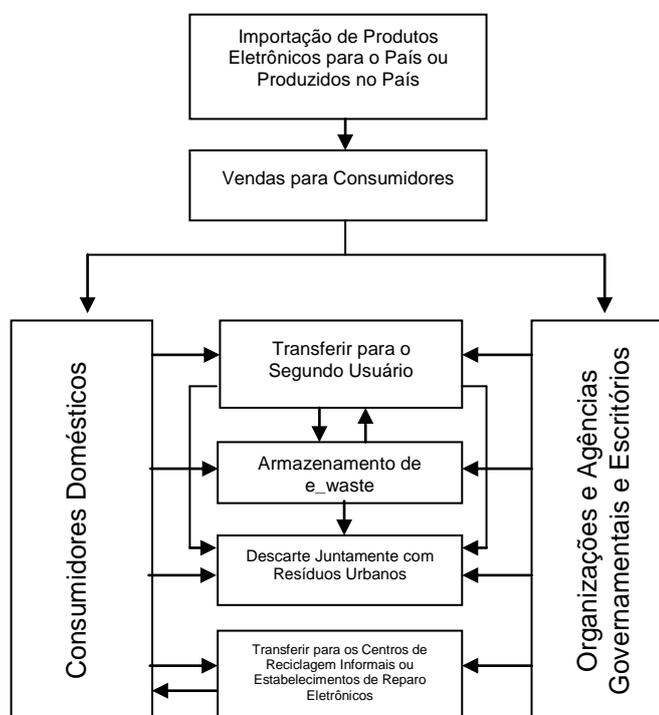


Figura 45 -Fluxo de E-resíduos em diferentes canais no Irã.
Fonte: Traduzido pela Autora. Yunesian et al (2014).

Na pesquisa realizada por Yunesian em 2014, a análise de questionário do Irã Yunesian et al (2014) revelou que a vida média para os aparelhos de telefone celular foi de três anos para o primeiro usuário e de dois anos para o segundo usuário.

Com base nos resultados dos questionários e pontos de vista dos membros especialistas da equipe de pesquisa foram feitas as seguintes suposições, mostradas na figura 46.

A estimativa de fim de vida útil para aparelhos de telefone celular obsoleto: 70% de reutilização (segundo usuário), 20% em aterro pelo primeiro usuário (3 anos), 2% e 8% de reciclagem e aterro, respectivamente. Depois de dois anos de uso o segundo usuário é confrontado com três opções: 70% armazenam por 2 anos, 5% reciclam e 30% aterram.

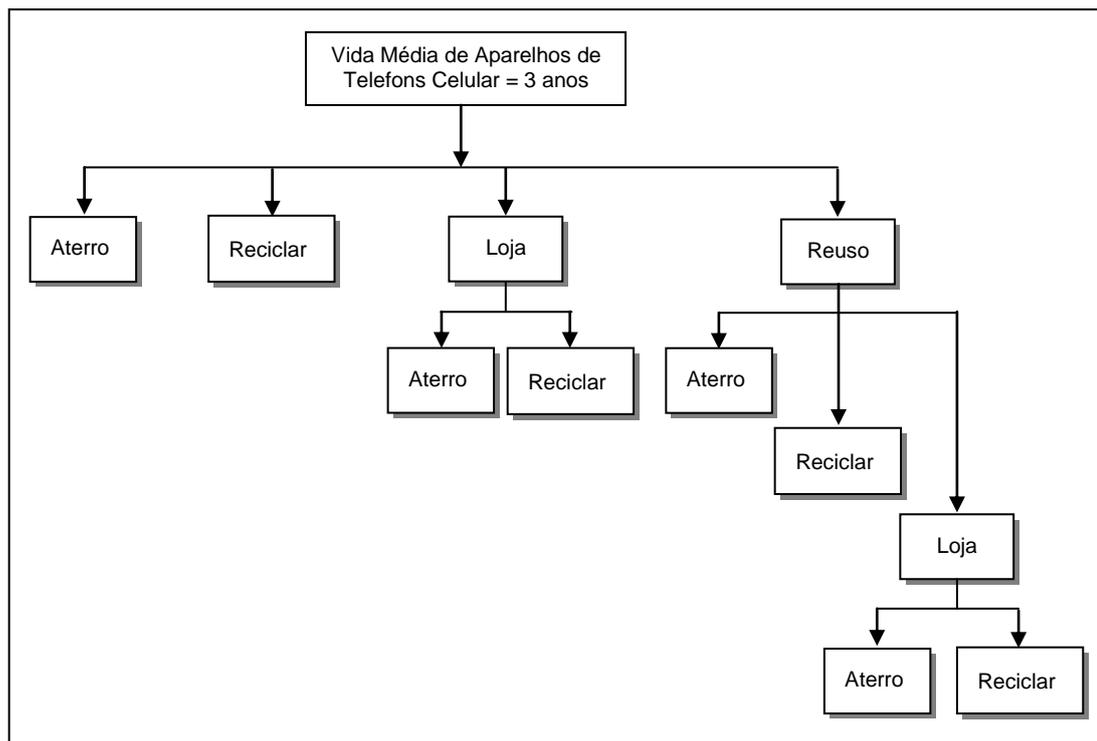


Figura 46 - Esquema Mostrando o Modelo Genérico do Fim de Vida dos Resíduos Eletrônicos com Suposições Previstas
 Fonte: Traduzido pela Autora. Yunesian et al (2014).

Através da pesquisa no trabalho, em questão, observa-se dados relevantes que podem contribuir para um maior entendimento sobre o perfil das pessoas que utilizam aparelho de celular, a forma que realizam o descarte, qual a opinião e o conhecimento dos entrevistados sobre os riscos a saúde e ao meio ambiente, sobre as novas legislações e os serviços prestados pelos fabricantes.

Verifica-se que a maioria dos entrevistados é composta por homens, uma grande parcela declara existir mais de quatro aparelhos em suas residências. Mencionaram também, que após o aparelho não ter mais condições de uso, ele é doado. E outra parte utiliza os aparelhos de celular de dois a quatro anos.

A maioria dos entrevistados sabe que os aparelhos de celular podem ser reciclados. No entanto, um pequeno percentual dos entrevistados, descartam de forma correta os aparelhos, reciclando-os. Os entrevistados declaram que estão cientes dos problemas causados à saúde das pessoas, pelo descarte indevido de aparelhos eletro-eletrônicos, bem como do mal que este descarte causa ao meio ambiente. No

entanto a maioria dos entrevistados, não conhecem o tipo de bateria utilizada no seu aparelho de celular.

Diante dos dados apresentados, observa-se que a participação do consumidor é de fundamental importância e sem a qual não é possível obter o retorno necessário ao ciclo produtivo. No entanto a grande maioria dos entrevistados está insatisfeita com as informações fornecidas pelos fabricantes, considerando péssima e regular, e com isto não busca informações sobre o descarte correto, que se encontra disponível no site de algumas empresas, o que demonstra a existência de um vácuo de possibilidades de melhoria neste processo.

6 CONCLUSÃO

No Brasil, metade do total de resíduos urbanos gerados e despejados de forma inadequada em vazadouros a céu aberto, popularmente conhecido, como “lixões”, em áreas alagadas, aterros controlados e locais não fixos. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana em dados referentes a 2008, 45% do lixo coletado no país vão parar em aterros controlados ou lixões. Isto equivale a dizer que diariamente, mais de 100 mil toneladas de lixo não recebem tratamento minimamente adequados.

Estudo inédito apresentado pela ABRELPE mostra que, além do aporte, custos de operação e manutenção chegam a R\$ 15,59 bilhões ao ano, considerando as metas previstas na Política e no Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Das quase 70 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos coletadas no Brasil anualmente, a ABRELPE informa que 42% ainda têm como destino lixões e aterros controlados, considerados ambientalmente inadequados.

O planeta nos fornece os mais ricos recursos. Porém, tanto a população do planeta, quanto os níveis de consumo continua crescendo mais que a capacidade de regeneração dos sistemas naturais. A população da terra está em 7,3 bilhões de pessoas. Neste ano já nasceram mais de 73 milhões de crianças no mundo. Só hoje, no mundo, foram vendidos mais de 3,3 milhões de aparelhos de celular.

Com a redução dos preços dos eletrônicos, a produção deste lixo eletrônico aumenta ano a ano. Os detritos eletrônicos podem liberar toxinas caso sejam incinerados. Os aparelhos mais antigos contêm produtos químicos venenosos como toxinas e metais pesados como mercúrio e o cádmio.

Considerando as duas pesquisas realizadas neste trabalho (2015) e por VIDAL (2012), constatam-se mudanças de comportamento nas pessoas entrevistadas como, por exemplo, “70,9% sabe que os aparelhos de celular podem ser reciclados”, no entanto “76,7% informa haver falta de informação de onde e como poderia ser feito”, bem como “86,4%, não busca informações sobre o descarte correto”, entre outras:

2015 (ALMEIDA)	2012 (VIDAL)
58%, para a resposta “mais de quatro aparelhos”.	25% dos entrevistados possuem mais de 4 (quatro) aparelhos.
46,6% das casas tem mais de quatro pessoas morando juntas.	A maior parte das casas tem 2(dois) ou 3(três) pessoas morando juntas.
50,5% usa o aparelho de 2 a 4 anos.	35%, usam o aparelho por no máximo 6 (seis) meses.
56,3% dos entrevistados, troca o aparelho celular depois de apresentar algum defeito.	32% dos entrevistados trocam o aparelho celular devido a uma nova tecnologia disponível.
Nenhum entrevistado considera relevante a troca do aparelho devido ao <i>status</i> .	38%, troca o aparelho devido ao <i>status</i> .
58,3%, respondeu que após o aparelho não ter mais condições de uso, ele é doado.	60%, respondeu que depois que o aparelho não tem mais condições de uso é jogado no lixo.
70,9% sabe que os aparelhos de celular podem ser reciclados.	A grande maioria, 75% dos entrevistados, não sabe que os aparelhos de celular podem ser reciclados.
96,1% afirma conhecer os riscos das baterias.	86% dos entrevistados afirmam conhecer estes riscos.
76,7% informa haver falta de informação de onde e como poderia ser feito.	A grande maioria, 75%, dos entrevistados alega desconhecer a reciclagem do produto.
91,2% estão insatisfeitas com as informações, considerando péssima e regular.	A maioria dos entrevistados, 57%, está insatisfeita.
56% dos entrevistados afirma saber da existência da PNRs.	4% dos entrevistados, afirma saber da sua existência.
17,5% dos entrevistados estão dispostos a pagar um preço maior.	A grande maioria dos entrevistados, 82% respondeu que não pagaria.
74,8%, não opta pelo fabricante que possui ações ambientais.	25,2% dos entrevistados que responderam que SIM.
79,6% de entrevistados valorizam os produtos e/ou embalagens de aparelho celular fabricados com materiais reciclados.	23% valorizam estes produtos.
A grande maioria, 86,4%, não busca informações sobre o descarte correto.	92 % dos consumidores, não buscam informações sobre o descarte correto.
55,3%, não conhecem o tipo de bateria utilizada no seu aparelho de celular.	Informação Não Disponível.

A sustentabilidade, palavra da moda, em todos os setores, seja no meio ambiente, na economia, educação, na administração pública, na sociedade, o que queremos de fato, se não sustentar, favorecer, conservar.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305 de 02/08/2010, determina as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, ainda em implementação.

A Resolução CONAMA nº 401, de 04/11/2008, estabelece limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente correto.

O IBAMA possui um papel importante na implementação desta Política, no cumprimento desta Resolução, gerir os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos perigosos e rejeitos, entre outras.

No entanto muito se tem a fazer, segundo o CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem) em sua pesquisa CICLOSOFT (2014), em 1994 81 municípios no Brasil possuíam coleta seletiva, em 2014 este número chega a 927, tendo uma evolução de 21% nos últimos dois anos. Mesmo assim, apenas cerca de 17% do total de municípios brasileiros operam sistema de coleta seletiva, dos quais 45% na região sudeste, 36% no sul, 10% no Nordeste, 7% no Centro-Oeste e 2% no Norte.

Como sugestão para trabalhos futuros, os programas de computação de ACV podem utilizar os seguintes indicadores ambientais: Eco-indicator 99, Eco-indicator, CML 92, CML 92 (2001), EDIP/UMIP, EPS 2000, Ecopoints 97. Existem inúmeros programas que servem como ferramentas de comparação entre produtos, como o alemão GaBi , o holandês SimaPro, o francês TEAM, o sueco LCAiT e o norte-americano BEES. Estes dados trabalham com banco de dados internacionais.

O que fazer com o seu lixo eletrônico? Doe ou venda. Se houver necessidade de trocar o seu aparelho de celular é possível que ele atenda às necessidades de um amigo, parente, colega de trabalho de faculdade, de escola ou até mesmo desconhecido, no caso de venda. Segundo especialistas envolvidos com questões ambientais uma saída de resolver o problema do lixo eletrônico é prolongar ao

máximo a vida útil dos aparelhos de telefone celular, passando-os para frente, ou então os devolva.

Muitos fabricantes de eletrônicos ou operadoras de telefonia móvel recolhem os eletrônicos já usados ou quando os consumidores não os querem mais. O fato da empresa já pensar nisto pode ser, inclusive, um diferencial na hora de escolher as marcas. Precisamos pensar nas consequências deste consumo para o planeta e para a humanidade.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 14040: 2001. Gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida. Princípios e Estruturas. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura.

ABNT NBR ISO 14044: 2009. Gestão ambiental: Avaliação do Ciclo de Vida. Princípios e Estruturas. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e Guia.

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/noticias/com282.htm>. Acesso em 11/07/2014.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2012. Disponível em: <http://a3p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20%20Panorama2012.pdf>. Acesso em Fev/2014.

AMBIENTE BRASIL. Lixo ou rejeitos reaproveitáveis? Disponível em: http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/lixo_ou_rejeitos_reaproveitaveis%3F.html. Acesso em Fev/2014.

BLOG BRING IT. A Evolução das Baterias. Disponível em: <http://blogbringit.com.br/curiosidades/a-evolucao-das-baterias/>. Acesso em 18/11/2014.

CARVALHO, Pierre Pereira Morlin de. A Importância da elicitação de requisitos de software no escopo das ações desenvolvidas segundo a TI verde. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica de Engenharia. Rio de Janeiro, 2012.

CEBALLOS, Diana. GONG, Wei. PAGE, Elena. A Pilot Assessment of Occupational Health Hazards in the US Electronic Scrap Recycling Industry.

CIRIACO, Douglas. Baterias: Tudo o que você precisa saber sobre elas, 30 de setembro de 2009 apud TECMUNDO. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/notebook/2827-baterias-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-elas.htm>. Acesso em 13/05/2014.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires. Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema Drywall e alvenaria de vedação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2013.

DIRECTIVE 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union of 8 June 2011.

FERREIRA, Margarida Machado Boavida, Avaliação de Ciclo de Vida de uma Central Hidroelétrica - Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, 2007.

GREENPEACE International. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/cool-it/Campaign-analysis/Guide-to-Greener-Electronics/>. Acesso em 15/03/2015.

GREENPEACE. Green Gadgets: Designing the future. The path to greener electronics. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/toxics/2014/Green%20Gadgets.pdf>. Acesso em: 10/08/2015.

GREENPEACE. Guide to Greener Electronics 18. Magazine, Novembro de 2012. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/Guide-to-Greener-Electronics/18th-Edition/>. Acesso em Fev/2014.

GREENPEACE. Problema do Lixo Eletrônico. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/>. Acesso em Fev/2014.

GRENOBLE. Evolução das Memórias, Baterias e Processadores para dispositivos Móveis. Disponível em: <http://grenoble.ime.usp.br/~gold/cursos/2012/movel/evolucao.pdf>. Acesso em 20/11/2014.

ISWA – International Solid Waste Association. Know and Suspected routes of E-Waste Dumping. Disponível em: [http://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/?tx_iswaknowledgebase_filter\[categories\]=all&tx_iswaknowledgebase_filter\[maincategories\]=0%2C1&tx_iswaknowledgebase_list\[page\]=66&tx_iswaknowledgebase_list\[sorting\]=crdate&cHash=cb18a71b0f64129d2c7de8821ff82987](http://www.iswa.org/media/publications/knowledge-base/?tx_iswaknowledgebase_filter[categories]=all&tx_iswaknowledgebase_filter[maincategories]=0%2C1&tx_iswaknowledgebase_list[page]=66&tx_iswaknowledgebase_list[sorting]=crdate&cHash=cb18a71b0f64129d2c7de8821ff82987). Acesso em Fev/2014.

IEEE Xplore, Digital Library. A Prediction on Electronic Waste Resource with Time Series Model. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5620680>. Acesso em: 04/07/2013.

INFO AMBIENTAL. Disponível em: http://www.ecoletaambiental.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=53#. Acesso em Fev 2014.

Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida. / Coordenação de conteúdo, Celina Maria Schmitt Rosa Lamb e Nilce Teresinha Puga Nass. Brasília. IBICT: CNI, 2014. Disponível em: <http://acv.ibict.br/programa-brasileiro-de-acv/publicacoes/nova-publicacao>. Acesso em: 10/08/2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14040, 2006. Environmental management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. First edition, Genève: Switzerland.

JUNG, Carlos Fernando, Breier, Guilherme Petry, CATEN, Carla Schwengber Ten, RIBEIRO, Jose Luis Duarte. Análise da Percepção da Indústria Eletro-Eletrônica acerca da Avaliação dos Processos de Manufatura sob o Enfoque da Sustentabilidade. III Encontro Fluminense de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro/RJ, 2011.

KNOTH, Robert. Scrap Life - Pakistan. Apud Greenpeace, Background - 18 February, 2009. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/multimedia/multimedia-archive/Photo-Essays1/scrap-life-pakistan-with-rob/>. Acesso: 22/06/2013.

MCNEELY, J. A. et al. Conserving World's Biological Diversity. Gland e Washington: IUCN/WRI/Conservation International/World Wildlife Fund-US/The World Bank, 1990.

NISENBAUM, Moises André. Pilhas e Baterias. Disponível em: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_pilhas_e_baterias.pdf. Acesso em: 18/11/2014.

PEREIRA, Daniel. Lixo Eletrônico – Problemas e Soluções. Disponível em: <http://www.sermelhor.com/artigo.php?artigo=80&secao=ecologia>. Acesso em: Fev/2014.

PORTAL EMPRESARIAL. Bolsa de Resíduos. Disponível em: <<http://www.portalempresarial.com.br/data/Pages/LUMIS1593352DPTBRNNGUEST.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2012.<somente para a construção civil>.

PROBLEMA DO LIXO ELETRÔNICO. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/>. Acesso em Fev/2014.

RAHMANIA, Mehdi; NABIZADEHB, Ramin; YAGHMAEIANA, Kamyar; MAHVIA, Amir Hossein; YUNESIANB, Massoud. *Estimation of waste from computers and mobile phones in Iran*. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344914000676>. Acesso em: 16/04/2015.

ROSOLEM, Maria de Fátima (CPqD), Luiz Kretly (Unicamp), James Calvert (Universidade de Denver) | Conteúdo: Marco Túlio Pires | Infográfico: Tiago Maricate. Disponível em <http://veja.abril.com.br/infograficos/historia-das-baterias/>. Acesso em 18/11/2014.

RYDH, Carl Johan; Karlstro, Magnus. Life Cycle Inventory of recycling portable nickel-cadmium batteries. Received 27/02/2011; Accepted 15/09/2011. Disponível em: www.elsevier.com/locate/resconrec. Acesso em: 15/01/2015.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993. p. 29-5.

SCIELO. Baterias de níquel-hidreto metálico, uma alternativa para as baterias de níquel-cádmio. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000200015. Acesso em 21/11/2014.

SENADO NOTÍCIAS. Artigo: Brasil produz 61 milhões de toneladas de lixo por ano. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2012/03/09/brasil-produz-61-milhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano>. Acesso em Fev/2014.

SENADO NOTÍCIAS. Artigo: SUDEMA notifica hospital universitário por lixo hospitalar a céu aberto na PB. Disponível em: <http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2012/11/sudema-notifica-hospital-universitario-por-lixo-hospitalar-ceu-aberto.html>. Acesso em Fev/2014.

SULLIVAN, J.L.; GAINES, L. Status of life cycle inventories for batteries. Journal Homepage: www.elsevier.com/locate/enconman. Energy Conversion and Management 58 (2012) 134–148.

TECMUNDO. Baterias: tudo o que você precisa saber sobre elas. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/notebook/2827-baterias-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-elas.htm>. Acesso em 05/01/2015.

TECMUNDO. Li-Ion e Li-Po: diferenças entre as baterias usadas no iPhone e no Galaxy. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/bateria/37981-li-ion-e-li-po-diferencas-entre-as-baterias-usadas-no-iphone-e-no-galaxy.htm>. Acesso em 21/11/2014.

TELECO. <http://www.teleco.com.br/ncel.asp>. Acesso em: 10/07/2015.

TIME RIME. Acumulador de Chumbo. Disponível em: <http://timerime.com/en/event/1011549/Acumulador+de+Chumbo/>. Acesso em 20/11/2014.

TRIGO, Aline Guimarães Monteiro, ANTUNES, Thainá Rodrigues, BALTER, Rodrigo Samico. Uma Visão Sustentável dos Resíduos Eletroeletrônicos de Aparelhos de Celular. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA, 2013.

UMA VISÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS DE APARELHOS DE CELULAR. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/VII-032.pdf>. Acesso em: 05/2015.

UNITAU. Análise da Percepção dos Consumidores a Respeito do Processo de descarte de Celulares e Baterias na Cidade de São José dos Campos. Disponível em: <http://www.unitau.br/unindu/artigos/pdf418.pdf>. Acesso 22/05/2015.

VIDAL, SANTOS, NORONHA, F. M., YAMADA, E., SOUZA. Análise da Percepção dos Consumidores a Respeito do Processo de Descarte de Celulares e Baterias na Cidade de São José dos Campos. The 4 th International Congress on University Industry Cooperation. Taubaté, SP. Brasil, 2012.

WALDMAN, Maurício. Lixo Eletrônico: Resíduo Novo e Complexo, paper apresentado no II Forum Municipal de Lixo e Cidadania, Poços de Caldas (MG). 2007.

YUNESIAN et al. Estimation of waste from computers and mobile phones in Iran. Resources, Conservation and Recycling, 87 21–29 (2014).

ZANETTI, Mirieli A., Avaliação do Ciclo de Vida dos Computadores e o Prolongamento da Vida Útil como Alternativa Ambiental - Gestão Ambiental, Universidade Positiva (UP), 2010.

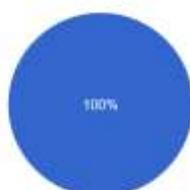
ZOLDAN, Marcos Aurelio, Análise dos Requisitos Organizacionais para a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de Produtos Madeireiros - Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa Departamento de Pós-Graduação Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção PPGE, 2008.

ANEXO - ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS SOBRE O PROCESSO DE DESCARTE DE APARELHOS CELULARES E BATERIAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.

103 respostas

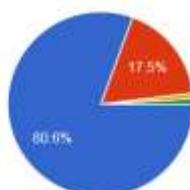
Resumo

Uso do Celular



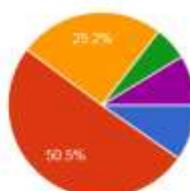
sim	103	100%
não	0	0%

Quantidade de Celular



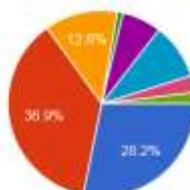
1	83	80.8%
2	18	17.5%
3	1	1%
4 ou mais	1	1%

Idade do Usuário

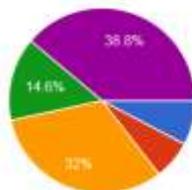


Entre 15 e 20 anos	10	9.7%
Entre 20 e 35 anos	52	50.5%
Entre 35 e 50 anos	26	25.2%
Entre 50 e 60 anos	6	5.8%
Mais de 60 anos	9	8.7%

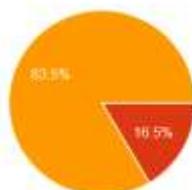
Moradia do Usuário



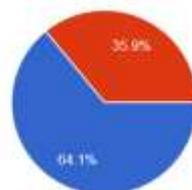
Zona Sul do Rio de Janeiro	29	28.2%
Zona Norte do Rio de Janeiro	38	36.9%
Zona Oeste do Rio de Janeiro	13	12.6%
Centro do Rio de Janeiro	1	1%
Baixada Fluminense	7	6.8%
Niterói	10	9.7%
São Gonçalo	3	2.9%
Não Resido no Rio de Janeiro	2	1.9%

Renda Mensal

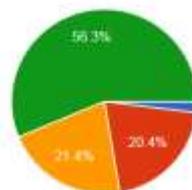
Até R\$ 500,00	8	7,8%
De R\$ 500,01 até R\$ 1.000,00	7	6,8%
De R\$ 1.000,01 até R\$ 3.000,00	33	32%
De R\$ 3.000,01 até R\$ 5.000,00	15	14,6%
Mais de R\$ 5.000,01	40	38,8%

Grau de Escolaridade

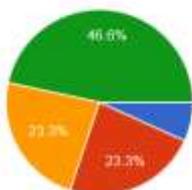
Ensino Fundamental	0	0%
Ensino Médio	17	16,5%
Ensino Superior	86	83,5%

Sexo do Usuário

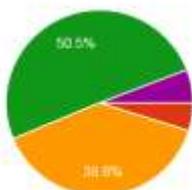
Masculino	66	64,1%
Feminino	37	35,9%

Quantidade de aparelhos de celular na casa do usuário

1	2	1,9%
2	21	20,4%
3	22	21,4%
4 ou mais	58	56,3%

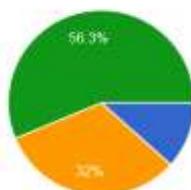
Quantidades de pessoas que moram na casa do usuário

1	7	6,8%
2	24	23,3%
3	24	23,3%
4 ou mais	48	46,6%

Tempo de Utilização do Aparelho de Celular até a Troca

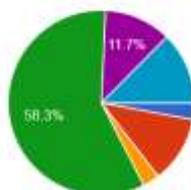
Menos de 6 meses	0	0%
De 6 meses a 1 ano	5	4,9%
De 1 a 2 anos	40	38,8%
De 2 a 4 anos	52	50,5%
Mais de 4 anos	6	5,8%

Motivo Para a Troca do Aparelho do Celular



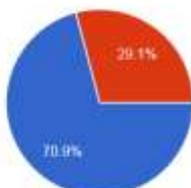
Roubos / Perda	12	11.7%
Status	0	0%
Tecnologia	33	32%
Defeito	58	56.3%

Destinação Dada a Aparelhos de Celulares Antigos Após a Troca



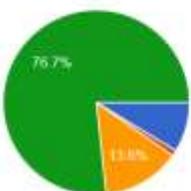
Não possui antigos	3	2.9%
Vendo	12	11.7%
Troco	3	2.9%
Dou	60	58.3%
Reciclo	12	11.7%
Jogo no Lixo	13	12.6%

Usuários que Sabem da Reciclagem de Aparelhos de Celular



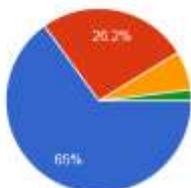
Sim	73	70.9%
Não	30	29.1%

Motivo da Não Entrega do Aparelho Celular em Posto de Coleta

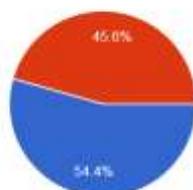


Não sabia que o celular poderia ser reciclado	9	8.7%
Acho irrelevante tal ação	1	1%
Locais de coleta muito distantes / mal localizados	14	13.6%
Falta de informação de onde e como descartar	79	76.7%

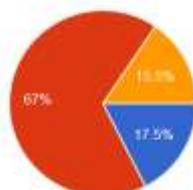
Avaliação das Informações Dadas pelos Fabricantes



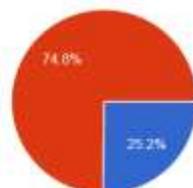
Péssima	67	65%
Regular	27	26.2%
Boa	7	6.8%
Excelente	2	1.9%

Usuários que Conhecem a PNRS

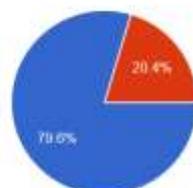
Sim	56	54.4%
Não	47	45.6%

Usuários que Pagam mais Caro no Aparelho Celular

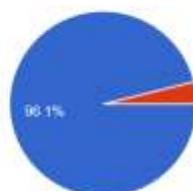
Sim	18	17.5%
Talvez	69	67%
Não	16	15.5%

Usuários que Optam por Fabricantes com Ações Ambientais

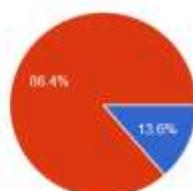
Sim	26	25.2%
Não	77	74.8%

Usuários que Valoriza Produtos/Embalagens Fabricados de Materiais Reciclad

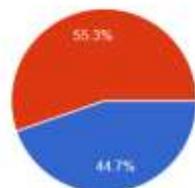
Sim	82	79.6%
Não	21	20.4%

Conhecimento dos riscos à saúde e ao meio ambiente no descarte inadequado

Sim	99	96.1%
Não	4	3.9%

Acesso ao site do fabricante em busca de informações sobre o descarte

Sim	14	13.6%
Não	89	86.4%

Conhecimento sobre o Tipo de Bateria dos Aparelhos CelularesSim **46** 44,7%Não **57** 55,3%**Número de respostas diárias**