

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS
MESTRADO EM ECOLOGIA**

ADRIANA FREITAS DE OLIVEIRA PINHEIRO

COLETA DE LIXO ELETRÔNICO NA CIDADE DE SANTOS, SP/BRASIL

SANTOS

2019

ADRIANA FREITAS DE OLIVEIRA PINHEIRO

COLETA DE LIXO ELETRÔNICO NA CIDADE DE SANTOS, SP/BRASIL

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob orientação do Prof. Dr. Walter Barrella e do Prof. Dr. Álvaro Luiz Diogo Reigada.

SANTOS/SP

2019

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

628.442 Pinheiro, Adriana Freitas de Oliveira
P718c Coleta de Lixo Eletrônico na Cidade de Santos/SP
Brasil/ Adriana Freitas de Oliveira Pinheiro.
2019 Ano de conclusão.
53 fls.

Orientadores: Prof. Dr. Walter Barrella e Prof. Dr. Álvaro Luiz Diogo Reigada.

Dissertação de Mestrado – Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas
Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2019.

1. Sustentabilidade. 2. Reciclagem. 3. Ciclo de vida do produto. 4. Reuso. I. Pinheiro, Adriana Freitas de Oliveira, oriente. II. Barrella, Walter. III. Reigada, Álvaro Luiz Diogo. III. Coleta de Lixo Eletrônico na Cidade de Santos/SP Brasil.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

Dedico este estudo aos meus filhos: Gustavo, Giovana e Ana Flávia, por me apoiarem de maneira incondicional em todos os desafios enfrentados e ao meu esposo por toda a compreensão e carinho demonstrados durante a caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela criação da natureza; o incentivo e apoio constante do meu esposo.

Agradeço também a acolhida, o apoio e orientação do meu orientador Walter Barrella, com o qual troquei informações e aprendi muito.

Agradeço a todos os professores doutores do mestrado que me proporcionaram um conhecimento ainda mais holístico sobre Ecologia.

Aos meus colegas de curso e em especial a amiga Sabrina Dias, por compartilhar alegrias, angústias, conhecimentos e ansiedade durante este período.

Agradeço ao presidente da Fundação Settaport, Sr. Francisco Antônio Nogueira da Silva, que de maneira tão amiga, nos disponibilizou todo o material para a coleta de dados.

Aos meus amados filhos: Gustavo, Giovana e Ana Flávia, que de forma genuína, souberam compreender a minha ausência. Sempre me incentivaram, toda a minha gratidão e admiração.

Gratidão!

*A natureza criou o tapete sem fim que recobre a superfície da terra.
Dentro da pelagem desse tapete vivem todos os animais,
respeitosamente. Nenhum o estraga, nenhum o rói, exceto o homem.*

Monteiro Lobato.

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico e o aumento da produção de equipamentos eletroeletrônicos geram, como consequência, grandes volumes de resíduo eletrônico. O mundo produz em torno de 46 milhões de toneladas, os Estados Unidos contribuem com 32% deste montante, enquanto o Brasil participa com 1,5 milhões de toneladas (7,1 kg/hab). Somente 3% deste montante é descartado de forma adequada. Os resíduos eletrônicos possuem em sua constituição elementos potencialmente poluentes e ao mesmo tempo, a presença de metais preciosos, tornando-os atraentes para o setor da reciclagem. Este trabalho verificou procedimentos e dados da coleta de resíduo eletrônico realizada pela Fundação Settaport na cidade de Santos/SP, no ano de 2017. A fundação realizou 745 coletas de lixo eletrônico nos diversos endereços da cidade de Santos/SP. Foram aproximadamente 30 mil itens eletrônicos coletados, totalizando 85.842kg, com destaque àqueles relacionados com a área de computação. Houve uma maior demanda, para a coleta de tv de tubo, com um total de 32000 itens coletados. Em relação aos dias da semana, há uma demanda maior nos dias de quarta à quinta-feira, com um aumento de aproximadamente 15% quando comparado a sexta e sábado. As coletas foram mais intensas nos meses de novembro a janeiro. Nestes meses, a cidade de Santos recebe mais pessoas para passar férias, aumentando o seu consumo e a renovação de produtos eletrônicos. Além disso, os trabalhadores recebem o 13º salário, férias, aumentando o poder de compra. A pesquisa constatou que o volume coletado pela Settaport corresponde, aproximadamente, a 0,2 kg/habitante e está de acordo com estudos em que apontam apenas 3% do lixo eletrônico é descartado adequadamente. Além do lixo eletrônico, a Settaport também coleta material de sucata, gerando no total 198.805kg. Foi possível a elaboração de tabela e um mapa para ilustrar a distribuição dos pontos de coleta da referida cidade. Os bairros com o maior número gerador do resíduo foram Gonzaga, Embaré, Ponta da Praia e Aparecida. Estes bairros se estendem desde o canal 2 até o canal 7 e compreende um total de 47% de todo o lixo eletrônico descartado na cidade de Santos. Fica evidente a importância das iniciativas como da Fundação Settaport para minimizar os impactos do descarte inadequado de resíduos eletrônicos, pelos danos provocados ao meio ambiente e à saúde das pessoas, como também pela oportunidade da criação de uma nova atividade econômica.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Reciclagem. Ciclo de vida do produto. Reuso.

ABSTRACT

The technological development and production of electro-electronic equipment generate large volumes of electronic waste. The world produces around 46 million tons, while Brazil participates with 1.5 million tons (7.1 kg/hab). Electronic waste has precious and potentially polluting elements, whose reuse and recycling make activities attractive and necessary. This article verified procedures for the collection of electronic waste, carried out by the Settaport Foundation, in the city of Santos/SP (Brazil). In the year 2017, this foundation held 745 collections of 30000 electronic items, totaling 85842kg. Highlight those related to computer and tube television sets (cathodic rays), with a total of 32000 items collected. Of these, many received small repairs, being sold or donated, thus increasing their life cycles and minimizing impacts and the consumption of new products. This research found that the volume collected by the Foundation. In addition to junk mail, Settaport also collected scrap material, generating a total of 198805kg. The trash withdrawals have been much observed in November to January, due to its characteristics of the city of tourism, when it receives a greater number of people, increasing the consumption and renewal of electronic products. At this time also, workers receive an additional remuneration (13th salary), increasing purchasing power. With the registered addresses, the distribution of the collection points of the city mentioned above was mapped, where the neighborhoods with the highest purchasing power generated 47% of all the collected electronic waste. Thus, it was clear the importance of the initiative of the Settaport Foundation in minimizing the impacts of inadequate disposal of electronic waste, the damage caused to the environment and to the health of people, as well as the opportunity to create a new economic activity.

Keywords: Sustainability. Recycling. product life cycle. Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fachada da Fundação Settaport em Santos/SP.....	14
Figura 2. Material selecionado para inspeção.....	15
Figura 3. Processo de inspeção realizado pelo técnico especializado.	16
Figura 4. Equipamentos reparados por técnicos da Fundação Settaport.	16
Figura 5. Conversão do endereço de coleta em coordenada geográfica.....	20
Figura 6. Número de componentes eletrônicos recolhidos em 2017.	22
Figura 7. Distribuição dos itens coletados por peso.....	24
Figura 8. Peso (em kg) de lixo eletrônico recolhido por mês em 2017.	25
Figura 9. Peso (em kg) de lixo eletrônico recolhido por dia da semana.....	26
Figura 10. Distribuição dos pontos de coleta na Cidade de Santos e região.....	29
Figura 11. Quantidade de resíduo eletrônico gerado em cada país	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade e peso dos itens coletados pela Settaport em 2017.	21
Tabela 2. Coleta de lixo eletrônico por habitante, na Cidade de Santos SP.	26
Tabela 3. Distribuição do número de coletas por bairro.	27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Peso de itens eletrônicos coletados por ano, desde 2011.	15
Quadro 2. Ficha de registro para controle dos itens coletados pela Settaport.....	18
Quadro 3. Controle dos itens coletados pela Settaport.....	19
Quadro 4. Principais metais presentes nos equipamentos eletroeletrônicos.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	–	Agência Nacional de Telecomunicações
CRRE	–	Centro de Reciclagem de Resíduo Eletrônico
EEE	–	Equipamentos Eletroeletrônicos
FGV	–	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	–	Norma Brasileira
PNRS	–	Política Nacional de Resíduos Sólidos
UNU	–	Universidade das Nações Unidas
USP	–	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	14
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO	31
Descarte de lixo eletrônico no mundo	31
Descarte de lixo eletrônico no Brasil	32
Descarte de lixo eletrônico da Baixada Santista e em Santos/SP	34
Obsolescência programada	34
Problemas ambientais gerados pelo descarte inadequado de lixo eletrônico	35
Aspectos legais relacionados com descarte de lixo eletrônico	37
Soluções adequadas para a reciclagem de lixo eletrônico	39
A Logística reversa como solução para a reciclagem do lixo eletrônico	41
A coleta de lixo eletrônico realizada pela Settaport na Cidade de Santos	42
Diagnóstico	43
CONCLUSÃO	44
TRABALHO SUBMETIDO	46
REFERÊNCIAS	47

INTRODUÇÃO

Os resíduos eletrônicos trazem sérios riscos para a saúde humana, por conterem elementos tóxicos em sua composição (GRANT *et al.*, 2013). Conforme estudos o lixo eletrônico contém um alto índice de contaminantes como por exemplo: chumbo, cádmio e mercúrio que podem causar impactos negativos aos rios, lençóis freáticos, vegetais e ao ser humano. De acordo com Fruet (2000), se ingeridos em grande quantidade, os elementos tóxicos podem causar males que vão da perda do olfato, da audição e da visão, até o enfraquecimento ósseo.

Quase 63% de cada lixo eletrônico contém metais como ferro, cobre, alumínio, mercúrio, chumbo, arsênio, cádmio, selênio, ouro, prata, platina, paládio e rádio, e a porcentagem desses metais pode diferir de acordo com o tipo de e-produto. (STEVENS e GOOSEY 2009; WIDMER *et al.*, 2005). Estes resíduos contêm 21% de plástico (vários tipos), 16% de borracha, concreto e cerâmica juntamente com o metal do material principal (STEVENS e GOOSEY, 2009; WIDMER *et al.*, 2005).

De acordo com Ferreira (1999), lixo é tudo o que não se quer mais, resíduo sem nenhum valor e que deve ser jogado fora. Ou seja, o que fica acumulado e não tem mais serventia para o seu usuário. Já os autores Jardim e Welles (1995), classificam o lixo como o resultado de tudo o que sobrou do cotidiano das pessoas, visto pelos geradores como algo sem valor.

É importante ressaltar que os resíduos eletrônicos são quimicamente e materialmente distintos de outras formas de lixo, neles encontra-se componentes valiosos e perigosos, que precisam ser manuseados de forma criteriosa, evitando a poluição ambiental e o contágio humano (ROBINSON, 2009). Eles também afetam a saúde do ambiente pela contaminação, dificultando os processos naturais de absorção e renovação das substâncias (PINTO, 2008).

A exploração dos recursos naturais para obtenção desses componentes, gera escassez, mudanças climáticas, desertificação, e outros impactos negativos para a biodiversidade. Barbieri (2007) comenta que mais de 10 milhões de substâncias naturais foram modificadas pela ação do homem.

Em 2014 o mundo gerou cerca de 42 milhões de toneladas de lixo eletrônico e aumentou a uma taxa de 3-5% a cada ano (KUMAR *et al.*, 2017), o que projeta para 2017 aproximadamente 46 milhões de toneladas. Os Estados Unidos vêm assumindo a dianteira desse cenário global, e logo em seguida vem a China, Japão, Alemanha e

Rússia (LIMA, 2015). EUA e China, juntos, geram um terço (32%) do resíduo eletrônico no mundo (FONSECA e BUENO, 2013).

O Brasil já é o maior gerador de resíduo eletrônico na América Latina, chegando a 1,5 milhões de toneladas (7,1 kg/hab), somente 3% deste montante é descartado de forma adequada (DA SILVA, 2013). A venda de computadores no mercado brasileiro, voltou a crescer no primeiro trimestre de 2017, após uma recessão de cinco anos, ressalta um estudo da empresa de consultoria Brasil Internacional Data Corporation Pesquisa de Mercado e Consultoria Ltda (IDC). Entre janeiro e março, foram vendidos 1,1 milhão de máquinas, 5% a mais que no mesmo período de 2016. Segundo Cooper (2005), uma das principais causas para esse crescimento é a rapidez com que os produtos tecnológicos são lançados ao mercado consumidor, potencializado pela criação de novas necessidades e anseios das sociedades atuais, resultando em uma redução no tempo de vida útil dos produtos.

O consumo cotidiano de produtos industrializados é um dos responsáveis pela contínua produção de resíduos. É praticamente impossível a erradicação do descarte do resíduo que é gerado pela sociedade atual, visto que a realidade do resíduo eletrônico, cresce de 3 a 5% anualmente, um percentual considerável (DAVIS e HERAT, 2008). Estudos apontam que um processo intensivo de reciclagem pode recuperar até 95% dos materiais úteis de um computador e 45% dos materiais de monitores de tubo de raios catódicos (LADOU e LOVEGROVE, 2008), porém somente 20% do montante descartado, passa por algum tipo de reciclagem (BALDÉ *et al.*, 2017). Observa-se que a produção de resíduo nas cidades é de tal intensidade que não é possível conceber uma cidade sem considerar essa realidade. Dados demonstram que nos municípios brasileiros, geralmente esses resíduos são destinados a céu aberto (IBGE, 2018).

Vários pesquisadores apontam para duas questões principais: (i) a manutenção da indústria dos eletrônicos por estar atrelada aos recursos minerais que são finitos (CUCCHIELLA *et al.*, 2015) e (ii) a real ameaça de contaminação ambiental e perigo à saúde humana consequência da reciclagem não licenciada (LABUNSKA *et al.*, 2015). Porém, quando a reciclagem acontece de maneira sistemática, tornando o gerenciamento do resíduo eletrônico mais sustentável, acarreta um menor impacto negativo ao meio ambiente e as pessoas.

Portanto, para a propagação dessa cultura, se faz necessário a realização de campanhas de publicidade educativas para que a população assuma uma postura

consciente sobre essa problemática, assim como o conhecimento do marco regulatório que trata do manejo e decomposição desses resíduos no meio ambiente e qual o papel que os fabricantes, comerciantes e consumidores deverão assumir (MACÊDO, 2000).

É de grande relevância divulgar a problemática do resíduo eletrônico, por se tratar de um material que possui em sua constituição, elementos potencialmente poluentes e que ao mesmo tempo, traz em sua formação a presença de metais preciosos, tornando-o atraente para o setor da reciclagem. Em contrapartida a essa realidade, surge a “reforma ecológica”, corroborando para um ambiente urbano mais holístico, mais humanitário e mais respirável, no entanto o direito de exercer a cidadania, não significa oportunizar acesso à moradia e transporte, mas que também possam ter direito a uma vida mais humana, um ambiente urbano arborizado e tranquilo (PÁDUA, 1987).

A logística reversa revela-se como um conjunto de ações tomadas para administrar o descarte de resíduos sólidos (FRAGALLI e PERREIRA, 2016). Dessa forma, por meio da reciclagem, os resíduos darão origem à matéria prima não virgem, que pode ser reinserida no processo de produção, diminuindo a retirada de nova matéria-prima (TUNES, 2014). A reutilização dos REEE tem uma preocupação ambiental, visto não desperdiçar uma enorme quantidade de componentes que estão incorporados nesse tipo de produto (ACOSTA *et al.*, 2012).

Diante dessa realidade, o caminho da conscientização da população é fundamental para recondicionar esses materiais em desuso, ou seja, em vez de despezá-los em aterros comuns, poderá doá-los para ONGs, cooperativas que desenvolvem trabalhos de reciclagem ou depositá-los em eco pontos distribuídos pela cidade de Santos/SP ou em locais estratégicos. Desta forma, estaria contribuindo de maneira positiva com o ambiente natural e social, evitando impactos negativos.

A cidade de Santos está localizada no litoral paulista, região Sudeste do Brasil. Possui um importante porto estuarino, que fica localizado nos municípios de Santos, Guarujá e Cubatão. Caracteriza-se como principal porto brasileiro, e o maior complexo portuário da América Latina. A Fundação Settaport localiza-se no bairro do Paquetá, Santos/SP, Brasil. Realiza o trabalho de coleta de material obsoleto para recuperação, reciclagem e renovação de lixo eletrônico por meio de doações de pessoas físicas ou jurídica e tem como propósito incluir socialmente comunidades carentes, e oferecer treinamento e oportunidade para a inclusão social e digital.

O objetivo deste trabalho tratou de avaliar a sistemática de coleta de lixo eletrônico realizada pela Fundação Settaport na Cidade de Santos/SP. Identificar e quantificar os itens eletrônicos coletados, além de relacionar com o total de lixo eletrônico descartado.

Além disso, traçou um perfil do fluxo da reciclagem do lixo eletrônico da cidade de Santos/SP mapeando quais os locais que mais descarta esse tipo de material, averiguando as etapas de obtenção dos resíduos, armazenagem, remanufatura e recuperação dos produtos até o estágio final de vida útil dos mesmos. Tudo isso, agregado ao desenvolvimento tecnológico, social, econômico e as implicações ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas visitas no Centro de Reciclagem de Lixo Eletrônico da fundação Settaport, para verificar o fluxo de coletas desde a chegada do caminhão baú com os itens coletados até a destinação da maioria destes.

A Fundação Settaport do Sindicato dos Empregados Terrestres em Transportes Aquaviários e Operadores Portuários do Estado de São Paulo, fica localizada no bairro do Paquetá do município de Santos/SP. O depósito compreende uma área de 800 metros quadrados, contemplando as áreas administrativas e de armazenamento (figura 1).

Realiza o trabalho de coleta e/ou recebimento de material obsoleto para recuperação, reciclagem e renovação de e- lixo por meio de doações de pessoas físicas e ou jurídica, além disso, tem como propósito incluir socialmente comunidades carentes, e oferecer treinamento e oportunidade para a inclusão social e digital.



Figura 1. Fachada da Fundação Settaport em Santos/SP.

A Settaport, possui em sua filosofia institucional um olhar atento para as questões relacionadas ao meio ambiente, dessa forma, nasce o interesse para a prática de coleta da reciclagem e reutilização dos objetos coletados e/ou doados, incentivando uma nova concepção, desde o consumidor inicial até o retorno para o fabricante.

Desde que foi criada a Fundação vem aumentando a quantidade de lixo eletrônico na Cidade de Santos/SP, conforme mostrado no quadro 1.

Quadro 1. Peso de itens eletrônicos coletados por ano, desde 2011.

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Peso (kg)	9.667	19.369	86.132	117.735	153.050	147.144	201.000	206.000	120.000

Ao chegar ao centro de reciclagem, os equipamentos inicialmente são pesados em balança digital e selecionados em *bags* específicos. Em seguida são separados para serem inspecionados individualmente, onde é feita uma pré-triagem (de acordo com o grupo pertencente: linha branca; linha azul; linha verde e linha marrom). Alguns equipamentos podem ser recuperados, por apresentarem um bom estado, em especial os computadores, conforme mostra a figura 2.



Figura 2. Material selecionado para inspeção.

Em um outro momento, o técnico responsável, faz o teste nos equipamentos selecionados. Sendo possível o conserto desse equipamento, o mesmo é efetuado e atualizado, utilizando-se de processos mecânicos que envolvem menos custos, em contrapartida aos processos metalúrgicos, fazendo uso de equipamentos mais simples e de fácil manuseio. Esse processo é o mais usado no Brasil (figura 3).



Figura 3. Processo de inspeção realizado pelo técnico especializado.

Sendo o produto consertado, o mesmo é repassado em forma de doação para instituições de inclusão digital que funcionam em Santos S/P, a manutenção dos equipamentos é realizada de forma contínua e gratuita pela instituição. Desta forma, a fundação realiza um trabalho de reinserção dos resíduos coletados, incentivando e colaborando para a destinação ambientalmente correta e a preservação dos recursos naturais (figura 4).



Figura 4. Equipamentos reparados por técnicos da Fundação Settaport.

O que não é viável ser reaproveitado pela Fundação Settaport, que parte do princípio de que todo e qualquer material pode ser tratado e reaproveitado; é descaracterizado e vendido para uma empresa de sucatas, sendo que o plástico vai para São Vicente/SP e ferro para a capital São Paulo/SP, gerando renda para a fundação. Dessa maneira, estabelece-se um círculo automático e um olhar atento com o manejo desses resíduos, sempre com o cuidado de preservar o meio ambiente, atrelado ao lado econômico de geração de renda e incentivo a uma sociedade mais

inclusiva e menos desigual. Partindo do pressuposto de que um mundo mais justo e menos desigual, é um mundo mais sustentável.

Foram realizadas 6 visitas ao Centro de Reciclagem Settaport, entre abril e julho de 2018, para observação in loco, para perceber como era feita a coleta de lixo eletrônico e o gerenciamento dos resíduos. De acordo com o acervo da fundação, foram feitas análises das fichas do recebimento de materiais que a fundação possui como registro de entrada do fluxo de materiais coletados.

Há na empresa um cartaz com um número, que indica a meta que a recicladora pretende alcançar com o total de itens que serão recolhidos ao longo do ano vigente.

Por dia, o centro de reciclagem recebe em torno de oito ligações para o agendamento de retirada do material, sendo o mesmo realizado de maneira gratuita. E 80% das ligações são da cidade de Santos/SP, porém, eles retiram material de qualquer cidade da baixada santista.

Foi necessária a realização de uma pesquisa na literatura específica, para um maior esclarecimento das principais variáveis a serem analisadas com relação ao processo de descarte, impactos negativos e destino do resíduo eletrônico. A tabulação foi feita por meio de sequenciamento dos dados, gerando tabela, gráfico e mapa, e para análise dos dados, foi utilizada a planilha de Microsoft.

Durante as visitas ao Centro de Reciclagem de Resíduos Eletrônicos (CRRE), no município de Santos/SP foi observado como as ações são realizadas pela fundação, exposição do material adquirido (museu do computador) e o bazar dos eletrônicos. Foram feitas as coletas de dados que demonstram o fluxo de entrada dos produtos coletados na Cidade de Santos, especificados por tipo, data de coleta, a origem, o nome do doador e o endereço de onde foi retirado. Estes dados foram registrados em fichas de controle que são preenchidas no momento da coleta. A mesma, contém uma lista pré-definida de 48 tipos de itens eletrônicos a serem catalogados. Uma versão adaptada desta ficha de registro é mostrada no quadro 2.

Quadro 2. Ficha de registro para controle dos itens coletados pela Settaport.

Nº Coleta:		Data:		Peso dos itens:	
Aparelho de Som		Fonte ATX		Placa mãe	
Ar-condicionado		Gabinete		Placa de som/vídeo/rede	
Bateria nobreak		HD		Processador	
Caixa de som (PC)		Impressora		Radio AM/FM	
Calculadora		Máquina de escrever		Scanner	
Carregador		Máquina fotográfica		Servidor	
CD player		Máquina xerox		Tablet	
Celular		Memória PC		Teclado	
Controle remoto		Micro-ondas		Telefone	
CPU		Micro system		Transformador	
Drives PC		Modem/roteador		TV a cabo (decodificador)	
DVD		Monitor CRT		Televisão	
Eletrodomésticos		Monitor LCD PC		TV de tubo	
Estabilizador		Mouse		TV LCD	
Fax		Nobreak		Vídeo game	
Fonte		Notebook		Vídeo K7 (VCR)	
Endereço			Doador		

A Settaport possui em sua filosofia institucional um olhar atento para as questões relacionadas ao meio ambiente, dessa forma, nasceu o interesse para a prática de coleta da reciclagem e reutilização dos objetos coletados e/ou doados, incentivando uma postura adequada desde o consumidor até o retorno para o fabricante.

Quadro 3. Controle dos itens coletados pela Settaport.

Número da coleta	Data da coleta	Total de itens	Peso dos itens	Peso Sucata (kg)	Tipo de item coletado																					
					Aparelho de Som	Ar-condicionado	Bateria nobreak	Caixa de som (PC)	Controle remoto	GPU	DVD	Eletrodomésticos	Estabilizador	Monitor CRT	Monitor LCD PC	Nobreak	Notebook	Teclado	TV tubo	TV LCD	Vídeo K7 (VCR)					
1	2/1	31	234	266	4													1	3		1	3	9	5		
2	3/1	8	95	180								1											4	2		
3	3/1	5	69	109																			3			
4	4/1	18	89	154	1						3											3			5	
5	4/1	1	3	28																						
...
743	20/12	128	328	3322	6			12	8	9	6	16	6									9	3	2	5	
744	21/12	67	508	979					5	14	1	1	2									9	2		2	
745	21/12	21	171	209	1		2				2	5	3									3			5	

A planilha mostrada no Quadro 3 é composta por 53 colunas x 747 linhas para contemplar as 745 coletas e os 48 tipos de itens eletrônicos. Muitas linhas e colunas foram suprimidas para possibilitar a sua representação neste quadro. A partir do endereço de cada coleta, dado obtido na ficha de registro de coleta, foi possível verificar a distribuição dos pontos de coleta entre os diversos bairros da Cidade de Santos. Uma forma mais apropriada para observar a distribuição dos pontos de coletas é através de um mapa da Cidade de Santos/SP. A partir do endereço, é possível determinar as coordenadas geográficas do ponto de coleta. As coordenadas geográficas indicam a localização de cada ponto em um sistema de referência universal. Foi utilizado o aplicativo Google Mapas® para converter o endereço do ponto de coleta em uma coordenada geográfica. Ao digitar o endereço no aplicativo Google Mapas®, é possível retornar com as coordenadas geográficas na barra de endereços do navegador. Desta forma, é possível obter uma representação gráfica de todos os pontos de coleta mais o mapa da cidade de Santos/SP, todos alinhados no gráfico a partir de suas coordenadas geográficas. Uma forma mais apropriada de representar a distribuição dos pontos de coleta na Cidade de Santos é pela utilização de um mapa combinado com um gráfico de pontos indicados pelas suas respectivas coordenadas. Como já foi dito, cada ficha de controle contém o endereço do local de coleta. A partir do endereço, foi possível determinar as coordenadas geográficas do

ponto de coleta. As coordenadas geográficas indicam a localização (latitude x longitude) de cada ponto em um sistema de referência universal. Foi utilizado o aplicativo Google® para converter o endereço do ponto de coleta em uma coordenada geográfica, conforme mostrado na figura 5.

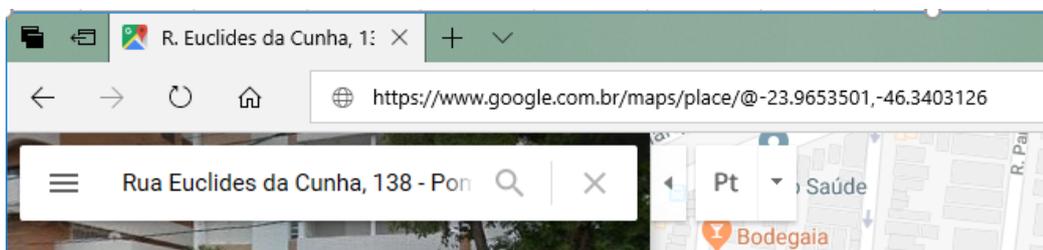


Figura 5. Conversão do endereço de coleta em coordenada geográfica.

Ou seja, ao digitar o endereço (por exemplo: Rua Euclides da Cunha, 138) no aplicativo Google® Mapas, é possível retornar com as coordenadas geográficas na barra de endereços do navegador.

Neste caso, o aplicativo Google Mapas® retorna com as seguintes coordenadas: (-23,9653501; -46,3403126), medidas em graus na forma decimal, onde a primeira coordenada corresponde ao ângulo de latitude do ponto de coleta ou seja: 23° 57' 55,26" abaixo da linha do equador e a segunda coordenada corresponde ao ângulo de longitude do ponto de coleta ou 46° 20' 25,12" medidos a partir do Meridiano de Greenwich, na direção oeste. Para todos os casos tratados neste trabalho, as medidas de ângulos das coordenadas geográficas são medidas em graus na forma decimal.

Desta forma, é possível obter uma representação gráfica de todos os pontos de coleta distribuídos sobre o mapa da cidade de Santos/SP, todos alinhados no gráfico a partir de suas coordenadas geográficas, conforme mostrado na figura 10.

RESULTADOS

Para análise dos resultados, foram consideradas as coletas realizadas pela Fundação Settaport, na Cidade de Santos, ao longo de 2017. No total foram realizadas 745 coletas contemplando todos os 48 tipos de lixo eletrônico. A tabela 1 mostra o número de itens coletados (do maior para o menor) e o peso total para cada tipo de item coletado, no período considerado para análise, nesta pesquisa.

Tabela 1. Quantidade e peso dos itens coletados pela Settaport em 2017.

Nº	Item eletrônico	Nº	Peso (kg)	Nº	Item eletrônico	Nº	Peso (kg)
1	Teclado	2.726	408,9	25	Aparelho de Som	398	1671,6
2	CPU	2.208	9052,8	26	Drives PC	389	369,6
3	Celular	1.899	379,8	27	TV LCD	385	1039,5
4	Impressora	1.839	4229,7	28	Caixa de som (PC)	384	153,6
5	TV de tubo	1.601	32020,0	29	Calculadora	361	36,1
6	Telefone	1.273	254,6	30	Memória PC	348	3,5
7	Mouse	1.189	59,5	31	Vídeo K7 (VCR)	295	442,5
8	Fonte	1.164	1047,6	32	Micro-ondas	257	2775,6
9	HD	1.059	635,4	33	Fax	170	425,0
10	Controle remoto	971	29,1	34	Radio AM/FM	165	82,5
11	Monitor LCD PC	969	2616,3	35	Scanner	103	103,0
12	Monitor CRT	914	4113,0	36	TV a cabo (decod)	96	19,2
13	Estabilizador	906	1359,0	37	Servidor	93	1860,0
14	Gabinete	792	1821,6	38	Máquina escrever	86	387,0
15	Fonte ATX	775	1162,5	39	Vídeo game	70	42,0
16	Eletrodomésticos	634	5072,0	40	Ar-condicionado	70	2800,0
17	Carregador	621	31,1	41	Máq. Fotográfica	70	14,0
18	Placa mãe	544	5,4	42	Televisão	56	1120,0
19	Modem/roteador	520	26,0	43	Tablet	51	15,8
20	Nobreak	485	3395,0	44	Máquina xerox	49	1715,0
21	Bateria nobreak	476	1666,0	45	CD player	45	49,5
22	DVD	443	443,0	46	Processador	28	0,6
23	Placa som/vídeo	442	132,6	47	Transformador	23	57,5
24	Notebook	441	617,4	48	Micro system	13	80,6
Total						28.896	85.842

Este é o total de lixo eletrônico coletado pela Settaport em 2017, nos diversos bairros da Cidade de Santos/SP. A representação gráfica da quantidade de equipamento eletrônico é demonstrada na figura 6.

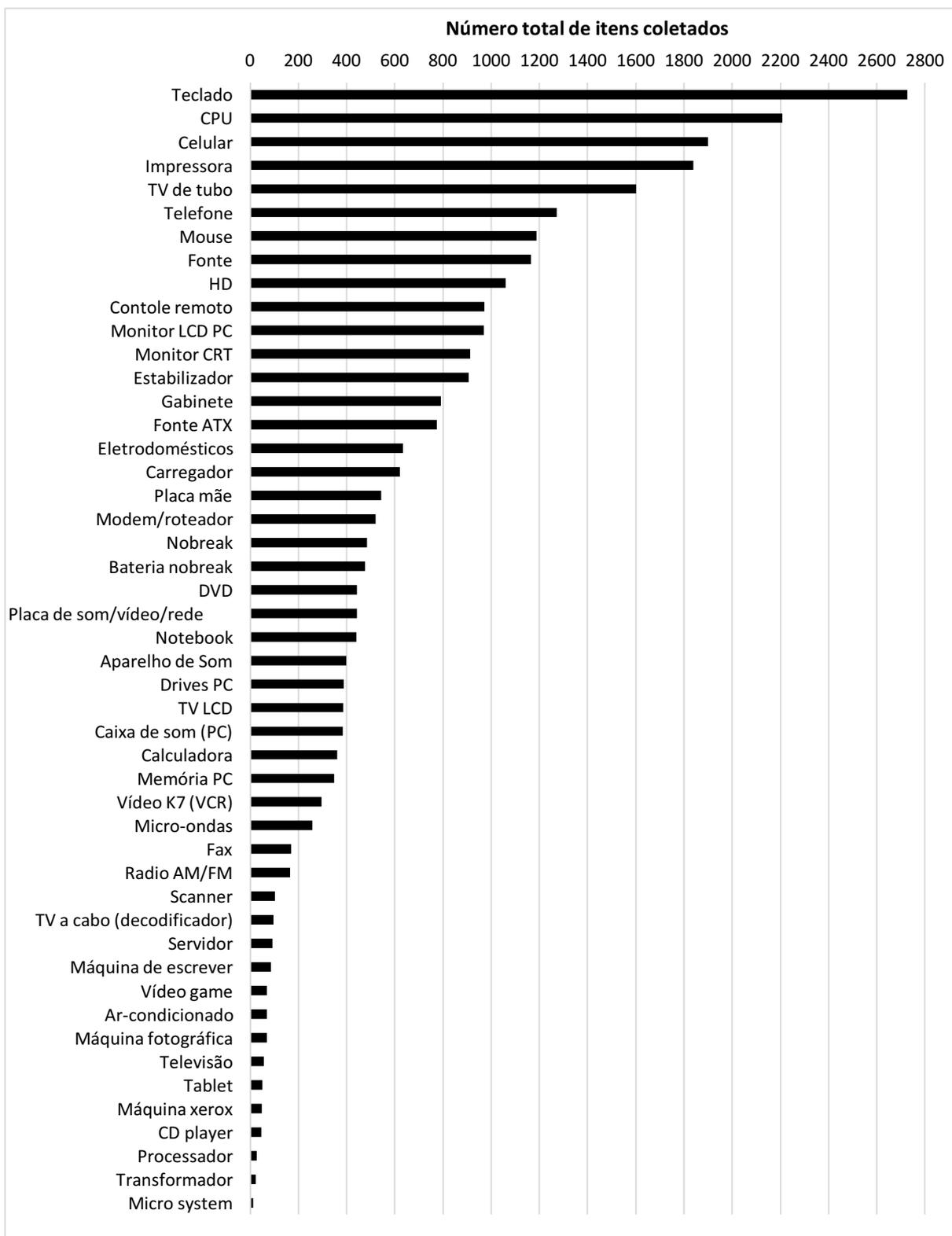


Figura 6. Número de componentes eletrônicos recolhidos em 2017.

Além do lixo eletrônico, a Settaport também coleta outros materiais que não estão contemplados na Tabela 1, considerados como sucata. No total entre lixo eletrônico e sucata, a Settaport recolheu 198.805 kg de material em 2017.

Considerando somente lixo eletrônico, a Settaport coletou um montante de 85.842 kg de diversos itens, conforme relacionados na Tabela 1. A distribuição do peso total de lixo eletrônico é ilustrada na Figura 7.

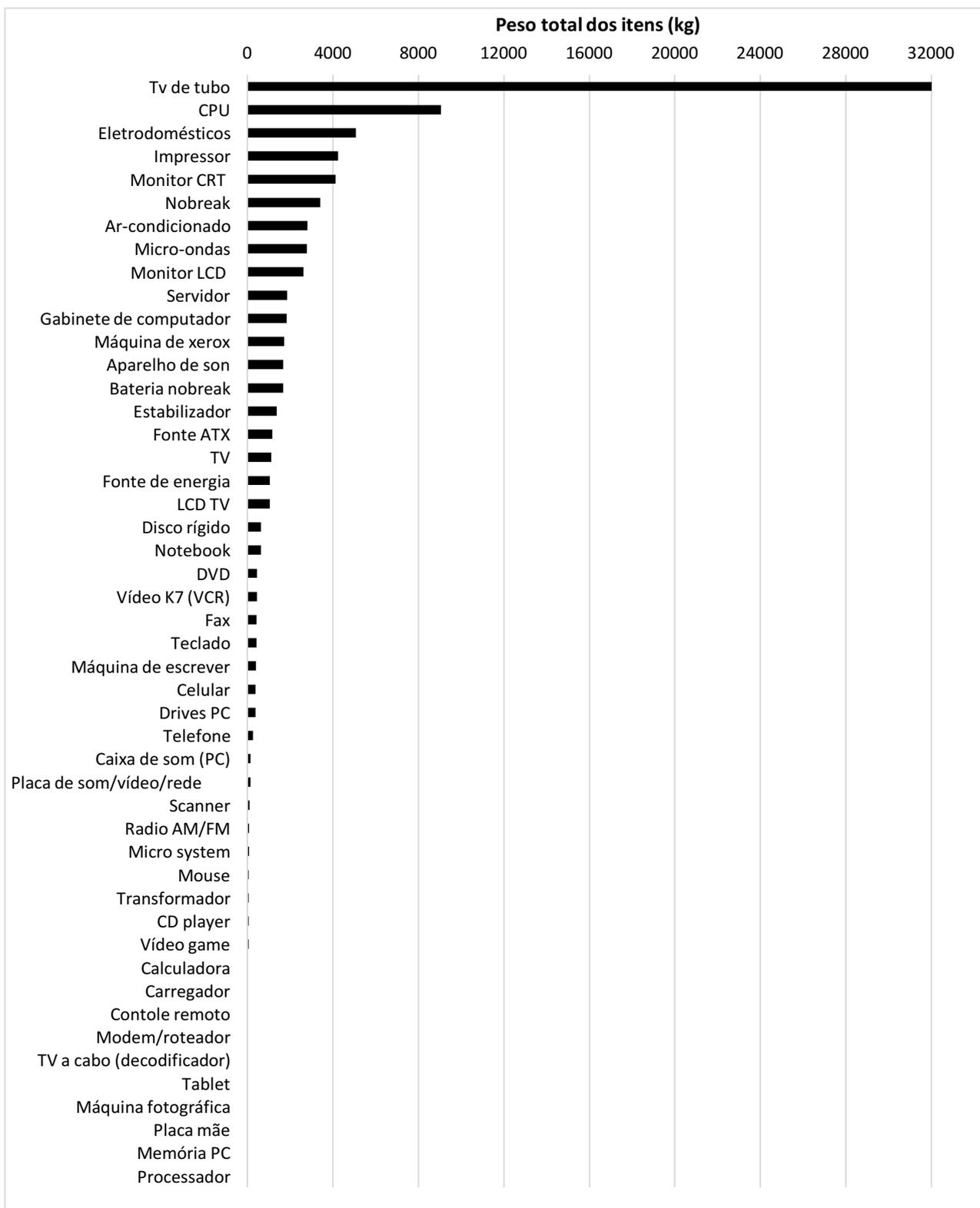


Figura 7. Distribuição dos itens coletados por peso.

Os itens mais coletados estão relacionados com materiais de informática. Teclado com 2726 itens, 2208 CPU, 1839 impressoras, entre outros. Em relação ao

peso total, o item mais coletado foi o aparelho de TV de Tubo de Raio Catódico, com 32.020 kg, conforme mostra a figura 3. O grande volume de descarte de TV de Tubos deve-se principalmente à disponibilidade de modelos, mais modernos, com telas planas baseadas em tecnologias do tipo LCD ou LED.

Em segundo vem o item CPU com 9.053 kg. Assim com o descarte de TV de tubos, há também um elevado descarte de CPU (computador pessoal do tipo desktop, montado em um gabinete de grande dimensão). Este descarte está relacionado com a substituição paulatina dos desktops pelos notebooks e também pelos celulares, já que estes passaram a executar diversas funções, antes exclusivas dos computadores.

Outros dois itens que merecem destaque, as impressoras pela grande quantidade descartada e os eletrodomésticos que merecem destaque mais pelo elevado peso unitário.

Sobre a sazonalidade das coletas diligenciadas pela Fundação Settaport, é possível verificar a variação do peso coletado por dia da semana ou por mês, ao longo do ano.

A figura 8 mostra a distribuição do peso (em quilogramas) de lixo eletrônico recolhido por mês, ao longo de 2017.

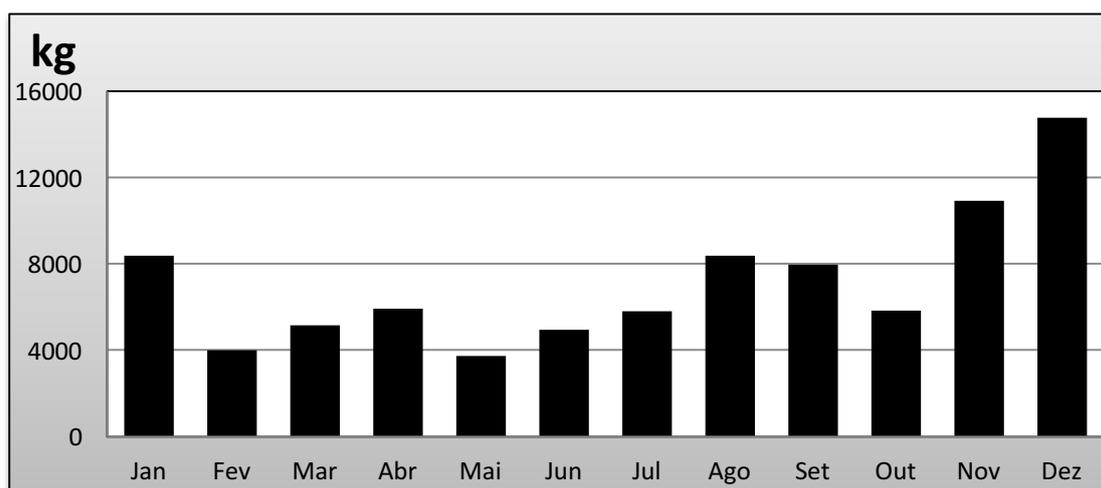


Figura 8. Peso (em kg) de lixo eletrônico recolhido por mês em 2017.

Neste caso, verifica-se uma maior concentração de coleta de lixo eletrônico nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Uma provável explicação seria que, justamente nestes meses a cidade de Santos/SP recebe mais pessoas no período das férias e é justamente nesse contexto que ocorre o descarte de seus aparelhos mais antigos. Ou seja, há uma troca dos equipamentos eletroeletrônicos. Uma outra

possibilidade é que no final de ano os trabalhadores recebem um salário adicional, aumentando o seu poder de compra.

A figura 9 mostra a distribuição do peso de lixo eletrônico e sucata coletados por dia da semana.

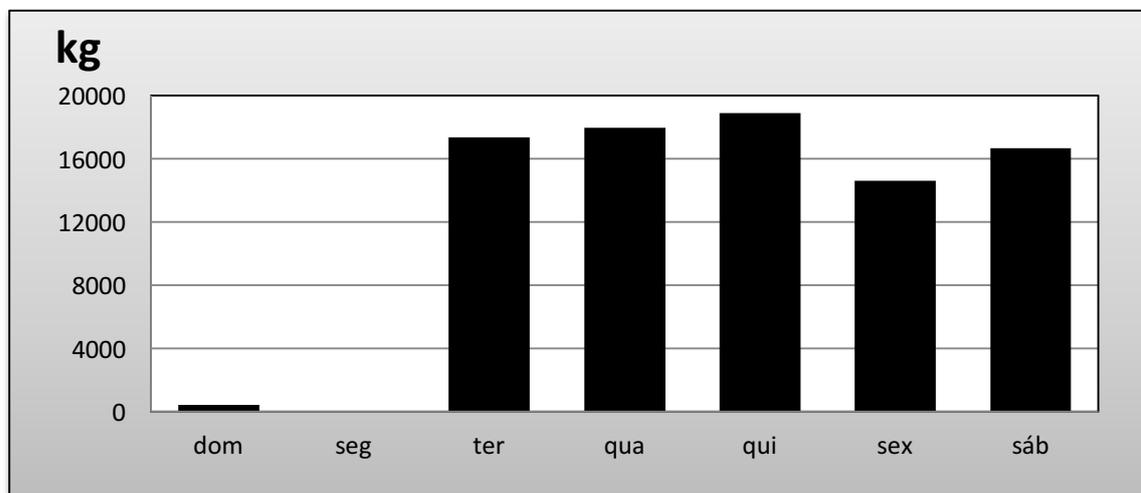


Figura 9. Peso (em kg) de lixo eletrônico recolhido por dia da semana.

A Fundação Settaport concentra suas coletas entre os dias terça e sábado. É possível perceber um volume de coletas um pouco maior nos dias de terça, quarta e quinta-feira, aproximadamente 15% maior quando comparado com os dias de sexta-feira e sábado.

Em 2017, a população da Cidade de Santos era de 432.957 habitantes (IBGE, 2018). Se for considerado o total de lixo eletrônico mais sucata igual a 198.805 kg, coletados pela Fundação Settaport, tem-se uma razão de 0,5 kg de material coletado por habitante, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Coleta de lixo eletrônico por habitante, na Cidade de Santos SP.

Coleta Settaport em Santos/SP	Coleta (kg)	População N° de habitantes	Coleta <i>per capita</i> (kg/habitante)
Total (incluindo sucata)	198.805	432.957	0,5
Somente lixo eletrônico	85.842	432.957	0,2

Fonte: IBGE (2018).

Considerando apenas lixo eletrônico, foram coletados 85.842 kg de equipamentos. Neste caso a coleta per capita na Cidade de Santos reduz para 0,2 kg/habitante. Constata-se que a quantidade de lixo eletrônico coletado pela Settaport, aproximadamente 0,2 kg/ habitante, está de acordo com (DA SILVA, 2013), afirma que apenas 3% do lixo eletrônico é descartado adequadamente.

Há também no estado de São Paulo, outras empresas que fazem a retirada do resíduo eletrônico de forma gratuita, como por exemplo a Recicla Digital, que oferece seus serviços para condomínios, empresas e escolas. Uma outra empresa que presta esse serviço de coleta de lixo eletrônico e de forma gratuita é a Recycare Sucata Digital, com sede na cidade de São Bernardo do Campo/SP, que oferece esse serviço para empresa, comércio ou residência.

Pensando em diminuir os impactos ambientais que esses equipamentos eletrônicos causam ao meio ambiente e à saúde humana, algumas operadoras de celulares oferecem programas em que aceitam o celular antigo na compra de um novo, contribuindo para o desenvolvimento da logística reversa, que está amparada pela Lei da Política Nacional de Resíduo Sólido.

A partir do endereço de cada coleta, dado obtido na ficha de registro de coleta, foi possível verificar a distribuição dos pontos de coleta entre os diversos bairros da Cidade de Santos/SP. Os endereços foram agrupados em torno dos bairros, com isso, foi possível obter o número de coletas por bairro, conforme mostra a tabela 3.

Tabela 3. Distribuição do número de coletas por bairro.

Bairro	Nº de coletas	(%)	Bairro	Nº de coletas	(%)
Gonzaga	80	10,7%	Encruzilhada	24	3,2%
Embaré	76	10,2%	José Menino	20	2,7%
Ponta da Praia	68	9,1%	Paquetá	15	2,0%
Aparecida	67	9,0%	Pompéia	14	1,9%
Boqueirão	58	7,8%	Estuário	10	1,3%
Centro Santos	56	7,5%	Jabaquara	7	0,9%
Macuco	53	7,1%	Saboó	7	0,9%
Vila Matias	49	6,6%	Nova Cintra	6	0,8%
Marapé	37	5,0%	Valongo	5	0,7%
Campo Grande	31	4,2%	Vila São Jorge	4	0,5%
Vila Belmiro	29	3,9%	Vila Nova	1	0,1%
Zona Noroeste	28	3,8%			

Número total de coletas: 745

A partir do endereço de cada ponto de coleta, foi possível determinar as suas coordenadas geográficas (latitude x longitude). A figura 10 mostra os pontos de coleta a partir das suas coordenadas geográficas, sobreposto ao mapa de Santos/SP. Este mapa contém os 745 pontos de coleta realizado pela Fundação Settaport, no ano de 2017.

compreende um total de 47% de todo o lixo eletrônico descartado na cidade de Santos.

Na perspectiva do desenvolvimento sustentável, surge a reciclagem como uma opção positiva e economicamente atraente. Franco (2008), destaca que em nosso país, há falta de informação, principalmente sobre o contato com esses resíduos elétrico e eletrônicos nas associações e cooperativas de catadores dos produtos recicláveis, por desconhecimento em relação as substâncias tóxicas presentes nesses materiais, acabam manipulando os metais sem nenhuma proteção e de forma rudimentar. A preocupação com o crescimento e inovação tecnológica e a urgente necessidade de implementação de políticas que regularizem o controle dos resíduos gerados e descartados pelo setor de indústrias de equipamentos eletroeletrônico, (GARCÊS e SILVA, 2010).

Surge um outro problema sinalizado por pesquisas que apontam que o lixo eletrônico é enviado para países em desenvolvimento, conforme Carpanez (2007), aponta, como por exemplo em países como China, Índia, Paquistão, onde são “tratados” da maneira que melhor lhes convier. Segundo o autor, 50 a 80% dos resíduos eletrônicos coletados para serem reciclados nos países em desenvolvimento, ocorre pelo fato do custo e do processamento ser bem menor. Por exemplo, o custo para se reciclar o resíduo eletrônico nos Estados Unidos é dez vezes maior do que na Índia. Contudo, o uso excessivo desses produtos acarreta diversos problemas, como a poluição dos eletrônicos, visto que anualmente são descartados milhões de produtos eletrônicos e o manejo inapropriado desses resíduos nos aterros sanitários e lixões a céu aberto, prejudica o meio ambiente (FERREIRA e FERREIRA, 2008).

O descarte dos resíduos eletrônicos em aterros sanitários, incluindo a combustão em incineradores ou a exportação, não são mais permitidos, principalmente devido à poluição ambiental e a possibilidade de contaminação humana. Segundo Ni *et al.* (2010), atividades inadequadas de reciclagem liberam uma grande quantidade de substâncias químicas tóxicas para o ambiente próximo, que geram consequências nocivas para a saúde humana e animais silvestres em geral. Esses danos, podem ser crescentes, porém se faz necessário mudanças de hábitos e uma reflexão em torno de tudo o que venha a fortalecer esse ciclo, que em alguns casos, chega a ser, a compra deliberada de bens de consumo, sem a sua devida necessidade. É praticamente inconcebível atualmente, uma sociedade sem o uso da

tecnologia de informação e telecomunicações, gerando um volume da produção e aquisição de equipamentos elétricos e eletrônicos. Essa realidade também trouxe a poluição ambiental e perigos para a saúde humana (FRAZZOLI *et al.*, 2010).

DISCUSSÃO

Descarte de lixo eletrônico no mundo

De acordo com um novo relatório sobre o lixo eletrônico descartado no mundo, divulgado em dezembro de 2017 pela Universidade das Nações Unidas (UNU), parte da Organização das Nações Unidas (ONU) e a União Internacional de Telecomunicações, foram 44,7 milhões de toneladas de resíduo eletrônico gerados em 2016 um crescimento de 8% desde 2014. O problema maior é que somente 20% ou 8,9 milhões de toneladas desse montante que foi desprezado, passou pela reciclagem. Estudiosos preveem um crescimento de mais 17% até 2021, algo em torno de 52,2 milhões de toneladas (BALDÉ *et al.*, 2017).

Diante dessa realidade, pesquisadores apontam para duas questões mundiais: a manutenção da indústria dos eletrônicos por estar atrelada aos recursos minerais que são finitos (CUCCHIELLA *et al.*, 2015), e a real ameaça de contaminação ambiental, e perigo à saúde humana consequência da reciclagem não licenciada (LABUNSKA *et al.*, 2015). Estudos apontam que reciclando pode-se recuperar 95% dos materiais úteis de um computador e 45% dos materiais de monitores de tubo de raios catódicos (LADOU e LOVEGROVE, 2008).

Visto que a realidade do resíduo eletrônico, cresce de 3 a 5% anualmente. (DAVIS e HERAT, 2008), sendo um percentual considerável.

É praticamente impossível a erradicação do descarte do resíduo que é gerado pela sociedade atual. Porém, quando a reciclagem acontece de maneira sistemática, tornando o gerenciamento do resíduo eletrônico mais sustentável, acarreta um menor impacto negativo ao meio ambiente e as pessoas.

Portanto, para a propagação dessa cultura, se faz necessário a realização de campanhas de publicidade educativas para que a população assuma uma postura consciente sobre essa problemática, assim como o conhecimento do marco regulatório que trata do manejo e decomposição desses resíduos no meio ambiente e

qual o papel que os fabricantes, comerciantes e consumidores deverão assumir (MACÊDO, 2000).

É de grande relevância divulgar a problemática do resíduo eletrônico, por se tratar de um material que possui em sua constituição, elementos potencialmente poluentes e que ao mesmo tempo, traz em sua formação a presença de metais preciosos, tornando-o atraente para o setor da reciclagem. Em contrapartida a essa realidade, surge a “reforma ecológica”, corroborando para um ambiente urbano mais holístico, mais humanitário e mais respirável, no entanto o direito de exercer a cidadania, não significa oportunizar acesso à moradia e transporte, mas que também possam ter direito a uma vida mais humana, um ambiente urbano arborizado e tranquilo (PÁDUA, 1987).

O consumo cotidiano de produtos industrializados é um dos responsáveis pela contínua produção de resíduos. Embora as atividades de fabricação causem danos ao meio ambiente, o que realmente causa prejuízo é o consumo dos produtos.

Observa-se que a produção de resíduo nas cidades é de tal intensidade que não é possível conceber uma cidade sem considerar essa realidade. Dados demonstram que nos municípios brasileiros, geralmente esses resíduos são destinados a céu aberto (IBGE, 2018).

De acordo com Ferreira (1999), lixo é tudo o que não se quer mais, resíduo sem nenhum valor e que deve ser jogado fora. Ou seja, o que fica acumulado e não tem mais serventia para o seu usuário. Já os autores Jardim e Wells (1995), classificam o lixo como o resultado de tudo o que sobrou do cotidiano das pessoas, visto pelos geradores como algo sem valor.

Descarte de lixo eletrônico no Brasil

No Brasil, segundo dados da Fundação Getúlio Vargas (FGV), a produção de resíduo eletrônico por habitante é de aproximadamente 2,6 kg anualmente. Baldé *et. al.* (2017), constata que a produção de resíduo é de 7kg/hab/ano, variando entre 4 a 8 kg/hab/ano dependendo da região.

Estudos publicados pela (ONU), apontam o Brasil como o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina. Sendo a produção anual de 1,5 mil toneladas,

recebendo o título do 7 maior produtor de resíduo eletrônico mundial. E que, somente 3% desse resíduo é desprezado de forma adequada (DA SILVA, 2013).

Nesse caso, encontra-se em situação ascendente o Brasil, por ter gerado 1,5 milhão de toneladas de lixo eletrônico em 2016, de acordo com os dados do Global E- Waste Monitor (BALDÉ *et al.*, 2017). Documento esse, emitido pela Universidade das Nações Unidas (UNU), classifica o Brasil como o segundo país que mais produz o e- lixo no continente americano, perdendo apenas para os EUA, que contabiliza 6,3 milhões de toneladas anualmente. Sendo que a geração de resíduos eletrônicos nas grandes cidades vem crescendo de forma desordenada.

De acordo com o documento da Organização das Nações Unidas (ONU), propagado como: Gestão Sustentável de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos na América Latina, em 2014 o Brasil gerou 1,4 milhão de toneladas de resíduos. Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), o Brasil já possui mais de 250 milhões de linhas de celular ativas. A população brasileira é de 196 milhões de pessoas, portanto no país há quase 1,3 celulares por pessoa. Levando em consideração que o tempo médio de funcionalidade de um aparelho celular no Brasil é menor do que dois anos, ocasionando um grande impacto ambiental, por conter diversos metais pesados em sua fabricação.

O relatório da ONU, aponta que o Brasil como gerador de 36% do total de lixo eletrônico produzido pela América Latina em 2016. O que representa quase 1,5 milhões de toneladas de lixo eletrônico.

A quantidade de resíduo eletrônico gerado por habitante em diversos países pode ser observada na Figura 11.

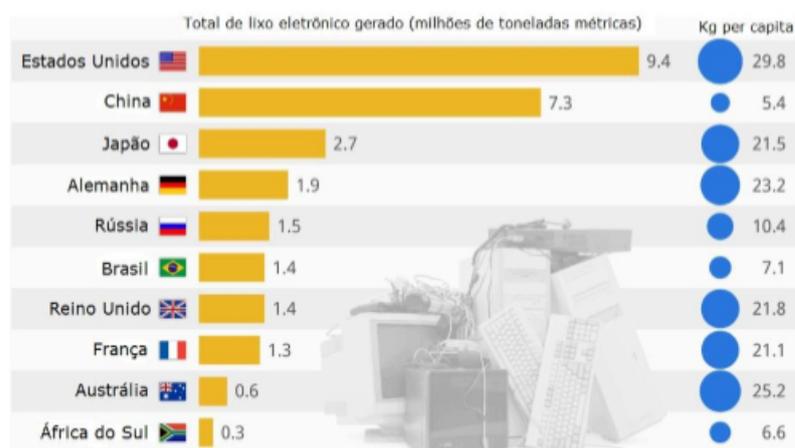


Figura 11. Quantidade de resíduo eletrônico gerado em cada país

Fonte: Lima (2015).

Descarte de lixo eletrônico da Baixada Santista e em Santos/SP

O aumento na geração dos resíduos eletroeletrônico é consequência principalmente da revolução tecnológica dos últimos anos, que fabrica equipamentos em larga escala. Diante dessa realidade, surge a preocupação com o montante de objetos que são descartados diariamente e como é feito o destino final desses resíduos eletrônicos na cidade de Santos/SP.

É válido ressaltar que estudos apontam a falta de dados sobre a origem e destino do resíduo eletrônico, tornando-se complexo rastrear o volume desse tipo de material.

Obsolescência programada

É evidente que, com o desenvolvimento atual da indústria, com foco em tecnologia, são ofertados cada vez mais novos aparelhos elétricos e eletrônicos ao mercado consumidor. O tempo de vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos (EEE) vem sendo diminuído cada vez mais, tornando os produtos manufaturados obsoletos, prematuramente. Reflexos de uma sociedade consumista, na qual a prática do consumo, sobressai-se à preservação da vida.

É importante perceber que o rápido crescimento na área da computação, está contribuindo para a produção acelerada de lixo eletrônico. De acordo com estudos, nos próximos anos, 1 bilhão de computadores será desativado (LADOU e LOVEGRAVE, 2008)

É surpreendente a rapidez com que as empresas lançam no mercado novos modelos de equipamentos eletroeletrônicos. No imaginário popular, quem não adere as novas tecnologias está parado no tempo. O resultado é que, antes mesmo de apresentarem qualquer problema, os aparelhos são substituídos por outros mais atuais, em um período cada vez mais curto (ASSUMPÇÃO, 2017).

Para conceituar essa realidade, pesquisas apontam que é cada vez mais rápido o processo de obsolescência dos aparelhos eletroeletrônicos, que muitas vezes, acontece antes de serem apresentados aos consumidores, desencadeando um grande problema para ser resolvido por todos os envolvidos nessa cadeia, ou seja, indústria, comunidade e meio ambiente (ABINEE, 2007).

O crescimento desses resíduos está em rápida evolução em uma velocidade crescente, como por exemplo a demanda mundial de PCs que está longe de atingir o seu ápice de saturação. O tempo de vida útil de um PC diminui rapidamente, antes uma CPUs durava de 4 a 6 anos em 1997 passou a durar apenas 2 anos (LEITE *et al.*, 2009).

Problemas ambientais gerados pelo descarte inadequado de lixo eletrônico

Segundo Ribeiro (2006), os benefícios econômicos ou os resultados são sacrificados em razão da necessidade de preservar, proteger e recuperar o meio ambiente (o passivo ambiental) a fim de que haja compatibilidade com o desenvolvimento econômico.

Por conterem elementos tóxicos em sua composição (metais pesados, tais como: mercúrio, berílio, chumbo e outros), os resíduos eletrônicos trazem sérios riscos para a saúde e poluição ambiental, como por exemplo a contaminação do solo e do lençol freático.

É preocupante o que os estudos de Barbieri (2007) sinalizam, mais de 10 milhões de substâncias naturais foram modificadas pela ação do homem, dificultando o processo natural do meio ambiente em absorvê-las e reinseri-las ao processo de renovação. Acontecendo de forma cada vez mais comum, a retirada e exploração dos recursos naturais. Gerando escassez, mudanças climáticas, poluição das nascentes, desertificação, entre outros impactos negativos para a biodiversidade.

O manuseio dos resíduos eletrônicos, incluindo a combustão em incineradores, descarte em aterros sanitários ou a exportação, não é mais permitido, devido à poluição ambiental e contaminação humana. Segundo Ni *et al.* (2010), atividades inadequadas de reciclagem liberam uma grande quantidade de substâncias químicas tóxicas para o ambiente próximo, que geram consequências nocivas para a saúde humana e animais silvestres em geral.

Conforme estudos o lixo eletrônico contém um alto índice de contaminantes como por exemplo: chumbo, cádmio e mercúrio que podem causar impactos negativos aos rios, lençóis freáticos, vegetais e ao ser humano. De acordo com Fruet (2000), se ingeridos em grande quantidade, os elementos tóxicos podem causar males que vão da perda do olfato, da audição e da visão, até o enfraquecimento ósseo.

É importante ressaltar que os resíduos eletrônicos são quimicamente e materialmente distintos de outras formas de lixo, neles encontra-se componentes

valiosos e perigosos, que precisam ser manuseados de forma criteriosa, evitando a poluição ambiental e o contágio humano (ROBINSON, 2009).

A venda de computadores no mercado brasileiro, voltou a crescer no primeiro trimestre de 2017, após uma recessão de cinco anos, ressalta um estudo da empresa de consultoria Brasil Internacional Data Corporation Pesquisa de Mercado e Consultoria Ltda (IDC). Entre janeiro e março, foram vendidos 1,1 milhão de máquinas, 5% a mais que no mesmo período de 2016.

Quase 63% de cada lixo eletrônico contém metais como ferro, cobre, alumínio, mercúrio, chumbo, Arsênio, cádmio, selênio, ouro, prata, platina, paládio e rádio, e a porcentagem desses metais pode diferir de acordo com o tipo de e-produto. (STEVENS e GOOSEY 2009; PANT *et al.*, 2012; WIDMER *et al.*, 2005). Estes resíduos contêm 21% de plástico (vários tipos), 16% de borracha, concreto e cerâmica juntamente com o metal do material principal (STEVENS e GOOSEY, 2009; WIDMER *et al.*, 2005). Song e Li (2015) relataram que a recuperação de cobre e plástico a partir do lixo eletrônico pode gerar benefícios ambientais significativos.

Observe o quadro 4 que relaciona os principais metais presentes nos equipamentos eletrônicos com os efeitos destes à saúde humana.

Quadro 4. Principais metais presentes nos equipamentos eletroeletrônicos.

Metal	Efeitos na saúde
Mercúrio (Hg)	Afeta o sistema nervoso e o sistema cardiovascular. Alterações no metabolismo. Acumula-se no organismo causando deficiências nos órgãos sensoriais, além de atrofia e lesões renais, urogenital e endócrino.
Chumbo (Pb)	É um agente cancerígeno, causador de danos ao sistema nervoso e sistema reprodutor. Acumula-se, principalmente, nos rins, fígado e ossos provocando alterações gastrintestinais, neuromusculares e anemia
Cobre (Cu)	Intoxicações como lesões no fígado
Níquel (Ni)	Cancerígeno, pois atua diretamente na mutação genética.
Cádmio (Cd)	Cancerígeno. Provoca alterações no sistema nervoso e no sistema respiratório. Compromete ossos e rins. Ocasiona redução na produção de glóbulos vermelhos

Fonte: Adaptado de Ambiental Sustentável (2012) e Greenpeace (2007).

Esses danos, podem ser crescentes, porém se faz necessário mudanças de hábitos e uma reflexão em torno de tudo o que venha a fortalecer esse ciclo, que em alguns casos, chega a ser, a compra deliberada de bens de consumo, sem a sua devida necessidade. É praticamente inconcebível atualmente, uma sociedade sem o uso da tecnologia de informação e telecomunicações, gerando um volume da produção e aquisição de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEEs). Essa realidade, também trouxe a poluição ambiental e perigos para a saúde humana (FRAZZOLI *et al.*, 2010).

Pode ser citado como exemplo um caso de contaminação do solo da antiga fábrica de baterias automotivas, que fica localizada em Sorocaba/SP. Moradores de regiões próximas ao terreno que funcionava a antiga fábrica, estão explorando o terreno abandonado, em busca de placas de chumbo, que estão enterrados no local e que podem ser vendidas para ferros-velhos.

Sem saber do risco que estão correndo, os catadores se expõem a procura do lixo tóxico. Segundo o toxicologista da Universidade de São Paulo (USP), Fernando Barbosa Júnior, algumas pedras que foram recolhidas do local e submetidas a análise, foi confirmado alguns tipos de metais prejudiciais à saúde: chumbo, alumínio, cádmio e arsênio.

Aspectos legais relacionados com descarte de lixo eletrônico

Diante a amplitude do problema gerado pelo resíduo tecnológico, na última década, muitos países formularam legislações sobre a gestão desse resíduo. (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003; PUCKETT *et al.*, 2002). Portanto, não é mais permitido descartar o lixo eletrônico no subsolo ou queimá-lo em incineradores sem isolar os materiais perigosos. Além disso, a exportação de lixo eletrônico para países subdesenvolvidos não é permitida de acordo com as regulamentações internacionais (PUCKETT *et al.*, 2002).

Na busca para tentar conter esse crescimento desordenado, são estabelecidas leis e normas para regular o descarte de materiais nocivos ao meio ambiente, como aponta as iniciativas e Diretrizes Ambientais da União Europeia em 2007. Esse posicionamento, indica um avanço para uma legislação de responsabilidade ambiental.

De acordo com a ONG Eco Digital, a Lei federal estabelece que o consumidor seja informado através do rótulo e embalagens do produto, sobre os riscos que o mesmo oferece. É necessário também estar por escrito o nome dos metais pesados e as substâncias tóxicas que contém o material que é constituído o objeto, assim como, o endereço e telefone para os possíveis descartes.

Na tentativa de elaborar uma estratégia mais eficaz para o tratamento, recuperação e reciclagem para o manejo dos REEE e possibilidade de aterro sanitário, em 2003, a União Europeia, promulgou a Diretiva de Restrição de Substâncias Perigosas (RoHs), limitando as concentrações em materiais eletrônicos homogêneos de Pb, Hg, Cr., assim como atividades que envolvem a reutilização e remanufatura e que venha estimular à economia circular (EUROPEAN PARLIAMENT, 2003). Ainda com esse olhar, surge a ideia e o incentivo aos fabricantes para a criação de aparelhos elétricos e eletrônicos, que possam ser reaproveitados, reutilizados e reciclados. Um outro aspecto que foi discutido pela Comissão da U.E. na Diretiva WEEE foi a responsabilidade estendida do produto. Pensando em mitigar os impactos ambientais e até mesmo o uso de elementos químicos na fabricação dos elétricos e eletrônicos, diminuindo ou até mesmo evitando o uso de substâncias contaminantes é que muitos países, criaram legislação relativa aos resíduos eletrônicos (CHUNG *et al.*, 2011).

No Brasil há um parâmetro legal para tentar diminuir a questão dos resíduos. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Essa Lei transformou a destinação do lixo no Brasil. O que precisa ser imperativo, é um empenho mais enérgico por parte dos governos para a efetivação de ações concretas, que respalde o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos eletrônicos.

Com a Lei federal 12.305/ 2010 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), surge a real preocupação que essa questão merece ser tratada por parte dos governantes do nosso país. Portanto, essa lei, é um instrumento legítimo e consciente da urgência da atual necessidade de proteção das reservas naturais, que são finitas. O Brasil é o mercado emergente que produz o maior montante de resíduo eletrônico per capita anual.

Segundo as definições da Norma Brasileira NBR 10.004, que classifica os resíduos sólidos em duas categorias, resíduos classe I – perigosos, e resíduos classe II- não perigosos. Os resíduos eletroeletrônicos são classificados como resíduos perigosos, classe I, devido a periculosidade quanto à reatividade, inflamabilidade, corrosividade e toxicidade de alguns compostos desses resíduos (ABNT, 2004).

Na Baixada Santista a Lei Municipal de Santos nº 2.712, de 03 de setembro de 2010 (SANTOS, 2010) trata sobre a obrigação de recolhimento e destinação final do lixo tecnológico, no município de Santos - sendo de responsabilidade das empresas que fabriquem ou vendam equipamentos eletroeletrônicos no município de Santos, são encarregadas pelo destino final e ecologicamente correto desses produtos, assim como de seus periféricos, por ser considerados lixo tecnológico, lei essa que foi sancionada até mesmo antes da publicação da PNRS.

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 e normatizada pelo Decreto 7.404/2010 (BRASIL, 2010) configura-se como um meio jurídico e necessário para a preservação e conservação do meio ambiente, como um bem finito, e de direito para a atual geração e para as que estão por vir. Objetivando o cuidado, a proteção e o direito a uma vida saudável e de qualidade. Torna-se imperativo, ressaltar a necessidade de observar como ocorre o manejo com os resíduos, caso contrário, o mesmo poderá ser uma grande ameaça para o bem-estar humano e conseqüentemente uma agressão ao meio ambiente (JACINTO, 2010).

Mas, se o processo de reciclagem for realizado seguindo o fluxo correto, com os cuidados que o mesmo exige, fazendo uso de ferramentas e equipamentos apropriados que esse manuseio exige, os impactos ao meio ambiente e ao ser humano, diminuem de maneira significativa e considerável.

Soluções adequadas para a reciclagem de lixo eletrônico

Em todo o mundo, a gestão de grandes quantidades de lixo eletrônico, requer uma estratégia de infraestrutura rigorosa. Os resíduos incluem materiais perigosos para a saúde, juntamente com metais preciosos, ao contrário de outros produtos. Portanto, o gerenciamento de lixo eletrônico é um programa complexo aos seus valores econômicos e aspectos ambientais (KHETRIWAL *et al.*, 2005).

Na concepção dos autores Robles Jr. e Bonelli (2006), equacionar os custos ambientais e traçar os objetivos dentro de uma empresa, deve ser a base de todo o processo de produção. Bem como emitir um conjunto de informações, para encorajar aos demais com a intenção de torná-los mais conscientes e em equilíbrio com os recursos naturais.

Conseguir recuperar os metais e outros itens contidos nos eletrônicos, contribui para minimizar o montante do lixo eletrônico. Além de trazer esse benefício, pode influenciar para a geração de emprego e renda (RUCEVSKA *et al.*, 2015).

Para Kazazian (2005), o desenvolvimento sustentável concilia crescimento econômico com preservação do meio ambiente e traz melhorias nas condições sociais.

Pesquisas apontam que atualmente a maioria da população habita ambientes urbanos. Dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), indica que no Brasil mais de 84% das pessoas são moradores urbano e apenas 16% são moradores da zona rural.

Com a crescente urbanização e conseqüentemente com a sua expansão, principalmente a partir de meados do século XX, favoreceu para uma transformação fisionômica no planeta, mais do que qualquer outra ação do ser humano (ODUM, 1988). Essa realidade, gera conseqüências para a estrutura tanto social, como urbana.

O pesquisador PÁDUA (1987), sugere que seja elaborada uma reforma urbana ecológica, onde aponte para uma cidade mais democrática, mais humana e responsável: a cidade do ser humano não é apenas a cidade onde os aluguéis e transportes sejam mais acessíveis, na qual cada família tenha direito a um terreno, mas também um ambiente urbano mais arborizado, mais silencioso e alegre, menos verticalizado, menos agressivo e com menos índices de poluição do ar, tornando -se um ambiente mais harmônico para se viver.

Com efeito nasce a seguinte indagação: quando se substitui um aparelho eletroeletrônico, para onde vão os equipamentos “obsoletos”? Essa dúvida é o que nos impulsiona para o avanço desse estudo, observando que ainda há pouca discussão com a sociedade em torno dessa temática. Criou-se um vácuo em torno de uma aproximação dessa temática. Em alguns casos, valorizando e estimulando muito mais o ato de comprar um novo produto, estimulado pelas mídias sociais e pela indústria tecnológica.

Este estudo pretende colaborar com o conhecimento sobre esse tipo de resíduo na tentativa de buscar soluções voltadas para a sustentabilidade, com o propósito de minimizar as cicatrizes ambiental deixadas, em virtude do destino inadequado dos mesmos. Barbieri (2007) aponta que a revolução tecnológica trouxe um enorme

impacto ao meio ambiente, acarretando um ecossistema, antes simples de elementos químicos, físicos e biológicos, tornando-o mais diversificado.

Diante dessa realidade, o caminho da conscientização da população é fundamental para recondicionar esses materiais em desuso, ou seja, em vez de desprezá-los em aterros comuns, poderá doá-los para ONGs, cooperativas que desenvolvem trabalhos de reciclagem ou depositá-los em eco pontos distribuídos pela cidade de Santos/SP ou em locais estratégicos. Desta forma, estaria contribuindo de maneira positiva com o ambiente natural e social, evitando impactos negativos.

Corroborando com as pesquisas de Ribeiro (2006), se faz necessário colocar que a poluição ambiental se tornou tema de muitas discussões pela complexidade dos seus efeitos. Cada área de atuação, preocupa-se com o seu determinado problema. Mas, a solução dos problemas ambientais, depende dos profissionais de todas as áreas.

A Logística reversa como solução para a reciclagem do lixo eletrônico

O caminho inverso, desse produto é denominado de logística reversa. (STOCK, 1998; DYCKHOFF *et al.*, 2004). Logística reversa, apresenta-se como várias ações, medidas e meios destinados para facilitar a coleta, assim como a ação de restituir os resíduos sólidos ao mercado empresarial (BRASIL, 2010). Diante dos impactos negativos gerados pela disposição inadequada de REEE e o que eles podem causar ao meio ambiente e a saúde humana, portanto é de grande importância a implantação da logística reversa para o gerenciamento correto desses resíduos (BEZERRA, 2009).

De modo geral, grande parcela da sociedade está empenhada em desenvolver uma maior consciência e discutir questões voltadas para problemas decorrentes da poluição, a fim de garantir uma melhor qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. Dentre algumas sugestões apontadas, surge a logística reversa, como um caminho viável. Para Fleischmann *et al.* (2001), a motivação ambiental e econômica, estão relacionadas, quando o interesse é o processo da logística reversa, portanto, não estão dissociados.

Tornando o conceito da reciclagem mais efetivo, por tratar-se da técnica de obtenção de novos materiais de resíduos (ÖZTÜRK, 2014). Atualmente, o que pode ser percebido, são algumas atitudes isoladas, mas ainda não é algo que ocorre de maneira cotidiana e sistemática em nossa sociedade (LEITE, 2003). É importante

ressaltar que conforme estudo de Lavez *et al.* (2011), são necessários em média 1,8 toneladas de insumos para a fabricação de um único computador. Sendo 240 quilos de combustíveis fósseis, 22 quilos de produtos químicos e 1.500 litros de água. Essa logística, acontece especificamente na etapa da construção dos circuitos eletrônicos, que necessita a utilização de muita água, visto que requer lavagens seguidas de água limpa, e após esse uso, fica imprópria para ser utilizada novamente (ANDRADE, 2002).

A coleta de lixo eletrônico realizada pela Settaport na Cidade de Santos

Ao longo de 2017, a Fundação Settaport coletou quase 30 mil itens, entre objetos e equipamentos relacionados com lixo eletrônico, na cidade de Santos/SP.

Conforme observado na Figura 7, percebe-se que o item teclado foi o que mais se destacou, seguido de CPU, celular, impressora, tv, telefone, mouse, fonte e HD. E com menor expressão, aparece tablet, máquina xerox, cd player, processador, transformador e micro- system. Ao analisar o gráfico, percebe-se que em sua grande maioria são itens relacionados com a área de computação.

Avaliando o volume de coleta ao longo dos meses do ano, observa-se que o mês de dezembro foi o que mais se destacou em arrecadação desse material eletroeletrônico. Além deste, também um destaque para os meses de novembro a janeiro, seguidos dos meses de abril e agosto. Os meses de novembro a janeiro coincide com o período de Natal e Ano Novo, em que as pessoas recebem um salário adicional e o comércio realiza liquidações com um grande número de opções de itens na tentativa de atrair justamente esse público, gerando um maior número de vendas no setor de elétrico eletrônicos e como consequência um maior volume de descarte. Constatou-se também, que em relação aos dias da semana que é feita a coleta do lixo eletrônico, o dia com o maior volume arrecadado foi a quinta-feira, seguido da quarta-feira, não havendo registro de coleta nos finais de semana.

Durante o ano de 2017, a Fundação Settaport, realizou um total de 745 coletas de itens relacionados com lixo eletrônico, em diversos bairros da cidade de Santos/SP e cidades vizinhas. Foi constatado que os locais com a maior incidência de coleta foram os seguintes bairros da cidade de Santos/SP: Gonzaga, Embaré, Ponta da Praia, e Aparecida. Provavelmente, por ser habitado por pessoas que possuem uma maior consciência sobre o problema que é gerado pelo resíduo eletrônico, quando ele é descartado de maneira inadequada. O mapa que mostra os bairros de Santos, foi

elaborado para uma melhor representação da distribuição dos pontos de coleta entre os bairros da Cidade de Santos.

Diagnóstico

O resíduo eletrônico é o gênero que mais cresce globalmente, são descartados por ano cerca de 41 milhões de toneladas de lixo eletrônico. Com esse montante, se faz necessário uma gestão mais eficiente dos resíduos “potencialmente perigosos” e para que isso aconteça, são necessárias soluções urgentes e eficazes para o seu manejo, atrelado a uma legislação rigorosa que puna os agressores.

As sociedades atuais, vivem um momento em que impera o consumismo desenfreado, consequência do avanço de novas descobertas e novas tecnologias. Estamos de maneira deliberada cada vez mais ferindo as nossas florestas, poluindo os nossos mares e rios, assim como o ar que respiramos. Impacto esses, talvez irreparáveis. Portanto, se faz necessário uma reflexão sobre os padrões atuais e suas consequências ambientais. Apelar para o cidadão que há em cada um de nós, fazendo compras mais conscientes e direcionando o descarte adequado para os produtos.

É necessária a realização de um trabalho sistematizado sobre a educação ambiental, desenvolver esse olhar não é uma demanda fácil a ser executada, no entanto, se faz necessário uma análise sobre os padrões de compras, com o propósito de preservar e garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado para o presente e as futuras gerações, previsto pela Constituição de 1998.

Estudos apontam que o resíduo eletrônico é um problema atual, potencializado pela crescente oferta de equipamentos eletrônicos no mercado que só aumenta ano após ano. O que torna absolutamente necessário, incentivar e apoiar ações voltadas para o consumo responsável. Incentivando campanhas de apoio para a reutilização, reciclagem, entre outras formas de recuperação dos equipamentos, possibilitando a redução desses materiais, causadores de impactos ambientais negativos.

Para que essas ações aconteçam, se faz necessário por exemplo, a criação de leis que restrinjam a inserção do uso de substâncias nocivas neste tipo de aparelho. Sendo de grande relevância a divulgação de dados estatísticos sobre o que acontece após a “vida útil” desses equipamentos, visto que a problemática dos resíduos eletrônicos, também ocorre por falta de dados e informações sobre o fluxo dos eletrônicos.

Será necessário um esforço e reconhecimento de todos os envolvidos com esse setor para a conscientização sobre o risco que pode ocorrer, quando o manejo desse material é feito de maneira inadequada. Nesse sentido é de grande relevância a efetiva realização da coleta de REEE, reconhecendo a reciclagem como um processo necessário e urgente. Além disso, se faz necessário, estabelecer com a sociedade um programa e agendamento para a coleta permanente de equipamentos eletrônicos. Sendo necessários mais esforços, para que essas iniciativas se multipliquem e ocorra uma melhor gestão dos resíduos eletrônicos na cidade de Santos/SP. Será necessário investir em campanhas educativas e educação ambiental como ferramenta de informação para a população, tornando-se participante ativa na construção de um mundo mais justo e ambientalmente mais sustentável. Importante aqui realizar um paralelo com o trabalho realizado por Pontes (2010), que relata a necessidade de um processo de quantificação e pesagem dos resíduos eletrônicos, assim como o que é descartado.

CONCLUSÃO

É muito importante iniciativas como a da Fundação Settaport, que realiza o destino adequado do lixo eletrônico, assim como acompanhar a fiscalização dos órgãos ambientais que regulam essas práticas. E não menos importante, priorizar também, a implantação de programas de políticas públicas, que atenda a necessidade do setor do lixo eletrônico. Principalmente por ainda se tratar de ações isoladas, visto que a maioria das cidades brasileiras, ainda descarta um grande volume de lixo eletrônico em aterros ou lixões a céu aberto.

A Fundação Settaport coletou quase 30 mil itens de lixo eletrônico em 2017, totalizando 85.842kg. Entre os 48 tipos de itens recolhidos pela Fundação, destacam-se os itens relacionados com a área de computação. Além do lixo eletrônico, a Settaport também coletou material de sucata, gerando no total 198.805kg.

Dos 48 tipos de itens eletrônicos recolhidos pela Settaport, destacam-se 21 que correspondem a 95% do peso total. A Fundação Settaport realiza as coletas entre terça a sábado, há uma maior quantidade de itens coletados nos dias de quarta à quinta-feira, com um aumento de aproximadamente 15% quando comparado a sexta e sábado. As coletas foram mais intensas nos meses de novembro a janeiro. Nestes meses, a cidade de Santos recebe mais pessoas para passar férias, aumentando o

seu consumo e a renovação de produtos eletrônicos. Além disso, os trabalhadores recebem o 13º salário, férias, aumentando o poder de compra.

Se considerar apenas o lixo eletrônico, o descarte per capita na Cidade de Santos/SP equivale a 0,2 kg/habitante. Comparando com a média de 7,1 kg/habitante de lixo descartado no Brasil, o lixo coletado pela Settaport corresponde a apenas 2,8% do lixo descartado. Essa quantidade, está de acordo com o que é descartado de forma correta no Brasil.

Foram realizadas um total de 745 coletas de itens relacionados com lixo eletrônico, em diversos bairros da cidade de Santos/SP. Os bairros com a maior incidência de coleta foram: Gonzaga, Embaré, Ponta da Praia e Aparecida.

Foi possível observar a distribuição dos pontos de coleta entre os principais bairros da Cidade de Santos, a partir da representação gráfica de suas coordenadas geográficas disposta sobre o mapa da Cidade de Santos.

Esse estudo trouxe a clareza de que é necessário que a sociedade de uma maneira geral, desenvolva uma postura mais consciente em relação ao uso dos equipamentos tecnológicos, inserindo em sua prática a reutilização desses equipamentos para fins sociais, ocasionando uma maior proteção a saúde humana e o ambiente natural.

TRABALHO SUBMETIDO

Waste Management <eesserver@eesmail.elsevier.com 11:25 (há 0 minuto)

para eu, walter

*** Automated email sent by the system ***

Dear Professor Walter Barrella,

This is to acknowledge receipt of your manuscript, "Electronic waste collection in the city of Santos (Brazil)" belonging to "Full Length Article". On behalf of the editorial team at Waste Management, we would like to thank you for sending us your contribution.

Your manuscript will be given a reference number and you will receive a follow-up message once an editor has been assigned.

To track the status of your paper, please do the following:

1. Go to this URL: <https://ees.elsevier.com/wm/>

2. Enter these login details:

Your username is: walterbarrella@gmail.com

If you need to retrieve password details, please go to: http://ees.elsevier.com/wm/automail_query.asp

3. Click [Author Login]

This takes you to the Author Main Menu.

4. Click [Submissions Being Processed]

Thank you for your interest in Waste Management.

Kind regards,

Editorial Staff
Waste Management

REFERÊNCIAS

ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), 2007. Disponível em: <http://www.abinee.org.br>. Acesso: 15 de ago. 2007.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **ABNT NBR 10.004**: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ACOSTA, B.; PADULA, A. D.; DEWES, M. **Reverse logistics in the computer products sector: the exploitation of the mechanisms used by companies in the treatment of computer waste**. Magazine Spaces, n. 2, v. 33, 2012.

AMBIENTAL SUSTENTAVEL. Poluição Ambiental por metais. 2012. **Portal Ambiental Sustentável**. Disponível em: <<http://ambientalsustentavel.org/2012/poluicao-ambiental-por-metais/>>. Acessado em: 14 de mar. 2019.

ANDRADE, Renata. **Caracterização e Classificação de Placas de Circuito Impresso de Computadores como Resíduos Sólidos**. Dissertação (Mestrado de Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

ASSUMPÇÃO, L. **Obsolescência programada, práticas de consumo e design: uma sondagem sobre bens de consumo**. Dissertação (Mestrado de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BALDÉ, C. P., FORTI, V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P. **The Global E-waste Monitor 2017: quantities, flows and resources**. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.

BARBIERI, J. C., **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BEZERRA, Adriana S. **Canal de distribuição reverso: fatores de influência sobre as quantidades de baterias e aparelhos celulares reciclados na cidade de Campina Grande-PB**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 out. 2019.

CARPANEZ, Juliana. 10 Mandamentos do lixo eletrônico. **Globo.com**, 13 de ago. 2017, 15:23. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Tecnologia/0,,MUL870826174,00+MANDAMENTOS+R+EDUZEM+LIXO+ELETRONICO.html>. Acesso em: 20 de set. 2019.

CHUNG, S.; LAU, K.; ZHANG, C. **Generation of and control measures for e-waste in Hong Kong**. Waste Management, v. 31, n. 3, p. 544-554, 2011.

COOPER, T. **Slower Consumption**. Journal of Industry Ecology, v. 9, n. 1-2, p. 51-67, 2005.

CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I.; KOH, S. L.; ROSA, P. **Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 51, p. 263-272, 2015.

DA SILVA, L. A. A.; PIMENTA, H. C. D.; CAMPOS, L. M. S. **Logística Reversa dos Resíduos Eletrônicos do Setor de Informática: Realidade, Perspectivas e Desafios na Cidade do Natal-RN**. Revista Eletrônica de Engenharia de Produção, v.13, n. 2, p. 544-576, 2013.

DAVIS, G.; HERAT, S. **Electronic waste: The local government perspective in Queensland, Australia**. Resources, Conservation and Recycling, v. 52, n.8-9, p.1031-1039.

DYCKHOFF, Harald; LACKES, Richard; REESE, Joachim (Ed.). **Supply chain management and reverse logistics**. Springer Science & Business Media, 2004.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)**. Official Journal of the European Union, L. 37, p. 24-38, 2003.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio eletrônico século XXI**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, CD-Rom, 1999.

FERREIRA, J. M. de B.; FERREIRA, A. C. **A Sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica**. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, v. 6, n. 3, p.157-170, 2008.

FLEISCHMANN, Mortiz. **Quantitative models for reverse logistics**. Springer, 2001.

FLORIANA, Nascimento Pontes. **Estudo sobre a sustentabilidade de práticas no gerenciamento e descarte de equipamentos eletrônicos em instituições de ensino superior da Baixada Santista**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Santa Cecília, Santos, São Paulo, 2015.

FONSECA, G.; BUENO, R. **Lixo eletrônico uma responsabilidade de todos**. Santa Maria, 2013.

FRAGALLI, A. C.; PEREIRA, M. F. **A Prática da Logística Reversa na Dominação do Impacto Ambiental Causado Pelos Resíduos Sólidos**. XXIII Congresso Brasileiro de Custos. Porto de Galinhas, PE, Brasil, 16 a 18 de nov. 2016.

FRANCO, R. G. F. **Protocolo de Referência para Gestão de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Domésticos para o Município de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

FRAZZOLI, C.; ORISAKWE, O.E.; DRAGONE, R.; MANTOVANI, A. **Diagnostic Health Risk Assessment of e-Waste on the General Population in Developing Countries' Scenarios**. Environmental Impact Assessment Review, v. 30, p. 388-399, 2010.

FRUET, H. **Lixo eletrônico**, Revista ISTOÉ, n. 1587, 2000.

GARCÉS, D.; SILVA, U. **Guia de Contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos**. Centro de Derecho Ambiental. Universidad de Chile, 2010.

GRANT, K.; GOLDIZEN, F. C.; SLY, P. D.; BRUNE, M. N.; NEIRA, M.; van DEN BERG, M.; NORMAN, R. E. **Health consequences of exposure to e-waste: a systematic review**. The Lancet Global Health, v. 1, n. 6, p. e350-e361, 2013.

GREENPEACE. **Metais pesados: contaminando a vida. 2007**. Disponível em: <http://www.greenpeace.org.br/toxicos/?conteudo_id=818&sub_campanha=0&img=15>. Acesso em: 20 de mai. 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Panorama Brasil/São Paulo/Santos**: Página do Governo Federal. 2018. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>>. Acesso em: 23 de ago. 2019.

JACINTO, Fernanda Maria. **O Lixo Eletroeletrônico e Risco Ambiental – A AMMA e os Impactos Socioambientais oriundos de Descarte de Produtos de Informática na Cidade de Goiânia – GO**. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2010.

JARDIM, N. S.; WELLES. C (org). **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento integrado. São Paulo: IPT, CEMPRE, 1995.

KAZAZIAN, T. **Haverá a Idade das Coisas Leves**. Design e Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Ed. SENAC, 2005.

KHETRIWAL, D. S.; KRAEUCHI, P.; SCHWANINGER, M. **A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India**. Environmental Impact Assessment Review, v. 25, p. 492–504, 2005.

KUMAR, A.; HOLUSZKO, M.; ESPINOSA, D. C. R. **E-waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices**. Resources, Conservation and Recycling, v. 122, p. 32-42, 2017.

LABUNSKA, I.; ABDALLAH, M. A. E.; EULAERS, I.; COVACI, A.; TAO, F.; WANG, M.; HARRAD, S. **Human dietary intake of organohalogen contaminants at e-waste recycling sites in Eastern China**. Environment International, v. 74, p. 209-220, 2015.

LADOU, J.; LOVEGROVE, S. **Export of electronics equipment waste**. International Journal of Occupational and Environmental Health, v. 14, n. 1, p.1-10, 2008.

LAVEZ, N., de SOUZA, V. M.; LEITE, P.R. **O Papel da Logística Reversa no Reaproveitamento do “Lixo Eletrônico” – Um estudo no Setor de Computadores**. Revista de Gestão Social e Ambiental, v.5, n.1, p. 15-32, 2011.

LEITE, P. R. **Logística reversa, meio ambiente e competitividade**. Pearson Education do Brasil Ltda, 2003.

LEITE, P. R.; LAVEZ, N.; de SOUZA, V. M. **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática**. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI, 12, São Paulo, 2009.

LIMA, A. F. O.; SABIÁ, R. J.; TEIXEIRA, R. N. P.; SOBREIRA Jr, F. A. V. **Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos e seus Impactos na Poluição Ambiental**. Latin American Journal of Business Management. v.6, n.2, p. 109-126, 2015.

MACÊDO, R. S. **A Enpesquisa Crítica e Multirreferencial nas Ciências Humanas**. EDUFBA, Salvador, BA. 2000.

NI H.; ZENG, H.; TAO, S.; ZENG, E. **Environmental and human exposure to persistent halogenated compounds derived from e-waste in China**. Environmental Toxicology and Chemistry 29, p. 1237-1247, 2010.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

ÖZTÜRK, T. **Generation and management of electrical–electronic waste (e-waste) in Turkey**. Journal of Material Cycles and Waste Management, v. 17, n. 3, p.411-42, 2015.

PÁDUA, José Augusto. **Ecologia e Política no Brasil**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo: IUPERJ, 1987.

PANT, D., SINGH, P., UPRETI, M.K. **Metal leaching from cathode ray tube waste using combination of Serratia plymuthica and EDTA**. Hydrometallurgy, v. 146, p. 89-95, 2014.

PINTO V. N. **E-waste hazard: The impending challenge**. Indian Journal of Occupational And Environmental Medicine, v. 12, n. 2, p. 65-70, 2008.

PUCKETT, J.; BYSTER, L.; WESTERVELT, S.; GUTIERREZ, R.; DAVIS, S.; HUSSAIN, A.; DUTTA, M. **Exporting Harm – The High-Tech Trashing of Asia: The Basel Action Network (BAN) Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC)**: Seattle, WA, USA, 2002.

RIBEIRO, Maisa de Souza. **Contabilidade ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ROBINSON, B. H. **E-waste: An assessment of global production and environmental impacts**. Science of Total Environment, v. 408, p. 183-191, 2009.

ROBLES Jr. Antonio.; BONELLI, Valério Vitor. **Gestão da Qualidade e do Meio Ambiente Enfoque Econômico Financeiro**. São Paulo: Atlas. 2006.

RUCEVSKA, I.; NELLEMAN, C.; ISARIN, N.; YANG, W.; LIU, N.; YU, K.; SANDNÆS, S.; OLLEY, K.; MCCANN, H.; DEVIA, L.; BISSCHOP, L.; SOESILO, D.; SCHOOLMEESTER, T.; HENRIKSEN, R., NILSEN, R. **Waste Crime – Waste Risks: Gaps in Meeting the Global Waste Challenge**. UNEP, p. 68, 2015.

SANTOS. **Lei nº 2712, de 03 de setembro de 2010**. Dispõe sobre a obrigação de reconhecimento e destinação final do lixo tecnológico, no município de Santos, e dá outras providências. Santos: Câmara Municipal [2010]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/santos/lei-ordinaria/2010/272/2712/lei-ordinaria-n-2712-2010-dispoe-sobre-a-obrigacao-de-recolhimento-e-destinacao-final-do-lixo-tecnologico-no-municipio-de-santos-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 23 out. 2019.

SINGH, N.; WANG, J.; LI, J. **Waste Cathode Rays Tube: An Assessment of Global Demand for Processing**. Procedia Environmental Sciences, v. 31, p. 465-474, 2016.

SONG, Q.; LI, J. **A review on human health consequences of metals exposure to e-waste in China**. Environmental Pollution, vol. 196, p. 450-461, 2015.

STEVENS, G. C.; GOOSEY, M. **Materials used in manufacturing electrical and electronic products**. In: Hester RE, Harrison RM (eds) Electronic waste management. Royal Society of Chemistry, Cambridge University Press, Cambridge, pp 45-68 21, 2009.

STOCK, James R. **Reverse Logistics Programs**. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.

TUNES, Elisiane Carra. **Logística Reversa aplicada aos resíduos de informática: uma investigação na IFES de Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2014.

WIDMER, R.; OSWALD-KRAPF, H.; SINHA-KHETRIWAL, D.; SCHNELLMANN, M.; BO, NI H. **Global perspectives on e-waste**. Environmental Impact Assessment Review, v. 25, p. 436-458, 2005.