



De 19/10/2016 a 21/10/2016

## **ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DO RAMO DE MANUTENÇÃO DE CELULARES E SMARTPHONE DE PEQUENO PORTE, VISANDO A ÁREA DE GESTÃO AMBIENTAL**

BACKES, Carlos Alberto<sup>1\*</sup>, ZIEBERT, Jéssica Andressa<sup>2</sup>, PERIN, Rafael Augusto<sup>3</sup>,  
REICHERT, Marliza Beatris<sup>4</sup> e [COELHO, João Batista](#)<sup>5</sup>

<sup>1, 4, 5</sup>FAHOR, Curso de Engenharia Produção, Faculdade Horizontina, Horizontina, RS, Brasil.

<sup>2</sup> FAHOR, Curso de Ciências Econômicas, Faculdade Horizontina Horizontina, RS, Brasil.

<sup>3</sup> FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Horizontina, RS, Brasil.

\*Autor Correspondente: [cb001284@fahor.com.br](mailto:cb001284@fahor.com.br).

### **RESUMO**

Esse trabalho apresenta um estudo do processo de descarte de resíduos eletrônicos proveniente do conserto de aparelhos celulares e *smartphones*. A questão central é a logística dos materiais usados na fabricação dos componentes destes aparelhos eletrônicos, assim como a logística reversa para o retorno dos mesmos à industrialização. O trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa literária sobre a classificação de resíduos sólidos, como efetuar a separação do mesmo, assim como quais as normas, órgãos e leis que tratam deste assunto. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, a qual visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Foi usado uma ferramenta de gestão ambiental para verificar como está sendo efetuado o gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais causados pela empresa pesquisada. Os principais resultados obtidos demonstraram que a gestão de resíduos realizados pela empresa é excelente, principalmente, devido à destinação correta do lixo para uma empresa especializada em recebimento de materiais eletrônicos. Ainda, destaca-se na realização desse trabalho algumas sugestões de melhorias para o recebimento de eletrônicos pela prestadora de serviço.

**Palavras-chave:** Lixo eletrônico. Legislação. Sustentabilidade.

### **CASE STUDY FROM A SMALL SMARTPHONE MAINTENANCE COMPANY, AIMING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AREA.**

### **ABSTRACT**

This paper presents a study of the electronic waste disposal process from the mobile and smartphones repair. The central issue is the materials logistic applied in the manufacture of the components from electronic devices, as well as reverse logistics for the return of it from the industrialization process. The paper presents the results of a literature search on the classification of solid waste, how to proceed the separation of it, and what rules, organs and

laws that deal with this subject. The methodology used was the exploratory research which aims to provide greater familiarity with the problem in order to make it explicit. An environmental management tool was used to check how it is being made the management of environmental aspects and impacts of the company. The main results showed that the waste management carried out by the company is excellent, mainly due to proper disposal of waste to a company specializing in receipt of electronic materials. Still, it stands out in this work some suggestions for improvements to the receipt of electronic service provider.

**Keywords:** Electronic Waste, Legislation. Sustainability..

## **INTRODUÇÃO**

A sociedade atual está cada vez mais consumista, a procura por produtos industrializados está cada vez maior. Quando se trata de produtos eletrônicos temos um amplo mercado consumidor e a inovação neste tipo de produto são constantes o que aumenta ainda mais a procura por este tipo mercadoria.

Um dos grandes problemas da atualidade é o que fazer com os resíduos que estamos gerando no nosso dia a dia. Com relação ao lixo doméstico, já foram tomadas medidas para que os municípios e o estado deem o destino correto aos mesmos. O problema está concentrado no que fazer com o lixo industrial, como por exemplo o eletrônico; a falta de informação da população em geral de como se deve descartar este tipo material é evidente quando analisamos o tipo de lixo que é colocado nas lixeiras junto com o lixo domiciliar.

Para melhorar o controle sobre a gestão ambiental, foram criadas uma série de regras e resoluções, também foram criados órgãos de fiscalização, os quais têm a responsabilidade de zelar pelo cumprimento das normas. As empresas de grande porte são regularizadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a fiscalização em âmbito nacional fica a cargo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), e no estado do Rio Grande do Sul a fiscalização é feita pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) (CONSEMA, 2002).

Atualmente, o que encontramos em nossos municípios é a realidade de um grande número de pequenas e micro empresas, as quais nem sempre estão capacitadas a atuar em seu ramo, em muitos casos, a falta de conhecimento da legislação faz com que estas empresas trabalhem na ilegalidade. Quando tocamos no assunto gestão ambiental, o problema é ainda mais grave, ao percorrer as ruas dos nossos municípios encontramos vários prestadores de serviço, como por exemplo: oficinas mecânicas, borracharias, lojas de consertos eletrônicos entre outros e nem sempre sabemos se estas fazem o descarte dos lixos de forma adequada.

O presente trabalho demonstra o estudo do processo de destinação de resíduos

eletrônicos, proveniente do conserto de diversos tipos de aparelhos celulares e *smartphones*, este trabalho mostrará de maneira ampla a logística dos materiais usados para a fabricação dos componentes destes aparelhos eletrônicos, como também a logística reversa para o retorno dos mesmos à industrialização.

As empresas de manutenção de celulares e *smartphones*, normalmente são de pequeno porte, devido a isso a fiscalização municipal é responsável pelo alvará de funcionamento. Segundo CONAMA (2016), os resíduos eletrônicos não se enquadram em nenhuma norma ou lei atualmente vigente no nosso país, o presente artigo tem como objetivo classificar estes resíduos conforme a NBR (2004), bem como tratar do destino final destes resíduos sólidos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo o CONAMA (2016), pode-se considerar lixo tecnológico ou lixo eletrônico todo aquele que é gerado a partir de eletrônicos, eletrodomésticos e seus componentes, nestes estão incluídos as pilhas e baterias, produto magnetizado, lâmpadas fluorescentes e outros resíduos destes materiais. Ainda segundo estes órgãos, não há nenhuma norma ou lei a qual especifique claramente o enquadramento dos resíduos tecnológicos quanto sua origem, natureza ou periculosidade.

Para melhorar a gestão dos resíduos sólidos foi criada a norma NBR 10004 da ABNT e como também a lei federal 12305 que serão discutidas nos próximos tópicos.

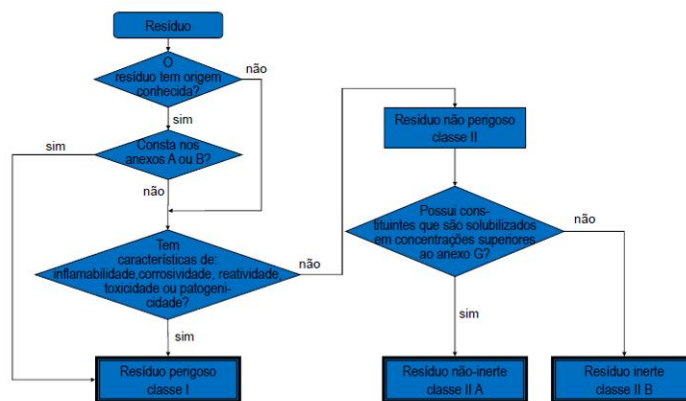
#### **2.1.1 Classificações de resíduos conforme a NBR 10004(2004)**

A norma ABNT, NBR 10004/2004 classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais riscos à saúde pública e ao meio ambiente, para que possam ser adequadamente descartados. A norma especifica que o resíduo sólido resulta de atividades de origem industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola e de prestação de serviços variados. A classificação destes resíduos envolve a identificação da atividade de origem dos mesmos, de quais matérias-primas ele é composto e a comparação da composição com a lista de resíduos e substâncias no impacto à saúde e ao meio ambiente. A identificação da composição do produto que caracteriza o resíduo deve ser feita de acordo como processo, a matéria-prima e o insumo que lhe deu origem.

Segundo a norma ABNT, NBR 10004/2004 os resíduos são classificados em:

- Classe I perigosos: devido as suas características físico-químicas ou infecto contagiosas, resíduos com essa classificação podem provocar algum tipo de doença, causar epidemias e até mesmo levar à morte. Por esse motivo, podem ser classificados como resíduos com riscos à saúde pública. Quando esse tipo de resíduo não é descartado de maneira correta existe o risco de contaminação do meio ambiente. São características deste tipo de resíduo: a corrosividade, inflamabilidade, reatividade, toxicidade e a patogenicidade;
- Classe II não perigosos: estes resíduos não apresentam risco à saúde humana e são subdivididos em outras duas classificações: resíduos classe II A não inerte e resíduos classe II B inertes. A caracterização de cada resíduo será detalhada a seguir:
- Resíduo Classe II A Não inerte: possuem essa classificação aqueles resíduos que não se enquadrarem na classificação de resíduo classe I (perigoso) ou de resíduo classe II B. Esse tipo de resíduo apresenta características de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.
- Resíduo Classe II B inerte: possuem essa classificação aqueles resíduos que apresentarem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. Conforme podemos observar na figura 1, a caracterização e a classificação dos resíduos sólidos torna-se mais fácil quando seguimos o esquema.

Figura 1: Caracterização e Classificação de resíduos Sólidos



Fonte: adaptado da norma ABNT NBR: 10004:2004

Os anexos A, B e G se encontram na norma ABNT NBR 10004/2004. O anexo A trata dos resíduos perigosos de fontes não específicas, o anexo B trata os resíduos perigosos de fontes específicas e o anexo G trata dos padrões de ensaio de solubilização (ABNT, 2004).

### 2.1.2 Lei 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

Segundo Machado (2010), a Lei 12305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual estabelece os objetivos, os princípios, os instrumentos e as diretrizes para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como as responsabilidades dos geradores, a responsabilidade do poder público e dos consumidores. Através desta lei temos um amadurecimento de conceitos, como o princípio da preservação e precaução, da eco eficiência, do poluidor e pagador, como também o conceito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Foi devido a essa lei que o resíduo sólido passou a ser reconhecido como bem econômico com valor social.

A Lei diferencia o resíduo do rejeito, além de estabelecer um estímulo para a reciclagem de materiais pois admite apenas a disposição final dos rejeitos. A Política de Coleta Seletiva está vinculada ao instrumento de criação de sistemas de logística reversa, incentiva à criação de empresas, associações ou cooperativas para a reciclagem de materiais. Os resíduos sólidos devem ser separados nos locais onde são gerados. O processo de coleta seletiva caracteriza-se pela separação do lixo conforme sua constituição ou composição. Deve ser separado o lixo seco do úmido, o lixo industrial não deve ser misturado ao doméstico e o lixo hospitalar deve ser tratado separadamente dos demais lixos. A coleta seletiva deve ser tratada como um instrumento de gestão dos resíduos sólidos (MACHADO 2013).

A lei visa melhorar a gestão de resíduos compartilhando as responsabilidades na geração do mesmo. Nesta concepção, a sociedade, o poder público e a iniciativa privada possuem a responsabilidade compartilhada sobre o manejo dos resíduos sólidos. Fica ao encargo do poder público o plano para o manejo correto dos materiais. As empresas são responsáveis pelo recolhimento do produto ao final de sua vida útil e à sociedade cabe a tarefa de efetuar a coleta seletiva.

Conforme Machado (2013), as principais melhorias efetuadas com a nova lei foram: a proibição dos lixões a céu aberto e os aterros controlados; os lixões devem ser substituídos por aterros sanitários ou industriais, os quais só poderão receber resíduo que não possuam nenhuma forma de reciclagem; a implementação da logística reversa, onde os fabricantes, distribuidores e comerciantes são obrigados a recolher e destinar o produto, ou a embalagem do mesmo para a reciclagem; a readequação dos processos industriais de destinação dos resíduos sólidos gerados; a viabilização de mercados e demanda para recicláveis;

### **2.1.3 Matérias-primas usadas na fabricação de celulares e *smartphones*.**

Segundo Marin (2013), os principais componentes usados na fabricação dos celulares são a carcaça, que é composta de plástico, o qual é um derivado do petróleo, os visores de cristal líquido que são formados por finas camadas de vidro com cristais líquidos impressado entre eles (os chamados LCD, do inglês *Liquid Crystal Display*). As substâncias cristalinas em telas de LCD podem conter pequenas quantidades de mercúrio, um elemento químico extremamente tóxico. Alguns celulares usam outros tipos de visores que possuem como matéria prima o Índio, um metal pesado encontrado na natureza sob a forma sólida. Os alto-falantes dos celulares usam Neodímio um tipo de metal encontrado na terra sob forma sólida. As baterias e fontes de energia são, a grande maioria, formadas de Níquel, Lítio, Cobalto, Zinco, Cádmiio e Cobre. Os carregadores são formados de Cobre e Ouro envoltos em plástico. O chip é composto por Ouro e plástico. As placas de circuito têm a base composta por fibra de vidro e os circuitos são de diferentes materiais, dos quais podemos destacar Mercúrio, Berílio, Arsênico, retardadores de chama bromados, Chumbo, Níquel, Paládio, Prata, Tântalo, Cádmiio e Antimônio.

Segundo Gerbase et al. (2012), a reciclagem é uma opção importante que vem sendo implementada e incentivada por governos, instituições e ONGs. É a alternativa ecologicamente correta para o tratamento da sucata eletrônica. A reciclagem de resíduos eletrônicos como os resíduos de celulares, contribui para a preservação do meio ambiente e reduz a extração de recursos naturais não renováveis, como esses resíduos são altamente perigosos para a saúde humana, não podem ser dispostos na natureza, evitando assim a contaminação do solo e de lençóis aquáticos.

Tanskanen (2013), acrescenta que os processos de reciclagem necessitam ser economicamente sustentáveis, ou seja, que a separação e a recuperação dos vários materiais somente serão realizados se forem vendidos como material secundário para o re-uso em novos produtos. Os preços praticados pelo mercado e a disponibilidade dos materiais são os fatores primordiais para a recuperação dos metais secundários e para o desenvolvimento de processos de reciclagem eficientes.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, foi seguido a metodologia de pesquisa exploratória, a qual visa proporcionar maior familiaridade com o problema visando torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Em geral este tipo de pesquisa é usado para fazer levantamentos bibliográficos ou para conduzir estudos de caso (THIOLLENT, 2005).

Para a realização do trabalho foi utilizado uma ferramenta de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais, onde são estabelecidas etapas para chegar a uma conclusão do estado atual de possíveis impactos ambientais. Com essas informações, o próximo passo foi propor melhorias para a gestão de resíduos provenientes do conserto de celulares e *smartphone*.

Foi efetuada uma visita a uma empresa especializada em conserto de celulares e *smartphones* para a realização de uma inspeção com o embasamento teórico das normas técnicas do CONAMA e NBR 10004. Após visita foi construído o macro fluxo do processo produtivo e realizado levantamento dos resíduos gerados pelo processo de conserto de aparelhos celulares.

Foi aplicado um questionário para identificarmos a sustentabilidade do negócio e realizado registros fotográficos dos processos de conserto de aparelhos e do descarte de resíduos do processo.

Ao final da pesquisa foi gerado um relatório para demonstrar à empresa como está o nível de gestão dos resíduos.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

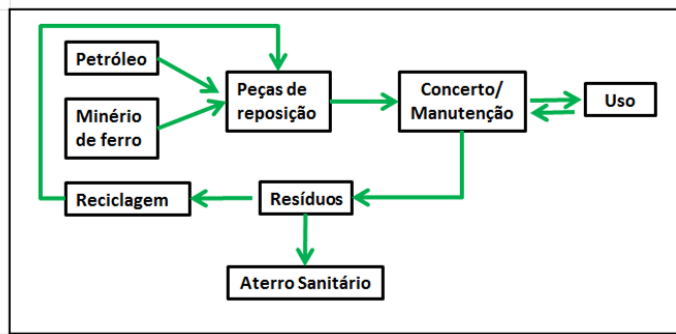
A empresa estudada foi uma loja de vendas e consertos de aparelhos celulares e *smatphones*, a mesma está localizada no município de Horizontina, que fica na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

A empresa pesquisada possui três colaboradores, cujas tarefas são divididas entre atendimento ao público e a prestação de serviços de conserto dos equipamentos eletrônicos.

A pesquisa foi realizada com o enfoque no destino dos resíduos gerados na prestação de serviços da empresa.

A empresa trabalha com a prestação de serviço de manutenção de diversas marcas de aparelhos celulares e *smatphones*. Para facilitar o entendimento do processo de trabalho foi elaborado um macro fluxo das atividades relacionadas à manutenção de eletrônicos da empresa (figura 2).

Figura 2 Macro fluxo de funcionamento.



Fonte: autores

No processo de manutenção de celulares e *smartphones* são gerados alguns tipos de resíduos. Todos os resíduos têm um tratamento recomendado conforme segue:

- Celulares e smartphone: O descarte correto é devolver o aparelho para a empresa que o vendeu para que a mesma o encaminhe para empresas especializadas na reciclagem deste tipo de eletrônico;
- Visores: Os visores são compostos por polímeros, além da sua principal composição o Índio, que compõem 50% de sua composição total do visor. A reciclagem de visores deve ser realizada por empresas especializadas para a separação dos diferentes componentes;
- Baterias: são compostas por diversos tipos de metais como Níquel, Lítio, Cobre e outros. O descarte correto de baterias de celulares deve ser o envio para pontos de coleta, onde posteriormente são enviadas para empresas especializadas na reciclagem;
- Carregadores: são compostos de cobre e plástico, ambos podem ser reciclados e novamente utilizados para a fabricação de novos aparelhos celulares;
- Carcaças: são formadas de plásticos facilmente recicláveis e podem ser usadas em outras aplicações, como peças para automóveis;
- Placa eletrônica: é um dos componentes com maior diversidade de materiais e um dos mais difíceis de ser reciclado. Além da placa eletrônica ser formada por fibra de vidro, os circuitos elétricos são compostos por uma diversidade de metais, alguns extremamente tóxicos se descartados incorretamente na natureza. A reciclagem deste tipo de material geralmente é realizada fora do país por indústrias especializadas na separação deste tipo de componente;
- Material de expediente: composto basicamente por papéis, plástico e outros. Esse tipo de resíduo pode ser encaminhado para empresas recicladoras de resíduos classe II.

Ao se fazer uma análise dos aparelhos celulares e dos *smartphones*, percebemos que



seus componentes são altamente poluidores, pois se encaixam na classificação de resíduo sólido Classe I (CONAMA, 2016), desta forma o CONAMA determina que os mesmos não devem ser descartados em aterros sanitários domésticos, antes disso, o ideal é que seja feita a desmontagem e posterior reciclagem de seus componentes.

Quanto à sustentabilidade da organização, após questionário aplicado e a análise dos resultados, a empresa foi classificada como excelente em gestão da sustentabilidade do negócio.

Com a realização da vistoria na empresa observou-se os seguintes procedimentos:

- Baterias usadas: as baterias dos telefones primeiramente são testadas e, se estiverem danificadas, são armazenadas em caixa para posterior recolhimento por uma empresa regulamentada que destinará de maneira correta estes resíduos (Figura 3).

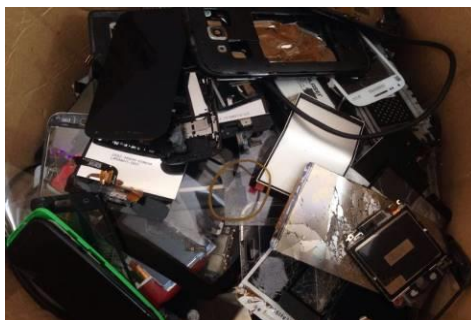
Figura 3: Acúmulo de baterias usadas.



Fonte: Autores

- Visores: componente constantemente substituído em consertos de celulares e *smartphones*. Após a substituição das peças danificadas, estas são armazenadas em caixa para posterior recolhimento por uma empresa regulamentada que destinará de maneira correta estes resíduos (figura 4).

Figura 4: Acúmulo de visores usados.



Fonte: Autores

- Carcaça: Outro item que é substituído são as carcaças, algumas são trocadas pela estética outra por estarem danificadas, após substituídas são armazenadas em caixa para posterior recolhimento por uma empresa regulamentada que destinará de maneira correta estes resíduos (figura 5).

Figura 5: Carcaças de aparelhos telefônicos.



Fonte: Autores

Para obter a licença de operação, a empresa necessitou fazer um contrato com uma empresa credenciada para o recolhimento de equipamento eletrônico. O recolhimento do material é realizado toda vez que a empresa credenciada é acionada.

Quanto ao material de expediente, os resíduos são encaminhados com o lixo doméstico, por se tratar de plásticos, papéis e embalagens em geral. Este material é recolhido pela empresa licenciada pela prefeitura, os quais são encaminhados para a reciclagem.

Conforme a tabela 1, podemos observar os resíduos produzidos na empresa, a sua classificação conforme ABNT (2004) e os impactos ambientais que esses resíduos poderão causar caso sejam dispostos de forma inadequada na natureza.

Tabela 1: Resíduos com seus possíveis impactos

<b>RESÍDUOS</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>IMPACTOS</b>
Celulares completos	classe 1	Contaminação de solo e água
Baterias	classe 1	Contaminação de solo, água e ar
Telas de celulares	classe 1	Contaminação de solo e água
Carregadores	classe 1	Contaminação de solo e água
Carcaça	classe 1	Contaminação de solo e água
Placas eletrônicas	classe 1	Contaminação de solo, água e ar
Material de expediente	classe 1 e 2	Contaminação de solo

Fonte: Autores

A realização deste estudo também sugeriu algumas melhorias que a empresa poderá efetuar se desejar adequar seus processos ao padrão ISO 14001, buscando assim, uma certificação ambiental.

- Colocação de um ponto de coleta de aparelhos celulares usados na loja;
- Criação de embalagens adequadas para a separação de baterias;
- Separação das carcaças plásticas para envio para reciclagem juntamente com lixos domésticos;
- Separação de visores para envio a empresas especializadas na reciclagem dos mesmos, para separação dos metais dos plásticos;
- As placas eletrônicas são formadas por diversos tipos de metais pesados e não há tecnologia no Brasil para efetuar a reciclagem. Sugerido fazer a separação da mesma e procurar empresas que recebem este material para efetuar a sua reciclagem;
- Desmontagem dos aparelhos usados para a separação dos materiais a serem reciclados.

## **CONCLUSÃO**

A questão da geração de resíduos é um problema mundial. Quando não damos um destino correto aos mesmos eles podem causar consequências sérias ao meio ambiente e à saúde humana a curto, médio ou longo prazo.

O lixo eletrônico é um grande problema devido aos componentes serem altamente contaminantes. As inovações tecnológicas vêm ocorrendo de forma muito rápida e o consumo em exagero da população que busca aparelhos celulares de última geração faz com que os aparelhos se tornem obsoletos muito rapidamente. Infelizmente muitos aparelhos são descartados de forma incorreta. Parte da população coloca seus aparelhos celulares velhos

diretamente no lixo doméstico. Isso ocorre, muitas vezes, pela falta de informação que deveria partir da loja que realizou a venda do equipamento.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa que presta serviços de conserto de aparelhos celulares, onde foi constatado uma excelente gestão dos resíduos. Também foi sugerido a instalação de um ponto de coleta de aparelhos usados, para facilitar o destino correto.

## REFERÊNCIAS

**ABNT, NBR 10004/2004** Disponível em <http://analiticaqmc.paginas.ufsc.br/> acessado em 25/08/2016.

BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. **Política nacional de resíduos sólidos** [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p.

CONAMA – **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA> Acessado em 25/08/2016.

CONSEMA. **Inventário dos Resíduos Sólidos Industriais** do Rio Grande do Sul. 2002.

GERBASE, A. E., OLIVEIRA, C.R. **Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química**, *Química Nova*, v. 35, n. 7, p.1486-1492, 2012.

MACHADO, A. - Lei 12.305/2010 – **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, PRS Portal dos Resíduos Sólidos, 2013. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com.br> Acessado em 30/08/2016.

MARTIN, N. - **Telefone Celular Guarda Tesouro Em Matérias-Primas Cada Vez Mais Escassas**, *Eco debate*, 2013. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/> Acessado em 06/09/2016.

TANSKANEN, P. **Management and recycling of electronic waste**. Acta Materialia, Elsevier, 2013.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. Ed. São Paulo: Cortez, 2005.