



ESTUDO SOBRE RISCOS À SAÚDE NA OPERAÇÃO DE USINAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

LUCAS GANZER DE LEON ⁽¹⁾; MARCELO OLIVEIRA CAETANO ⁽²⁾

(1) Engenharia de Segurança do Trabalho – Unisinos – LGLDELEON@gmail.com;

(2) Engenharia de Segurança do Trabalho – Unisinos – MOCAETANO@unisinos.br;

RESUMO

O presente artigo aborda uma avaliação qualitativa dos aspectos/impactos ambientais e perigos/riscos de uma usina de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos, mais precisamente de um setor – o setor de separação. Para isso, foi feito um estudo de caso em uma empresa. Os resultados demonstram que mais de 84% dos aspectos/impactos e riscos/perigos são significativos e pode causar ao longo da vida de labor algum dano na vida do trabalhador.

Palavras-chave: resíduos eletroeletrônicos, reciclagem, riscos.

Study about risks to health in operation of recycling plants of electronic waste

ABSTRACT

This article discusses a qualitative evaluation of the environmental aspects/impacts and dangers/risks of an electronic waste recycling plant, more precisely a sector - the separation sector. For this, a case study was done in a company. The results show that more than 84% of aspects/impacts and risks/hazards are significant and can cause over the life of toil damage the worker's life.

Key-words: electronic waste, recycling, risks.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, muito se fala em reciclagem e sustentabilidade e em se tratando de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos, a responsabilidade é ainda maior, devido ao aumento significativo desse tipo de resíduo nos últimos anos e com isso haver um risco à saúde na separação dos mesmos.

Nos dias atuais houve um aumento significativo de produção e os resíduos se originam, em uma relação direta, ao crescimento da população e também ao aumento significativo do processo de industrialização; dependendo do tipo de comunidade, poder aquisitivo, pelo hábito cultural e fator econômico, a qualidade e o volume dos resíduos hoje, tem fator determinante no consumo e volume de resíduos produzidos na sociedade. Nos padrões dos dias atuais o consumo e a geração de produtos, bens produzidos, para satisfazer os consumidores e suas classes sociais, estão sustentados em um modelo econômico e de tecnologia, altamente predatório, que não visa o reaproveitamento de produtos e/ou consumo sustentável de matéria prima. Como o cenário de consumo vem aumentando cada vez mais nas últimas décadas e a sociedade, tanto rica e a pobre, não estão sabendo como descartar os resíduos e há pelo menos meio século, tem se intensificado os estudos sobre a disposição final de resíduos no contexto urbano; além, claro, da preocupação estética, ambiental e também por questões sanitárias (KRELING, 2006).

Em 2009, menos de 20% (vinte por cento) dos resíduos eletroeletrônicos foram processados nos Estados Unidos da América (EUA), a maioria das empresas que fazem a coleta desses lixos, chamado de recicladores, costuma vender a intermediários que, por sua vez, o enviam a países em desenvolvimento, onde as leis de proteção ambiental são inexistentes ou pouco respeitadas (CARROLL, 2009). A obsolescência – conforme o dicionário Michaelis é a redução gradativa e consequente desaparecimento - está cada vez mais rápida e tende a piorar a cada ano, por exemplo, a vida útil de um televisor está em no máximo 10 (dez) anos e 3 (três) e 5 (cinco) anos para celulares e computadores e segundo a ONU em 2010 (dois mil e dez), foram



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

gerados 150 (cento e cinquenta) milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos no mundo (AFONSO, 2010).

Em 1988 (um mil, novecentos e noventa e oito), uma carga de resíduo eletroeletrônico de aproximadamente 4000 (quatro mil) toneladas, foi embarcada da Itália para Nigéria, e após esse episódio a fiscalização internacional, e também na Nigéria, ficou mais rígida. Houve um decreto que tornava crime o transporte, depósito, importação, venda e compra, ou mesmo negociação de resíduo eletroeletrônico. A pena por descumprir tal ordem poderia chegar até prisão perpétua (PERKINS et al., 2014).

Os números do setor de eletroeletrônicos em 2010 (dois mil e dez) foi de 124,4 (cento e vinte e quatro inteiros e quatro décimos) bilhões de reais de faturamento, 10% (dez por cento) a mais que em 2009 (dois mil e nove) e o setor de informática apresentou cerca de 32% (trinta e dois por cento) deste faturamento (ABINEE, 2011).

O lixo eletrônico é um resíduo que quando exposto, sem o tratamento devido, pode ocasionar inúmeros danos à saúde das pessoas (PROJETO..., 2010). Uma grande parte do lixo eletroeletrônico não recebe nenhum tratamento e muitas vezes é depositado em aterros sanitários ou lixões juntamente com o lixo doméstico.

Os equipamentos eletroeletrônicos, celulares e computadores e demais periféricos são fabricados costumeiramente por materiais poliméricos e metálicos. São fabricados também com metais pesados e outros, os retardadores de chama bromados; o descarte desses equipamentos é, geralmente, feito em aterros sanitários ou lixões e a contaminação se dá no solo e pode ocasionar danos gravíssimos ao solo e a saúde das pessoas. Em aterros sanitários ou em lixões, que muitos não são controlados, há a possibilidade de ocorrer lixiviação dos metais e o solo ser contaminado, a consequência disso é a ida para águas subterrâneas e superficiais. Temos a ideia que a incineração poderia ser a melhor solução, porém, não é aconselhada, devido à queima e emissão de gases poluentes liberados no ar. Um exemplo disso é a liberação de toxinas mediante a queima do PVC, que pode ocasionar alteração de função hormonal



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

nos homens e nas mulheres e ainda pode contaminar o leite materno (OLIVEIRA, 2010).

Os metais pesados como arsênico, cádmio, chumbo e mercúrio são usados para a fabricação de placas de circuito de computadores e são contaminantes. Os governos e órgãos voltados ao meio ambiente, em países localizados na África, Ásia e América do Sul tem se atentado para o aumento do nível de poluição causado pelo consumo cada vez maior de equipamentos eletroeletrônicos (OLIVEIRA, 2010).

A reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos, à medida que mais consumidores possui acesso à compra desses materiais, apresentam dificuldades na sua reciclagem, o que obriga os consumidores a terem uma maior consciência de como descartar esse tipo de material, porém em países em desenvolvimento essa cultura pouco existe. Paralelamente, fez-se necessário encontrar modos para que a reciclagem desse resíduo atendesse a demanda gerada pela população.

Nos dias atuais, o fator econômico pesa muito quando se está desenvolvendo um modo que atenda a demanda para descarte de resíduos eletroeletrônicos. Porque o modo de separação tem que ser viável tecnicamente e economicamente. Torna-se essencial um modo de separação para reciclagem que tenha um baixo custo.

Observando a legislação do estado do Rio Grande do Sul verifica-se que não são mencionados os resíduos eletroeletrônicos na Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), somente se observa os seguintes itens: resíduo sólido urbano, resíduo sólido de serviço de saneamento, resíduo sólido de serviços de saúde, resíduo sólido da construção civil, resíduo sólido de mineração, resíduo sólido industrial, resíduo sólido agrossilvipastoris e resíduo de serviço de transporte.

Como os processos de reciclagem são inúmeros, o artigo irá se limitar somente ao estudo sobre riscos à saúde na operação de usinas de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos. Pois, um estudo sobre a verificação dos riscos à saúde implicará em redução de custos, tanto em processos como para a saúde dos trabalhadores.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

A justificativa deste trabalho é, conforme Mattos (2008), que, devido ao aumento de consumo dos eletroeletrônicos, o seu acúmulo não foi previsto pelas indústrias produtoras ou pela sociedade e a área da informática não era visto com uma fonte poluidora. Contudo como se sabe os eletroeletrônicos tem em sua fabricação elementos tóxicos a saúde e por isso torna-se essencial realizar um estudo sobre os riscos à saúde na operação desse tipo de material em usinas de reciclagem.

1.1. Reciclagem

Por volta do ano de 1896 (um mil, oitocentos e noventa e seis), no Brasil, houve os primeiros registros de catadores para a reciclagem de garrafas, ferros, folhas e outros materiais. Quando as cidades começaram a ter uma população maior, em torno de 1920 (um mil, novecentos e vinte), e como consequência houveram inúmeros problemas devido ao grande volume de lixos e seu descarte e também notícias que em outros países já realizavam a reciclagem e que em relação a fatores econômicos que isso resultava, foi dada uma maior atenção a esse assunto (HISTÓRIA..., 2012).

Conforme a definição de Catadores..., (2012):

Os catadores ou recicladores são trabalhadores que atuam há muitos anos, desde os tempos dos chamados garrafeiros, com a coleta, classificação e destinação dos resíduos. O trabalho feito por esses trabalhadores reduzem bastante o gasto público, com o sistema de limpeza pública, aumenta a vida útil dos aterros sanitários, diminui demanda dos recursos naturais, e estimula a cadeia produtiva das indústrias recicladoras com geração de trabalho.

De acordo com Leal, Júnior e Gonçalves (2010):

Ao contrário do que podemos imaginar a existência do trabalho na catação de resíduos sólidos recicláveis nas cidades não é fruto da vontade, e da ação dos próprios trabalhadores. De fato, esse trabalhador completa e faz parte de uma engrenagem muito mais ampla e complexa do que podemos imaginar ou conceber a partir da observação empírica e superficial das atividades e das condições de vida desses trabalhadores.

Essa organização é composta por uma série de outros participantes, que desempenham atividades e papéis dos mais diferenciados, compondo um imenso circuito produtivo, ou a cadeia produtiva ligada à reciclagem, em que o catador de material reciclável ocupa um lugar de importância. No entanto, contraditoriamente, trabalha em



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

condições precárias, subumanas e não obtém ganho que lhe assegure uma sobrevivência digna (p. 3).

Para a preservação de recursos naturais, a reciclagem se torna um aliado muito grande, porque a redução de extração dos recursos da natureza é altíssima e também como fonte de renda, a reciclagem se torna aliada; além de possibilitar uma fonte de faturamento as pessoas envolvidas, reduz os custos de produção e ainda gera novas oportunidades de negócios (JOHN, 2000).

A seguir um texto retirado de uma homepage⁽¹⁾ especializada em reciclagem, e esta é uma dentre outras definições sobre reciclagem:

“A reciclagem consiste no aproveitamento de um bem descartado como matéria prima para a produção de outros bens. A reciclagem permite diminuição no impacto ambiental, já que limita a extração de matéria prima da natureza, reduz o volume de resíduos sólidos e do lixo.”

A reciclagem também possui outros benefícios importantes, tais como a grande quantidade de empregos gerados nos centros urbanos. Muitas pessoas que não conseguem empregos formais de trabalho – emprego formal é definido como carteira de trabalho assinada pelos empregadores – e migram para esse tipo de trabalho e assim conseguem sustentar suas famílias, porém na maioria dos casos os valores arrecadados são muito abaixo de um mínimo aceitável.

Na China a reciclagem de resíduos eletrônicos movimenta aproximadamente 20 (vinte) milhões de trabalhadores, porém os riscos associados a esse tipo de atividade é grande, porque não possui normas claras de saúde e segurança do trabalho (LI et al., 2010).

O que pode ajudar os catadores na reciclagem é a segregação e podemos ver que o MME (Ministério do Meio Ambiente), assim se expressa com relação à segregação dos resíduos:

“Ao segregarmos os resíduos, estamos promovendo os primeiros passos para sua destinação adequada. Permitimos assim, várias frentes de oportunidades como: a reutilização; a reciclagem; o melhor



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

valor agregado ao material a ser reciclado; a melhores condições de trabalho dos catadores ou classificadores dos materiais recicláveis; a compostagem; menor demanda da natureza; o aumento do tempo de vida dos aterros sanitários e menor impacto ambiental quando da disposição final dos rejeitos” (RECICLAGEM..., 2012).

Quando não houver separação de lixo, já na fonte, a contaminação de elementos tóxicos e metais pesados, apresentam índices inaceitáveis de contaminação, e o risco que isso representa para a saúde é enorme (GALBIATI, 2010). Outro risco para a saúde é quando a pessoa está em contato diretamente com o resíduo e o organismo é propenso a absorver tais substâncias tóxicas. Muitas vezes há nos resíduos elementos afiados e que podem, com um pequeno corte, causar uma infecção (CARVALHO; SILVA, 2002).

O descarte de resíduo eletroeletrônico de forma inadequada, além de causar doenças no trabalhador, como foi visto, pode também causar a contaminação de alimentos e de animais e um exemplo disse é quando, perto de rios ou até mesmo em lavouras, os metais pesados contaminam a água e o solo e os peixes absorvem em seu organismo esses metais pesados (KIDDEE et al., 2013).

Na tabela 1, conforme Li et al. (2012), podemos ter um panorama da saída dos resíduos eletroeletrônicos dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento.

Tabela 1 – Rota das fontes geradores de resíduos para os destinatários.

	África	América do Norte	Asia	Europa	Oceania
Fontes		Canadá Estados Unidos	Japão Singapura Coreia do Sul	Bélgica Finlândia França Alemanha Holanda Noruega Inglaterra	Australia



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Destinários	Benim	Camboja
	Costa do Marfim	China
	Gana	Hong Kong,
	Quênia	China
	Libéria	Índia
	Nigéria	Malásia
	Senegal	Paquistão
	África do Sul	Filipinas
	Uganda	Vietnã
		Tailândia

Fonte: Li et al. (2012)

1.2. Resíduo eletroeletrônico

Com a expansão da indústria da informática e aos avanços cada vez mais rápidos da tecnologia, a sociedade moderna atual depende muito dos produtos, porque as ferramentas disponibilizadas, tanto como software para computadores e aplicativos para celulares, isso se torna primordial tanto na economia e no desenvolvimento social. Alguns pontos negativos são que mais rápido os equipamentos estão se tornando obsoletos, o volume de descarte inadequado se torna maior, por parte da população, e outro ponto negativo é o elevado consumo de recursos naturais (O LIXO..., 2010).

Em 2003 (dois mil e três), os países da União Européia, colocaram em prática um tratado sobre o resíduo eletroeletrônico que tinha como meta a não geração do resíduo eletroeletrônico e o reaproveitamento dos equipamentos, a reciclagem e também aproveitar de outras formas os materiais. A regra estipulada, na época, era a redução de resíduo eletroeletrônico para 4 (quatro) kg/hab/ano, que foi conseguido pela maioria dos países (LÄ-MELLA et al., 2015).

Os monitores de computador são um exemplo, no qual, a rapidez da tecnologia pode tornar obsoletos os equipamentos muito rapidamente. A troca gradual dos monitores de raio catódico por cristal líquido representa uma importante parte na reciclagem de resíduo eletroeletrônico (CUCCHIELLA et al., 2014).



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Pode-se denominar lixo eletrônico um composto de eletrodomésticos, computadores, rádios, televisores, celulares, e outros. Na fabricação desses equipamentos são usados principalmente, plástico, ferro, metais não ferrosos, vidro e madeira. Os Estados Unidos da América é o país com maior produção de sucata eletrônica do mundo, acumulando anualmente o montante de 3 (três) milhões de toneladas e descartam cerca de 130 (cento e trinta) mil computadores por dia, o equivalente a 47,5 (quarenta e sete inteiros e cinco décimos) milhões de unidades por ano. Considerando o peso médio de um computador igual a 10 (dez) kg, aproximadamente 475 (quatrocentos e setenta e cinco) mil toneladas de computadores são descartadas a cada ano nos EUA (OLIVEIRA, 2010).

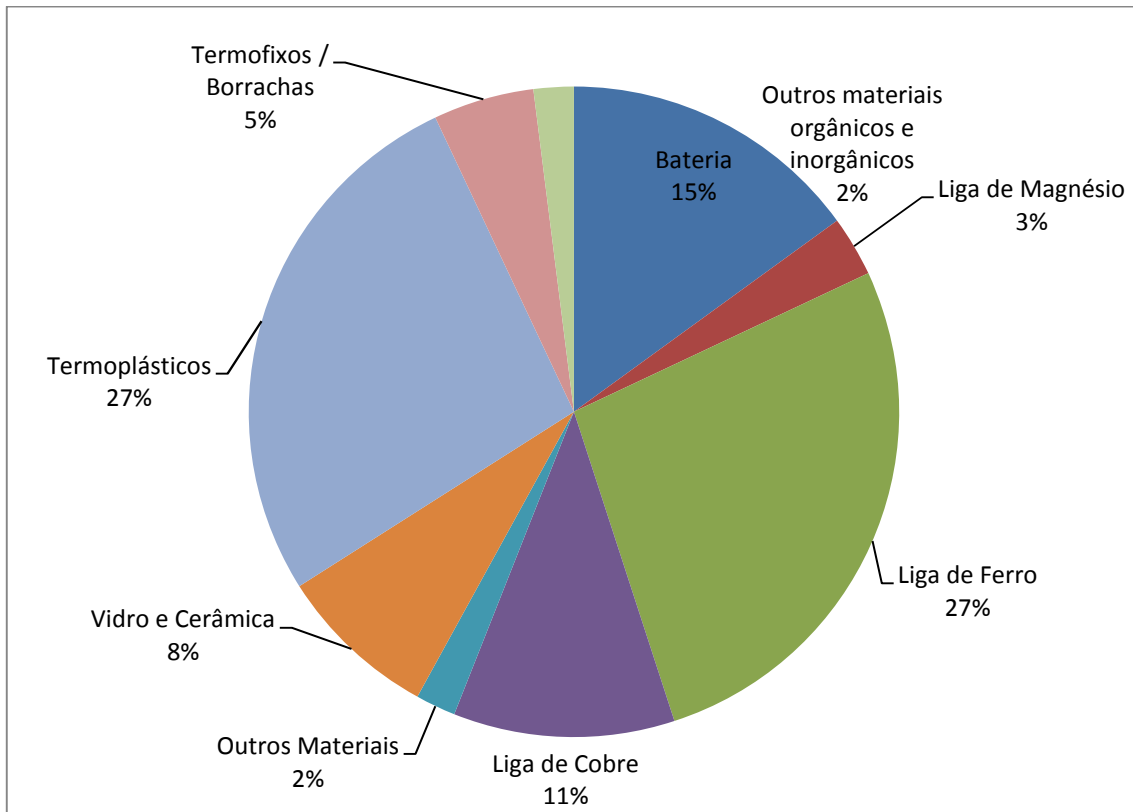
A contribuição do mercado ilegal de produtos eletroeletrônicos é significativa para o aumento desse tipo de resíduo, porque como é um mercado informal o controle dos produtos, pelos órgãos regulamentadores, acaba sendo pouco. Na China, os trabalhadores que reciclam eletroeletrônicos são provenientes do campo e a grande maioria não tem instrução e conhecimento sobre os riscos que a reciclagem deste tipo de resíduo pode afetar significativamente a saúde dos mesmos (CHI et al., 2010).

Com a reciclagem dos materiais ou separação dos materiais para geração de nova matéria prima os resíduos eletroeletrônicos se tornam uma fonte de lucro, um estudo feito com os celulares da Nokia, resultou em um gráfico abaixo que pode ser observado em quais proporções é fabricado os equipamentos de telefonia celular, conforme Tanskanen (2013):



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Gráfico 1 – Materiais de fabricação de um celular Nokia



Fonte: Tanskanen (2013)

No Brasil em 2010 (dois mil e dez), através da Lei 12305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos foi prevista a responsabilidade compartilhada de fabricantes, importadores, distribuidores e vendedores na logística reversa para os seguintes produtos pós-consumo: agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas e produtos eletroeletrônicos e isso já é um avanço, porque até alguns anos atrás não se tinha nenhuma lei para que houvesse responsabilidades compartilhadas (O LIXO..., 2010).

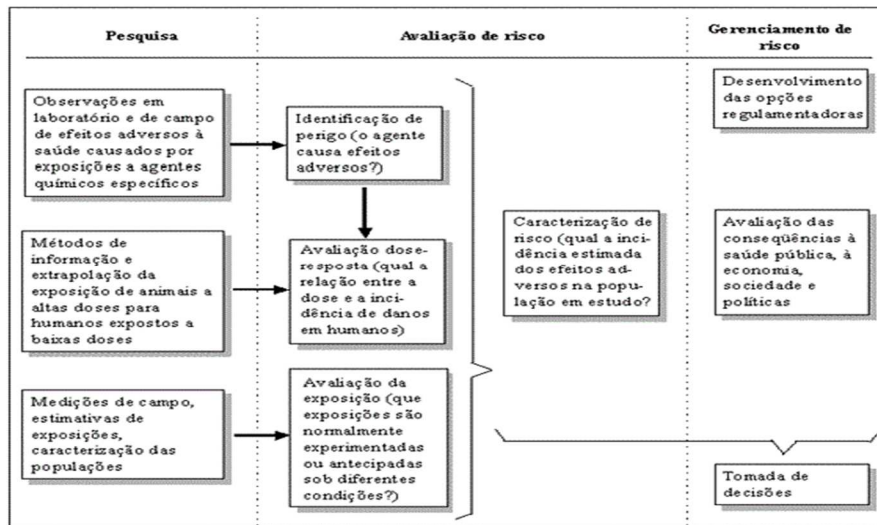
1.3. Conceitos, identificação e análise de riscos

A avaliação de riscos, na visão de Freitas (2002), é uma etapa intermediária entre a pesquisa e o gerenciamento de riscos. Conforme a figura 1, abaixo representada, segue as etapas:



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Figura 1 – Etapas da avaliação e do gerenciamento dos riscos



Fonte: Freitas (2002)

Na figura 1 acima, podemos identificar as seguintes etapas: 1) identificação de perigo; 2) avaliação da relação dose-resposta; 3) avaliação de exposição; e 4) caracterização de riscos. Com o levantamento de riscos, poderá ser tomadas decisões para o desenvolvimento de planos de ação para o gerenciamento dos riscos.

1.3.1 Identificação de perigo

Tem como meta a avaliação e obtenção de informação referente às propriedades tóxicas singulares a cada substância, ou o potencial para causar dano biológico, doença ou óbito, sob certas condições de exposição (FREITAS, 2002).

As informações a partir de estudos em seres humanos, de acordo com Freitas (2002) são obtidas a partir de quatro fontes: 1) estudos sobre a relação causa-doença (epidemiológicos); 2) estudos de correlação, nos quais as diferenças nas taxas de doença em populações humanas estão associadas a diferenças de condições ambientais; 3) informes de casos preparados por equipes de saúde; e 4) resumo dos sintomas informados pelas próprias pessoas expostas.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

1.3.2 Avaliação da relação dose-resposta

Ainda que se disponha de bons estudos sobre a relação causa-doença, raramente há dados quantitativos confiáveis sobre a exposição. Na maioria dos casos, os estudos dose-resposta são obtidos a partir de estudos em animais. E isso é importante observar, porque em pessoas podem ser uma relação causa-doença diferente.

As respostas das pessoas podem ser de vários tipos e independe de qual órgão ou sistema afetado. Em algumas pessoas a gravidade pode aumentar com a dose, ou para melhor explicar, a gravidade é proporcional à dose (FREITAS, 2002).

1.3.3 Avaliação da exposição

Segundo Freitas (2002) o método padrão para verificar os níveis de exposição de determinadas pessoas sob condições singulares é a medição e estimativa da exposição em contato com materiais tóxicos e também fazendo associação com apropriadas suposições de efeitos a saúde.

É, de certa maneira, mais rápida a medição da exposição em pessoas do que pelo monitoramento ambiental. Mas deve-se verificar e ter um estudo como o comportamento da substância se dá ao atingir pessoas e ao meio ambiente em que trabalham e vivem.

1.3.4 Caracterização de riscos

A etapa de caracterização do risco é essencial e necessária na geração de relatório, estudo e avaliação sobre risco, porque o suporte necessário será analisado nesta etapa e a disponibilização de recursos humanos e custos serão com base nestas informações. A avaliação de riscos estabelece prioridades e pode-se examinar os diversos estágios de modo mais amplo (FREITAS, 2002).

1.4. Riscos associados ao resíduo eletroeletrônico

O chumbo tem efeitos tóxicos e pode ficar retido no meio ambiente, os efeitos podem ser crônicos e agudos nos animais e plantas. O cádmio, usado como estabilizador de



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

plásticos e nos detectores de infravermelhos e semicondutores, que, por se acumular e ser altamente tóxico possui um perigo potencial para o meio ambiente. O mercúrio que possui uma quantidade menor e é encontrado nos telefones celulares, baterias, interruptores e placas de circuito impresso. Entretanto, ele se concentra através da cadeia alimentar via peixes e mariscos. O cromo, outro componente, é aplicado em placas de aço como proteção anti-corrosiva e também é um composto bastante tóxico (GONÇALVES, 2007).

A acetona, amoníaco, diclorometano, éter de glicol, metanol, ácido sulfúrico, tolueno, tricloroetileno, metil etil cetona e xileno são os principais produtos químicos usados na fabricação de computadores (LOGÍSTICA..., 2008).

De acordo com Gonçalves (2007):

Os produtos tecnológicos causam problemas tanto para o meio ambiente como para a saúde humana. Esses compostos podem atacar o sistema nervoso central e periférico, o sistema sanguíneo e os rins, além de causar um sério agravamento no desenvolvimento do cérebro de crianças. Outros compostos são absorvidos através da respiração e causam sintomas de envenenamento, podendo até mesmo ser nocivo para fetos e bebês, causando danos crônicos no cérebro. Reações alérgicas fortes como bronquite asmática é desencadeada por substâncias absorvidas pelas células. Estudos comprovaram que os problemas à saúde vão além de crianças com defeitos de nascença a câncer nos rins e testículos. Se analisarmos cada substância individualmente utilizada na fabricação de eletrônicos, poderemos perceber a ameaça que eles trazem, desta forma é possível imaginar os prejuízos que eles juntos podem causar.

O chumbo interfere nas funções celulares e nos órgãos críticos como a medula óssea, os rins e o sistema nervoso. O cádmio é classificado como tóxico com possível risco de efeitos irreversíveis ao ser humano, sendo enquadrado como agente cancerígeno. O mercúrio é um elemento de alto efeito tóxico e cumulativo. O fósforo, aplicado como revestimento do interior das telas de vidro dos monitores, contém metais pesados como cádmio, zinco e vanádio.

A queima no tratamento de lixo de informática jamais deve ser usada, devido à liberação para a atmosfera, de gases tóxicos e cancerígenos (A LOGÍSTICA..., 2009). O



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

lixo eletroeletrônico vai para aterros e lixões como resíduo urbano comum e essa prática é nociva para as pessoas como para o meio ambiente (O LIXO..., 2010).

Na Índia em 2008 (dois mil e oito), foram avaliadas as condições de trabalho das pessoas que estavam fazendo a triagem dos resíduos eletroeletrônicos e foi constatado que os trabalhadores, muitos menor de idade, não tinham condições mínimas de trabalho, como por exemplo, sem eletricidade ou mesmo água corrente. Os trabalhadores faziam a desmontagem de cartuchos de impressoras, monitores e cartuchos de impressão somente com uma marreta (E-WASTE, 2014).

A avaliação de risco à saúde humana é importante porque quando há uma identificação dos riscos, poderá haver uma mudança nas condições do local de trabalho e conseqüentemente para a saúde do trabalhador ou pessoas envolvidas no processo.

Conforme a tabela 2 e 3 abaixo, os riscos que os produtos químicos e os metais pesados fazem à saúde humana quando em sua exposição são de extrema relevância. Foram verificados ao todo 10 (dez) produtos químicos e 12 (doze) metais pesados.

Tabela 2 - Exposição humana a produtos químicos usados na fabricação de eletroeletrônicos.

Produto Químico	Sinônimo	Características em temperatura ambiente	Uso	Riscos a exposição da saúde
Acetona	Propana	- Inflamável; - Incolor; - Odor agradável; - Tóxica; - Solúvel em água e em outros solventes orgânicos.	- Solvente de esmaltes; - Tintas; - Vernizes; - Fibras de Vidro; - Extração de gorduras e óleos de semente de vegetais.	- Irritação da via respiratória; - Tosse; - Enxaqueca; - Náusea; - Vômito; - Dermatite.
Ácido Sulfúrico	Ácido Sulfúrico	- Incolor; - Tóxico.	- Fertilizante;	- Queimaduras na boca, garganta e estômago, se ingeridos; - Visão turva; - Câncer; - Morte.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Amoníaco	Amônia ou gás ammonia	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Incolor;- Odor irritante;- Tóxico;- Corrosivo na umidade.	<ul style="list-style-type: none">- Agente refrigerante;- Preparação de fertilizantes;- Neutraliza ácidos provenientes do óleo cru a fim de proteger da corrosão os equipamentos nos quais o óleo irá passar;	<ul style="list-style-type: none">- Náusea;- Vômito;- Queimaduras em órgãos internos, se ingerido;- Dermatite.
Diclorometano	Cloreto de metileno	<ul style="list-style-type: none">- Não inflamável;- Incolor;- Odor semelhante ao do clorofórmio;- Tóxico, porém com baixa toxicidade.	<ul style="list-style-type: none">- Solvente na produção de fibras sintéticas;- Solvente na produção de filmes para fotográficas;- Solvente na extração de óleos e gorduras;- Propelente em aerossóis;- Agente desengordurante.	<ul style="list-style-type: none">- Cefaléia;- Náusea;- Perda de memória;- Tontura;- Cancerígeno.
Éter de Glicol	Dietilenoglicol	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Incolor;- Odor semelhante ao éter;- Tóxico.	<ul style="list-style-type: none">- Usado como anti-congelante;- Usado na indústria têxtil;- Solvente orgânico;- Usado na fabricação de tintas e resinas.	<ul style="list-style-type: none">- Cefaléia;- Náusea;- Dificuldade respiratória;- Fraqueza.
Metanol	Álcool Metílico	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Incolor;- Odor levemente semelhante ao álcool;	<ul style="list-style-type: none">- Usado para produzir formaldeído;- Tintas e vernizes;- Anticoagulante para radiadores;- Colas e adesivos.	<ul style="list-style-type: none">- Cefaléia;- Cegueira;- Vômito;- Náusea;- Dor abdominal;- Diarréia.
Metil Etil Cetona	Butanona	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Incolor;- Odor semelhante ao de cetonas;- Irritante.	<ul style="list-style-type: none">- Adesivos;- Solvente em tingimentos;- Tintas com base de solventes.	<ul style="list-style-type: none">- Cefaléia;- Irritação;- Vômitos;- Mal estar.
Tolueno	Fenilmetano	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Tóxico.	<ul style="list-style-type: none">- Tintas;- Vernizes;- Repintura de botijões;- Produção de desinfetantes.	<ul style="list-style-type: none">- Vermelhidão;- Lacrimejamento;- Edema pulmonar;- Tontura.
Tricloroetileno	Tricloreto de etila	<ul style="list-style-type: none">- Não inflamável;- Incolor;- Odor;- Tóxico.	<ul style="list-style-type: none">- Solvente industrial;- Desengordurante de peças metálicas;- Adesivos;- Corretores de escrita;- Removedores de manchas.	<ul style="list-style-type: none">- Cefaléia;- Lesões no fígado;- Dermatite;- Cancerígena.
Xileno	Metil Tolueno	<ul style="list-style-type: none">- Inflamável;- Incolor;- Odor.	<ul style="list-style-type: none">- Componentes de detergente;- Solvente para tintas;- Processos industriais - indústria química, plástico, couros, tecidos e papéis;- Misutra da gasolina.	<ul style="list-style-type: none">- Irritação dos olhos;- Irritação na pele e mucosas;- Vômito;- Edema pulmonar.

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

Fonte 1: PROJETO..., 2010.

Fonte 2: O LIXO..., 2010.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Tabela 3 - Exposição humana metais pesados usados na fabricação de eletroeletrônicos.

Metais Pesados	Uso	Riscos a exposição da saúde
Antimônio	- Alguns tipos de retardantes de chama.	- Nefrite; - Problemas cardiovasculares; - Problemas gastrointestinais.
Arsênio	- Metalurgia, manufatura de vidros e fundição, celular.	- Câncer (seios paranasais); - Doenças de pele; - Prejudica o sistema nervoso.
Bário	- Vidro (tela) de um tubo de raios catódicos.	- Distúrbios gastrointestinais, convulsões, hipertensão, lesões renais e cardíacas.
Berílio	- Liga antifricção (cobre-berílio).	- Edema e câncer pulmonar.
Bromo	- Retardantes de chama em circuitos impressos; - Retardantes de chama em fios e cabos.	- Desordem hormonal - Desordem nervosa; - Desordem reprodutiva.
Cádmio	- Algumas baterias, soldas e circuitos integrados.	- Danos aos ossos, rins, dentes e pulmões; - Possível agente cancerígeno.
Chumbo	- Tubos de raios catódicos; - Soldas.	- Danos neurológicos; - Danos renais; - Danos sanguíneos.
Cobalto	- Preparo de ferramentas de corte e furadoras.	- Fibrose muscular (endurecimento do pulmão) que pode levar à morte.
Cromo	- Indústria de corantes, esmaltes, tintas, ligas com aço e níquel; cromagem de metais.	- Asma(bronquite); - Câncer.
Mercúrio	- Soldas, termostatos e sensores.	- Danos neurológicos; - Danos hepáticos.
Níquel	- Baterias, aramados, fundição e niquelagem de metais, refinarias.	- Câncer de pulmão; - Câncer (seios paranasais).
Vanádio	- Tubos de raio catódicos.	- Distúrbios gastrointestinais; - Inapetência.

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

Fonte 1: PROJETO...,2010.

Fonte 2: O LIXO..., 2010.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

A China é um dos países que recebem a maior quantidade de resíduo eletroeletrônico aproximadamente 70% (setenta por cento) e também é um dos maiores produtores de resíduo eletroeletrônico. A reciclagem, porém, destes resíduos ainda se dá de uma maneira não adequada, os trabalhadores ainda fazem em oficinas nas áreas rurais e com isso a contaminação de solo, águas e também no ar se torna sem controle (ZHENG et al., 2012).

2. METODOLOGIA

2.1. Estudo de Caso

A empresa do objeto de estudo de caso está localizada em Campo Bom, Rio Grande do Sul e é denominada OTSER – Gestão de Resíduos Eletrônicos, fundada em Outubro de 2008, a empresa surgiu com o foco em realizar o devido tratamento aos resíduos eletrônicos e posterior envio para empresas parceiras especializadas na reciclagem de todos os resíduos coletados.

Oferecendo um serviço diferenciado dentro deste campo, a OTSER se propõe a dar o destino correto para o resíduo eletrônico, trabalhando de maneira legal, em que 100% (cem por cento) de todos os resíduos coletados conseguem ser reciclados e depois retornam para o mercado como matéria-prima, tendo “prejuízo zero” ao meio ambiente.

A empresa tem como atividade principal Comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicos – CNAE nº 46.87-7-03 – Grau de risco 3 (três). Ao todo são 7 (sete) funcionários trabalhando nos setores da empresa.

2.2. Processos da empresa

O presente estudo realizou uma análise na empresa de Comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicos, onde se observou o mapeamento do processo que descreve a estrutura organizacional da empresa conforme representado na tabela 4.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Tabela 4 – Estrutura organizacional Otser.

ADMINISTRATIVO	PRODUÇÃO
COMERCIAL	RECEBIMENTO
COMPRAS	TRIAGEM
FINANCEIRO	SEPARAÇÃO
RECEPÇÃO	DESMONTAGEM

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

Fonte 1: Empresa Otis.

É possível perceber que a empresa possui dois macroprocessos, sendo eles o administrativo e produção. Dentro do macroprocesso de produção, um dos processos que são realizados é da desmontagem, a qual realiza diversas atividades, tais como a desmontagem de gabinetes de computador, desmontagem de Hd's, desmontagem de materiais plásticos e metálicos.

2.3. Identificação de aspectos ambientais e riscos associados ao trabalho

Para o estudo de impacto ambiental foi realizada uma análise aprofundada com relação à atividade da separação. Sendo assim, adotou-se o método da matriz de correlação para facilitar a análise do grande número de informações apresentadas e possibilitar que se quantifique e qualifique os impactos.

Primeiramente foram listados todos os aspectos ambientais e riscos relacionados com a atividade de separação. Em seguida se avaliou cada um deles com relação a suas características, sendo avaliado a temporalidade – presente (P), passado (PA) e futuro (F), a influência e o sistema operacional.

A avaliação foi realizada com relação ao meio ambiente e saúde e segurança. Desta forma, os critérios avaliados com relação ao meio ambiente foram a abrangência, a frequência e a severidade. Já para a saúde e segurança foram à gravidade e a probabilidade do evento ocorrer.

A seguir observamos detalhadamente a avaliação tomada para cada um destes itens.

2.3.1 Características

2.3.1.1 Influência



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Direta (D): Indica o quão diretamente um aspecto ambiental está associado às atividades da empresa.

Indireta (I): O aspecto está associado à atividade executada sob o controle da empresa ou por terceiro que trabalhe dentro das instalações ou canteiros de obras da empresa. O aspecto está associado à atividade de fornecedores, prestadores de serviço e clientes, fora do ambiente de responsabilidade da unidade, mas sobre as quais a unidade pode exercer influência.

2.3.1.2 Sistema Operacional

Os aspectos podem ocorrer nas seguintes situações operacionais.

Planejada (NORMAL) (N): Relativa a todas as situações previamente planejadas ou previstas em projeto de instalações, equipamentos e produtos, incluindo as rotineiras e não rotineiras; situações esperadas e relacionadas com a rotina operacional.

Não Planejada (EMERGENCIAL) (10): Relativa a todas as situações não planejadas, incluindo aquelas que poderão ser caracterizadas como emergências ambientais de colapso de estrutura. Eventos inesperados que podem ocasionar danos graves ao meio ambiente e/ou à saúde do trabalhador. Exemplo: risco de incêndio/explosão e/ou vazamento de óleo.

2.3.2 Avaliação do meio ambiente

2.3.2.1 Abrangência

Trata-se da amplitude de onde o evento ocorreu, conforme tabela 5.

Tabela 5 – Abrangência.

Peso	Distância	Descrição	
		MA	SST
1	Local	Contaminação de metal pesado	Oficina
2	Limite da empresa	Contaminação de metal pesado	Ambulatório
3	$x \leq 100$ km	Geração de Papel	Hospital Local



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

4	100 km < x ≤ 200	Consumo de Energia Elétrica	Hospital Especializado
5	x > 200 km	Consumo de Energia Elétrica	Hospital Especializado

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

O peso dado ao item de abrangência leva em conta a distância em que o devido impacto pode atingir, sendo que o peso 5 se deve quando este atingir limites maiores que 200 km de distância.

2.3.2.2 Frequência

Expressa a possibilidade de um determinado aspecto ocorrer, conforme tabela 6.

Tabela 6 – Frequência.

	Classe	Descrição	Frequência
(1)	Extremamente remota	Aspecto e Impacto, nunca ocorreu ou está sob controle	A geração do aspecto ocorre < 20% em relação à atividade;
(2)	Remota	Aspecto e Impacto, ocorreu em empresas do setor	A geração do aspecto ocorre 20% ≤ Ocorrência < 40% em relação à atividade;
(3)	Possível	Aspecto e Impacto, ocorreu em empresas similares, ou evento teoricamente possível, sem registros	A geração do aspecto ocorre 40% ≤ Ocorrência < 60% em relação à atividade;
(4)	Frequente	Aspecto e Impacto, ocorre na empresa eventualmente (que pode ser possível, mas ainda é incerto)	A geração do aspecto ocorre 60% ≤ Ocorrência < 80% em relação à atividade;
(5)	Muito Frequente	Aspecto e Impacto, possui grande histórico de ocorrência na empresa	A geração do aspecto ocorre ≥ 80% em relação à atividade.

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

2.3.2.3 Severidade

Representa a intensidade, gravidade potencial do impacto e/ou dano. A tabela 7 demonstra qual o grau de severidade, a pontuação dada para o quesito e a característica em relação ao meio ambiente.

Tabela 7 – Severidade.

	Severidade	Característica (MA)
(0)	Isenta	Inexistência de impacto ambiental;
(1)	Leve	Impacto ambiental restrito ao local de ocorrência;
(2)	Moderada	Impacto ambiental restrito a empresa, reversível com ações mitigadoras;
(3)	Séria	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, reversível com ações mitigadoras ou



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

corretivas;

(4)	Grave	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, reversível com ações corretivas;
(5)	Catastrófica	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, com consequências irreversíveis mesmo com ações corretivas.

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

2.3.2.4 Resultado do meio ambiente

Visto que cada um dos itens analisados tinha valor de peso variando entre 0 e 5, o cálculo do resultado se deu através do percentual relacionado a todos eles. Sendo assim, a equação (1) adotada foi a seguinte:

$$\text{Resultado MA} = \frac{(\text{Abrangência} + \text{Frequência} + \text{Severidade}) \cdot 100}{15} \quad (1)$$

2.4. Avaliação de aspectos ambientais e riscos associados ao trabalho

2.4.1 Avaliação da saúde e segurança

2.4.1.1 Gravidade

Representa a intensidade, gravidade potencial do impacto e/ou dano, conforme dados da tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Gravidade.

Gravidade	Característica (MA)
(0) Isenta	Inexistência de impacto ambiental;
(1) Leve	Impacto ambiental restrito ao local de ocorrência;
(2) Moderada	Impacto ambiental restrito a empresa, reversível com ações mitigadoras;
(3) Séria	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, reversível com ações mitigadoras ou corretivas;
(4) Grave	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, reversível com ações corretivas;
(5) Catastrófica	Impacto ambiental restrito ou não a empresa, com consequências irreversíveis mesmo com ações corretivas.



Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

2.4.1.2 Probabilidade

Expressa a possibilidade de um determinado aspecto ocorrer, podendo variar entre uma ocorrência extremamente remota e muito frequente, conforme tabela 9.

Tabela 9 – Probabilidade.

Classe	Descrição	Frequência
Extremamente remota (1)	Aspecto e Impacto, nunca ocorreu ou está sob controle	A geração do aspecto ocorre < 20% em relação à atividade;
Remota (2)	Aspecto e Impacto, ocorreu em empresas do setor	A geração do aspecto ocorre 20% ≤ Ocorrência < 40% em relação à atividade;
Possível (3)	Aspecto e Impacto, ocorreu em empresas similares, ou evento teoricamente possível, sem registros	A geração do aspecto ocorre 40% ≤ Ocorrência < 60% em relação à atividade;
Frequente (4)	Aspecto e Impacto, ocorre na empresa eventualmente (que pode ser possível, mas ainda é incerto)	A geração do aspecto ocorre 60% ≤ Ocorrência < 80% em relação à atividade;
Muito Frequente (5)	Aspecto e Impacto, possui grande histórico de ocorrência na empresa	A geração do aspecto ocorre ≥ 80% em relação à atividade.

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

2.4.1.3 Resultado da saúde e segurança

Visto que cada um dos itens analisados tinha valor de peso variando entre 0 e 5, o cálculo do resultado se deu através do percentual relacionado a todos eles. Sendo assim, a equação (2) adotada foi a seguinte:

$$Resultado SS = \frac{(Gravidade + Probabilidade) \cdot 100}{10} \quad (2)$$

2.5. Análise da coleta de dados

Os resultados obtidos com relação ao meio ambiente e saúde e segurança, serviram de base para a análise do grau do aspecto ambiental ou risco ocupacional, sendo que os



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

valores obtidos acima de 95 foram considerados não aceitáveis, conforme tabela 10 a seguir.

Tabela 10 – Análise do grau do aspecto ambiental ou risco ocupacional.

Grau do Aspecto Ambiental/Grau de Risco Ocupacional	Resultado
Aceitável	$x \leq 40$
Moderado	$40 < x \leq 65$
Atenção	$65 < x \leq 95$
Não aceitável	$x > 95$

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

Já com relação à significância, a análise foi feita com tolerâncias diferentes para os resultados obtidos em relação ao meio ambiente e saúde e segurança, conforme se observa na tabela 11.

Tabela 11 – Significância.

Significância/Tolerância	Significância
Resultado Meio Ambiente	0 - 50 (N) Não Significativo
	51 - 100 (S) Significativo
Resultado Saúde e Segurança	0 - 40 (N) Não Significativo
	41 - 100 (S) Significativo

Nota: Tabela de autoria do autor do artigo.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

3.1. Aspectos e Impactos Ambientais

A figura 2 ilustra parte da matriz de levantamento e análise dos aspectos e impactos ambientais aplicada conforme metodologia definida e no processo da empresa de estudo de caso.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Figura 2 – Matriz de levantamento e análise dos aspectos e impactos ambientais

Fonte: Autor do artigo

Um resumo dos resultados por processo está apresentado no Quadro 1. Do total de 13 (treze) aspectos ambientais identificados na empresa, 84,6% (oitenta e quatro inteiros e seis décimos por cento) foram considerados significativos.

Quadro 1: Aspectos Ambientais Significativos identificados no processo

Processo da empresa	Total de Aspectos Ambientais identificados (unidade)	Total de Aspectos considerados significativos pela metodologia (%)
Separação	13	84,6

Nota: Quadro de autoria do autor do artigo.

Os impactos ambientais mais recorrentes, entre aqueles levantados na matriz e considerados como significativos foram:

- Contaminação da água por efluente;
- Contaminação do solo por efluente, papel contaminado e estopa contaminada.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

3.2. Riscos, Perigos e Danos à saúde do trabalhador

A figura 3 ilustra parte da matriz de levantamento e análise dos riscos e perigos a SSO aplicada conforme metodologia definida e no processo da empresa de estudo de caso.

Figura 3 – Matriz de levantamento e análise dos riscos e perigos a SSO

Fonte: Autor do artigo

Um resumo dos resultados por processo está apresentado no Quadro 2. Do total de 17 (dezesete) perigos/riscos identificados na empresa, 88,2% (oitenta e oito inteiros e dois décimos por cento) foram considerados significativos.

Quadro 2: Perigos/Riscos Significativos identificados por processo

Processo da empresa	Total de Perigos/Riscos identificados (unidade)	Total de Perigo/Riscos considerados significativos pela metodologia (%)
Separação	17	88,2

Nota: Quadro de autoria do autor do artigo.

Os danos à saúde mais reincidentes, entre aqueles levantados na matriz e considerados como significativos foram:

- Manuseio de ferramentas (defeituosas e/ou com mau uso);



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

- Corte;
- Produto químico;
- Ruído.

Para a verificação detalhada da matriz de aspectos/impactos e riscos/perigos de SSO deverá ser visualizada a parte de apêndice – Apêndice A - deste artigo, porque como se trata de uma extensão relativamente grande, será impressa em folha A3.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

4. CONCLUSÃO

Podemos concluir com a verificação dos resultados, em relação ao resíduo eletroeletrônico, que com o aumento de demanda das usinas de reciclagem a cada dia indiscutivelmente os trabalhadores estão expostos a mais quantidade dos mesmos e os danos à saúde pode ir aumentando ao longo da vida com maior impacto.

Uma avaliação de risco bem feita é de extrema importância neste tipo de situação, para avaliar como os riscos ao que o trabalhador está exposto e como tratar de maneira correta e assim evitar gastos desnecessários com tratamento e afastamento do mesmo.

Neste estudo foi possível mensurar quantos aspectos ambientais e riscos foram significativos. No quadro 1 foi possível verificar que dos 13 (treze) aspectos ambientais, 84,6% (oitenta e quatro inteiros e seis décimos por cento) foram classificados significativos e no quadro 2 dos 17 (dezesete) riscos, 88,2% (oitenta e oito inteiros e dois décimos por cento) foram classificados como significativos e isso demonstra que a atenção que deve-se ter para a separação do lixo eletroeletrônico é alta, porque a longo prazo o impacto na saúde dos trabalhadores pode ser grande e para a empresa esse custo pode ser alto.

Para Freitas (2002) a avaliação de riscos possui um papel absolutamente estratégico de permitir cruzar as informações referentes às exposições - que resultam de determinadas fontes de emissões de poluentes e resultam em concentrações ambientais - com as referentes aos potenciais efeitos sobre a saúde das populações expostas - morbidade e mortalidade resultantes das doses absorvidas.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

REFERÊNCIAS

- A LOGÍSTICA reversa do lixo tecnológico: Um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. Rio Grande do Sul: Revista de Gestão Social e Ambiental.
- ABINEE, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELETRO E ELETRÔNICA. Panorama Econômico e Desempenho Setorial 2010. Abinee, 19 de Março de 2010.
- AFONSO, Júlio Carlos. Impactos Sócio-Ambientais do Lixo Eletroeletrônico. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/2__impactos_socioambientais_do_resduos_eletro_eletrnico___jlio_carlos_36.pdf> Acesso em: 10 de junho de 2015.
- CARROLL, Chris. Lixo High Tech. Disponível em: <<http://www.controversia.com.br/blog/lixo-high-tech/>> Acesso em: 15 de julho de 2015.
- CARVALHO, S.M.L.; SILVA, M.G.C.. Preliminary risk analysis applied to the handling of health-care waste. Braz. J. Chem. Eng., São Paulo , v. 19, n. 4, p. 377-381, Dec. 2002 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-66322002000400004&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 30 de julho de 2015.
- CATADORES de materiais recicláveis. Ministério do meio ambiente. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis>> Acesso em: 24 de junho de 2015.
- CHI, X. et al.. Informal electronic waste recycling: A sector review with special focus on China. Elsevier, 2010. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S0956053X10005696/1-s2.0-S0956053X10005696-main.pdf?_tid=05c32f3a-3ad9-11e5-a53c-00000aab0f01&acdnat=1438714128_d0e434b5c5d96c957ee99f4b7807717f> Acesso em: 04 de agosto de 2015.
- CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I.; KOH, S.C.L.; ROSA, P.. Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. Elsevier, 2014. Disponível em: < http://ac.els-cdn.com/S1364032115005808/1-s2.0-S1364032115005808-main.pdf?_tid=7f1d846a-39d6-11e5-bf2c-00000aacb35e&acdnat=1438603092_5c333434f5ee4847db85d3925e61f0f0> Acesso em: 03 de agosto de 2015.
- E-WASTE. SILICON valley toxics coalition, 2014. Disponível em: < <http://svtc.org/our-work/e-waste/>> Acesso em: 03 de agosto de 2015.
- FREITAS, Carlos Machado de. Avaliação de riscos como ferramenta para a vigilância ambiental em Saúde. Inf. Epidemiol. Sus, Brasília , v. 11, n. 4, dez. 2002 . Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16732002000400005&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 30 de junho de 2015.
- GALBIATI, Adriana F. O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem. Disponível em: <<http://www.limpezapublica.com.br/textos/97.pdf>> Acesso em: 24 de junho de 2015.
- GONÇALVES, A. T. O lado obscuro da High Tech na era do neoliberalismo: Seu impacto no meio ambiente. Disponível em <<http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/o-lado-obscuro-da-high-tech-na-era-do.html>> Acesso em: 25 de junho de 2015.
- HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA RECICLAGEM DE LIXO NO BRASIL. Disponível em: <<http://www.educacao.cc/ambiental/historia-e-evolucao-da-reciclagem-de-lixo-no-brasil/>> Acesso em: 20 de junho de 2015.
- JOHN, V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (Livre Docência) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- KIDDEE, P.; NAIDU, R.; WONG, M.H. Electronic waste management approaches: An overview. Elsevier, 2013. Disponível em < http://ac.els-cdn.com/S0956053X13000147/1-s2.0-S0956053X13000147-main.pdf?_tid=86acd4ba-3a53-11e5-a618-00000aab0f26&acdnat=1438656792_fed112c0ec14bc2f8773e79aee77fe17> Acesso em: 03 de agosto de 2015.
- KRELING, Mônica T. Aterro sanitário da extrema e resíduos sólidos urbanos domiciliares: percepção dos moradores – Porto Alegre – RS. UFRGS, 2006. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7908/000560178.pdf?sequence=1>> Acesso em: 18 de junho 2015.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

- LÄ-MELLA, J., et al. Electronic waste recovery in Finland: Consumers' perceptions towards recycling and re-use of mobile phones. *Waste Management*, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.031>> Acesso em: 04 de agosto de 2015.
- LEAL, Antônio C.; JÚNIOR, Antônio T.; GONÇALVES, Marcelino A. A Reinscrição do lixo na sociedade do capital: UMA CONTRIBUIÇÃO AO ENTENDIMENTO DO TRABALHO NA CATAÇÃO E NA RECICLAGEM, 2010. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal9/Geografiasocioeconomica/Geografiaeconomica/03.pdf>> Acesso em: 19 de junho de 2015.
- LI, B.; DU, H.Z.; DING, H.J.; SHI, M.Y.. E-waste recycling and related social issues in China, Elsevier, 2010. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S1876610211013701/1-s2.0-S1876610211013701-main.pdf?_tid=d1cd6c7e-39e6-11e5-8811-00000aacb35e&acdnat=1438610103_9ab35f73dd302624601f60bdbb9db68c> Acesso em: 01 de agosto de 2015.
- LI, J.; LOPEZ, B.N.; LIU, L.; ZHAO, N.; YU, K.; ZHENG L.. Regional or global WEEE recycling. Where to go?. Elsevier, 2012. Disponível em <http://ac.els-cdn.com/S0956053X1200534X/1-s2.0-S0956053X1200534X-main.pdf?_tid=dce5e7dc-3a3e-11e5-9c12-00000aab0f27&acdnat=1438647917_5c810f82759597f7b49dce12a8a5b94e> Acesso em: 02 de agosto de 2015.
- LOGÍSTICA reversa como mecanismo para redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático. Rio Grande do Sul: Revista eletrônica de ciência administrativa (RECADM).
- MATTOS, K. M. da C.; PERALES, W. J. S. Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28, 2008, Rio de Janeiro. Anais... ABEPRO, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_11709.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2015.
- O LIXO eletroeletrônico: Uma abordagem para o ensino fundamental e médio. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf> Acesso em: 19 de junho de 2015.
- OLIVEIRA, Camila R. Alternativas Tecnológicas para o tratamento e reciclagem do lixo de informática. UFRGS, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28599/000771155.pdf?sequence=1>> Acesso em: 19 de junho 2015.
- PERKINS, D.N.; DRISSE, M.N.B.; NXELE, T.; SLY, P.D.. E-waste: Global Hazard. *Annals of Global Health*, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S2214999614003208/1-s2.0-S2214999614003208-main.pdf?_tid=f257f51c-39dd-11e5-b6cc-00000aacb361&acdnat=1438606292_0ad3135372a2ebf814712ffb99aa5b9c> Acesso em: 02 de agosto de 2015.
- PROJETO "E-waste – Lixo eletrônico". Senai/SC. São Miguel do Oeste: 2010. p.82.
- RECICLAGEM do lixo de informática: uma oportunidade para a química. QUIMICA NOVA, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000700035&script=sci_arttext> Acesso em: 26 de junho de 2015.
- RECICLAGEM e reaproveitamento. Ministério do meio ambiente. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaeis/reciclagem-e-reaproveitamento>> Acesso em: 24 de junho de 2015.
- TANSKANEN, P.; Management and recycling of electronic waste. Elsevier, 2013. Disponível em <http://ac.els-cdn.com/S1359645412007999/1-s2.0-S1359645412007999-main.pdf?_tid=af87e128-3a9d-11e5-b2c3-00000aacb35f&acdnat=1438688643_5d975991ac5e5ea5c754a25a50c3851a> Acesso em: 03 de agosto de 2015.
- ZHENG, J.; CHEN, K.H.; YAN, X.; CHEN S.J.; HU, G.C; PENG X.W.; YUAN J.G.; MAI B.X.; YANG Z.Y. Heavy metals in food, house dust, and water from an e-waste recycling area in South China and the potential risk to human health. Elsevier, 2012. Disponível em <http://ac.els-cdn.com/S0147651313002595/1-s2.0-S0147651313002595-main.pdf?_tid=7fbd69ec-3a28-11e5-80fa-00000aacb35e&acdnat=1438638312_8f5a1c9a23a2ed21c811d4d9e4f8143a> Acesso em: 01 de agosto de 2015.



Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

APÊNDICE A