

CARACTERIZAÇÃO DE CARTUCHOS DE TINTA DE IMPRESSORA USADOS QUANTO À PERICULOSIDADE

CHARACTERIZATION OF PRINTER INK CARTRIDGES USED FOR HAZARDOUSNESS

*Andressa Siegle Trigo Gomes^a, Maria Tereza Weitzel Dias Carneiro Lima^b,
Luciana Harue Yamane^{a,*}, Renato Ribeiro Siman^a*

^aUniversidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Ambiental, Av. Fernando Ferrari, 514 - *Campus* Goiabeiras, Vitória, ES, Brasil

^bUniversidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Química, Av. Fernando Ferrari, 514 - *Campus* Goiabeiras, Vitória, ES, Brasil

RESUMO

Em função do extensivo uso de cartuchos de tinta de impressoras, sua contínua geração, acúmulo e/ou descarte incorreto, e ainda, da possibilidade de vazamentos da tinta residual, faz-se necessário classificar a periculosidade dos cartuchos usados visando o gerenciamento adequado. Os cartuchos de tinta de impressora usados foram coletados na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e em lojas de recargas de cartuchos e toners, e foram analisados separadamente seguindo o procedimento descrito na ABNT NBR 10.005. Análises de espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) foram utilizadas para quantificar os metais (As, Ba, Cd, Pb, Cr, Ag, Se) presentes no extrato lixiviado dos cartuchos de tinta inteiros. Os resultados mostraram que todos os metais analisados estão abaixo do limite disposto na NBR 10.004, com isso os cartuchos de tinta de impressora usados analisados, de acordo com a metodologia descrita no presente estudo, foi classificado como resíduo não perigoso.

Palavras Chave – resíduos de equipamentos eletroeletrônicos; cartuchos de tinta de impressora; caracterização ambiental; metais; periculosidade.

ABSTRACT

Due to the extensive use of ink cartridges of printers, their continuous generation, accumulation and / or incorrect disposal, and also the possibility of residual ink leaks, it is necessary to classify the hazardousness of used cartridges for their proper management. The used printer ink cartridges were collected at the Federal University of Espírito Santo (UFES) and at cartridges and toner refill stores. These were analyzed separately following the procedure described in ABNT NBR 10.005. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) analyzes were used to quantify the metals (As, Ba, Cd, Pb, Cr, Ag, Se) present in leach extract from whole ink cartridges. The results showed that all metals analyzed are below the limit set forth in NBR 10.004, so the used printer ink cartridges analyzed, according to the methodology described in the present study, are classified as non-hazardous waste.

Keywords – waste of electric and electronic equipment; printer ink cartridges, environmental characterization; metals; hazardousness.

* *Autor para correspondência. Corresponding author.*

E-mail: lucianayamane@gmail.com

(Dra. Luciana Harue Yamane)

1. INTRODUÇÃO

Dentro da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) destacam-se os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Segundo Rodrigues (2012), o setor da indústria eletroeletrônica ilustra a rápida dinâmica de produção, devido ao crescimento do consumo e consequente geração de resíduos sólidos. Isso ocorre não só devido ao rápido desenvolvimento tecnológico e à expansão do mercado, mas principalmente devido à tendência do encurtamento do tempo de vida útil dos equipamentos elétricos e eletrônicos (RODRIGUES, 2012).

A acelerada revolução tecnológica dos últimos anos produziu equipamentos em larga escala com variadas utilidades, propiciando um aumento na quantidade e diversidade de equipamentos eletroeletrônicos (NATUME, SANT'ANNA, 2011). Cartuchos de tinta de impressora e toners também fazem parte deste segmento e merecem atenção devido ao seu consumo e potencial poluidor (CIROTTI, 2013).

Os equipamentos eletroeletrônicos podem apresentar até 60 tipos de elementos diferentes, sendo alguns valiosos e outros perigosos (StEP, 2009). O manuseio e/ou descarte incorreto dos REEE têm o potencial de causar problemas à saúde humana e ao meio ambiente, por meio da contaminação, principalmente, do solo e das águas subterrâneas (ROCHA et al., 2009).

A classificação quanto à periculosidade e a padronização do ensaio de periculosidade são normatizados pela ABNT, segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.004, em conjunto com a NBR 10.005. A NBR 10.004 tem a finalidade de classificar resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, onde consta uma relação de diversos materiais considerados perigosos, indicando qual o resíduo e sua procedência, qual o constituinte perigoso e qual a característica de periculosidade. Resíduos não citados na NBR 10.004, como os REEE, devem ser submetidos ao ensaio de lixiviação segundo a NBR 10.005 (DIAS, 2015).

A classificação então é baseada nos metais presentes nos componentes utilizados na fabricação dos equipamentos eletroeletrônicos (EEE), e a partir do ensaio é possível determinar a periculosidade do REEE estudado (CARVALHO, et al. 2011; PINHEIRO, et al. 2013). Dias (2015), Sant'anna, Moura & Veit (2013) e Juchneski (2013) desenvolveram estudos sobre caracterização de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e classificaram seguindo as normas NBR 10.004 e NBR 10.005.

Em função do extensivo uso de cartuchos de tinta na UFES, assim como em outras instituições de ensino, sua contínua geração e acúmulo e ainda, da possibilidade de vazamentos da tinta residual, o objetivo deste trabalho foi classificar a periculosidade dos cartuchos de tinta de impressoras usados visando o gerenciamento adequado, segundo a NBR 10.005 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2 METODOLOGIA

2.1 Cartuchos de tinta de impressora usados

Os cartuchos de tinta de impressora usados foram coletados na UFES e em lojas de recargas de cartuchos e toners no período de agosto a outubro de 2016, de forma a se obter uma amostra que foi dividida em dois sublotes: Lote A e Lote B.

O Lote A, composto de 66 cartuchos de tinta de 2 modelos diferentes foi utilizado para a determinação da solução de extração. A tinta residual foi extraída manualmente com auxílio de guilhotina para abertura dos cartuchos, totalizando 108,18g.

O Lote B, formado por 32 cartuchos com peso total de 839,59g, foi subdividido em 9 lotes, conforme Quadro 1, e foram utilizados nos ensaios de lixiviação preconizados pela NBR 10.005.

Quadro 1. Descrição dos lotes de cartuchos de tinta de impressora utilizados no ensaio de lixiviação.

Lotes/modelo	Quantidade	Peso total do lote (g)
HP 92	4	92,24
HP 93	3	97,32
HP 60 (preto)	4	100,59
HP 60 (colorido)	3	99,22
HP 74	3	84,62
HP 75	3	95,25
HP 28	2	80,1
HP 662 (preto)	4	98,65
HP 662 (colorido)	3	91,6
Total	32	839,59

Como pode ser observado na Quadro 1, apenas cartuchos da marca HP compõem os 9 lotes devido à dificuldade de obter cartuchos de outras marcas em quantidade suficiente para realização do ensaio de lixiviação.

A caracterização foi realizada com os cartuchos de tinta inteiros, e não triturados, conforme preconiza a NBR 10.005. A escolha por analisar o cartucho de tinta inteiro tem como objetivo avaliar se ocorre o vazamento da tinta residual, simulando, dessa forma, a possibilidade de contaminação no caso do descarte inadequado. Percebeu-se que na trituração o conteúdo residual de tinta não seria obtido na íntegra, pois poderia - se acumular nas paredes internas do moinho.

2.2 Caracterização ambiental dos cartuchos de tinta de impressora usados segundo a NBR 10.005.

Os 9 lotes de cartuchos foram analisados separadamente seguindo o procedimento descrito na NBR 10.005 e considerando o resíduo como 100% sólido, conforme orientação da norma que considera resíduos de tintas como sólido.

Com intuito de avaliar o descarte do cartucho em relação ao vazamento do resíduo de tinta, e por ser inviável tecnicamente a moagem do cartucho sem perda de amostra, o procedimento foi realizado com o cartucho inteiro. Assim foi possível simular o que acontece quando estes são encaminhados para sua destinação final mais comum, a saber: aterros sanitários e depósitos clandestinos de disposição irregular de resíduos sólidos. Com isso alguns procedimentos descritos na norma foram adaptados e outros foram incluídos e são detalhados a seguir.

Para determinar a solução de extração a ser utilizada no ensaio de lixiviação, uma alíquota de 5g de tinta residual removida do Lote A foi transferida para um béquer de 250mL de capacidade nominal, ao qual adicionou-se 96,5mL de água deionizada, cobrindo em seguida com vidro de relógio. A mistura foi agitada por 5min com agitador magnético e ao final, o pH medido foi 1,45. Como o pH foi menor que 5, a solução de extração determinada foi a nº1, que consiste em adicionar 5,7mL de ácido acético glacial e 64,3mL de NaOH 1,0N, completando com água deionizada o volume para 1L. O pH final da solução extratora deve ser $4,93 \pm 0,05$.

Conforme descrito na NBR 10.005, os lotes, contendo aproximadamente 100g de cartuchos de tinta inteiros, foram adicionados em frascos de vidro de 2L (previamente descontaminados) de capacidade nominal juntamente com a solução extratora. O frasco foi mantido sob agitação durante 18 ± 2 h à temperatura de 25°C com uma rotação de 30 ± 2 rpm no agitador rotatório, da marca TecnoLab, modelo TEC AL.

Finalizado o ensaio de lixiviação, a lixívia foi filtrada com papel de filtro quantitativo C42 faixa azul com auxílio de uma bomba de filtração a vácuo (marca Quimis; modelo 09558). Amostras de aproximadamente 150mL da lixívia filtrada foram retiradas e em cada frasco foi adicionado 1,5mL de HNO₃/L para preservação da amostra.

As amostras foram analisadas respeitando o estabelecido na norma que é de 28 dias para mercúrio e 180 dias para os outros metais. Análises por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) foram utilizadas para quantificar os metais (As, Ba, Cd, Pb, Cr, Ag, Se) presentes no extrato lixiviado dos cartuchos de tinta inteiros. Para a quantificação dos metais foi utilizado equipamento da marca PerkinElmer, modelo Optima 7000DV.

2.3 Classificação dos cartuchos de tinta usados quanto à periculosidade

Com base nos resultados das análises de ICP OES, os lotes de cartuchos de tinta foram classificados de acordo com a NBR 10.004. A norma estabelece o limite máximo de metais no extrato lixiviado, apresentado no Anexo F da NBR 10.004, conforme reproduzido no Quadro 2:

Quadro 2. Limite máximo de metais no lixiviado obtido no ensaio segundo a ABNT NBR 10.004:2004.

Parâmetro	Limite máximo no lixiviado mg/L
Arsênio	1,0
Bário	70,0
Cádmio	0,5
Chumbo	1,0
Cromo total	5,0
Fluoreto	150,0
Mercúrio	0,1
Prata	5,0
Selênio	1,0

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização ambiental dos cartuchos de tinta de impressora usados segundo a nbr 10.005 e classificação quanto à periculosidade

Após a realização dos ensaios seguindo a metodologia descrita anteriormente, obteve-se os resultados apresentados no Quadro 3. O Quadro 3 mostra que todos os metais determinados ficaram abaixo do limite de quantificação do método. Comparando os limites de quantificação do Quadro 3 com os limites da NBR 10.004, verifica-se que, seguindo os procedimentos descritos, para nenhuma amostra da concentração de metais foi acima do limite da NBR 10.004, assim sendo, o resíduo sólido analisado enquadra-se como Resíduos Classe II – não perigoso.

Quadro 3. Concentração (mg/L) de elementos traço obtidas por ICP OES. Onde LD e LQ equivalem ao limite de detecção e quantificação do método, respectivamente.

Parâmetro	Amostras									LD (mg/L)	LQ (mg/L)	Limite NBR 10.004 (mg/L)
	Hp 92	Hp 93	Hp 60 (pt)	Hp 60 (cl.)	Hp 74	Hp 75	Hp 28	Hp 662 (pt.)	Hp 662 (cl.)			
Arsênio	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,054	0,179	1,0
Bário	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0034	0,0132	70,0
Cádmio	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,03	0,5
Chumbo	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,024	0,08	1,0
Cromo Total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,005	0,017	5,0
Fluoreto	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	150,0
Mercúrio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,1
Prata	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0004	0,0015	5,0
Selênio	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,08	0,26	1,0

Como não foram identificados em pesquisas bibliográficas estudos que caracterizassem cartuchos de impressora, foram utilizados, para fins de comparação, estudos com outros tipos de REEE e seus componentes.

Juckneski (2013) caracterizou seguindo os procedimentos da NBR 10.005, a PCI presente na tela de LCD. A análise do extrato lixiviado mostrou que dentre os elementos analisados todos ficaram abaixo do limite disposto na NBR 10.004, classificando este componente como Classe II – não perigoso. Neste mesmo estudo, Juckneski (2013) analisou outro componente do resíduo, a tela de vidro do LCD e, diferentemente da PCI, o extrato analisado continha um elemento, fluoreto, que ficou acima do limite e então classificando como resíduo Classe I – perigoso.

O resíduo eletroeletrônico em geral é considerado perigoso, por exemplo, no âmbito da Convenção da Basileia, onde o REEE é considerado perigoso e está, portanto, sujeito a devida regulamentação (ABDI, 2013). Porém como pode ser visto no estudo realizado e no estudo citado anteriormente, nem todos os componentes dos REEE são perigosos.

Apesar da presente pesquisa e do estudo realizado por Juckneski (2013), terem classificado os componentes dos REEE como não perigoso, outros dois estudos que seguiram os procedimentos das Normas Brasileiras para a classificação quanto a periculosidade, obtiveram resultados diferentes.

Dias (2015), caracterizou módulos fotovoltaicos, onde a solução lixiviada analisada mostrou que os elementos fluoreto, prata, cádmio e cromo total, estavam abaixo do limite, porém um único elemento acima do limite caracteriza o resíduo como perigoso, e nesta análise o elemento chumbo estava acima do limite, classificando o resíduo como perigoso, Classe I.

Sant'anna, Moura & Veit (2013) analisaram a PCI assim como Juckneski (2013), porém de telefones celulares, e obtiveram resultados diferentes. Onde assim como Dias (2015), o elemento chumbo encontrava-se acima do limite máximo permitido no lixiviado. Sant'anna, Moura & Veit (2013) classificaram os telefones celulares como resíduo perigoso através do resultado da caracterização da PCI deste resíduo.

Os cartuchos de tinta de impressora usados, a partir da determinação de metais, foram classificados como não perigosos, porém existem outros elementos que podem conferir periculosidade para o resíduo. A poeira de carbono e o negro de fumo produzidos a partir da combustão incompleta de derivados pesados de petróleo, que compõem os cartuchos de tinta de impressora, aparelhos de fax e copiadoras, são substâncias tóxicas que podem contaminar via inalação de poeira, causando comprometimento pulmonar (GOUVEIA, FERRON, KUNO, 2014).

Ressalta-se que o presente trabalho não avaliou a composição polimérica dos cartuchos coletados, apenas a tinta residual, mas a incineração de REEE também é uma prática comum, apesar dos riscos inerentes, prevista inclusive pela Lei Estadual nº 9.941 do Estado do Espírito Santo como uma das formas de tratamento permitida para REEE.

A partir do resultado da classificação quanto à periculosidade, cabe-se colocar algumas ressalvas quanto aos procedimentos seguidos. Primeiramente, os cartuchos não foram triturados, conforme orienta a NBR 10.005, isto devido à tinta residual presente nos mesmos. Seria inviável a trituração do resíduo tanto por contaminar o moinho, quanto por grande parte da tinta residual ser perdida nesse processo.

Outro aspecto importante a ser abordado é que o metal mercúrio não pode ser determinado, pois o ICP OES utilizado não tinha a sensibilidade necessária. Para tanto, um ICP MS poderia ser utilizado, mas o mesmo encontrava-se fora de funcionamento durante a realização do trabalho. A fabricação de tinta está incluída como uma das principais formas de contaminação através do mercúrio por Jung (2004) e Laskoski (2003). As indústrias de cloro-soda, de equipamentos eletroeletrônicos, de fabricação de tintas, entre outras, são consideradas consumidoras de mercúrio, perfazendo 55% do total consumido (JUNG, 2004). Laskoski

(2003) cita como algumas das principais formas de contaminação por mercúrio as seguintes atividades: extração do mineral de mercúrio, fabricação de soldas e aparelhos, de tintas, pilhas e acumuladores, recuperação de mercúrio por destilação dos resíduos industriais, entre outros. Em ambos estudos a fabricação de tintas está incluída como uma das principais atividades que consomem mercúrio, o que faz a análise desse metal nos cartuchos de impressora importante para a classificação de periculosidade.

Apesar dos resultados obtidos nos ensaios de lixiviação classificarem os cartuchos de tinta analisados como resíduos não perigosos, a falta do resultado para concentração de mercúrio, bem como da composição dos outros materiais que compõem o cartucho não permitem concluir que os cartuchos de tinta analisados não contenham outros elementos que possam vir a conferir periculosidade. Corroborando com este fato, adicionalmente, podem ser citados alguns documentos que classificam os cartuchos de tinta como perigosos, apesar de não detalhar o processo de classificação.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, elaborado em 2008 pelo Ministério Público do Estado do Paraná, diz que os cartuchos de impressão/tonner são classificados como resíduos perigosos, tendo em vista os elementos de sua composição e reporta ainda que devido à possível contaminação de suas embalagens, deve-se haver um maior cuidado no seu gerenciamento.

O Manual de Gestão de Resíduos Perigosos elaborado pela Eletrobrás, em 2014, apresenta uma listagem dos principais resíduos perigosos gerados nos diversos processos relacionados às atividades executadas pelas Empresas de Distribuição Eletrobrás. Em atividades administrativas com utilização de material de escritório, os resíduos perigosos citados são: equipamentos eletroeletrônicos, pilhas, baterias, toner, fitas, cartuchos de impressoras e fotocopiadores.

O grupo Fragmaq cita em reportagem com título “Destinação de resíduos perigosos: atenção quanto ao descarte”, publicada em 21 de dezembro de 2012 que pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, remédios vencidos, embalagens de produtos inseticidas, latas de tinta, cartuchos de tinta de impressora, tonners, óleos vegetais e minerais queimados, pneus, dentre outros artefatos, são classificados como resíduos perigosos.

Em comum, os estudos e reportagens supracitados, não fazem referência a nenhuma metodologia para classificação quanto à periculosidade dos cartuchos de impressora, o que demonstra a carência de metodologias padronizadas e específicas para a classificação dos REEE, de forma geral, em virtude das particularidades deste tipo de resíduo sólido.

A classificação de periculosidade incompleta pode acarretar na falta de informação sobre o procedimento adequado para o tratamento e/ou a disposição final dos cartuchos de tinta usados e faz com que os consumidores e, principalmente, os estabelecimentos que fazem a recarga dos cartuchos de tinta, conforme observado na fase de coleta do resíduo, acumulem os mesmos por desconhecer as formas de gerenciamento.

4 CONCLUSÕES

Com a realização do ensaio de lixiviação seguindo a NBR 10.005, com modificações, a análise por ICP OES mostrou que os metais arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo total, prata e selênio estão abaixo do limite determinado na NBR 10.004, sendo, portanto, classificado como resíduo não perigoso, apesar dos cartuchos de tinta serem comumente reportados como resíduos perigosos.

A classificação de periculosidade dos cartuchos de tinta estudados focou no vazamento de tinta residual, porém não contemplou a análise dos parâmetros fluoreto e mercúrio devido às dificuldades técnicas, bem como da composição dos materiais que compõe a carcaça do cartucho, que também podem influenciar na classificação.

A periculosidade de um resíduo sólido, como os cartuchos de tinta usados, implica diretamente no gerenciamento do mesmo, e a falta desta informação pode acarretar no acúmulo desnecessário e no tratamento e/ou disposição final inadequados. Além disso, outra implicação se relaciona com a logística reversa, visto que resíduos considerados perigosos exigem licenças e normas para que possam ser transportados, encarecendo ainda mais a logística reversa.

Todos os cartuchos de tinta de impressora analisados são da marca Hewlett Packard (HP), que possui um programa de logística reversa para seus cartuchos, a partir de ferramentas de coleta e entrega dos cartuchos disponibilizados no site da empresa, no entanto, mesmo com essa ferramenta disponível, na etapa de coleta dos cartuchos verificou-se que os estabelecimentos não tem conhecimento sobre esse programa visto a grande quantidade acumulada e ainda, verificou-se que a abrangência é limitada a somente dois pontos, ambos localizados no município de Vila Velha, para todo o Estado do Espírito Santo, Brasil.

Como recomendação, pela impossibilidade do resíduo ser triturado, a tinta residual presente nos cartuchos de tinta de impressora usados, não foi exposta diretamente a solução extratora ficando como sugestão para futuros trabalhos a análise da tinta residual pura, dos parâmetros mercúrio e fluoreto, além do estudo da composição dos outros materiais que compõem os cartuchos de tinta, em especial, os poliméricos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo financiamento da pesquisa (Processo nº68781369/2014).

REFERÊNCIAS

- ABDI (2013). *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise da Viabilidade Técnica e Econômica*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Brasília, Brasil, 179 f.
- ABNT (2004). NBR nº 10.004, de 30 de novembro de 2004. *Resíduos Sólidos - Classificação*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2. ed. Brasil.
- ABNT (2004). NBR nº 10.005, de 30 de novembro de 2004. *Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2. ed. Brasil.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População do Brasil*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 18/08/2016.
- Carvalho P. P., Pereira R. S., Guevara A. J. H., Garcia, M. N. (2011). *Equipamentos eletroeletrônicos: um estudo sobre o processo de descarte nas prefeituras do Grande ABC Paulista*. Apresentado no IX Ciclo de Debates em Economia Indústria, Trabalho e Tecnologia, PUC – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, Brasil.
- Cirotto M. F. S. (2013). *Abordagem do correto descarte de cartuchos de tinta e toners por meio de cartilha educativa*. Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Centro Universitário de Brasília, Brasil, 15f.
- Dias P. R. (2015). *Caracterização e reciclagem de materiais de módulos fotovoltaicos (painéis solares)*. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Ciência e tecnologia de materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 83f.
- ELETROBRAS. *Manual de gestão de resíduos perigosos*. 119f. Rio de Janeiro, Brasil, 2014.
- FRAGMAQ. Destinação de resíduos perigosos: atenção quanto ao descarte! Publicado em 21 de dezembro de 2012. Disponível em <<http://www.fragmaq.com.br/blog/destinacao-de-residuos-perigosos/>>. Acesso em: 02/07/2017.

Gouveia N., Ferron M. M., Kuno R. (2014). Os impactos dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos na saúde. In: CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. *Gestão de Resíduos Eletroeletrônicos*. 1 Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 113-128.

Hieronmymi K. (2012). Chapter 27 – Hewlett-Packard’s WEEE management strategy. p. 613-637. In: GOODSHIP, V. & STEVELS. A. *Waste electrical and electronic equipment (WEEE) handbook*. Woodhead Publishing. 723p.

Hewlett-Packard (HP). HP Planet Partners Brasil. Disponível em: <<http://www8.hp.com/br/pt/ads/planet-partners/index.html>>. Acesso em: 02/07/2017a.

Hewlett-Packard (HP). Programa de reciclagem HP. Disponível em: <<http://www8.hp.com/br/pt/hp-information/environment/product-recycling.html>>. Acesso em: 02/07/2017b.

Juchneski N.C.F. (2013). *Monitores de LCD: caracterização dos materiais e processamento mecânico das placas de circuito impresso*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 98f.

Jung A. (2004). *Avaliação do risco de exposição ao mercúrio elementar em uma unidade de terapia intensiva*. Dissertação de mestrado profissionalizante em engenharia. Porto Alegre, Brasil.

Laskoski C. (2003). *Metais pesados mercúrio e chumbo*. Trabalho de conclusão de curso de Farmácia da Universidade Tuiuti do Paraná, Brasil. 31f.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ (2008). *Plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS*. 96f. Curitiba, Brasil.

Mourão R. F., Seo E. S. M. (2012). Logística reversa de lâmpada fluorescentes. *Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade*. v.7, n.3. 19f.

Natume R. Y., Sant’anna F. S. P. (2011). Resíduos Eletroeletrônicos: Um Desafio Para o Desenvolvimento Sustentável e a Nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 3º International Workshop Advancedes in Cleaner Production. São Paulo, Brasil. p.9.

Pinheiro B. C. A., Abreu V., Machado P., Sousa S. F. (2013). Caracterização e classificação de resíduo gerado na indústria de metal-mecânica. *Revista Analytica*. n.66, p. 64-69.

Rocha G. H. T., Gomes F. V. B., Porte M. S., Portugal S. M., Almeida R. N., Ribeiro J. C. J. (2009). *Diagnóstico de Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais*. Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Brasil. 85 f.

Rodrigues A. C. (2012). *Fluxo domiciliar de geração e destinação de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de São Paulo/SP: caracterização e subsídios para políticas públicas*. 246f. Tese (Doutorado) - Departamento de Ciências, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 247 f.

Rodrigues A. C., Gunther W. M. R., Boscov M. E. G. (2015). Estimativa da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos de ordem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.20, n.3 p. 437-447.

Sant’anna H. B. S., Moura F. J., Veit H. M. (2013). Caracterização físico-química de placas de circuito impresso de aparelhos de telefone celular. *Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração*. São Paulo, v.10, n.3. p. 231-238.

Sigris C. S. L., Fonseca L. F. B., Veiga J. M., Paiva J. M. F., Moris V. A. S. (2015). Desenvolvimento de ponto de coleta de resíduos eletroeletrônicos. *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*. v.19, n.2, p. 1423-1438.

StEP (2009). *Recycling - From E-waste to Resources*. Solving The E-waste Problem (Org.). 120 f.