



EXTRAÇÃO DE METAIS A PARTIR DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: EXTRAÇÃO MANUAL DO OURO PRESENTE EM COMPONENTES DE COMPUTADORES.

Leticia Correia SOARES¹, Eva Emanuela Lopes MARTINS², Gabriela Augusto da SILVA³,
Maria Francisca Izaneide Alves de LIMA⁴, Edilson Leite da SILVA⁵

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: lecorreiasoares@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: evaemanuelalopesmartins@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: gabriellanaugusto@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: Izaneidealves27@gmail.com

Professor Mestre do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: souedilsonleite@gmail.com

Resumo: A necessidade de trabalhar uma problemática que faz parte da vida de todas as pessoas e relatar os cuidados com o meio ambiente, impulsionou a criação do programa/projetos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) resíduos eletrônicos, o qual tem como objetivo principal contribuir para reduzir os resíduos eletrônicos de Cajazeiras/PB e região, mostrando que mesmo na sociedade capitalista e consumista atual é possível diminuir o descarte incorreto dos resíduos eletrônicos e/ou fazer um reuso desses materiais. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar métodos para extrair ouro presente em componentes de computadores, pesquisados como atividade do programa 3Rs. Quanto aos procedimentos metodológicos, é uma pesquisa bibliográfica de cunho descritivo, aplicada e quali-quantitativa. Através dela usando de materiais simples e de uma demanda significativa de tempo conclui-se que é possível descartar esses resíduos sem a presença de metais como o ouro que prejudicam o ambiente e os seres vivos em geral.

Palavras chaves: Resíduos eletrônicos; Ouro; Extração; Meio ambiente.

Abstract: The necessity to work with a problematic that is part of everyone's life and relate the Environment cautions, pushed the criation of the program/project (Reduce, Reuse andRecycle) eletronic residues, wich the main propose is to contribute for reducing of theelectronic residues in Cajazeiras/PB and region, explaining that even in the actual capitalist and consumerist society is possible to decrise the incorrect disposal of eletronic residues and/or reuse these materials. This research has the objective of show the methods to extract the gold present in the computer components, researched as activiteof the program 3Rs. In terms of methodological procedure, it is a discriptive, applied, qualitative and quantitative bibliographical survy and through this, using simple materials and a significant demand of time it is concluded that is possible to discard these waste without the metals such as gold wich are harmful for the environment and the living beings in general.

Keywords:Eletronic residues, Gold, Extraction, Environment.

INTRODUÇÃO



O programa de extensão 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) resíduos eletrônicos é desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cajazeiras/PB, e aplica os princípios desses 3Rs para contribuir na redução do resíduo eletrônico do *campus*, cidade e região. O programa objetiva também auxiliar as pessoas e conscientiza-las sobre a problemática referente aos impactos ambientais causados pela produção exagerada desses resíduos.

É de grande valia trabalhar com essa temática nas suas variadas formas, hoje em meio a grandes avanços tecnológicos e a rapidez na produção que acelera significativamente o aumento de novos resíduos depositados no meio ambiente de forma inadequada. O homem não consegue manter um controle efetivo sobre esse processo.

O consumo exagerado, a produção desenfreada e a obsolescência de equipamentos eletrônicos têm como consequência um aumento significativo de resíduos eletrônicos, o consumo tornou-se extremamente desequilibrado não só pelo fato do aumento das populações mais também pelos grandes avanços tecnológicos onde cada vez mais surgem novos modelos, equipamentos avançados e modernos, sejam eles celulares, computadores, televisores, impressoras, tablets, aparelhos de som, entre outros.

Segundo Floresti (2018), A estimativa é que, em média, sejam descartados 6,7 quilos de “lixo” eletrônico para cada habitante do nosso planeta. No Brasil, o problema não é menor. O país está em sétimo lugar no ranking de maior produtor do mundo, com 1,5 mil toneladas por ano, estima-se que em 2018 cada pessoa jogará fora pelo menos 8,3 quilos de eletrônicos.

O autor afirma ainda que “no Brasil quase todo lixo eletrônico (e-lixo) é descartado de forma errada”, e que dos 8,3 quilogramas de e-lixo que é produzido por ano, só 3% é destinado para os centros de reciclagem. Dessa forma, confirma-se o fato de que grande parte desses resíduos estão sendo depositados no meio ambiente, e como os resíduos eletrônicos, diferentes dos lixos comuns, apresentam um elevado grau de poluição e contaminação devido à composição dos mesmos, essa questão torna-se mais preocupante.

O grande problema está no fato desses equipamentos eletrônicos geralmente trazerem em seus componentes uma grande quantidade de materiais perigosos, esses materiais são em grande parte metais, podendo causar sérios impactos ao meio ambiente quando descartados



incorretamente. Segundo a TechinBrazil (2015) “Pesquisas recentes mostram que o impacto não é apenas ambiental”, existem grandes impactos econômicos, pois a maior parte destes metais podem ser reciclados e retornados ao processo de fabricação, ou podem ser reutilizados para outros fins. O que causaria uma elevada economia de energia e dos recursos naturais.

Os equipamentos eletrônicos, tanto os modernos, como os mais antigos podem conter até 60 tipos diferentes de elementos, muitos desses são extremamente perigosos. TechinBrazil (2015). Elementos que quando descartados incorretamente podem chegar aos leitos dos rios e lençóis freáticos, causando grandes impactos, para o meio ambiente, os seres humanos e os animais.

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar métodos manuais para extrair ouro presente em componentes de computadores, pesquisados como atividade do programa 3Rs.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como material de pesquisa, utilizou-se inicialmente de uma fonte em bases de dados online como o Google acadêmico a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) o portal de periódicos da CAPES e principalmente diversos vídeos do You Tube que mostraram diferentes métodos para a extração.

Quanto aos métodos, a pesquisa é classificada conforme Prodanov e Freitas (2013), como de natureza aplicada, com objetivo, procedimento bibliográfico e abordagem quali-quantitativa. A justificativa desta classificação, visto que foi aplicada ao caso específico do ouro, é descritiva, pois os autores apenas descrevem a experiência sem interferência nas informações bibliográficas, por se fundamentar na bibliografia já existente e quali-quantitativa por apresentar uma análise das informações através de dados numéricos, mas também através da relação da literatura pesquisada e a realidade encontrada no programa 3Rs.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Regulamentação para o tratamento de lixo eletrônico

A Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa Lei é recente para nosso país, talvez por este motivo não seja seguida com muito ímpeto, por isso, os consumidores devem exigir dos produtores que sigam a Lei



quanto ao tratamento correto para o e-lixo, os mesmos devem tratar da disposição final, ambientalmente adequada.

Existe a chamada logística reversa que determina aos produtores coletar os produtos quando descartados pelos consumidores. Um exemplo: uma empresa que fabrica celulares tem a total responsabilidade pelo recolhimento dos aparelhos descartados. Além disso tem a obrigação de informar ao consumidor o local onde deve ser devolvido esses aparelhos, é dessa forma que funciona a logística reversa. Mas sabe-se que isso não acontece na realidade, e as pessoas ou colocam esses equipamentos no lixo comum, ou acumulam nas suas casas.

A grande falha dessa Lei é que ela trata do regulamento para o lixo no geral, sem fazer especificação para os resíduos. Mesmo assim, é aplicada de acordo com o art. 33 onde os produtores são os responsáveis pela disposição ambientalmente correta do que produzem, porém, os consumidores têm papel crucial nesse ciclo, pois os mesmos devem levar o devido material até os postos de coleta. Brasil (2010) Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Outro artigo de destaque da (PNRS) é o art. 49.

É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação. (BRASIL, 2010, Art. 49).

Então, através dessa pesquisa pode-se comprovar o que foi retratado anteriormente e, de certa forma, confirmar que é necessário a reutilização/recuperação e reciclagem deste material, principalmente pelo fato de que a grande maioria quando descartado de forma incorreta causa sérios danos ao meio ambiente, impactos muitas vezes irreversíveis.

Segundo Daniel (2014) o Estado é o responsável por promover o bem-estar da população, para isso é de suma responsabilidade apresentar as formas corretas do descarte e a destinação final dos resíduos sólidos. A falta de conhecimento e informação das pessoas é o fato mais preocupante. Não entender que todo dano feito à natureza é retornado às pessoas de forma perigosa.



Os elementos constituintes dos resíduos eletrônicos são classificados como vilões silenciosos ao mesmo tempo em que são extremamente importantes para os avanços tecnológicos, acabam passando despercebidos aos olhos humanos e ingeridos indiretamente por nós através do ar ou da água contaminada por esses elementos, ocasionando diversas doenças, como câncer de pulmão, de próstata, osteoporose, anemia, problemas nos rins entre outras. Para contribuir na minimização desses problemas, uma das formas é trabalhar esta temática no contexto da Educação Ambiental.

Educação ambiental

Este se caracteriza como tema transversal e é de suma importância que seja tratado com exclusividade, é necessário para que haja a conscientização das pessoas a corrente agressividade que os mesmos promovem para o meio ambiente. A terra é fonte natural de tudo que é produzido. Então como se percebe, as grandes potências acreditam que deve primeiro explorar em massa tudo que ela pode nos oferecer, e depois tentar reparar os danos.

Porém, sabe-se que todo recurso natural é esgotável. O correto seria manter um equilíbrio entre produção e cuidados. Segundo a Lei Federal No 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999.

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, art. 1o).

Afirma-se, por meio deste artigo, uma definição real sobre a educação ambiental, onde o ser humano individualmente tem obrigação e deveres com o meio ambiente. A conservação é essencial para termos uma vida sadia e de boa qualidade, então, é necessário a participação efetiva de todos, formando um ciclo de vida sustentável.

Ainda sobre a Lei, no artigo 11 é definido o papel crucial que todo o professor tem com a Educação Ambiental “A dimensão ambiental deve constar nos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas.” E no parágrafo único, acrescenta.



TRABALHO COMPLETO

“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”

07 a 09
de novembro

Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental. (BRASIL, 1999, art. 11).

Observa-se, em especial neste parágrafo, a participação dos professores, pois o mesmo demonstra o quanto é importante tratar em todos os âmbitos da educação ambiental. É papel fundamental do professor atuante trabalhar essa temática, e o mesmo tem o direito de receber uma formação complementar nas suas áreas de atuação. Os educadores, em geral, devem manter-se preocupados com essa questão. As pessoas necessitam estar bem informadas.

Crianças têm um poder de compreensão e difusão das coisas mais do que os adultos, então, tudo que elas aprendem nas escolas reproduzem de forma efetiva para os pais e parentes. Se professores e instituições governamentais mantivessem firme o compromisso da lei, obter-se-iam resultados muito mais efetivos se fosse ensinado, desde cedo as crianças, o que é educação ambiental.

Dentre os temas geradores abordados na Educação Ambiental, está a questão do lixo de forma geral, dentre os quais se encontram os resíduos eletrônicos que por sua vez apresentam em sua composição diversos metais que podem causar danos ao meio ambiente, aos animais e seres humanos.

Extração de metais

Para extração de metais de resíduos eletrônicos (circuitos internos das placas) em laboratório, é necessário o auxílio de ácidos fortes Channel (2017), como ácido clorídrico (HCl) e ácido nítrico (HNO₃). Isso deve ser feito somente depois dos processos físicos descritos adiante. Depois que é feita a limpeza dos materiais com água desmineralizada e ácido nítrico, processo chamado de purificação, posteriormente é feito a solubilização do ouro com água régia.

A água régia, é uma mistura com proporção 3:1 de ácido clorídrico (HCl) concentrado e ácido nítrico (HNO₃) concentrado, esta solução tem a capacidade de dissolver o ouro, o que não se consegue utilizando esses ácidos separadamente, Gerbase e Oliveira (2012). Segundo as autoras, existem vários métodos de reciclagem para placas de circuito interno de computadores,



como pirometalúrgicos, hidrometalúrgicos, eletrometalúrgicos e biometalúrgicos. O presente trabalho descreve a extração manual do ouro, processo inicial.

Processo de extração manual do ouro

Nos vídeos encontrados de Channel (2017) e Gold (2018) na pesquisa verificaram-se métodos variados para extrair manualmente ouro das peças folheadas com esse metal. Os métodos analisados foram todos manuais com auxílio de equipamentos específicos como: sugador térmico, soprador térmico, ferro de solda, alicates finos, solda, etc.

A utilização do ferro de solda, como auxílio, aparece em todos os vídeos observados, visto que a maioria das peças da placa mãe são soldadas, então existe a necessidade do uso do ferro de solda para desconectar essas peças. Existe algumas exceções como processadores e memórias, por exemplo, que são apenas encaixadas e depois afixadas com travas.

Para a extração, feita no projeto por alunas voluntárias, utilizou-se alguns equipamentos alternativos em substituição aos analisados, o que pode baratear o procedimento final. Os materiais alternativos foram: pinças em substituição ao alicate fino, secador de cabelo para retirada dos pinos dos processadores, para os demais fez-se uso dos mesmos equipamentos, relatados anteriormente.

Foram utilizados 10 processadores, de 10 placas mãe diferentes, 3 pentes de memória e pinos retirados dos conectores. Os pinos e os pentes de memórias foram retirados apenas de 3 das 10 placas. O trabalho manual aqui descrito foi realizado em torno de 1 mês, o motivo da demora se deu devido ao fato dos pinos serem fixos pela solda, neste caso cada pino era retirado individualmente, resultando em um processo demorado.

Depois de todo processo manual de extração é necessário que todas as peças as quais contenham a folha do ouro passem por uma fase de purificação. Essa fase é feita no laboratório de química com ajuda de reagentes específicos. São eles o ácido nítrico (68 % m/m) e a água desmineralizada, com esses dois reagentes são feitas uma solução, todas as peças são inseridas nesta solução e dependendo da quantidade, passam cerca de 1 hora. Ao final deste processo o



material que contém a folha do ouro, sai mais puro o que é notável na aparência e aspecto dos mesmos.

Ouro é riqueza, é comércio. Ao analisar os vídeos observa-se que muitas pessoas vivem de reciclagem, pessoas autônomas compram placas e resíduos eletrônicos que contém metais para que possam fazer a extração e posteriormente revendem essas peças para sucatas, desta forma conseguem reter algum dinheiro, por exemplo: No Brasil, 1 grama de ouro é equivalente a R\$146,25. Segundo o site Dolarhoje que está atualizado. E essas cotações são vinculadas as cotações de Nova York e Londres.

Confirma-se através das análises bibliográficas que é possível tratar dos resíduos de forma a diminuir sua incidência no meio ambiente e a possibilidade de recuperar o metal em questão, pois, o mesmo possui um percentual de reciclagem que chega a 98%. Silva et al (2016, pág. 5).

CONCLUSÃO

Através dessa pesquisa pode-se concluir que é possível fazer uso dessa metodologia para retirada do ouro de componentes de computadores que não servem mais para uso, conclui-se também, que mesmo se o material extraído não tiver uso direto, ou usado para fins específicos, com a extração manual, este metal deixa de ser descartado de forma incorreta. Então evita-se que o material chegue ao meio ambiente de forma inadequada, contendo os metais pesados que são tidos como piores vilões.

Mesmo que o ouro não seja totalmente ofensivo para os seres vivos, trata-se de um metal especial que torna os eletrônicos que os tem, como componentes cada vez mais caros. Países que apresentam grandes polos de reciclagem vendem esses produtos por preços menores, justamente por que usam de volta os metais reciclados que são extraídos dos resíduos eletrônicos.

Como trabalho futuro será dado à continuidade do presente trabalho, a parte de purificação que é realizada em laboratórios de química através de reagentes específicos, como



a água régia, que se constitui dos ácidos nítrico e ácido clorídrico, água desmineralizada e o metabissulfito de sódio necessário para a fase final, que é a fase de precipitação do metal.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12. 305 de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 17 Out. 2018

BRASIL. *LEI No 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999. Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA)*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 19 Out. 2018.

CHANNEL, Archimedes. **Make gold CPU computer. How to recycle gold online for youtube. Computer recycling**. Vídeo. Publicado no youtube em 24 Nov. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Upm8hjGZOCM>>. Acesso em: 30 Set. 2018.

DANIEL, Marcial Paulo. **Resíduo eletrônico, fruto da modernidade: diagnóstico do uso da Informática na Prefeitura de Londrina entre os anos de 1993 a 2014**. 2014. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharel em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

Dolarhoje. **Preço do ouro hoje**. 18/10/2018. Disponível em: <<https://dolarhoje.com/ouro-hoje/>>. Acesso em: 18 Nov. 2018.

FLORESTI, Felipe. **Quase todo lixo eletrônico do Brasil é descartado de maneira errada**. Publicado na revista GALILEU em 24/05/2018. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2018/05/quase-todo-lixo-eletronico-do-brasil-e-descartado-de-maneira-errada.html>>. Acesso em: 11 Nov. 2018.

GOLD, Ivson. **Extraindo ouro de placas de smatphones antigos (parte 02)**. Vídeo. Publicado no youtube em 23 de fev. 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hHVqvxsHJH4>>. Acesso em: 10 Set. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cezar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. – 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

TechinBrasil. **Gerenciamento de lixo eletrônico no Brasil**. Publicado em 20/07/2015. Disponível em: <<https://techinbrazil.com.br/gerenciamento-de-lixo-eletronico-no-brasil>>. Acesso em: 08 Out. 2018.

SILVA, Edilson Leite da. et al. **Programa 3Rs (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) com resíduo eletrônico: um olhar socioambiental**. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e



TRABALHO COMPLETO

“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”

Sustentabilidade
ISSN 2318-7603

-

Vol.

4:

Congestas

2016

GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA Camila Reis de. **RECICLAGEM DO LIXO DE INFORMÁTICA: UMA OPORTUNIDADE PARA A QUÍMICA**. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, 91501-970 Porto Alegre – RS, Brasil. 2012.

