

Título da redação: “Do lixo ao luxo”

Desenvolvimento do texto:

“We buy it

We bury it

We burn it

Now we can't ignore it” (Trashed - Para onde vai nosso lixo, 2012)

What exactly can't we **ignore**? O lixo eletrônico? Ou a necessidade de reciclá-lo? A resposta correta é: os dois. O descarte incorreto do e-lixo causa graves prejuízos ao meio ambiente, como a contaminação de solos e dos lençóis freáticos e a destruição da fauna e da flora, além de danos à saúde humana por conta dos metais pesados (QUAIS IMPACTOS, 2020). Ademais, na natureza há recursos finitos para satisfazer desejos humanos infinitos, o que torna a reciclagem essencial: reutiliza-se o material para reintroduzi-lo no ciclo de produção de que provém, a fim de evitar maiores desgastes do ecossistema.

Ao pensarmos em dar novos rumos para o lixo eletrônico, a **queima** é a solução mais empregada, principalmente para a extração de metais, muito comum em países africanos, como Gana. No entanto, ela causa graves prejuízos: quando o plástico entra em combustão, libera gases tóxicos como dioxinas, furanos, mercúrio e bifenilos policlorados, que ameaçam qualquer tipo de vida existente (ONU, 2019). Então, como devemos reutilizar o e-lixo?

Vik Muniz produz obras de arte impressionantes com materiais inusitados, como serragem, açúcar, areia, papel de parede, jornais ou lixo. Com ideais ambientalistas, o artista plástico brasileiro impede que aquilo que jogamos fora seja **enterrado** nos aterros e transforma-o em obras como “The Bearer Irma”, “I wait after Julia Margaret Cameron” e “Marat, Sebastião”. De similar maneira, podemos converter, de forma sustentável, o e-lixo em algo mais valioso: energia.

No decorrer da História, a tecnologia sempre foi almejada pela humanidade. Na Pré-história, homens e mulheres elaboraram e confeccionaram ferramentas a partir de elementos naturais, como a transformação de pedras em lanças. Na Idade Média, surgiram grandes invenções, como os moinhos, o relógio mecânico, o tabaco e muitas outras (MARTON, 2020). Mas, somente na Idade Contemporânea, principalmente após a revolução tecnocientífica, no final do século XIX, e culminando, em meados do século XX, na chamada terceira revolução industrial, centrada no desenvolvimento de chips, elementos eletrônicos passam a ser amplamente utilizados.

O uso massivo dessas tecnologias, no entanto, gera mais de 50 milhões de toneladas de lixo, anualmente, ao redor do globo, das quais apenas 17,4% são reciclados (QUAIS PAÍSES, 2021). Por conseguinte, o descarte incorreto de eletrônicos acarreta a contaminação do solo, da água e do ar, uma vez que liberam gases poluentes e metais pesados, como chumbo, mercúrio, berílio, cádmio e muitos outros. À vista disso, esses elementos tóxicos também afetam nossos alimentos e a água que bebemos, e provocam intoxicações.

Infelizmente, quando ingerimos metais pesados, nos tornamos sujeitos a diversas doenças graves, como alterações cerebrais, câncer, anemia, Alzheimer e Parkinson, e problemas renais. Isso ocorre, pois esses elementos podem afetar proteínas e enzimas, o que impede que desempenhem suas funções corretamente, além de dificultar o transporte de nutrientes pelo corpo. Destarte, sua grande concentração no organismo humano pode acometer o funcionamento de vários órgãos e alterar os processos bioquímicos, organelas e membranas celulares.

Para evitar tal problema, pode-se pensar em produzir energia a partir do lixo eletrônico, o que, normalmente, é realizado por meio da **queima** dele em incineradores. Esta é uma ótima solução para reduzir o volume de resíduos, os maus odores e as doenças, no entanto gera muitas substâncias tóxicas que são lançadas na atmosfera. A queima de partes de equipamentos frequentemente utilizados na composição de máquinas computadoradas atinge o ar, a água e o solo, pela emissão de gases ácidos (MUNIZ, 2018). A combustão de plásticos presentes em inúmeros eletroeletrônicos também libera muitos gases tóxicos, prejudiciais a diversos seres vivos.

Então, como podemos transformar o e-lixo em energia sem afetar o meio ambiente? A resposta ainda é incerta, mas o pesquisador de Minneapolis, nos Estados Unidos, Jeff Spangenberg, iniciou um projeto cujo objetivo é transformar o lixo eletrônico em baterias para veículos elétricos. Sua ideia baseia-se em conseguir extrair metais preciosos, como cobalto, cobre e níquel, do lixo eletrônico por meio da hidrometalurgia (MINARI, 2021).

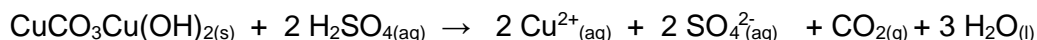
A hidrometalurgia é um processo que, nesse caso, consiste em dissolver o e-lixo em ácidos fortes, a fim de que os metais e materiais, presentes nos componentes dos aparelhos eletroeletrônicos, sejam solubilizados e separados. Posteriormente, esta solução é filtrada, os metais preciosos retidos e encaminhados para os processos de purificação e refino. Todo o procedimento ocorre em cinco etapas: preparação, lixiviação, purificação, recuperação do metal e tratamento dos efluentes, dos quais os mais importantes são a lixiviação e a recuperação do metal. (CIMINELLI, 2007).

A lixiviação é a etapa em que há a separação do metal de interesse das outras substâncias, e consiste na adição de ácidos fortes ao meio, para que ocorra uma dissolução seletiva, que separe o que se deseja do restante (HECK). Para tal processo, há diferentes métodos: "*in situ*", que consiste na dissolução seletiva de um metal quando o corpo deste está exposto; por percolação, utilizado nos casos em que a substância é porosa e arenosa; por agitação, na qual o agente lixiviante é adicionado a um material moído e forma uma polpa que é agitada continuamente para evitar a sedimentação dos sólidos. Outras formas também utilizadas são a lixiviação em pilha e o processo de cura.

A recuperação do metal, em estado aquoso, pode ocorrer de três maneiras distintas: a cementação, a redução por hidrogênio ou a eletrorrecuperação (CIMINELLI, 2007). A primeira consiste no tratamento termoquímico, ao qual se acrescenta carbono (C) na superfície da peça para aumento de dureza dos componentes mecânicos. A segunda é a redução de íons aquosos do metal de valor pela oxidação do hidrogênio gasoso (HECK). A terceira, que é a mais utilizada, envolve a aplicação de uma diferença de potencial entre cátodos-ânodos imersos em solução aquosa, e é usada na obtenção de cobre, zinco, níquel, ouro, dentre outros.

A fim de ilustrar a hidrometalurgia, especialmente a lixiviação, podemos utilizar a extração do cobre a partir da malaquita ($\text{CuCO}_3\text{Cu(OH)}_{2(s)}$). Para tal processo, utilizou-se o ácido sulfúrico

($\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$), um ácido forte; a reação de neutralização entre ambos resulta em sulfato de cobre (CuSO_4), dióxido de cobre ($\text{CO}_{2(\text{g})}$) e água ($\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$). O sulfato de cobre, por sua vez, dissolve-se em cobre (Cu^{2+}) e sulfato (SO_4^{2-}). A equação geral pode ser vista abaixo:



Em se tratando da reciclagem do cobre a partir do e-lixo, pode-se realizar um processo similar, apresentado no experimento em vídeo referente à Figura 1. Nesse caso, o cobre na forma metálica (Cu^0), presente em grande quantidade nas placas de computadores, é lixiviado para a solução ao ser exposto ao mesmo agente ácido do exemplo anterior (H_2SO_4) e a um oxidante, como peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou Fe^{3+} , para levar o cobre à forma catiônica (BIRLOAGA & VEGLIÒ, 2017).

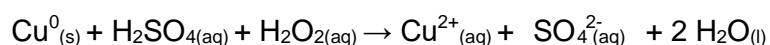


Figura 1. Imagem retirada de vídeo “FENIX hydrometallurgical process”, que ilustra o processo de lixiviação ácida de placas de circuito eletrônico.

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=o6UKjAGTzJY>, momento: 41 segundos

Empregam-se os metais separados pela hidrometalurgia, por exemplo, na confecção de baterias para automóveis, que poderiam ser compostas por diversas placas de alumínio e cobre. Com a reutilização do metal, estaríamos, então, solucionando dois problemas: a poluição gerada pelo descarte incorreto do e-lixo, e a mineração excessiva para a consequente obtenção. Assim, transforma-se aquilo que não tem mais nenhuma utilidade, o lixo, em algo útil e luxuoso, energia.

O descarte incorreto de e-lixo é um grande percalço para o meio ambiente. Com os níveis de lixo eletrônico aumentando exponencialmente, os riscos à natureza e aos seres vivos atingiram níveis alarmantes. Destarte, a reciclagem precisa crescer em igual medida à do consumo de tecnologias, antes que o planeta seja literalmente destruído.

Descartar já é nossa prática há muito tempo. Conhecer a hidrometalurgia, analogamente, também sinaliza já muitas práticas. Transformar o descarte em algo menos danoso, assim como empregar a hidrometalurgia para uma inovação - ambas são ações viáveis e muito benéficas para lidar com o aumento do e-lixo sem prejudicar, ainda mais, o planeta. A fim de que seja possível

fazermos uso de tecnologias, sem necessariamente nos culpamos por isso, precisamos, assim como expoentes da Arte Contemporânea e da Pesquisa Científica, procurar soluções inovadoras para o e-lixo, em vez de ignorá-lo. Now we can't afford to **ignore** it any longer.

Referências bibliográficas

BIRLOAGA, I., VEGLIÒ, F. A closed-loop technology for metals recovery from e-waste: FENIX Project. **Journal of Materials and Applications**, v. 6, n. 2, p. 76-82, 2017.

CIMINELLI, V. S. T. Hidrometalurgia. In: (CETEM), C. D. T. M. **Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007. Cap. 4, p. 157-173.

HECK, N. C. **Lixiviação**. UFRGS/DEMET. Porto Alegre.

MARTON, F. Grandes invenções da Idade Média. **Super Interessante**, Fevereiro 2020.

MINARI, G. Lixo eletrônico pode virar bateria para veículos elétricos. **CanalTech**, 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/inovacao/lixo-eletronico-pode- virar-bateria-para-veiculos-eletricos-182952/>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2022.

MUNIZ, L. Lixo eletrônico e a contaminação do Meio Ambiente. **TechTrash Brasil**, 2018. Disponível em: <<https://www.techtrashbrasil.com.br/single-post/2018/02/20/lixo-eletr%C3%B4nico-e-a-contamina%C3%A7%C3%A3o-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

NOVA técnica extrai ouro e cobre de lixo eletrônico. **Galileu**, fevereiro de 2016.

ONU alerta para poluição causada pela queima de lixo plástico. **ONU News**, 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/05/1671451#:~:text=A%20queima%20de%20pl%C3%A1sticos%20libera%20gases%20t%C3%B3xicos%20na%20atmosfera%2C%20como,mais%20conhecidos%20pela%20sigla%20PCB.&text=Os%20ftalatos%2C%20subst%C3%A2ncias%20qu%C3%ADmicas%20que,e%20sua>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

QUAIS impactos o lixo eletrônico causa no planeta? **Ecoassist**. Disponível em: <<https://ecoassist.com.br/quais-impactos-o-lixo-eletronico-causa-no-planeta/>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

QUAIS países produzem mais lixo eletrônico no mundo? **Green Eletron**. Disponível em: <<https://greeneletron.org.br/blog/quais-paises-produzem-mais-lixo-eletronico-no-mundo-veja-como-esta-o-brasil-neste-ranking/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

SILVEIRA, E. D. Extração magnética. **Pesquisa FAPESP**, n. 231, maio 2015.

TRASHED - Para onde vai nosso lixo. Direção: Candida BRADY. Intérpretes: Jeremy IRONS. [S.l.]: [s.n.]. 2012.