ECONOMIA CIRCULAR E MINERAÇÃO URBANA

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

UNIDADE DE PESQUISA VINCULADA AO
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Lúcia Helena Xavier
Marianna Ottoni

ECONOMIA CIRCULAR E MINERAÇÃO URBANA

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

UNIDADE DE PESQUISA VINCULADA AO
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Ana Maria Silva Vieira de Sá
CRB7 3982
Catalogação na Fonte

Xavier, Lúcia Helena.

Economia circular e mineração urbana: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos / Lúcia H. Xavier, Marianna Ottoni. - Rio de Janeiro: CETEM / MCTIC, 2019.

20p. - il.

1.Economia circular. 2. Mineração urbana. 3.Resíduos eletroeletrônicos. I. Ottoni, Marianna de Souza Oliveira. II. Centro de Tecnologia Mineral. III. Título

ISBN 978-85-8261-107-4
CDD 628.445

Como referenciar este trabalho:
XAVIER, L.H., OTTONI, M. Economia Circular e Mineração Urbana. Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos. 1ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM, 2019.

Sumário

1 Apresentação 5

2 Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) 6

3 R3MINARE 7

4 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) 8

5 Economia Circular e Mineração Urbana na cadeia dos resíduos eletroeletrônicos 9

6 Projetos e Linhas de Pesquisa 13

7 Estudos de Caso 15

8 Equipe Técnica 17

9 Referências Bibliográficas 19

APRESENTAÇÃO

A economia circular e a mineração urbana têm ganhado espaço em políticas públicas e linhas de pesquisa como conceitos que buscam agregar valor aos materiais residuais. Dessa forma, contribuem para a criação de empregos, atenuação dos impactos ambientais, aumento da competitividade da indústria e apoio à transição de uma economia linear para uma economia circular, o que resulta em novos modelos de negócios sustentáveis. O comprometimento dos recursos naturais tem motivado ações, como a substituição de materiais ou busca por fontes alternativas. A recuperação da matéria-prima secundária emergiu como uma solução potencial, principalmente quanto às matérias-primas críticas, consideradas como materiais fundamentais para a manutenção e melhoria da qualidade de vida, além de possuírem importância econômica. Por esta razão, o acesso contínuo e seguro a esses materiais é um objetivo estratégico.

O presente documento foi elaborado com vistas de trazer ao leitor informações gerais da economia circular no âmbito da mineração urbana de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) e da atuação do CETEM frente à esta desafiadora temática do século XXI.

Boa leitura!

Centro de Tecnologia Mineral (CETEM)

O CETEM realiza pesquisas com o intuito de inovar e desenvolver tecnologia para o setor minero-metalúrgico, que as utiliza em prol da sociedade, contribuindo para o crescimento econômico e para o desenvolvimento do País. Suas pesquisas estão focadas principalmente em caracterização química, mineralógica e tecnológica, em processamento mineral, em processos metalúrgicos extrativos voltados para rochas, minérios e minerais industriais, além do desenvolvimento e aplicação de tecnologias ambientais. Cabe ressaltar que a Instituição desempenha papel significativo no desenvolvimento da tecnologia mineral do País e na disseminação do conhecimento, sendo o único centro de pesquisa público dedicado exclusivamente à tecnologia mineral.

Missão

Desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis, e mobilizar competências visando superar desafios nacionais do setor mineral[1].

Visão

Ser o centro da excelência em PD&I de tecnologia mineral, reconhecido por sua contribuição estratégica para o País[1].

Valores

Ética e Transparência
Conduzir uma gestão comprometida com a conduta ética e transparente, valorizando os colaboradores e respeitando a diversidade e/ou os métodos de trabalho.

Crescimento Organizacional
Desenvolver uma gestão que estimule a criatividade, a inovação e o compartilhamento de conhecimentos para aumentar a capacitação institucional.

Excelência Tecnológica
Executar as ações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), em todas as áreas de sua atuação, usando métodos e procedimentos pautados pela qualidade, coerentemente com a interdisciplinaridade e com uma visão global dos temas.

Valorização do Conhecimento
Investir na capacitação contínua de seus profissionais incentivando e valorizando as competências.

Responsabilidade Social
Atuar em consonância com os paradigmas da sustentabilidade, considerando as influências e consequências sociais, econômicas, culturais, tecnológicas e ambientais.

Breve Histórico

1978 O CETEM iniciou suas atividades, subordinado ao Ministério das Minas e Energia (MME), no âmbito do convênio operacional assinado entre a Companhia de Recursos Minerais (CPRM) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);

1988 O CETEM mudou de vinculação ministerial e foi inserido no sistema de gestão do MCTI pela Lei 7.677/88 passando a ser gerido como uma das unidades de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

2000 Tornou-se uma instituição integrante do MCTI, sob a coordenação da Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa (SCUP);

2013 O Centro teve seu regimento alterado pela Portaria MCTI n.º 292 de 28 de março de 2013, que incluiu o Núcleo Regional em sua estrutura.

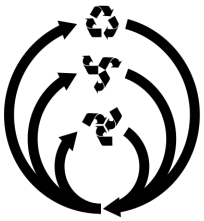
As informações presentes nesta página foram obtidas de [1].

R3MINARE

O grupo de pesquisa do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/MCTIC) surgiu da iniciativa de estudos aplicados à Mineração Urbana de Resíduos Equipamentos Eletroeletrônicos a partir meados de 2017.

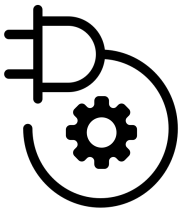
O R3MINARE traz como objetivos contribuir, dentro das premissas da Economia Circular, com pesquisas no campo científico-tecnológico e desenvolvimento de projetos voltados para Mineração Urbana de resíduos eletroeletrônicos, com o propósito de identificar o potencial de recuperação e reinserção de matéria-prima secundária e materiais críticos na cadeia produtiva.

As pesquisas realizadas pelo R3MINARE abordam múltiplas áreas de conhecimento, e relacionam-se aos seguintes eixos temáticos:



Economia Circular

Um sistema industrial, que é restaurativo ou regenerativo pela intenção e pelo design, e visa 'projetar' o desperdício através de ciclos otimizados de produtos, componentes e materiais, mantendo-os em sua mais alta utilidade e valor, distinção entre ciclo técnico e biológico [2].

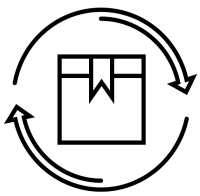


Gestão Inteligente de REEE

Uma gestão que considere as particularidades do REEE, tal como resíduo com características que podem oferecer riscos ambientais e à saúde humana, porém, por outro lado, compostos por materiais com alto valor de mercado. Os REEE são definidos como aqueles derivados de produtos que necessitam de corrente elétrica ou campo magnético para seu funcionamento[3].

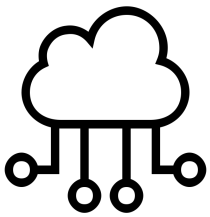
Mineração Urbana de REEE

A Mineração Urbana compreende ações e tecnologias destinadas à recuperação de materiais e energia de produtos do catabolismo urbano, sendo uma oportunidade de competir com a mineração tradicional linear, mais custosa, em decorrência da escassez das minerações tradicionais "fáceis" e das poucas reservas minerais em muitos países [4].



Soluções em Logística Reversa de REEE

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada [5].



Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é considerada um novo estágio industrial, no qual a integração de processos de manufatura vertical e horizontal e a conectividade de produtos podem ajudar as empresas a alcançar um desempenho industrial mais alto.[6]. Há um impulso tecnológico excepcional na prática industrial, por meio dos aplicativos, Sistemas de Informação etc[7].

Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

A gestão adequada dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) se justifica não somente pelos riscos associados aos REEE em decorrência de sua composição, mas, da mesma forma, ao seu cada vez mais crescente potencial de recuperação de valor, tema de significativo interesse ao segmento industrial.

Composição dos REEE

Metais Pesados

Hg Pb Al Cd

Ex: Tubos de Raio Catódico (CRT)

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPS)

PCB PBB Dioxina Furano

Ex.: Capacitores, Plásticos

Metais Preciosos

Au Ag Pd Pt

Ex.: Placas de Circuito Impresso (PCB)

A partir do entendimento da composição média dos REEE, torna-se possível elencar os possíveis riscos associados a essa tipologia de resíduos, caso geridos de forma incorreta, a saber: a contaminação por metais pesados e por Poluentes Orgânicos Persistentes (POPS)[8], ambos com características tóxicas à vida e alta persistência e biomagnificação no meio ambiente[9].

A composição dos REEE aponta, ainda, para a possibilidade de recuperação de certos elementos valiosos à indústria. Calcula-se que, a cada tonelada de REEE, possam ser recuperados entre 80g e 250g de ouro, montante significativamente maior do que os encontrados nas minas de ouro[01,11]. O valor total presente nos REEE, em 2016, foi estimado em cerca de 60 bilhões de dólares, apesar de apenas uma fração dessa quantidade ser, de fato, extraída pelas práticas de gestão dos REEE[12]. Justifica-se, assim, que a economia impulsione a devolução dos REEE à cadeia produtiva, uma premissa da Economia Circular.

Convém, ainda, destacar na presente seção a classificação dos REEE adotada atualmente pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), e a sugerida por XAVIER et al. (2017) [13], com foco na indústria de reciclagem dessa tipologia de resíduos.

Classificações para os REEE no Brasil

ABINEE

Linha Branca	*1*	*Eletrodomésticos de Grande Porte*
Linha Marrom	*2*	*Equipamentos de Áudio e Vídeo*
Linha Azul	*3*	*Ferramentas e Pequenos Eletrodomésticos*
Linha Verde	*4*	*Equipamentos de TI e Telecomunicações*

XAVIER et al. (2017)

1	**Eletrodomésticos**
2	**Eletroeletrônicos**
3	**Monitores**
4	**Inform./Telecom**
5	**Fios e Cabos**
6	**Pilhas e Baterias**
7	**Iluminação**

Economia Circular e Mineração Urbana na Cadeia dos REEE

Economia Circular

A Economia Circular é designada como um modelo integrado, restaurativo e regenerativo voltado primordialmente para os sistemas industriais, porém podendo ser aplicado a outras variadas áreas do conhecimento. Este conceito abrange a ideia de reduzir ou eliminar o desperdício através de ciclos otimizados de produtos, componentes, materiais e serviços, mantendo-os em sua mais alta utilidade e valor, como "nutrientes" para os ciclos técnico e biológico[2]. Uma economia circular bem-sucedida contribui para todas as três dimensões do desenvolvimento sustentável[15].

Mineração Urbana

A Mineração Urbana abrange um conjunto de operações, como coleta, análise, processamento, reciclagem etc., destinadas a realizar a recuperação de Matérias-primas Secundárias (SRM) de Resíduos Municipais (MW), nos estoques de materiais incorporados às cidades ou em aterros sanitários [16]. Esse conceito inclui todos os sistemas de logística para devolução de produtos descartados de volta à cadeia produtiva, ou Logística Reversa, a fim de extrair seu valor como recursos para outras fases seqüenciais.

Economia Circular no contexto da Mineracão Urbana

O conceito da economia circular emerge em um momento no qual vários países sinalizam o comprometimento de recursos naturais, a busca pelo redesenho de sistemas produtivos para atender modelos de negócio sustentáveis. A economia circular, com proposta de um modelo restaurativo e regenerativo, pode ser viabilizada por diferentes instrumentos como a logística reversa, a economia compartilhada ("sharing economy") e a mineração urbana. Meios que se configuram como uma solução potencial para o gerenciamento de resíduos, ao mesmo tempo em que possibilita a recuperação de valor e reinserção de matéria-prima secundária em processos produtivos.

A economia circular foi incorporada por diferentes países[17]. Na China, por exemplo, é considerada como política para a sustentabilidade. A norma britânica BS 8001 afirma que o conceito não é novo mas, de fato, resgata propostas da década de 1960[18]. Desde então, conceitos como metabolismo industrial, simbiose industrial, ecologia industrial e outros já discutiam a relação entre a disponibilidade de recursos e a demanda de produção e consumo.

Juntos, a economia circular e os conceitos de gestão do ciclo fechado (closed-loop) reforçam o conceito de mineração urbana[19]. Algumas alternativas existem para a recolha e processamento de resíduos e são praticadas em diferentes países. No entanto, verifica-se um fluxo de materiais partindo de grandes geradores para países com refinarias e indústrias de reciclagem bem desenvolvidas[20]. As principais razões parecem ser a falta de uma logística reversa eficiente para coletar e reciclar em escala industrial, ou seja, para o processamento de quantidades significativas de resíduos eletrônicos. Neste contexto, uma solução desejável pode ser o estabelecimento de uma solução integrada para coletar e gerenciar a matéria-prima secundária com base na identificação dos agentes da cadeia que atuam no país, na caracterização dos materiais que constam no produto pós-consumo e na estruturação de modelos compatíveis com a regulamentação vigente.

Economia Circular

modelo de sistema integrado, restaurativo e regenerativo para valorização de materiais

Mineração Urbana

conjunto de operações para a recuperação de matérias-primas secundárias a partir de resíduos

Logística Reversa

mecanismos para viabilizar coleta e retorno dos resíduos ao setor empresarial, para sua reinserção nos ciclos produtivos

Reciclagem

alteração das propriedades físicas/físico-químicas/biológicas dos resíduos, para seu uso como insumos ou novos produtos

Remanufatura

reparo de partes e produtos pós-consumo para seu o uso futuro em processos produtivos

Manufatura Reversa

transformação dos materiais em partes e peças, sem a obtenção de novos produtos

A riqueza dos REEE

A recuperação de materiais a partir de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos representa um segmento estratégico para os mais diversos setores da humanidade, motivando variadas pesquisas voltadas para as propriedades dos materiais.

A partir da última década, os países desenvolvidos têm utilizado a classificação de matérias-primas críticas como o conjunto de materiais considerados indispensáveis à manutenção de setores econômicos importantes de um país e que podem apresentar risco de suprimento externo, como, por exemplo, a escassez do recurso natural e questões geopolíticas. O grau de criticidade pode mudar ao longo do tempo em razão de tais fatores.

Por esta razão, o acesso contínuo e seguro a esses materiais é um objetivo estratégico para os países. Para apoiar esta ação foi proposta, na União Europeia (UE), uma lista de matérias-primas críticas, atualizada pela última vez em 2017, com seus respectivos países produtores[21].

Matérias-primas	Principais Produtores			
Antimônio	China (87%)	Vietname (11%)		
Cobalto	Rep. Dem. Congo (64%)	China (5%)	Canadá (5%)	
Índio	China (57%)	Coreia do Sul (15%)	Japão (10%)	
Nióbio	Brasil (90%)	Canadá (10%)		
Fósforo	China (57%)	Vietname (19%)	Cazaquistão (13%)	EUA (11%)
Elementos pesados de terras raras	China (95%)			
Elementos leves de terras raras	China (95%)			

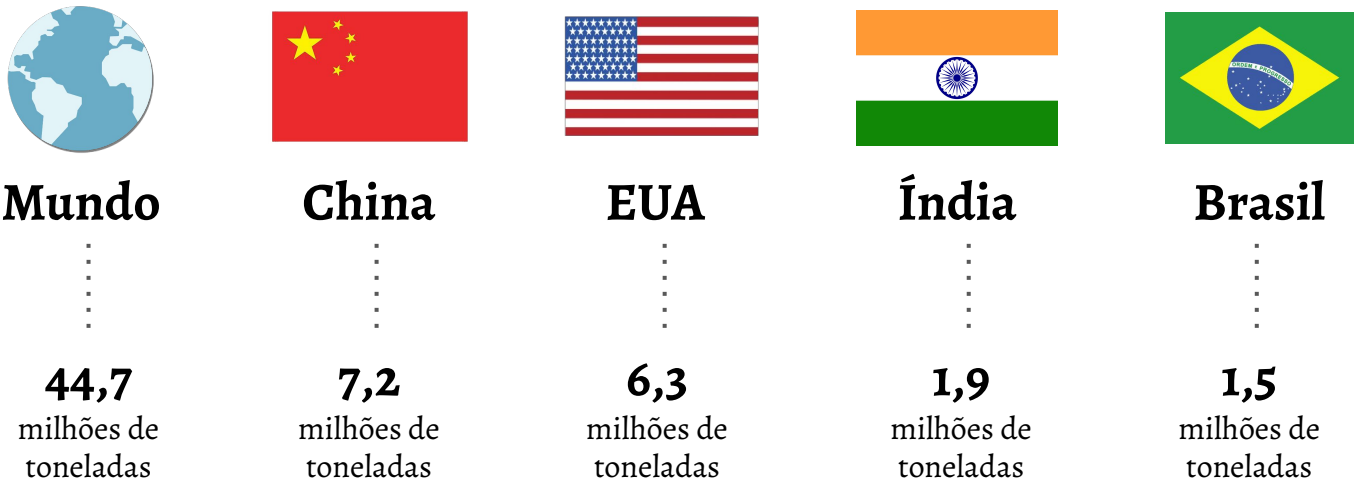
Principais matérias-primas críticas[21].

O fornecimento de matérias-primas críticas é comprometido pela sua baixa capacidade de substituição e pela baixa disponibilidade de matéria-prima da taxa de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos, relacionada com a demanda da UE[21].

Os elementos de terras raras (ETRs) são definidos como os 15 elementos de lantanídeos mais o escândio e o ítrio. Estes elementos têm a configuração eletrônica similar, mas propriedades químicas e físicas distintas. Desse modo, os ERTs são aplicados em muitos produtos tecnológicos devido a suas características magnéticas, da luminescência e da força, que as fazem originais. Os usos dos ETRs abrangem a fabricação de ímãs, baterias, lâmpadas, vidros, ligas, lasers e telas[22]. Os ETRs ocorrem em baixa concentração nos minérios, como a xenotima e monazita, e são extraídos em conjunto com outros metais, como ferro, platina e estanho. A complementação com a reciclagem pode fornecer terras raras pesadas[23]. No entanto, o principal obstáculo para a mineração e reciclagem de ETRs é a dificuldade de separá-los. A complexidade dos resíduos e o baixo conteúdo desses elementos também são problemas a serem resolvidos por meio da reciclagem[22].

Os desafios da Mineração Urbana de REEE

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) são fonte de plásticos, metais, vidro e matérias-primas críticas. Esta é a categoria de resíduos que mais cresce em geração em todo o mundo[24,25]. No entanto, alguns REEE podem ter um potencial perigoso significativo[8,9] e, por isso, cuidados devem ser estabelecidos no processo de caracterização e manuseio dos resíduos eletrônicos. Em 2016, a geração mundial de REEE atingiu quase 44,7 milhões toneladas métricas[12], sendo EUA, China e América do Sul os grandes geradores[26]. No Brasil, a estimativa de geração anual é cerca de 1,5 milhão de toneladas em 2016[12]. Nos países em desenvolvimento, a coleta e o processamento informal de REEE tem se disseminado sem um acompanhamento da devida regulamentação da mineração urbana.



Geração de resíduos eletroeletrônicos no mundo[12].

O descarte inadequado de resíduos é um problema decorrente da falta de planejamento, do crescimento urbano acentuado e da gestão ineficiente dos recursos. Por um longo tempo, a destinação de resíduos em aterros era considerada a solução eficiente para os produtos e materiais no final da vida útil. Hoje, no entanto, os resíduos podem ser considerados como fonte de materiais a serem devolvidos à cadeia de suprimentos em uma economia circular. Na economia linear, as matérias-primas podem ser obtidas dos recursos naturais (minérios, petróleo etc.), mas em um processo de transição para uma economia circular, a matéria-prima secundária pode ser recuperada de fontes residuais.

Os países em desenvolvimento enfrentam um desafio duplo em relação à gestão de resíduos. O primeiro é estabelecer e cumprir os regulamentos ambientais sobre este assunto, e o segundo está relacionado com os procedimentos de infraestrutura e gestão para o processamento de resíduos. Alguns países em desenvolvimento têm processos primitivos de gestão de resíduos que resultam em impactos negativos ambientais e de saúde[27,28].

O Brasil é um país que tem se mostrado protagonista na discussão de causas ambientais. No entanto, a regulamentação da gestão de resíduos se consolidou tardiamente. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi sancionada em 2010 pela Lei n º 12.305[5], regulamento nacional que aborda a questão da gestão de resíduos especificando a abordagem dos resíduos eletroeletrônicos, representando um importante marco na regulamentação de práticas sustentáveis e para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa (SLR). Alguns estados brasileiros, como Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Pernambuco, apresentam leis anteriores à PNRS, evidenciando a mobilização no âmbito dos estados como proposta para a configuração de canais eficientes e ajustados às realidades locais e aos novos modelos de negócio. No entanto, ainda se verifica um significativo potencial para o aprimoramento dos instrumentos regulamentadores, de modo a compatibilizar o interesse de diferentes segmentos.

Projetos e Linhas de Pesquisa

1 ESTUDO DE VIABILIDADE DA MINERAÇÃO URBANA A PARTIR DE LÂMPADAS FLUORESCENTES

Resumo Parte de projeto de pesquisa sobre a gestão de lâmpadas pós-consumo. Tem como proposta a identificação de técnica viáveis e sustentáveis em modelo cooperativado.

Financiamento CNPq

Período 2019-2021

Equipe Ellen Giese (Coordenação); Marisa Nascimento, Lúcia Helena Xavier, José Antônio Sena, e pesquisadores do CETEM.

2 Manuais para a Destinação Correta de REEE (1ª e 2ª Edições)

Resumo **1ª Edição:** Orientação ao cidadão sobre como dispor adequadamente os REEE na cidade do Rio de Janeiro. Panorama atual da gestão de REEE. Classificação REEE. Localização de Pontos de Entrega Voluntária, orientações e contatos pertinentes. Modelo de Termo de Destinação.
2ª Edição: Orientação ao cidadão sobre como dispor adequadamente os REEE no estado do Rio de Janeiro. Cenário da gestão de REEE no estado do RJ. Classificação de REEE. Levantamento das Indústrias Recicladoras atuantes no segmento de REEE. Modelo de Termo de Destinação.

Financiamento CETEM

Período 2018 e 2019

Equipe Lúcia Helena Xavier (Coordenação); Hermann Nascimento, Marianna Ottoni, colaboradores UFRJ e INEA.

Link http://www.cetem.gov.br/livros

3 LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE A RECICLAGEM DE REEE EM INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DO MCTIC

Resumo Aplicação de questionário e análise de dados sobre a percepção dos pesquisadores a respeito da gestão de REEE nas instituições. Pesquisa com visando nortear ações, capacitações e tomada de decisão no segmento.

Financiamento CETEM

Período 2019

Equipe Lúcia Helena Xavier (Coordenação); Renata Barreto, Letícia Motta, Marianna Ottoni

4 GEORREFERENCIAMENTO DAS EMPRESAS QUE ATUAM NA ECONOMIA CIRCULAR DE REEE

Resumo A ausência de dados consistentes para a gestão dos resíduos eletroeletrônicos representa um significativo desafio para a elaboração de políticas públicas e para a tomada de decisão. Desta forma, propomos o levantamento de dados e o georreferenciamento das unidades de gestão de REEE no Brasil para uma análise preliminar do cenário atual.

Financiamento CNPq

Período 2019-2020

Equipe Lúcia Helena Xavier (Coordenação); Raissa Araújo

5 BALANÇO DE MASSA E ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS TECNOLÓGICOS

Resumo Uma das premissas da economia circular é a valorização dos materiais de origem secundária. Assim, por meio do balanço de massa dos diferentes materiais que compõem os REEE, buscamos propor a análise de viabilidade de processos de recuperação para diferentes categorias e marcas de produtos, bem como contribuir para ao *Design for Dissassembling*

Financiamento CETEM

Período 2019-2020

Equipe Lúcia Helena Xavier (Coordenação); Carlos Gomes

6 DATA MINING PARA A MINERAÇÃO URBANA: ANÁLISE DO POTENCIAL

Resumo Técnicas de mineração de dados podem ser valiosas também para a gestão de resíduos. No segmento dos REEE, já se verifica um volume significativo de negociações em plataformas digitais, como também o potencial de tratamentos dados como suporte ao apoio à decisão.

Financiamento CETEM

Período 2019-2021

Equipe Lúcia Helena Xavier (Coordenação); Marianna Ottoni

Estudos de Caso

TRAMPPO

Empresa que atua no segmento de gestão de lâmpadas fluorescentes, realizando a coleta, armazenagem, descontaminação e processamento de material pós-consumo em diferentes estados do país. Atua em parceria com a única entidade gestora do segmento, a RECICLUS, apesar de ter experiência anterior a partir da atuação como empresa incubada na Universidade de São Paulo entre 2003 e 2009.

A empresa processa cerca de 200 mil lâmpadas por mês e já atingiu a marca de 20 milhões de lâmpadas recolhidas e descontaminadas, ou seja uma contribuição significativa no segmento da economia circular.

Em parceria com o CETEM, a TRAMPPO tem atuado no projeto de recuperação de terras raras a partir das lâmpadas fluorescentes, uma parceria que pretende contribuir para a mineração urbana a partir das lâmpadas pós-consumo.

Dentre os processos operacionalizados pela Tramppo estão a moagem simples, a moagem com tratamento químico e a moagem com tratamento térmico.

http://www.tramppo.com.br/tecnologia/

VERTAS

A empresa atua no mercado desde 2009 com um equipamento considerado inovador nas Américas, realiza o processamento a seco, ou seja, não consome água ou gera efluentes para a trituração e separação dos materiais obtidos a partir dos resíduos eletroeletrônicos. A partir do fornecimento de amostras deste processo, o CETEM está analisando a diversidade e qualidade da matéria-prima secundária recuperada.

Atuando no segmento da logística reversa, manufatura reversa, descaracterização e reciclagem de produtos eletroeletrônicos pós-consumo, a empresa tem contribuído para a mineração urbana e a economia circular.

Vídeo institucional: https://youtu.be/wRqkOYR-IWQ

GM&CLog

Empresa que atua na gestão de pilhas e baterias e outros equipamentos eletroeletrônicos desde 2002, quando iniciava, de modo inovador, a gestão de informação nos canais de logística reversa no Brasil.

Apesar de ser referÊncia na coleta, armazenagem e processamento de pilhas e baterias, a empresa atende a uma diversidade de produtos pós-consumo que inclui fios e cabos, celulares e outros. Atua ainda como um hub que centraliza o recebimento e destinação ou recebimento e processamento de materiais. A empresa tem diversificado sua atuação no sentido de ampliar a atuação na mineração urbana com a recuperação de materiais secundários.
Desta forma, o Centro de Tecnologia Mineral tem buscado o estabelecimento de parceria no sentido de analisar e contribuir com técnicas de bancada para a o aprimoramento dos processos em parceria com instituições de pesquisa reconhecidas.

https://www.gmclog.com.br/site/index.php/servicos/separacao-de-materiais

INDÚSTRIA FOX

A indústria Fox é uma das poucas empresas nacionais que atua no segmento de logística reversa, manufatura reversa, recondicionamento e reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos. Tem diversificado sua atuação investindo no recondicionamento para o reuso, bem como na automatização de processos com a coleta de dados sobre a recuperação de materiais. Outra área de atuação tem sido a capacitação no sentido de ampliar a conscientização , desta forma, aumentar a coleta de materiais pós-consumo.

A empresa iniciou suas atividades em 2009 como a primeira fábrica de manufatura reversa de refrigeradores no Brasil, com o duplo desafio de recuperação de matéria-prima secundária e proteção climática. A recuperação de gases de refrigeração potencialmente contaminantes era o foco da atuação.

Pretende-se o estabelecimento de parceria futura com o propósito de conhecer e ampliar a proposta de gerenciamento da informação em parceria.

http://www.industriafox.com/

Equipe Técnica

Lúcia Helena Xavier
Especialista em Logística Reversa e Gestão de REEE
Pesquisadora Titular - CETEM

Marianna Ottoni
Engenheira Ambiental - UFRJ
Gestão de Projetos - R3MINARE/CETEM

Raíssa André de Araújo
Graduanda em Engenharia Ambiental - UFRJ
Bolsista PIBIC - CETEM

Letícia Bacellar Motta
Graduanda em Engenharia Ambiental - UFRJ
Bolsista PIBIC - CETEM

Carlos Francisco Moraes Teixeira Simões Gomes
Graduando em Geologia - UERJ
Estagiário - CETEM

Referências Bibliográficas

[1] CETEM, 2015. Carta de Serviços ao Cidadão. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação: Novembro, 2015. 1ª Ed. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/images/institucional/carta_servicos_cidadao.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2019.

[2] Ellen MacArthur Foundation (EMF), 2016. Circular Economy, 2016. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy>. Acesso em: 19 de março de 2019.

[3] DIRETIVA 2012/19/EU, 2012. Directive 2012/19/EU of the European Parliament ando of the Council on waste electrical and electronic equipment (WEEE). Disponível em: < https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019>. Acesso em: 19 de março de 2019.

[4] Tilton J.E., 1999. The future of recycling. Resources Policy, vol. 25, 197-204.

[5]Brasil. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 19 de março de 2019.

[6]Dalenogarea, L.S.; Beniteza, G.B.; Ayalab, N.F.; Frank, G.F., 2018. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. International Journal of Production Economics 204 (2018) 383-394.

[7] Lasi, H.; Fettke, P.; Kemper, H.; Feld, T.; Hoffmann, M., 2014. Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, 2014, Vol.6(4), pp.239-242

[8] Kidee, P., Naidu, R., Wong, M.H., 2013. Electronic waste management approaches: an overview. Waste Management, vol. 33, 1237-1250.

[9] Pascale, A., Sosa, A., Bares, C., Battocletti, A., Moll, M.J., 2016. E-Waste Informal Recycling: An Emerging Source of Lead Exposure in South America. Antonio María José Moll, MD, Annals of Globe Health. vol. 82. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.aogh.2016.01.016. Acesso em: 19 de março de 2019.

[10] Hagelüken, C., 2006. Recycling of electronic scrap at Umicore precious metals refining. Proceedings of Waste – Secondary Raw Materials III, Acta Metall. Solvaca, Strbske Pleso, Slovakia. June 2006.

[11] Zhang, Y., Liu, S., Xie, H., Zeng, X., Li, J., 2012. Current status on leaching precious metals from waste printed circuit boards. Procedia Environ. Sci. 16, 560–568.

[12] Baldé, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P., 2017. The global e-waste monitor – 2017. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) and International Solid Waste Association, Bonn/Geneva/Vienna.

[13] Xavier, L.H., Lins, F.A.F., Nascimento, H.F.F., Bellan, I. O., Ribeiro, F., Caldas, M.B., Silva, L.O.S., Zomer, B., Araujo, R.A., Filho, O.O.D., Reinol, P. C., Fagundes, R.L., Gusmão, A.C.F., 2017. Manual para a destinação de resíduos eletroeletrônicos: orientação ao cidadão sobre como dispor adequadamente os resíduos eletroeletrônicos na cidade do Rio de Janeiro. 1ª Edição. Rio de Janeiro: CETEM.

[14]Ellen MacArthur Foundation, 2016. Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum and McKinsey & Company. The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics.

Referências Bibliográficas

[15]Korhonen, J.; Honkasalo, A.; Seppälä, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. Ecological Economics 143 (2018), 37–46.

[16]Serranti, S.; Di Maio, F.; Rem, P.; Bonifazi, G. Innovative Technologies and processing architectures in Urban Mining: Two key issues to ensure secondary raw materials supply. Urban Mining: A global cycle approach to resource recovery from solid waste. p. 23-47. 2012

[17]Pauliuk, S., 2018. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. Resources, Conservation and Recycling
Volume 129, February 2018, Pages 81-92.

[18]BSI, 2017. BS 8001:2017. Framework for Implementing the Principles of the Circular Economy in Organizations – Guide. The British Standards Institution, London.

[19]Cossu R., Williams I.D. (2015). Editorial Waste Management, vol. 45, 1-3. Available at: http://www.urbanmining.it/public/documents/simposio/editorial-waste-management-2015.pdf.

[20]Lepawsky, J., 2018. Reassembling rubbish: worlding electronic waste. MIT Press.

[21]European Commission, 2017. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490&from=EN

[22]Jowitt, S. M. et al. Recycling of the rare earth elements. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. v. 13, p. 1–7, 2018.

[23]Schulze, R. et al. Recycling and its effects on joint production systems and the environment – the case of rare earth magnet recycling – Part I — Production model. Resources, Conservation and Recycling. v. 134, n. December 2017, p. 336–346, 2018.

[24]Zeng, X.; Yang, C.; Chiang, J. F.; Li, J. Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. Science of the Total Environment 575 (2017) 1–5. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.078.

[25]Awasthi A.K., Cucchiella F., D´Adamo I., Li J., Rosa P., Terzi S., Wei G., Zeng X., (2018). Modelling the correlations of e-waste quantity with economic increase. Science of the Total Environment, 613-614, 46-53.

[26]STEP. Brazil: Overview of e-waste related information. 2014. Disponível em: http://www.step-initiative.org/Overview_Brazil.html. Acesso em: 12 de abril de 2018.

[27]Sevigné-Itoiz E., Gasol C.M., Rieradevall J., Gabarrell X., (2014). Environmental consequences of recycling aluminium old scrap in a global market. Resources, Conservations and Recycling, vol. 89, 94 -103.

[28]IPEN, (2015). Toxic toy or toxic waste: Recycling POPs into New Products. Press release. Available in: http://www.ipen.org/news/toxic-toy-or-toxic-waste-recycling-pops-new-products.

CETEM
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

UNIDADE DE PESQUISA VINCULADA AO
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL