



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

**Mineração Urbana de Resíduos de Equipamentos
Eletroeletrônicos: Análise e Contribuição para as
atuais Políticas Públicas**

Thomas Johannes Schrage

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos
Setores Energético e Mineral

Rio de Janeiro, março de 2019



THOMAS JOHANNES SCHRAGE

**Mineração Urbana de Resíduos de Equipamentos
Eletroeletrônicos: Análise e Contribuição para as atuais
Políticas Públicas**

Trabalho de conclusão de curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral, apresentada ao programa de pós-graduação lato sensu em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral.

Orientador: Carlos R. de Castro Gonzalez

Rio de Janeiro,
março de 2019.

Agradecimentos

A todo corpo docente desse curso de especialização, em especial ao professor e orientador Carlos Roberto de Castro Gonzalez

A toda equipe e colegas da PUC e MME, por tornarem possível e frutífero este curso de especialização.

Aos colegas presentes e não mais presentes da Assessoria Especial de Meio Ambiente/MME: Chefe de Assessoria Maria Ceicilene Aragão Martins; coordenadoras Rita Alves Silva e Verônica e Silva Souza; analistas de infraestrutura André Brito, Ricardo Ribeiro e Nilo Teixeira e assistente técnica Maria José Oliveira.

À amada Rúbia Rúbio, pelas realizações e sonhos na vida e na ciência.

Resumo

Schrage, Thomas Johannes; Gonzales, Carlos Roberto de Castro. MINERAÇÃO URBANA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS: ANÁLISE E CONTRIBUIÇÃO PARA AS ATUAIS POLÍTICAS PÚBLICAS. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral, Departamento de Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. 50 pg.

A mineração urbana é um conjunto de ações e tecnologias com a finalidade de recuperar matéria-prima do catabolismo urbano por meio de uma gestão de depósitos antrópicos. A necessidade crescente de recursos minerais, o aumento da produção de resíduos urbanos e a finitude de jazidas minerais naturais fazem com que a mineração urbana seja uma potencialidade econômica e ambiental.

O trabalho busca analisar as políticas públicas referente à mineração de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônico e o seu reaproveitamento. Focou-se em políticas públicas nacionais por meio da legislação federal, e legislação estadual de São Paulo e Brasília.

O trabalho concluiu que a legislação não observa o tema da mineração urbana, a qual aparece sutilmente apenas no conceito de Logística Reversa dentro das Políticas de Resíduos Sólidos. No entanto, essas ainda não estão implementadas nem monitoradas, e não observam os aterros já existentes. É sugerido que o setor mineral deva se inserir na cadeia produtiva em elaboração pela Logística Reversa. Por fim, é proposto diretrizes de governo para o avanço do tema.

Palavras chaves

Políticas Públicas, Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, Mineração Urbana, Economia Circular.

Abstract

Schrage, Thomas Johannes; Gonzalez, Carlos Roberto de Castro. URBAN MINING OF WASTE OF ELECTRO-ELECTRONIC EQUIPMENT: ANALYSIS AND CONTRIBUTION TO CURRENT PUBLIC POLICIES. Completion Work, Specialization Course in Public Policies and Governmental Management in the Energy and Mineral Sectors, Administration Department. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro., Rio de Janeiro, 2018. 50 pg.

Urban Mining is a set of actions and technologies aimed at recovering raw material from urban catabolism through the management of anthropogenic deposits. The need for mineral resources, increased production of urban waste and the finite of natural mineral deposits make the Urban Mining an economic and environmental potential.

This work aims to analyze the public policies about the Mining of Waste, Electrical and Electronic Equipment, and its reuse. The work focused on national public policies through federal legislation, and through state laws of São Paulo and Brasília.

The paper concluded that legislation does not address the issue of urban mining, which appears subtly only in the concept of Reverse Logistics within Solid Waste Policies. However, these are not yet implemented or monitored and do not observe existing landfills. It is suggested that the mineral sector should be included in the production chain being elaborated by Reverse Logistics. Finally, government guidelines are proposed for the advancement of the theme.

Keywords

Public Policy, Waste of Electric and Eletronic Equipaments, Urban Mining, Circular Economy .

Lista de Figuras

Figura 1. Produção de RSU, tonelada por dia no Brasil	16
Figura 2. Relação entre produção anual de RSU[...]	17
Figura 3. Participação das regiões do Brasil nos RSUs.....	18
Figura 4. Diagrama da Economia Circular.....	20
Figura 5. A mineração urbana de REEEs na economia circular.....	25
Figura 6. Quadro lógico de Eficiência e Efetividade.....	28
Figura 7. Mineração Urbana como interseção [...].....	32
Figura 8. Esferas de análise de PP de Mineração Urbana.....	33
Figura 9. Concepção do modelo de Gestão Integrada [...]	44
Figura 10. Diretrizes de PPs para MUs de REEEs.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1. Geração de RSU, tonelada por dia, e kg por ano por habitante, ano de 2016.....	15
Tabela 2. Principais usos e potencial de reciclagem de alguns elementos metálicos.....	24
Tabela 3. Situação dos sistemas de logística reversa no SINIR	34

Lista de Siglas

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
DF	Distrito Federal
EC	Economia Circular
ES	Espírito Santo
HAB	Habitantes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Kg	Quilogramas
Km	Quilômetros
MME	Ministério de Minas e Energia
MU	Mineração Urbana
PIB	Produto Interno Bruto
PP(s)	Política(s) Pública
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo
PDGIRS	Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Distrito Federal
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
RCD(s)	Resíduo(s) da Construção Civil e Demolição
REEE(s)	Resíduo(s) de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
RSO	Resíduo Sólido
RSU	Resíduo(s) sólido urbanos
SIGOR	Sistema Estadual de Gerenciamento On-line de Resíduos Sólidos
SINIR	Sistema Nacional De Informações Sobre A Gestão Dos Resíduos Sólidos
SP	São Paulo
SLUs	Superintendências de Limpeza Urbana / Serviços de Limpeza Urbana
T	Toneladas
UF	Unidade da Federação

Índice

1.	Introdução	8
1.1.	Apresentação do tema.....	8
1.2.	Objetivos	9
1.3.	Justificativa	10
2.	Referencial Teórico.....	11
2.1.	Lixo e REEE.	12
2.2.	Economia Linear e Economia Circular	19
2.3.	Mineração e Mineração Urbana.....	22
2.4.	Potencial econômico e vanguarda na reciclagem de REEEs.....	26
2.5.	Políticas Públicas e Ações do Governo	27
3.	Métodos.....	29
3.1.	Tipo de Pesquisa.....	29
3.2.	Procedimentos.....	31
4.	Resultados	34
5.	Conclusão	45
6.	Referências bibliográficas.....	50

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do tema

Lixo eletrônico ou sucata eletrônica são todos os “itens de equipamentos elétricos e eletrônicos e suas partes que foram descartadas pelos seus possuidores como lixo, ou seja, sem intenção de reuso” (BALDÉ *et al.*, 2017, pg. 11).

Estima-se que cerca de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico serão descartados no ano de 2019 em todo o mundo (*idem*). Especificamente no Brasil, serão mais de 1,5 milhões de toneladas (ou seja, 3% do total mundial), sendo que cada habitante brasileiro, em média, descartará mais de 8 quilogramas (kg) deste tipo de lixo neste ano. A população brasileira está crescendo, sendo que a projeção para os próximos 20 anos revela um acréscimo de pelo menos 15 milhões de habitantes¹, o que significa um aumento na demanda por matéria-prima, bem como na geração de resíduos sólidos. Para cada tonelada de lixo eletrônico, cerca de 2,70% são materiais contaminantes (WIDMER *et al.*, 2005).

Podem-se buscar diversos dados e indicadores, com estonteantes ordens de grandeza, e perceber o impacto ambiental e social do lixo eletrônico. Contudo, pode-se converter o seu descarte em reaproveitamento econômico, como na re-extração de minérios. Deste modo, com a importância sobre impactos e potencialidades sobre o lixo eletrônico, e necessitando-se de um termo menos hostil, cunhou-se o conceito Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE).

À título de exemplificação, cerca de 60 elementos químicos poderiam ser recuperados nos celulares descartados no ano de 2016, o que indica um potencial econômico na ordem de 9,6 bilhões de euros em matéria-prima reutilizável (Baldé *et al.*, 2017). Em cada tonelada mista de REEE, projeta-se um potencial de até 500 euros (WIDMER *et al.*, 2005).

Entre as contradições relacionadas à mineração, talvez uma das mais profundas é sua tendência ao esgotamento pela tautologia. Em outras

¹ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em 05/01/2019.

palavras, o avanço do consumo acompanha a demanda e necessidade por mais matérias-primas minerais, num ciclo vicioso. Algo que se verifica crescente em nossa sociedade, seja pelo crescimento demográfico, ou pela necessidade e fetiche pelos produtos tecnológicos - este, com tempo de uso cada vez menores.

No entanto, ao passo que uma mina é aberta, modifica e capitaliza o seu entorno, bem como cria laços de dependência na economia regional, e até mesmo nacional, os recursos dessas minas são apenas temporários, dada por certa a finitude de suas jazidas.

No modelo de uma economia linear, da exploração da matéria-prima, ao seu processamento e aproveitamento em manufaturas; são gerados significativos impactos ambientais e sociais, que culmina no descarte - muitas vezes inapropriado. Este, por si só, representa também impacto ambiental e social.

Assim, faz-se necessário pensar em uma economia circular, de reaproveitamento das matérias-primas minerais, que não se esgota no descarte, por meio da então emergente *mineração urbana*².

Este trabalho, portanto, se debruçará sobre essa questão. Quais são as políticas públicas e de governança, nos níveis estadual e federal, que buscam mitigar o impacto ambiental do lixo eletrônico, e o consequente reaproveitamento econômico do mesmo, sobretudo por meio da *mineração urbana*? Qual a aplicabilidade e prática pelos entes públicos e privados na *mineração urbana*?

Para responder a estas questões, irá se analisar a jurisprudência, os relatórios governamentais e a produção acadêmica concernente ao tema.

1.2. Objetivos

A presente pesquisa tem como **objetivo geral** analisar as políticas públicas (ações do governo) referente à *mineração urbana* de REEE. Para tanto, elas deverão ser observadas dentro de pelo menos quatro esferas, de modo a tecer uma visão holística sobre o tema. São elas:

- a esfera da economia, incluindo-se o público e o privado;

² O conceito *mineração urbana* está discutido em Referencial Teórico.

- a esfera do social, incluindo-se a própria percepção e inclusão do tema à população;
- a esfera ambiental, dentro do entendimento sobre desenvolvimento sustentável;
- a esfera da própria governança, referente à eficácia e eficiência;

Deste modo, desdobram-se como **objetivos específicos**:

- analisar a existência ou não de legislações e ações públicas em âmbito nacional e estaduais no que concerne à *mineração urbana* de REEE;
- analisar a aplicação e práticas de *mineração urbana* no Brasil;
- analisar os controles e indicadores dos fluxos e potencialidades da *mineração urbana*.

Por fim, almeja-se que, a partir da pesquisa, se consiga propor possíveis mudanças no rumo ou curso das ações do governo, especificamente no que tence à *mineração urbana*.

1.3. Justificativa

A importância do setor mineral para a economia brasileira é facilmente percebida. Em 2018, conforme o boletim para o setor (MME, 2019), ele representava cerca de 4,7% do Produto Interno Bruto (PIB) e contribuiu com 23% do saldo da balança comercial brasileira (de um total de 58%). Destaca-se no setor, o minério de ferro, que representa 80% do total das exportações de minérios brasileiros (*idem*). É o segundo elemento nacional mais exportado, atrás apenas da soja.

Contudo, apesar desta importância, a mineração é finita e um dia irá se esgotar. Algumas estimativas apontam que isso poderá ocorrer já nas próximas décadas para os principais municípios mineradores de ferro do Brasil, tais como Parauapebas no Pará (30 anos) e Mariana em Minas Gerais (20 anos), segundo Enríquez (2007).

Por outro lado, a demanda por produtos que dependem da matéria-prima oriunda da mineração, base de toda a cadeia produtiva moderna, nunca será

decrecente, pela necessidade de consumo da sociedade, além de outros diversos fatores complexos e multidisciplinares.

Estes fatores, tais como a obsolescência programada, a urbanização, a globalização, a relação homem/tecnologia, da subjetividade, dentre outros processos modernos ou pós-modernos que tecem a sociedade urbana podem ser vistos em autores como: Lefebvre (1991), Bauman (2007), Lipovetsky (2007), Leonard (2011). Contudo, no presente texto, dada a profundidade da questão, não se cabe aqui discorrer sobre os processos e símbolos que desencadeiam a relação consumo-descarte, sob o risco de os tornar rasos.

De qualquer modo, há um consenso entre esses autores, ao observarem uma combinação de pelo menos duas lógicas complementares: a da necessidade (efetiva ou não) e a dos desejos (estimulados ou não) – revelando uma sociedade voltada aos dispêndios para o individualismo e o hedonismo.

Assim, na atualidade, a dinâmica do consumo se pauta em necessidades reais, dos objetos vitais, concomitante ao crescimento dos objetos de desejo por conforto, prazer e imagético, como parte marcante do comportamento social.

Impõe-se, portanto, um destino muito claro à sociedade, regulado pela redundância: que reside na maior produção de bens tecnológicos, que demanda mais e mais o consumo de bens minerais, o que irá culminar em um maior descarte dos resíduos destes bens tecnológicos quando não tiverem mais uso, real ou simbólico.

É relevante, portanto, que os gestores públicos como planejadores a longo prazo da sociedade, tratem a questão. Estes resíduos de bens da tecnologia (REEEs) podem ser inseridos novamente na cadeia de produção, gerando novos bens e reduzindo impactos ambientais, assim como a tecnologia de seu reaproveitamento e o controle de seus fluxos será vital para uma competição econômica global entre nações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

É necessária a elucidação e discussão sobre alguns conceitos teóricos norteadores. Inicialmente, sobre o próprio conceito *lixo*, em contraposição ao

conceito de *resíduos*; pois as próprias semânticas indicam o estado da arte, o imaginário e as percepções referente ao tema.

Posteriormente, sobre temas concernentes ao reaproveitamento dos REEEs, irá se apresentar uma mudança entre economia linear para economia circular, bem como de que forma essa economia circular pode estar expressa por meio da *mineração urbana*.

Por último, será apresentado como esses elementos são vistos e acionados pelas Políticas Públicas (ações de governo).

2.1. Lixo e REEE.

A geração de resíduos é algo perpétuo à própria vida. De certo modo, se estende à própria definição do que é vida.

Já na década de 1940, o nobel Schrödinger inaugurou uma nova vertente científica pela junção da Química, Física e Biologia. Eis uma de suas declarações pioneiras, mantida mesmo após intensos debates científicos (SCHRÖDINGER, 1997, pg. 81):

a forma pela qual um organismo se mantém estacionário em um nível razoavelmente alto de ordem (= nível razoavelmente baixo de entropia) realmente consiste em absorver ordem de seu meio ambiente (...) depois de utilizá-lo, devolvem em uma forma muito degradada.

Em outras palavras, um ser vivo, para evitar a inerente desordem (entropia máxima) a que todo o universo está sob regência, deve manter a sua ordem interna capturando e processando energia livre do ambiente e devolvendo-a em uma forma degradada e mais caótica ainda.

Enquanto a maioria dos seres vivos individuais o fazem por meio unicamente de seu metabolismo, podemos extrapolar que o modo de vida particular do ser humano anseia cada vez mais energia livre e matéria para manter a ordem de sua própria sociedade como um coletivo, conforme essa se complexifica; devolvendo essas mesmas energias e matérias de “forma muito degradada”, em diversas instâncias, afetando até mesmo o planeta como um todo (LOVELOCK, 1979).

Assim sendo, fica claro que o ser humano, bem como qualquer ato humano, não poderá deixar de gerar resíduos. No entanto, no momento que

estes resíduos superam a própria capacidade de absorção do meio ambiente que o cedeu, trata-se de uma poluição.

Dentro de uma visão física e química, já é conhecido o conceito de Irreversibilidade, em que uma entidade A pode torna-se B, enquanto que B não poderá retornar a ser A. A poluição máxima, seria, portanto, na ótica da ecologia, aquela em que o trabalho humano gerou processos e rejeitos irreversíveis (SARIDIS, 1998).

Contudo, possivelmente a sociedade de modo geral não interpreta os resíduos sob uma ótica tão científica. Basta perceber a semântica da palavra lixo, originária do verbo latino *lixare*; o mesmo de lixar, arrancar o excedente. Lixo (*Lix*), seria, portanto, os restos que sobram do ato de lixar, polir ou desbastar (WALDMAN, 2010).

Mas profundo ainda é argumentar que, segundo Waldman (2010), a própria palavra para Inferno, local de punição bíblica, que originalmente em hebraico é *Gehene*, vem de *Gei Ben-Hinom*, “Vale dos filhos de Hinom”. O antigo vale de Hinom situava-se nas cercanias de Jerusalém, onde eram depositadas carcaças, corpos de criminosos, restos e esgoto, posteriormente queimados com a ajuda de enxofre. Sem delongas, um lixão.

Outro caso emblemático referente à visão sobre o que é lixo, e o seu tratamento, possui consequências urbanas até a atualidade. No início do século XX, com o advento do crescimento (ou surgimento) das principais cidades brasileiras, sobretudo pela imigração, iniciou-se uma ocupação orgânica. No caso da cidade de São Paulo (SP), por exemplo, a mesma ocorreu justamente nas partes mais baixas e menos valorizadas, tais como as planícies aluviais, popularmente chamadas de várzeas.

Com o acúmulo destas ocupações, e unindo a necessidade de valorização urbana com saúde pública, os governos da época, baseados em uma visão sanitarista, projetaram uma forma de expurgar os lixos para longe (Seabra, 1987). Iniciaram-se planos e obras de retificação para aumentar o escoamento fluvial, levando os rejeitos ora depositados em várzeas e calçadas para mais longe do centro urbano. A cidade perdeu sua malha fluvial, e em seguida a ocupação urbana impermeabilizou o solo, aumentou o escoamento superficial, saturou os canais, entupiu bueiros e esgotos. Os drásticos alagamentos persistem até a atualidade.

Assim, com o aumento da urbanização, em uma escalada de produção sem precedentes, e já sem possibilidade de adiar a questão, não se poderia deixar de indagar, afinal, o que fazer com o lixo.

Um primeiro passo seria, portanto, classificar o que são os próprios lixos, e suas tipologias, já que não são únicas. Posteriormente, pensar em corretas formas de deposição, ou recomposição, ou neutralização.

Nesta ótica, surgiu a reclassificação do que é *lixo* para *resíduos sólidos*, em uma linguagem mais aceitável popularmente e passível de ser utilizada juridicamente, surgindo assim as primeiras legislações específicas sobre o tema. Dentre essa reclassificação, o mais novo participante deste elenco é aquele de origem eletrônica, convencionado como Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE).

Sua maior problemática está em conter metais pesados (chumbo, cádmio, mercúrio, dentre outros); que são elementos sem função biológica, bioacumulativos e adversos à saúde (WALDMAN, 2010). É o caso, por exemplo, da cidade Guiyu na China. O local tornou-se o principal receptor de lixo eletrônico no mundo, muitas vezes de forma ilegal de outros países, tornando-se tão contaminado quanto locais que recebem lixo radioativo (LEUNG *et al.*, 2006).

No local, a reciclagem se dá de forma primitiva por pequenas empresas familiares – entre fogueiras e ferramentas manuais, da criança ao idoso, cujas consequências atingem a saúde das pessoas, o solo e ar (*idem*). Apesar dos habitantes estarem com altos níveis de contaminantes, doenças associadas e baixa expectativa de vida, estes ainda se incomodam quando organizações ou reportagens estrangeiras denunciam as condições locais, por dependerem unicamente deste meio como forma de viver (CBS, 2008³).

O crescimento na quantidade de REEEs possui uma causa múltipla, mas está nitidamente associada ao crescimento econômico e demográfico aliado ao consumismo. Por exemplo, conforme Baldé *et al* (2017), nos Estados Unidos da América e Canadá, a produção de lixo eletrônico é 20kg por habitante,

³ Disponível em <https://www.cbsnews.com/news/following-the-trail-of-toxic-e-waste/>. Acesso em janeiro de 2019.

enquanto que o terceiro colocado, Brasil, gera 8 kg por habitante. A média sul-americana é de 7 kg por habitante.

A China gera a maior quantidade bruta de lixo eletrônico na Ásia e no mundo (7,2 Mt), com uma média relativa de 19 kg por habitante. As quatro principais economias asiáticas que têm a maior geração de REEEs em quantidades relativas são países do chamado Tigre Asiático: Chipre (19,1 kg / hab), Hong Kong e China (19 kg / hab), Brunei e Cingapura (cerca de 18 kg / hab cada).

Ainda conforme os autores, a Alemanha gerou 1,9 Mt em 2016, a maior cifra na Europa. Contudo, a Noruega gera a maior quantidade de lixo eletrônico por habitante na Europa (30 kg / hab), seguida pela Grã-Bretanha e Dinamarca (cerca de 25 kg / hab cada). A média europeia é de 16,6 kg por habitante. Para comparação, a média na África é de 2 kg / habitante.

No Brasil, são poucos os estudos que demonstram a geração bruta ou relativa de REEEs, inclusive por região ou municípios. Pela variação nas metodologias utilizadas, é difícil criar um panorama comparativo.

Especificamente para Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), a ABRALPE (2016) realizou um estudo sistemático para todas as unidades da federação mais o Distrito Federal. Os resultados, por ordem de tonelada de RSU total produzido por dia, são (**Tabela 1**):

Tabela 1. Geração de RSU, tonelada por dia, e kg por ano por habitante, ano de 2016.

<i>UF</i>	<i>População</i>	<i>RSU tonelada/dia</i>	<i>kg/ano/habitante</i>
<i>São Paulo</i>	44.749.699	61.078	498
<i>Rio de Janeiro</i>	16.635.996	21.678	476
<i>Minas Gerais</i>	20.997.560	18.751	326
<i>Bahia</i>	15.276.566	14.722	352
<i>Ceará</i>	8.963.663	9.679	394
<i>Pernambuco</i>	9.410.336	8.852	343
<i>Paraná</i>	11.242.720	8.626	280
<i>Santa Catarina</i>	11.286.500	8.546	276
<i>Maranhão</i>	6.954.036	7.173	376
<i>Pará</i>	8.305.359	6.957	306
<i>Goiás</i>	6.695.855	6.583	359
<i>Rio Grande do Sul</i>	6.910.553	4.955	262
<i>Distrito Federal</i>	2.977.216	4.667	572
<i>Amazonas</i>	4.001.667	4.164	380
<i>Paraíba</i>	3.999.415	3.491	319

<i>Espírito Santo</i>	3.973.697	3.282	301
<i>Piauí</i>	3.212.180	3.212	365
<i>Mato Grosso</i>	3.305.531	3.171	350
<i>Alagoas</i>	3.358.963	3.101	337
<i>Rio Grande do Norte</i>	3.474.998	3.014	317
<i>Mato Grosso Sul</i>	2.682.386	2.567	349
<i>Sergipe</i>	2.265.779	1.812	292
<i>Rondônia</i>	1.787.279	1.437	293
<i>Tocantins</i>	1.532.902	1.227	292
<i>Amapá</i>	782.295	666	311
<i>Acre</i>	816.687	597	267
<i>Roraima</i>	514.229	396	281

Elaborado pelos autores baseado em ABRALPE (2016).

Neste, podemos observar que os estados que mais produzem resíduo sólidos urbanos são consecutivamente São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, localizados na região sudeste, e os que menos produzem são Roraima, Acre e Amapá, localizados na região norte (**Figura 1**).

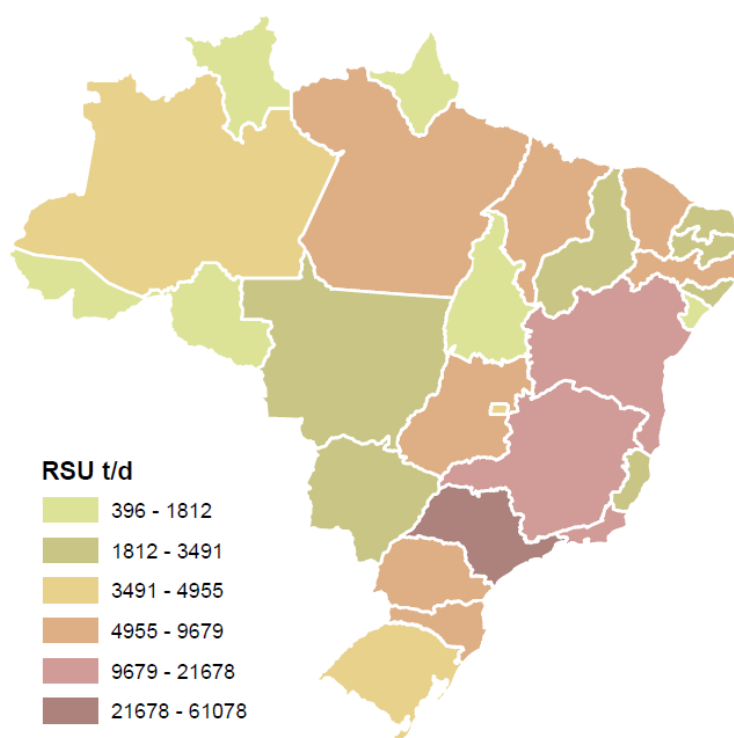


Figura 1. Produção de RSU, tonelada por dia no Brasil. Elaborado pelos autores, baseado em dados da ABRELPE (2016)

Se relacionarmos os dados de geração anual de RSUs por habitante (ano de 2016), demonstrado na tabela acima, com a de Produto Interno Bruto *per capita* do mesmo ano (IBGE, 2018), teremos alguns dados interessantes (**Figura 2**).

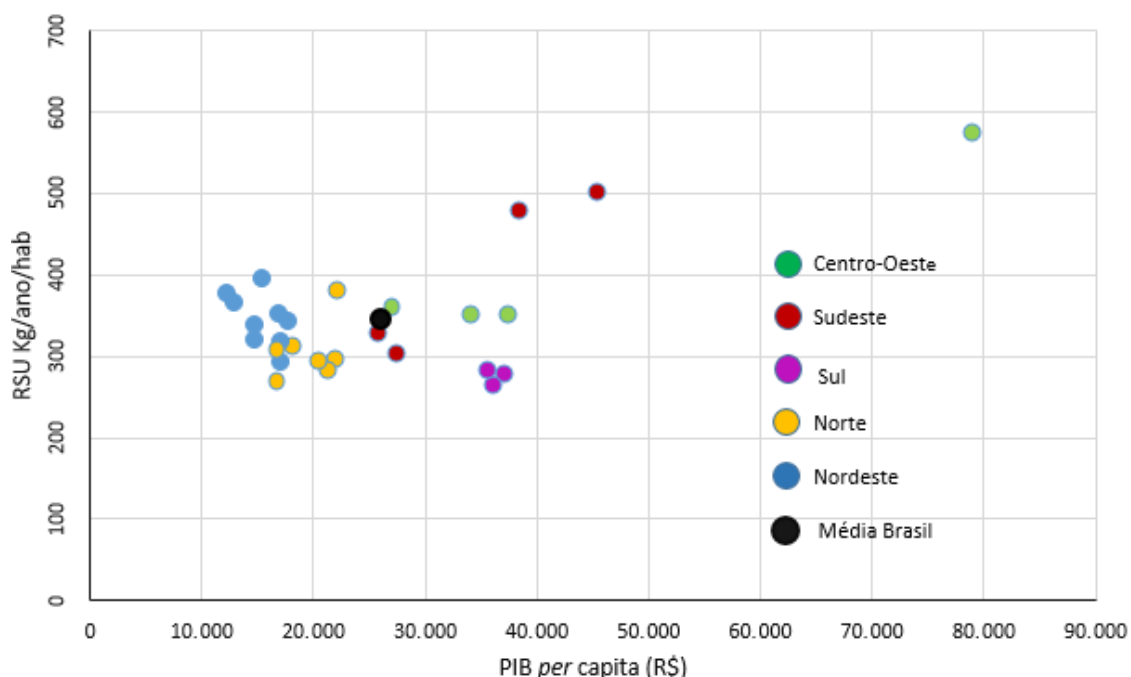


Figura 2. Relação entre produção anual de RSU, por habitante com PIB per capita para o ano de 2016. Elaborado pelos autores, baseado em ABRALPE (2016) e IBGE (2018)

Na figura acima, podemos observar que os estados nordestinos possuem baixo PIB per capita e variada geração de RSU, próxima a média brasileira. Os estados localizados no Norte, por sua vez, possuem em sua maioria PIB per capita mais elevado em relação ao nordeste, e uma geração pouco menor de RSU comparado com o nordeste e a média brasileira, o que provavelmente indica hábitos de consumo menos industrializados.

Já o centro-oeste há uma mesma faixa de geração de RSUs, mesmo com o crescimento do PIB per capita de cada estado, com exceção do Distrito Federal, que possui o maior PIB per capita e maior geração de RSU do país.

No Sudeste, há quase uma relação proporcional positiva entre PIB per capita e geração de RSU, com exceção do estado Espírito Santo (ES).

É interessante notar o comportamento na região sul. Apesar de possuir industrialização, uma população urbana e alto PIB, ainda sim a geração de resíduos por habitantes é menor do que nas demais regiões brasileiras. Algo que carece de aprofundamento posterior.

Através de um estudo sistemático do IPEA (2012) realizado para todos os resíduos sólidos, sem separação por tipologia, pode-se observar que nas

capitais, onde encontra-se renda elevada e maior população, a geração de lixo é maior.

O estudo é interessante ao mostrar, no entanto, que os maiores aterros não se encontram nessas próprias cidades geradoras. Por exemplo, no ano de 2000, os cinco municípios com quantidades de descarte de resíduos sólidos em próprio solo eram: São Paulo, Belo Horizonte, Salvador, Brasília e Manaus, todas elas capitais.

Já em 2012, os cinco municípios líderes passaram a ser Caieiras, Salvador, São Paulo, Sumaré e Hortolândia. Ou seja, a cidade de São Paulo passa a ser a terceira colocada, pois passa a redistribuir o seu lixo para municípios vizinhos, tais como Caieiras, Sumaré e Hortolândia.

De acordo com relatório da ABRELPE (2017), o Sudeste ainda se mantém como o maior produtor de resíduos do Brasil (**Figura 3**).

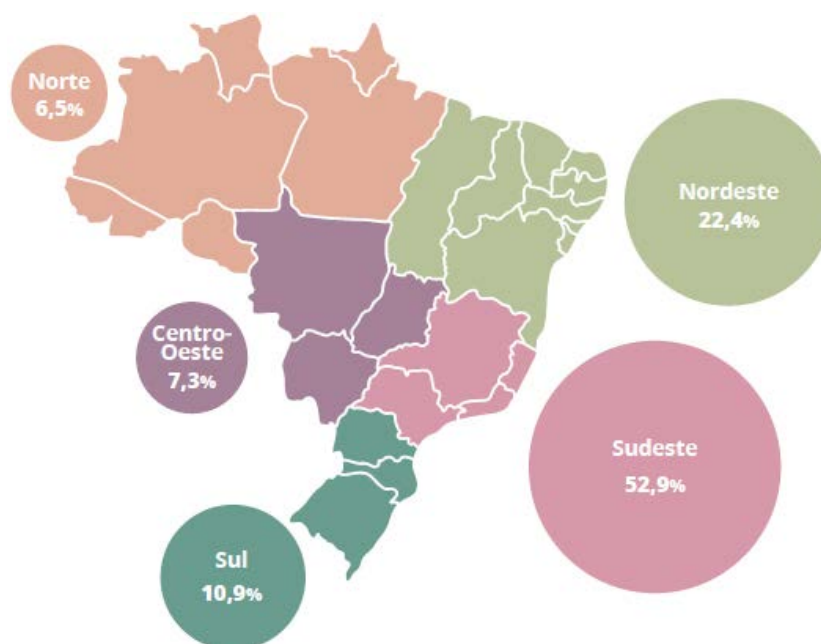


Figura 3. Participação das regiões do Brasil nos RSUs coletados. Fonte: ABRELPE (2017)

A partir do exposto, a gestão correta dos REEEs pode ser separada em dois momentos cronológicos. O primeiro momento trata daquele anterior ao próprio descarte, associado aos hábitos de consumo.

Já o outro momento trata da destinação após o descarte pelo usuário. Neste sentido, o avanço da consciência ambiental, por exemplo, junto a Agenda 21 do Rio-92, pautou o discurso da reutilização e da reciclagem para

os resíduos sólidos (Waldman, 2010). Foi nessa ótica que surgiu noções semelhantes, como a Economia Circular (EC), conforme Iwasaka (2018).

2.2. Economia Linear e Economia Circular

A Economia Linear é a mais conhecida de todas, simbolizada pelo saquinho plástico posto na calçada e levado ao lixão. Trata-se do: Extrair, Produzir, Usar, Descartar. Por sua vez, a Economia Circular é mais do que apenas uma noção didática para reuso de lixos, mas sim um *modelo de produção*, baseado na retroalimentação de insumos para cadeias produtivas, mesmo que em cadeias não originais (DUTHIE e LINS, 2017a e 2017b).

A sua origem – mesmo que o termo Economia Circular ainda não tenha sido utilizado – se deu entre as décadas de 1960 e 1970, com a aproximação da Economia aos modelos de Ecologia, por cientistas sociais que observaram a Lei da Entropia e os Ciclos Ecológicos, aplicando-os às novas teorias sustentáveis para processos industriais e de consumo (Lima, 2017a; Iwasaka, 2018). Contudo, o termo Economia Circular (EC) começou a ser utilizado de fato na década de 1990, tanto no meio científico como no meio legislativo (*idem*).

Conforme Iwasaka (2018, pg. 43), citando a fundação Ellen MacArthur⁴ (FCM, s.d) – pioneira e referência em EC - são três os princípios para este modelo:

Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e controlando os fluxos de recursos renováveis. [...]

Princípio 2: Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico. [...]

Princípio 3: Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio. (FCM, s.d apud IWASAKA, pg. 43, 2018)

O primeiro princípio elenca a necessidade de se controlar a utilização dos recursos finitos, optando por recursos e energia renováveis. O segundo princípio é importante para que os bens de consumo sejam projetados e

⁴ Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>. Acesso em janeiro de 2019.

elaborados de modo a ter um ciclo de vida longo, bem como passíveis de serem facilmente reparados. Quanto maior for a longevidade do ciclo, melhor.

Por sua vez, o terceiro princípio se refere à redução de externalidades negativas, ou seja, os efeitos colaterais de uma escolha de um grupo que recai mesmo sobre outros grupos que não participam dela, tal como o barulho ao redor de um aeroporto, o ar poluído gerado por carros, o aquecimento global.

Conclui-se a partir dos três princípios que a EC deverá ser, portanto, uma atividade pensada de forma integral, ou seja, pela indústria, prestadores de serviços, consumidores e governo, como demonstrado na **Figura 4**:

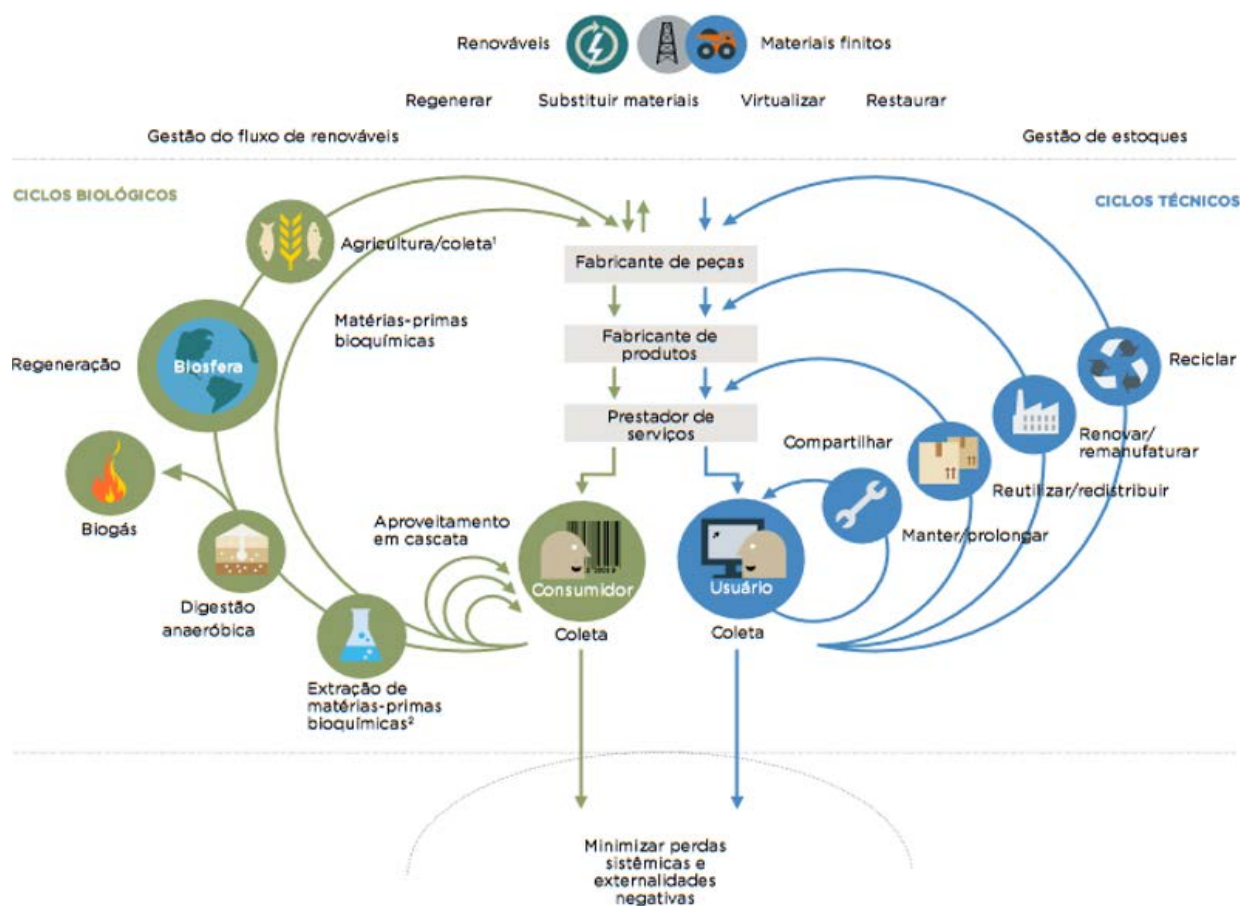


Figura 4. Diagrama da Economia Circular. Fonte: Ellen MacArthur (2015 *apud* IWASAKA, 2018).

Cabe discutir, no entanto, alguns mitos sobre a Economia Circular, bem como qualquer ideia semelhante sobre reuso e reciclagem. Waldman (2010) advoga três adjetivações referente a estes mitos, comparando-as, portanto, como um ser divino. São elas: onipotente, onipresente e onisciente.

No primeiro caso, a fábula é considerar a reciclagem como a solução por excelência, ou seja, onipotente, tal como se os ciclos fossem de fato fechados e perpétuos, sem perdas e limitações. Como discutido anteriormente, a cada transformação, pela lei da entropia, haverá perdas irreversíveis.

O segundo adjetivo, o da onipresença, reside na ilusão de que todo material pode ser reciclado, e que a reciclagem sempre será a melhor opção econômica viável em todas as regiões do mundo, o que nem sempre ocorrerá.

O terceiro adjetivo, sobre a reciclagem onisciente, é relacionada à ideia de que esta não é impactante. Contudo, ela demandará energia, água, produzirá seus próprios resíduos, perdas e externalidades negativas, dentre outros elementos. O discurso pode, ainda, alimentar um estilo de vida de desperdícios, tal como uma permissão, já que reciclável.

Desta forma, o “repensar” os usos nunca poderá deixar de ser posto de lado e deve ser incentivado – sobretudo para influenciar o momento pré-descarte, com diminuição do consumo.

Para uma satisfatória Economia Circular, deve ser observada todas as suas possíveis limitações, de modo que o próprio Governo com uma correta governança, incentive e fiscalize corretamente os ciclos de reutilização e reciclagem, tornando a atividade economicamente atrativa para todos, e fortalecendo novos hábitos de consumo.

É o caso por exemplo de móveis construídos com madeira de demolição, que são reaproveitadas de outros usos, como outros móveis e materiais de construção civil, atualmente possuem preços semelhantes ou superiores a outros móveis industriais, algo ocasionado pela etiqueta “verde”, estética rústica e trabalho manual.

Pensando em uma EC especificamente para a mineração, pode-se evocar a reinserção cíclica dos próprios rejeitos e resíduos sólidos nas atividades da mineração, gerados na lavra ou no beneficiamento, visão bastante crescente nas últimas décadas pelo setor mineral (IBRAM, 2013); como por exemplo no recente seminário “Reaproveitamento de Rejeitos de Mineração e Economia Circular” ocorrido em dezembro de 2018 promovido pelo Governo de Minas Gerais, ou por trabalhos deste mesmo curso de especialização realizado pelo Ministério de Minas e Energia, tal como LIMA (2017a).

Outra possibilidade é o reaproveitamento pela Logística Reversa de produtos já manufaturados. Para tanto, faz-se importante a exposição da noção *mineração urbana*.

2.3. Mineração e Mineração Urbana

Na literatura e cinema não são raras as cenas em que pessoas vasculham lixões e ruínas, em busca de escassos recursos já não mais disponíveis pela natureza. Essas distopias também já eram imaginadas por cientistas sociais durante as décadas de 1950 e 1960 (ver GRAEDEL, 2011), quando o mundo observou o crescimento de suas principais cidades.

A *mineração em aterros* (*Landfill Mining*, em inglês) é abrangente, envolvendo o reuso ou reciclagem de qualquer material sólido, como plástico, tecidos e roupas, utensílios, móveis, equipamentos eletrônicos, material orgânico - inclusive como comida...

A *mineração urbana* (*Urban Mining*, em inglês) muitas vezes confunde-se com a de aterros, apesar de ser na verdade uma parte dela, e não se excluir apenas à aterros. Define-se por representar ações e tecnologias com a finalidade de recuperar matérias-primas e energia de produtos oriundos do catabolismo urbano, que poderiam ser recuperadas também de depósitos naturais (BACCINI e BRUNNER, 2012 *apud* COSSU *et al*, 2018). Assim, a *mineração urbana* fornece uma gestão sistemática de depósitos antrópicos de qualquer gênero, tais como edifícios, maquinários, produtos industriais e sistemas naturais que recebem descartes e/ou emissões antropogênicas.

Portanto, com enfoque em minerais e metais, são dois principais produtos que podem se originar da *mineração urbana*: os já citados REEEs e os Resíduos de Construção e Demolição (RCDs). Destaca-se que o enfoque neste trabalho será os REEEs, que envolve o minerar (extrair minérios) de produtos descartados na complexidade do desenvolvimento urbano que extravasa as cidades (LEFEBVRE, 2004).

Porquanto, os princípios da *Mineração Urbana*, conforme Graedel (2011), são:

1. A mineração em depósitos naturais é intensiva energeticamente e ambientalmente impactante;

2. A quantidade disponível de matéria-prima natural declina, mas a taxa de extração é crescente por conta da urbanização;
3. Uma grande quantidade de minérios flui para as cidades, sendo usados em construção civil, transporte, indústria, consumo;
4. Formam-se depósitos nas cidades pelo descarte desses materiais.

Estes depósitos antrópicos representam uma fonte significativa de recursos, com concentrações de elementos frequentemente comparáveis ou superiores aos estoques naturais (COSSU *et al*, 2013, 2018).

A avaliação exata do potencial econômico e mineral destes depósitos varia *inter* e *intra* a cada aterro, e a metodologia para a quantificação e qualificação está em constante desenvolvimento.

Destaca-se duas formas principais, segundo Graedel (2011): a primeira delas é a análise dos padrões de consumo de uma população, estimando o seu descarte por amostragem (tal como o ciclo de vida de celulares, carros, construção civil, etc.); acompanhada da estimativa (por amostragem) da quantidade e qualidade mineral diretamente nestes produtos e/ou diretamente nos aterros.

O segundo método é determinar a quantidade de matéria-prima extraída, por exemplo, em um país, e, por inferência, projetar o que permanece em uso (através do conhecimento dos ciclos de vida dos bens industriais), estimando assim o que possivelmente fora descartado. Este método é mais utilizado para um panorama regional ou global.

A qualidade do material se refere àquela dos próprios minerais presentes nos depósitos antrópicos (aterros), que pode ser: (a) em sua forma pura; (b) em multicomponentes, como ligas metálicas, (c) assembleias complexas, como em chips, e (d) formas dissipativas, como em tintas.

A tabela (**Tabela 2**) a seguir mostra alguns elementos metálicos, a porcentagem de seus principais usos, e em qual qualidade normalmente aparece (a, b, c ou d)

Tabela 2. Principais usos e potencial de reciclagem de alguns elementos metálicos.

Elemento	Usos Principais
<i>Lítio (Li)</i>	Bateria (25%, qualidade b), vidros (18%, qualidade c), graxas (12%, qualidade d)
<i>Berílio (Be)</i>	Eletrônicos (60, c), aeroespacial (20, c), eletrodoméstico(10, c)
<i>Boro (B)</i>	Cerâmicas (76, c), sabonete (5, d), agricultura (4, d)
<i>Ouro (Au)</i>	Joias (72, a), eletrônicos (7, c), dentário (2, b)
<i>Alumínio (Al)</i>	Transporte (28, b), construção (25, b), eletrônicos (18, a)
<i>Titânio (Ti)</i>	Pigmentos (94, d), aeroespacial (4, b)
<i>Cromo (Cr)</i>	Metais (30, b), construção (25, b), maquinário industrial (25, b)
<i>Manganês (Mn)</i>	Aço (96, b), outras ligas (1, b)
<i>Ferro (Fe)</i>	Construção (45, b), Transporte (24, b), maquinário industrial (20, b)
<i>Níquel (Ni)</i>	Liga metálica (68, b), superligas (11, b), chapeamento (6, b)
<i>Cobre (Cu)</i>	Construção (50, a), eletrônicos (21, a), transporte (11, a)
<i>Zinco (Zn)</i>	Galvanização (55, b), ligas (21, b), latão/bronze (16, b)
<i>Germânio (Ge)</i>	Fibra ótica(35, c), ótica infravermelha(30, c), catalisador(15, c)
<i>Arsênio (As)</i>	Preservação de madeira(50, d), baterias (? ,d), eletrônicos (? ,c)
<i>Selênio (Se)</i>	Vidro (25, d), metalurgia (22, b), agricultura(19, d)
<i>Estrôncio (Sr)</i>	Pirotecnia (30, d), ímãs (30, b), ligas (10, b)
<i>Ítrio (Y)</i>	Iluminação (45, c), monitores de tela plana (33, c), aditivo de vidro (12, c)
<i>Zircônio (Zr)</i>	Cerâmica (54, d), refratários (13, d), metalurgia (13, b)
<i>Nióbio (Nb)</i>	Aço (76, b), superligas (24, b)
<i>Molibdênio (Mo)</i>	Aço (50, b), aço inoxidável(25, b), química (14, d)
<i>Merúrio (Hg)</i>	Mineração (75?, d), medicina (10?a), iluminação (10?a)
<i>Cádmio (Cd)</i>	Baterias (83, b), pigmentos (8, d), chapeamento (7, b)
<i>Chumbo (Pb)</i>	Baterias (75, a), tubo e chapa (5, a), revestimento de cabo (2, a)

Adaptado de Graedel (2011)

No entanto, nem todos estes elementos podem ou serão minerados, não pelo menos nos próximos anos. Graedel (2011) discorre que alguns destes materiais foram utilizados de uma maneira que dificilmente poderão ser reutilizados – sobretudo com a complexidade cada vez maior em chips e aparelhos eletrônicos, outros possuem acesso difícil (como cabos enterrados), e outros estão hibernando em gavetas, esperando uma chance para o reuso.

O diagrama a seguir (**Figura 5**) exemplifica a posição da *Mineração Urbana* de REEEs dentro de uma visão da Economia Circular, e o balanço de massa da relação matéria-prima extraída e circularidade dos sistemas posteriores de reuso.

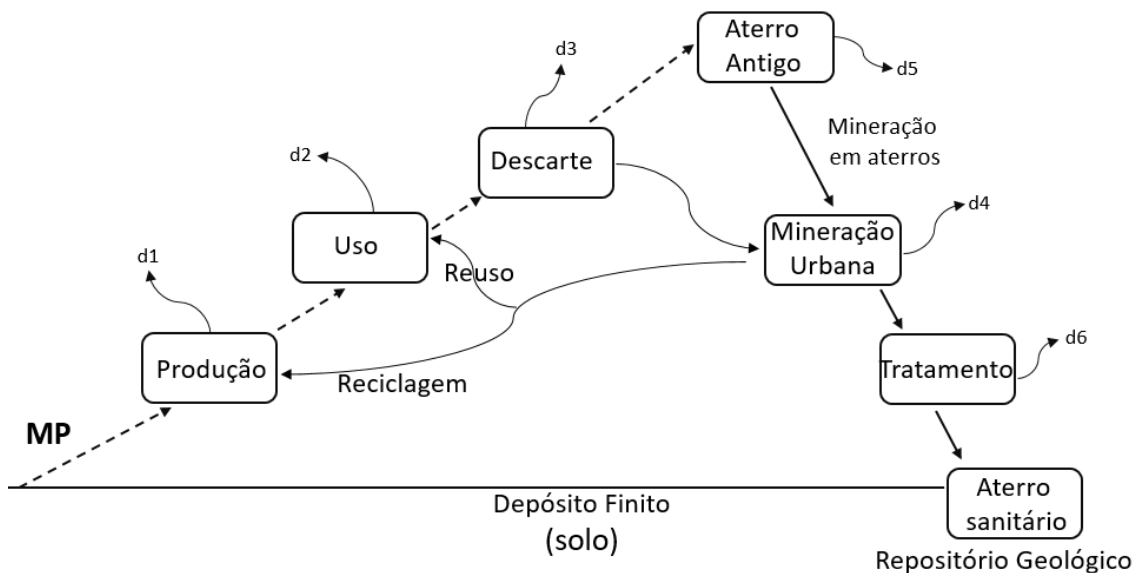


Figura 5. A mineração urbana de REEEs na economia circular. Adaptado pelos autores de Cossu *et al*, (2013, 2018)

Assim, um cálculo de balanço de massa pode se dar por (COSSU *et al*, 2013; 2018):

$$MP = \Delta R + \Delta A + \Sigma di + I$$

Sendo:

MP = Matéria-Prima (primária) extraída.

ΔR = Matéria-Prima secundária utilizada por Reuso e Reciclagem.

ΔA = Matéria-Prima recuperada da mineração em aterros, que inclui a *mineração urbana*.

Σdi = perdas de matéria e energia (como poluição e emissão de gases) associado aos processos destacados na figura;

I = Matéria inerte.

Posto de outra forma:

$$\Sigma di = MP - \Delta R - \Delta A - I$$

Ou seja, quanto maior for a reciclagem, reuso e mineração de aterros, e/ou menor for a extração de matéria-prima primária, menor será a geração de poluição e perda de energia, ou seja, externalidades negativas.

No entanto, a *mineração urbana* deve ser economicamente atrativa, ou ser incentivada de modo a concorrer com a extração primária, em termos de viabilidade. De forma que, voltando ao exemplo da madeira de demolição, o

seu valor real e simbólico está atrelado também ao fato da escassez e mecanismo de fiscalização e punição da extração de madeira maciça natural.

Outro exemplo: foi noticiado⁵ que uma grande empresa de varejo virtual, que funcionava como um *Market Place*, queima milhares de produtos novos, embalados e nunca utilizados, inclusive eletrônicos, na França. A prática, apesar de mal vista, não é ilegal naquele país. A queima era realizada porque manter os estoques dos produtos, ou realizar a doação ou o reuso de um produto novo, é mais custoso do que o descarte.

Este exemplo demonstra a importância do Governo e suas ações como principal agente de uma economia verdadeiramente circular.

2.4. Potencial econômico e vanguarda na reciclagem de REEEs

Uma questão pertinente a ser discutida é o potencial econômico das REEEs, bem como outros países abrangem a questão.

De acordo Baldé et al (2017), 66% dos países no mundo possuem legislação específica referente à circularidade econômica deste tipo de resíduos eletrônicos. Na Europa, por sua vez, todos os países possuem legislação específica para o tema (com exceção da Moldávia), sobretudo em acompanhamento ao pioneirismo dos países nórdicos, sendo que foram eles o percussor do paradigma sobre como tratar o assunto, incorporando a noção de se “Estender a Responsabilidade do Produtor” para a reciclagem de REEEs.

Ainda de acordo com o autor, Na União Europeia (UE), a gestão sobre o lixo eletrônico é regulada uniformemente pelos Diretiva dos REEEs (2012/19 / UE). Ela se destina a regular a coleta, a reciclagem e recuperação de lixo eletrônico. Inclui a prestação de serviços nacionais como pontos de coleta de lixo eletrônico e sistemas de processamento, bem como determina que os Estados Membros devem incentivar o projeto e a produção de equipamentos eletrônicos responsáveis, os quais facilitem o desmantelamento e a recuperação.

Outro debate diz respeito ao “Critical Raw Materials” na Europa, que são as matérias primas consideradas críticas às economias dos países da

⁵ Disponível em <https://noticias.uol.com.br/tecnologia/noticias/bbc/2019/01/15/por-que-a-amazon-queima-ou-joga-no-lixo-milhares-de-produtos-novos.htm>. Acesso em janeiro de 2019.

União Europeia. Dessa forma, foi elaborado o projeto ProSUM⁶ que visa incentivar o menor uso de matéria-prima, bem como melhorar a eficiência dos produtos eletrônicos (como diminuir seus tamanhos e aumentar o seu tempo útil), em vista da futura e previsível escassez destas matérias-primas críticas.

Assim, as principais empresas privadas que tratam do reaproveitamento de REEEs são de origem justamente europeias, possuindo, portanto, tecnologia e conhecimento de mercado. É, por exemplo, o caso da empresa UMICORE que consegue recuperar até 17 elementos químicos de resíduos eletrônicos, com a exportação de material inclusive brasileiro para sua sede de extração, na Bélgica.

No entanto, é importante destacar que o setor é crescente no Brasil, com a fundação de empresas nacionais como EcoBraz, Estre, Coopermiti, Lorene, dentre outras, e na maioria fundadas no final da década de 1990, o que demonstra a rentabilidade do setor.

2.5. Políticas Públicas e Ações do Governo

Política Pública (PP) é um conceito amplo, variável e, em um adjetivo a primeira vista estranho, caleidoscópico.

Sua definição irá variar de autor para autor, e mesmo para cada um, será de complexa definição. Conforme Saraiva (2006, pág. 29), as políticas públicas são:

Decisões condicionadas pelo próprio fluxo e pelas reações e modificações que elas provocam no tecido social, bem como pelos valores, ideias e visões dos que adotam ou influem na decisão. É possível considerá-las como estratégias que apontam para diversos fins, todos eles, de alguma forma, desejados pelos diversos grupos que participam do processo decisório. A finalidade última de tal dinâmica, consolidação da democracia, justiça social, manutenção do poder, felicidade das pessoas – constitui elemento orientador geral das inúmeras ações que compõem determinada política. Com uma perspectiva mais operacional, poderíamos dizer que ela é um sistema de decisões públicas que visa a ações ou omissões, preventivas ou corretivas, destinadas a manter ou modificar a realidade de um ou vários setores da vida social, por meio da definição de objetivos e

⁶ Disponível em <http://www.prosumproject.eu/>. Acesso em maio de 2019.

estratégias de atuação e da alocação dos recursos necessários para atingir os objetivos estabelecidos. (SARAIVA, 2006, pg. 29)

Não obstante, palavras-chave que devem estar associadas à Política Pública são: Ação e Intenção. Sempre, como deve ser, haverá um jogo de tensões sobre as responsabilidades para as ações, assimiladas por intenções contrárias. Desse modo, não haverá “uma ordenação tranquila na qual cada ator social conhece e desempenha o papel esperado” (SARAIVA, 2017, pág. 29).

Em uma Política Pública, ainda de acordo com o autor (*idem*), a sua elaboração contempla algumas principais fases: Agenda, Elaboração, Implementação, Execução, Acompanhamento e Avaliação.

A Agenda é a percepção geral de um problema específico, afirmado pela sociedade, mídia, setor privado ou pelo próprio setor público, com o seu surgimento em discursos coletivos. Posteriormente ocorre a Elaboração, a delimitação deste problema e o início das ações de discussão na pauta do Governo.

Sequencialmente, há Implementação, estabelecida pela disponibilidade de tempo e recursos, técnicos e financeiros, com a realização de programas, projetos e arcabouços legais. A Execução é pôr em prática os programas, projetos e aparatos estabelecidos para a Política Pública em questão. Nesta etapa, surgem obstáculos não previstos.

O Acompanhamento é um processo sistemático e rotineiro, com o intuito de fornecer informações para a realização de correções e ramificações.

A Avaliação é a análise, e percepção, sobre a Agenda. É quando se assimila o cumprimento, ou não, da Política Pública.

É nestas duas últimas etapas, Acompanhamento e Avaliação, que costumeiramente ocorrem a avaliação dos “três Es”: Eficiência, Eficácia e Efetividade.

Estes conceitos, ainda subjetivos e sem uma metodologia concretizada, refletem o atual paradigma dos Governos democráticos, por meio do movimento da Nova Administração Pública. Surgida em meados do século XX – portanto, não tão nova assim e talvez ainda não plenamente implementada; a Nova Administração tem sido o pleito da administração

pública brasileira. Ela busca substituir o espírito burocrático por um mais gerencial, focado em metas e resultados.

Assim, a forma de medir tais resultados se daria por medidas (qualitativas e quantitativas) quanto à avaliação de metas (eficácia), ao impacto (efetividade) e ao processo realizado (eficiência), conforme **Figura 6**.

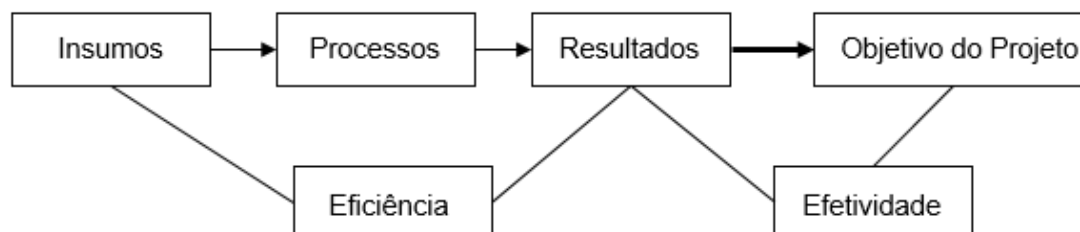


Figura 6. Quadro lógico de Eficiência e Efetividade. Adaptado de Pfeiffer (2006).

Sobre a eficiência de políticas públicas (na esfera social), Januzzi e Patarra (2006) indicam uma análise realizada por meio do estudo da alocação de recursos e insumos, avaliando se estes são compatíveis à política pública desejada

Para a eficácia, os autores declaram que sua avaliação deve se dar em relação aos objetivos finais da política pública. Para eles, a eficácia permite identificar boas práticas e déficits sociais, assim utilizando-se de pesquisas amostrais, indicadores pré-estabelecidos ou registros administrativos.

Quanto à efetividade é importante a opinião dos públicos-alvo da política pública, como indícios de uma mudança social (mas também ambiental e econômica). Devem-se ser utilizados também indicadores múltiplos, que indiquem essas mudanças.

3. MÉTODOS

3.1. Tipo de Pesquisa

Primeiramente, deve-se definir o que é “método”, dentro da percepção científica. Sposito (2003) apresenta dezenas de definições, mostrando como elas variam conforme a própria história da ciência e seus paradigmas. De modo geral, no entanto, pode-se adotar uma definição mais genérica, baseada em Trujillo (*apud* SPOSITO, 2003, p. 26):

Método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência, os métodos constituem instrumentos básicos que ordenam de início os pensamentos ou sistemas, traçam de modo ordenado a forma de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo (TRUJILLO *apud* SPOSITO, 2003, pg. 26)

Especificamente para este trabalho proposto, partiremos de uma pergunta geral, que pode ser posta como uma hipótese: há lacunas nas políticas públicas (ações de governo), baseado na análise dos “três Es”, sobre reaproveitamento de REEEs por meio da *mineração urbana*?

Portanto, o método a ser utilizado será o hipotético-dedutivo, aquele “através do qual se constrói uma teoria que formula hipóteses a partir das quais os resultados obtidos podem ser deduzidos, com base nas quais se podem fazer previsões que, por sua vez, podem ser confirmadas ou refutadas” (Sposito, 2003, p. 29).

Neste método, com origem no positivismo e na lógica, tenta-se separar o pesquisador do objeto pesquisado – na maior medida possível - bem como, busca-se utilizar ou criar técnicas universais, com rigor e passíveis de testes e experimentações por qualquer outro pesquisador. Assim, parte-se de uma evidência, que deve ser testada e analisada e, por fim, sintetizada em resultados.

É extremamente importante que as variáveis escolhidas possam ser comparadas, de modo que, talvez, a principal e mais importante etapa neste método seja a própria escolha das variáveis.

Nesta etapa da escolha de variáveis, Lima (2017b, p. 14) coloca como principais problemas “definir unidades de observação inadequadas – pessoa, empresa, cidade, evento, a depender do desenho da pesquisa” ou “produzir um estímulo inadequado e obter uma resposta que não represente aquilo que se está interessado em analisar”.

Cabe frisar que para esta pesquisa se tornar completa, é necessário também entender como os atores (público, privado, a sociedade em geral) participam do processo: seu papel, sua percepção, prioridades e sentimentos quanto a essas políticas públicas. Para tanto, seria necessário se utilizar do método qualitativo, cuja principal característica é a da subjetividade, onde o

foco está na percepção e interpretações, e não na mensuração (CHIZZOTTI, 2003).

Para se atingir esta investigação dos fenômenos humanos, para Turato (2005), o método qualitativo possui alguns atributos específicos, como: 1 – se focar nos fenômenos, 2 – a pesquisa ocorrer *in situ*, 3 – o pesquisador ser o próprio instrumento de pesquisa e se valer de seus sentidos e fontes diversas, inclusive subjetivas, 4 – o pesquisador se aproximar do pesquisado e 5 – não se pretender uma generalização.

Nota-se que, para tanto, seria necessário que durante esta pesquisa ocorressem entrevistas livres com os diversos atores, observações em campo, usos de materiais primários diversos; o que, pelo tempo disponível, não será possível. Estas percepções, portanto, serão baseadas sobretudo na bibliografia disponível.

Deste modo, nesta pesquisa se valerá do método quantitativo e em certo grau o qualitativo, nas seguintes fases consecutivas explicitadas a seguir.

3.2. Procedimentos

3.2.1 Recorte Espacial

Conforme discorrido anteriormente, é conhecida a relação entre PIB *per capita* e descarte de REEEs em valores relativos, dado o poder aquisitivo, acesso e necessidades. Por outro lado, quanto maior for a população e adensamento urbano, maior será o descarte de REEEs em valores brutos.

Tais critérios são os mesmos para a geração de qualquer outro tipo de Resíduo Sólido Urbano (RSU) discutido anteriormente (ver Referencial Teórico).

Santos (2008) coloca que as questões das escalas não podem ser renegadas. Para ele, o dado nacional é tocante à produção, enquanto que para o consumo, avulta a extração de dados locais, pois é onde a manifestação do consumo termina.

Deste modo, foram escolhidas para análise a escala nacional (expressa em dados federais) e duas unidades da federação (SP, DF), escolhidas como escala local, por conta da amplitude das políticas públicas estaduais e da

ausência de dados que retratem a realidade dos municípios, resguardadas as suas particularidades:

- **São Paulo:** Possui um elevado número de descarte por habitante, que multiplicado com os altos valores de população, bem como sua inserção em rotas tecnológicas, é disparado o maior produtor de resíduos do país. O estado também é precursor em legislação ambiental e possui um fluxo intenso de transporte de resíduos para outros municípios, bem como contém uma das maiores regiões metropolitanas do mundo.

- **Distrito Federal:** É a capital brasileira, onde gera-se as principais políticas públicas em nível federal. Possui o maior valor de descarte por habitante.

3.2.1 Critérios

Esta pesquisa propõe a avaliar Políticas Públicas, quanto à efetividade, eficácia e eficiência (“três Es”).

De acordo com Hogwood e Gunn (*apud* SARAIVA, 2006, pg 32), existem pelo menos sete perspectivas de se analisar uma Política Pública (PP):

- 1) estudos de conteúdos políticos, em que o analista procura descrever e explicar a gênese e o desenvolvimento de políticas específicas;
- 2) estudos do processo das políticas, em que se presta atenção às etapas pelas quais passa um assunto e se procura verificar a influência de diferentes setores no desenvolvimento desse assunto;
- 3) estudos de produtos de uma política, que tratam de explicar por que os níveis de despesa ou o fornecimento de serviços variam entre áreas;
- 4) estudos de avaliação, que se localizam entre a análise de política e as análises para a política e podem ser descritivos ou prescritivos;
- 5) informação para a elaboração de políticas, em que os dados são organizados para ajudar os tomadores de decisão a adotar decisões;
- 6) análise de processo, em que se procura melhorar a natureza dos sistemas de elaboração (HOGWOOD e GUNN *apud* SARAIVA, 2006, pg. 32)

É importante observar que as sete perspectivas acima não ocorrem de forma cronológica, uma antecedendo a outra, e podem ser realizadas de forma independente e simultânea.

3.2.1.1 Análise de processos e Jurisprudência.

Desta forma, se tecerá considerações sobre a análise do processo e sua malha legislativa (perspectiva 6), procurando-se melhorar a natureza da elaboração das Políticas Públicas acerca da *mineração urbana*.

É importante observar que o tema é caro a dois grandes marcos regulatórios: o da própria mineração e os resíduos sólidos (**Figura 7**), de modo que avaliação da jurisprudência deve abarcar ambas.



Figura 7 – Mineração Urbana como interseção das PP de mineração e resíduos sólidos. Elaborado pelos autores.

Para tanto, serão observadas– como já citadas anteriormente – pelo menos quatro esferas (**Figura 8**):



Figura 8 – Esfera de análise de PP de Mineração Urbana. Elaborado pelos autores.

- a esfera da economia, incluindo-se o público e o privado;

- a esfera do social, incluindo-se a própria percepção e inclusão do tema à população;
- a esfera ambiental, dentro do entendimento sobre desenvolvimento sustentável.
- a esfera da própria governança, referente à eficácia, efetividade e eficiência

3.2.1.2 Estudos de avaliação, panoramas e indicadores.

No capítulo referente ao Referencial Teórico, brevemente se discursou sobre a importância e a gênese da questão sobre os Resíduos Sólidos, e mais especificamente sobre os REES.

Na continuidade da pesquisa, se focará em duas perspectivas: os estudos de avaliação (perspectiva 4) e a qualidade e disponibilidade das informações para a elaboração de políticas (perspectiva 5).

Por exemplo: há dados disponíveis, pelos órgãos responsáveis pela gestão mineral, tecnológica e sobre resíduos sólidos, sobre o descarte e reaproveitamento da REEE?

Há levantamentos e disponibilidade de tais dados pelas empresas privadas que de algum modo se relacionam com a cadeia produtiva das REEE, do descarte ao reaproveitamento?

4. RESULTADOS

4.1. Análise de processos e Jurisprudência.

4.1.1 Federal

A principal lei sobre Resíduos Sólidos, inclusive REEEs, para a esfera nacional é a Lei nº 12.305/2010 que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A discussão de uma criação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos se iniciou desde a década de 1990, com os primeiros projetos de lei sobre o tema. Neste contexto, destacou-se o Projeto de Lei 203/1991, tramitado no Congresso.

Durante a década de 2000⁷, ocorreram as principais criações de grupos de trabalhos, no legislativo e no executivo, afim de atualizar e complementar o citado Projeto de Lei. Apenas em agosto de 2010, ou seja, quase dez anos após, foi sancionado e publicado no Diário Oficial o Projeto de Lei 203/1991, já convertido na Lei nº 12.305/2010.

A PNRS define a gestão dos diversos tipos de resíduos, entre eles, os de lâmpadas, pilhas, baterias e equipamentos eletrônicos, prioritários para a Logística Reversa.

Por Logística Reversa, a citada lei a entende como (*idem*):

Art. 3, inciso XII – logística reversa: 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

Conforme a Lei, a Logística Reversa é responsabilidade dos consumidores, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

No entanto, o exato papel destes atores, ou a definição de outros termos da PNRS, como o de tratamento, são difusos. Por tratamento ao longo da Lei, entende-se desde a própria reciclagem, mas também a preparação para o descarte.

Conforme o sítio eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), a situação da implantação da logística para cada cadeia dos produtos para cada tipologia de resíduos está da seguinte forma (**Tabela 3**):

Tabela 3. Situação dos sistemas de logística reversa no SINIR

Cadeias	Situação
Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes.	Acordo setorial assinado em 19/12/2012 e publicado em 07/02/2013.

⁷ A tramitação completa pode ser vista em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=15158>. Acesso em fevereiro de 2019.

Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista.	Acordo setorial assinado em 27/11/2014. Publicado em 12/03/2015.
Embalagens em Geral.	Acordo setorial assinado em 25/11/2015. Publicado em 27/11/2015.
Embalagens de Aço.	Termo de compromisso assinado em 21/12/2018. Publicado em 27/12/2018.
Produtos Eletroeletrônicos e seus Componentes.	Dez propostas de Acordo setorial recebidas até junho de 2013, sendo 4 consideradas válidas para negociação. Proposta unificada recebida em janeiro de 2014. Em negociação.
	Próxima etapa - Consulta Pública.
Medicamentos	Proposta de Decreto elaborada em 2017, aguardando andamento legal.
	Consulta Pública realizada, com finalização do rito em janeiro de 2019.
	Próxima etapa - Análise das contribuições recebidas na Consulta Pública e elaboração da minuta final do Decreto.

Adaptado de SINIR, 2019⁸

Ou seja, dos sistemas da Logística Reversa, os REEEs são os que possuem o andamento mais lento (com exceção das lâmpadas), ainda sem terem sido realizados os acordos setoriais. Importante notar que a discussão destes acordos ocorre sobretudo com empresas do Varejo e Indústria, e não participa o setor mineral.

Se preparando para o tema, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABIEE) elaborou a *GREEN Eletron*⁹ em 2016, como uma gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos. Seu objetivo é auxiliar as empresas associadas no atendimento ao PNRS, como um sistema coletivo para operacionalizar a Logística Reversa, sobretudo na coordenação dos serviços de coleta, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos REEEs.

Nota-se que a proposta setorial atual irá abranger apenas o descarte dos produtos comercializados após a instauração da regulamentação específica da PNDRS, ainda sem data definitiva de elaboração e publicação.

O reaproveitamento de REEEs já existentes nas jazidas urbanas (aterros), passíveis de mineração urbana, não estão em discussão pelos atores

⁸ Endereço eletrônico: <http://sinir.gov.br/logistica-reversa>, acesso em março de 2019.

⁹ Endereço eletrônico: <https://www.greeneletron.org.br/>, acesso em março de 2019

públicos nem associações setoriais, o que poderia ser feito pelo setor mineral inserindo-se na cadeia da logística reversa.

Isso reflete no fato que não foram encontradas Leis ou Políticas Públicas específicas para a Mineração Urbana, seja dentro da PNDRS ou no Jurisprudência Mineral.

Dessa forma, **não foi encontrada legislação ou política pública referente à mineração urbana.**

4.1.2 São Paulo

A Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo é anterior à legislação federal, e em partes, bastante semelhante.

É reconhecida pela sigla PERS e foi regulamentada pelo decreto de número 54.645 de 2009 que normatiza os dispositivos da Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006.

Estimula o Desenvolvimento Sustentável, inserindo noções também de reaproveitamento de produtos. Apesar de não especificar REEEs, a PERS foi revisada para inserir a Logística Reversa, conforme legislação federal.

Desta forma, os seus dispositivos sobre o tema são semelhantes ao da legislação federal.

Em 2011 a Secretaria do Meio Ambiente Estadual, iniciou diálogo interno para estabelecer a estratégia de médio-longo prazo para implantação da logística reversa no estado.

Durante estes diálogos, é reconhecido a geração de resíduos superior à média nacional, bem como uma série de atores próprios com uma atuação muito forte dos setores produtivos e ambientais. Assim, as discussões de acordos setoriais ocorreram em paralelo às discussões federais.

Estipulou-se uma estratégia de 15 anos, entre 2011 até 2015, composto nas fases¹⁰:

Fase 1 – 2011 a 2015: colocar em prática programas piloto – com indústria e importadores;

¹⁰ Endereço eletrônico: <https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/logistica-reversa/estrategia-de-implementacao-da-logistica-reversa-no-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em março de 2019.

Fase 2 – 2015 a 2021: ampliar gradualmente para toda indústria e incluir o comércio e os municípios; e

Fase 3 – 2021 a 2025: consolidar os avanços na legislação.

Os programas pilotos específicos para REEEs estão relacionados à ABIEE por meio do já citado programa *GREEN Eletron*.

Desta forma, a discussão é a mesma sobre a esfera federal, de que nesta atual fase de diálogo, não se insere a discussão legal nem setorial junto a entidades públicas e privadas da Mineração.

O tratamento é diferente para os resíduos, por exemplo, da construção civil, que possuem sistema próprio, inclusive de mineração em aterros de forma bastante avançada no estado, como, por exemplo programas de cata-entulho à domicílio em alguns municípios paulistas.

4.1.3 Distrito Federal

A seguir, segue-se a análise das leis distritais referentes à Resíduos Sólidos e que tangenciam a questão dos REEEs. Não foram encontradas leis específicas sobre Mineração Urbana dentro da esfera da jurisprudência distrital ambiental ou de mineração.

Nota-se que ainda ocorre debates no meio jurídico distrital sobre a Economia Circular e Logística Reversa de REEEs, como por exemplo, em Audiência Pública recente, ocorrida na Câmara Legislativa do Distrito Federal no dia 26 de novembro de 2018¹¹. O foco da Audiência foi específico para acordos setoriais, como financiamento do sistema de logística, e a problemática da obtenção de autorizações – pois, por exemplo, o Ministério do Meio Ambiente observa que todo transporte de REEEs é perigoso, ao considerar a possibilidade dos minerais pesados nestes produtos, encarecendo e complicando o frete.

É interessante notar que durante a audiência pública foram levantadas questões como necessidade de incentivo, pela falta de lucratividade dos REEEs, sobretudo porque os entes envolvidos – inclusive o varejo – não

¹¹ O vídeo pode ser visto em: https://www.youtube.com/watch?v=_9NH0s5oFxU. Acesso em fevereiro de 2019.

interpreta os REEEs como jazida mineral secundária. Os acordos setoriais ocorrem sobretudo entre Associações Industriais e Secretarias de Meio Ambiente, sem envolver o setor mineral. Assim, durante o processo de jurisprudência, não é citado o potencial mineral dos REEEs, apesar dos avanços na questão de aproveitamento econômico nas leis mais atuais.

LEI Nº 4.774, DE 24 DE FEVEREIRO DE 2012 que dispõe sobre a obrigatoriedade de estabelecimentos que comercializem pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes colocarem à disposição dos consumidores recipientes para a coleta do referido material quando descartados ou inutilizados.

Esta curta lei obriga aos comerciantes de pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes situados no âmbito do Distrito Federal a colocar à disposição dos consumidores recipientes para a coleta do material supracitado quando descartados ou inutilizados.

LEI Nº 5.418, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2014 que institui a Política Distrital de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre os procedimentos, as normas e os critérios referentes à geração, ao acondicionamento, ao armazenamento, à coleta, ao transporte, ao tratamento e à destinação final dos resíduos sólidos no território do Distrito Federal, visando ao controle da poluição e da contaminação, bem como à minimização de seus impactos ambientais.

Esta lei apresenta o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGIRS), bem como é a mais atualizada na esfera para o assunto.

Entre os seus princípios, a lei dispõem que o PDGIRS deve observar uma visão sistêmica, ou seja, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Dispõem que deverá existir cooperação entre todos os entes federativos, bem como responsabilização compartilhada por todos – sociedade, público e empresas – para o ciclo de vida dos produtos.

Há assim na lei uma visão moderna, sobre sustentabilidade, gestão integrada e, sobretudo, inovadora, como por meio de mecanismos para

incentivo técnicos e científicos sobre economia circular e monitoramento público e transparente sobre questões ambientais e sanitárias da Distrito Federal.

Em seu artigo 2º, há diversos incisos focados na questão ambiental e de saúde pública sobre a correta destinação, redução de consumo e incentivo à reaproveitamento. Especificamente para a esfera econômica, destaca-se o inciso XII, que define como logística reversa:

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

Este inciso une-se à questão dos REEEs no artigo 26, incisos V e VI:

Art. 26. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos, após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, os importadores, os distribuidores e os comerciantes de:

V – lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

No que tece a governança, a lei ainda define que cabe aos fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes dos equipamentos eletrônicos tomar as medidas necessárias para assegurar a implementação e a operacionalização do sistema de logística. Os consumidores devem efetuar a devolução, após o uso, dos produtos aos comerciantes ou aos distribuidores. Na sequência, os comerciantes e os distribuidores devem efetuar a devolução aos fabricantes, que deverão dar destinação ambientalmente adequada aos produtos

A lei dispõe que, com exceção dos consumidores, todos os participantes dos sistemas de logística reversa devem manter atualizadas e disponíveis ao órgão distrital competente e a outras autoridades as informações completas sobre a realização das ações sob sua responsabilidade.

4.2. Estudos de avaliação, panoramas e indicadores.

4.2.1 Federal

Os relatórios mais completos realizados para subsidiar a Política Nacional foram elaborados pelo IPEA, em 2012, inclusive abrangendo os REEES. Este relatório possui panorama completo sobre a geração, fluxo e legislação em nível nacional e estaduais para os produtos cuja logística reversa são obrigatórias. No entanto, desde 2012, não ocorreu atualização.

O monitoramento continuado deveria ocorrer por meio do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, SINIR, que possui como diretrizes:

- O monitoramento;
- A fiscalização;
- Avaliação da eficiência da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos,
- Inclusive dos sistemas de logística reversa;
- A avaliação dos resultados, impactos e acompanhamento das metas definidas nos planos, e
- A informação à sociedade sobre as atividades da Política Nacional.

Contudo, os cadernos disponíveis em seu endereço eletrônico¹² estão atualizados apenas para 2011, inclusive ainda como versão preliminar e se utilizando de dados de 2009, ou seja, com mais de 10 anos de desatualização.

Não há, portanto, um painel de controle e que exponha o fluxo dos resíduos elétricos eletrônicos de forma atual, permitindo análises mais apuradas, nem um grupo específico para isso dentro do âmbito federal.

Perguntas como qual a qualidade, preços, fluxos e potencial da Mineração Urbana, ou mesmo Logística Reversa, são disponíveis apenas por análises desatualizadas por parte do setor público, ou então ocorrem de forma

¹² Disponível em: <http://sinir.gov.br/documentos>, acesso março de 2019

isoladas pelas universidades, centros de pesquisa ou empresas com propósitos comerciais próprias.

4.2.2 São Paulo

Apesar de ser pioneiro nas políticas ambientais como um todo, e especificamente sobre Resíduos Sólidos, não há também para o estado de São Paulo uma apresentação pública e sistemática sobre estatísticas relacionadas aos REEES, seja do descarte, da venda e ou reutilização.

Porém, a CETESB possui o Sistema Estadual de Gerenciamento On-Line de Resíduos Sólidos (SIGOR). O propósito do sistema é monitorar os resíduos desde sua geração até a destinação final, incluindo o transporte e destinações intermediárias. Foi instituído pelo Decreto Estadual nº 60.520, em 5 de junho de 2014.

Contudo, a sistematização desde dados não está publicada, nem por relatórios físicos nem em ambiente virtual.

4.2.3 Distrito Federal

Referente à Lei de Resíduos do Distrito Federal, as principais fontes de dados públicos são a própria Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Distrito Federal (SEMA-DF) e a Superintendência de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU-DF).

Pela SEMA-DF, há publicação de relatório síntese do Plano Distrital de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, de julho de 2017 (GDF, 2017).

De acordo com o relatório e conforme caracterização gravimétrica geral dos RDO no Distrito Federal, **28,67%** dos materiais gerados no Distrito Federal são recicláveis. O relatório ainda estima que, com base nas projeções populacionais, a projeção de geração de resíduos domiciliares para o ano 2037 no DF é de 1.300.000 toneladas.

O relatório elenca, para os próximos 20 anos, a partir de sua produção, um plano de metas. Entre eles, destaca-se questões políticas (fortalecimento de legislação e criação de monitoramento), governança (incentivos científicos,

e transparência), questões sociais (redução de consumo, educação, incorporação de pequenas empresas e catadores), ambientais (economia circular, desenvolvimento sustentável, correta destinação), e econômica, com aproveitamento de resíduos e incentivos fiscais.

Abrange, portanto, todos os critérios conforme Metodologia de análise deste trabalho.

A lei de resíduos do DF e o relatório citado não especificam ou citam o que é REEEs propriamente dito, contudo, pela leitura dos documentos, dentro da Logística Reversa, podemos citar as seguintes metas:

Metas para os Resíduos de Pilhas e Baterias

- Assinatura de Termo de Compromisso para a logística reversa de pilhas e baterias: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos.
- Implantação de postos de recebimento de pilhas e baterias em todos os postos de distribuição e comercialização do Distrito Federal com área superior a 200 m²: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos
- Implantação de postos de recebimento de pilhas e baterias em 100% dos postos de distribuição e comercialização do Distrito Federal: MÉDIO PRAZO, de 05 a 09 anos

Metas para os Resíduos de Lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio e luz mista

- Assinatura de Termo de Compromisso para a logística reversa de lâmpadas: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos.
- Implantação dos 50 pontos de entrega de lâmpadas e 110 recipientes (previstos no Acordo 01 A 04 ANOS Setorial) em pontos de distribuição e comercialização do Distrito Federal CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos
- Implantação de pontos de recebimento de lâmpadas de 100% dos pontos de distribuição e comercialização no Distrito Federal: MÉDIO PRAZO, de 05 a 09 anos

Metas para os Resíduos Eletroeletrônicos e seus componentes

- Assinatura de Termo de Compromisso para a logística reversa de eletroeletrônicos e seus componentes: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos.

- Implantação de pontos de recebimento de eletroeletrônicos em 15% pontos de distribuição e comercialização no Distrito Federal: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos
- Envolvimento das cooperativas de catadores (devidamente treinadas e capacitadas) no processo de valorização dos resíduos eletroeletrônicos: CURTO PRAZO, de 01 a 04 anos
- Implantação de pontos de recebimento de eletroeletrônicos em 40% pontos de distribuição e comercialização no Distrito Federal: MÉDIO PRAZO, de 05 a 09 anos
- Continuidade das parcerias entre os setores responsáveis e as cooperativas de catadores 05 A 09 ANOS (reciclagem de treinamento e capacitação): MÉDIO PRAZO, de 05 a 09 anos
- Implantação de pontos de recebimento de eletroeletrônicos dos 100% pontos de distribuição e comercialização no Distrito Federal: LONGO PRAZO, de 10 a 20 anos

Estas metas devem observar o seguinte ciclo (**Figura 9**), ou seja, que todo REEEs gerado no Distrito Federal seja incorporado em uma economia de caráter circular:

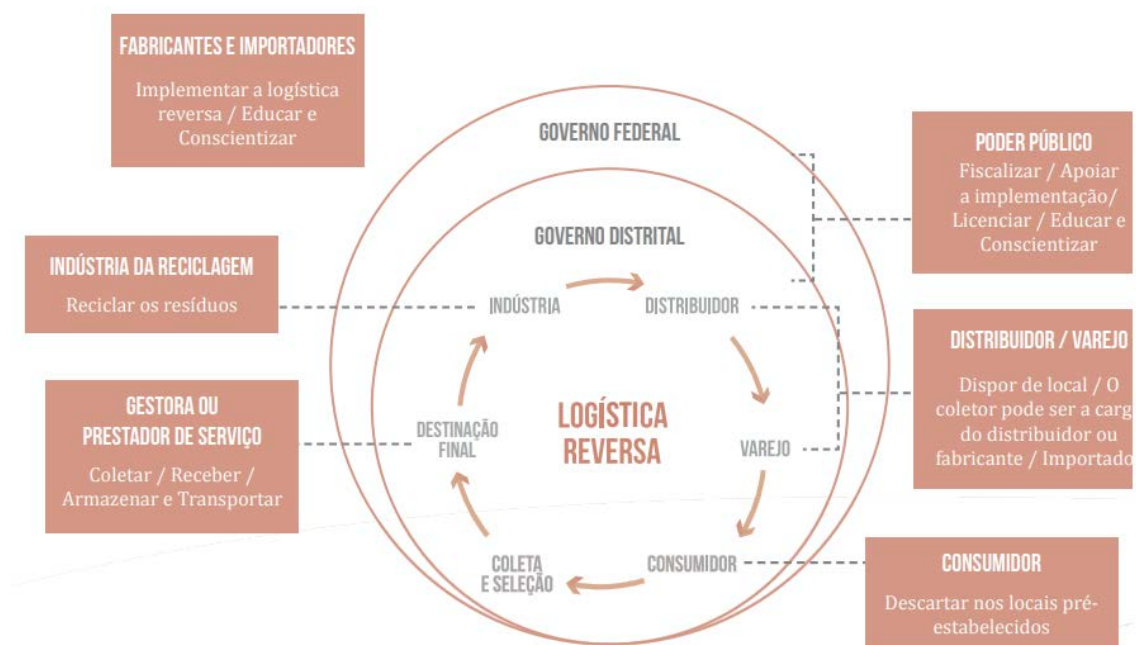


Figura 9 – Concepção do modelo de Gestão Integrada dos Resíduos de Logística Reversa. Adaptado de GDF (2017).

Nota-se pela figura que o reaproveitamento mineral ocorrerá pelo material descartado pelo consumidor, e reinserido no ciclo de produção pela indústria. A visão, então, não inclui os REEEs já descartados e existentes em aterros urbanos.

A SLU-DF emite relatórios anuais desde 2014, sendo estes o mais completo relatório distrital sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

No último relatório, que abrange o período entre janeiro e setembro de 2018 (SLU-DF, 2018), há diversos indicadores precisos sobre quantidade e monetização do lixo reciclado.

No entanto, em seu fluxo de controle, apenas as categorias de: coleta seletiva, coleta convencional, coleta de animais mortos, coleta de caixa de gordura, coletas de Resíduo da Construção Civil e Coleta de Resíduo da Saúde são abrangidas. Portanto, não há uma classificação específica de Resíduos Eletrônicos.

Em parte, porque a lei distrital sobre Logística Reversa, citada anteriormente, determina que é responsabilidade do setor comercial a coleta e destinação dos REEEs. No entanto, enquanto que a política não é implementada em sua totalidade, não há conhecimento de quanto REEEs é descartado via SLU-DF.

Possivelmente, estes encontram-se no lixo convencional, com descarte de 2.957 t/dia no período do relatório, ou coleta seletiva, com coleta de apenas 95 t/dia, e distribuição em todos os aterros do DF.

Desta forma, o monitoramento atual não abrange a quantificação nem qualificação dos REEEs do Distrito Federal. Os dados referentes à Logística Reversa, previstos em Lei e esquematizados conforme a Economia Circular, também não estão disponíveis, apesar de um sistema de monitoramento estar previsto como uma meta da Política Distrital, em um atual debate.

5. CONCLUSÃO

Percebeu-se que existem diversas obras acadêmicas, empresariais e governamentais informando o potencial da mineração urbana, como uma alternativa mais sustentável se comparada com mineração convencional, considerada ambientalmente e socialmente impactante. Há também o viés

econômico, cuja atração financeira na exploração de uma matéria-prima secundária ascende em mesma proporção em que as jazidas minerais primárias se tornam mais escassas. Parte destas obras foram citadas e debatidas ao longo deste presente trabalho.

Contudo, são escassos os trabalhos que tratam propriamente da questão do papel do Poder Público na observância do potencial ambiental, social, econômico – e até mesmo de soberania nacional – da Mineração Urbana.

Para os REEEs, há um foco maior sobretudo na esfera ambiental e de saúde pública. Assim, destacam-se legislação e ações específicas para aqueles resíduos mais poluidores e tóxicos, por conterem metais pesados: pilhas, baterias, material hospitalar, lâmpadas. Uma visão nas esferas social, econômica e de governança é bastante tímida e não se adentra nas PPs em mesma proporção do que a visão ambiental. O que é muito estranho, pois, a particularidade do REEE é justamente seu preciosismo econômico.

Quando a questão econômica surge é por meio da Logística Reversa, integrada entre o poder público, como incentivador e observador, o setor privado, como principal responsável pela circularidade e reaproveitamento do produto.

Neste sentido de circularidade, a mineração urbana não aconteceria de imediato, pois os REEEs seriam descartados diretamente para os distribuidores, e não em aterros. Assim, o REEE seguiria aos fabricantes e importadores. Estes poderiam descartar os produtos não reutilizáveis (em aterros, por exemplo) ou reaproveitá-los por meio da Logística Reversa, em um ciclo fechado.

A quantificação e qualificação desta prática, no entanto, não é monitorada pelo Governo Federal (ex: há exportação de REEEs?), nem pelos governos distritais e paulistas analisados. Os produtos, inclusive, podem ser vendidos a preço de mercado, geralmente preço de sucata em exportações internacionais, e não pelo preço potencial real, ou por um fluxo informal, de forma precária, por pequenos grupos de catadores urbanos.

A questão da coleta, frete e destinação dos REEEs dentro das concepções da Política Nacional de Resíduos, dependem de uma ampla discussão – sem avanços significativos – quanto a acordos setoriais, cuja pauta econômica é ainda delicada.

É importante, no entanto:

- Desassociar o tema da Mineração Urbana da Logística Reversa
- Associar o setor da Mineração Urbana na Logística Reversa.

Explica-se a estranha contradição: sobre o primeiro caso, é visto que as Políticas Públicas ignoram a **questão das jazidas já existentes, ou as potencialmente vindouras**. Fala-se apenas do reaproveitamento das matérias primas dos REEEs por meio da Logística Reversa. No entanto, no futuro, é provável que as jazidas antrogênicas tornem-se atrativas, seja por melhorias nas tecnologias, seja por necessidade de consumo.

No segundo caso, é observado que as discussões sobre os acordos setoriais dentro da Política Nacional de Resíduos, sobretudo na Logística Reversa, ocorrem entre os setores varejista da esfera privada e os setores ambientais da esfera pública. **O setor mineral não participa ativamente destas discussões**, precisando ser inseridos; sobretudo como interessado econômico.

Por exemplo, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica elaboraram a GREEN Eletron, e pela estruturas e tecnologias elaboradas, o setor mineral poderia se aproveitar, inserindo a temática da mineração urbana dentro da cadeia da logística reversa.

Neste sentido, em ambos os casos, é necessário destacar a vital importância da criação, por parte da Esfera Pública, do controle quantitativo e qualitativo das jazidas já existentes, e fluxos de transporte interno e externo de REEEs, por meio de permanentes indicadores. Esse controle pode ser feito junto ao SINIR, no qual se faz necessário um levantamento periódico por meio de indicadores específicos para o REEEs, diferenciando-os dos demais resíduos sólidos. Indicadores tais como (mas não apenas):

- Quantificação dos fixos dentro da cadeia de reciclagem dos REEEs: pontos de geração, pontos de coleta, pontos de deposição intermediária e final.
- Quantificação dos fluxos da citada cadeia: quantidade transportada internamente e externamente, principais caminhos e rotas.
- Quantificação e qualificação da geração de trabalho na cadeia de coleta à reciclagem de REEEs, como potencialidades associadas.

- Quantificação de empresas formais e informais nos circuitos superiores e inferiores desta cadeia.
- Quantificação da importação e exportação dos REEEs com foco em soberania nacional.
- Indicadores de percepção referente à “pegada ambiental” de comunidades geradoras de REEEs.
- Valoração monetária dos depósitos de REEEs no país e seus fluxos.

É vital que esta criação e utilização de indicadores se dê de forma conjunta por diversos atores do setor público, tais como Municípios, por deterem dos Serviços Urbanos de Limpeza, e Nacional, como organizador geral para uma legislação robusta e pelo setor privado, como principal responsável pelo transporte e acondicionamento. Como dito repetidamente anteriormente: não há estes dados de forma atualizada.

Assim, é importante retomar os Grupos de Trabalho governamentais – ou qualquer outra forma de agrupamento de trabalho referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, ou Políticas Estuais. Para o existente Comitê Interministerial de Política Nacional de Resíduos Sólidos pode-se adaptar o GT 02 “*Recuperação Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos*”, em uma possível retomada, como **Recuperação Energética e Mineral**.

O Comitê Interministerial, envolvendo Ministérios não só relacionados ao Meio Ambiente, mas também à Indústria, Economia, Segurança Nacional, por meio dos indicadores e diálogo com o setor civil e empresarial, poderá adaptar e criar novas regulamentações específicas para REEEs. Isto pois o potencial como matéria-prima dos REEEs o faz um tipo de resíduo diferenciado.

Dentre os objetivos esperados destas Políticas Públicas deve estar a criação de uma cadeia de valor para a geração de empregos e renda, recolhimento de impostos, diminuição da exposição aos riscos de contaminação destes resíduos para as pessoas e meio ambiente, segurança das reservas naturais e antrópicas de matéria-prima e inclusão do Brasil de forma ativa e sustentável nos circuitos de economia circular e logística reversa

Por fim, encerra-se este trabalho com um diagrama geral (**Figura 10**) contendo as diretrizes de uma Política Pública de exploração mineral urbana. O diagrama é referência básica para que o Governo, juntamente com as suas

diversas instâncias, instituições, agentes setoriais, setor empresarial, setor de pesquisa, sociedade, dentre outros, aprimorem os tópicos elencados.



Figura 10. Diretrizes de PPs para MUs de REEEs. Elaborado pelos autores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2016. *Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso janeiro de 2019.*

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2017. *Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso janeiro de 2019.*

BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R. e STEGMANN, P: **The Global E-waste Monitor – 2017**, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), 2017.

BAUMAN, Z. **Vida para o consumo**: a transformação das pessoas em mercadorias. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**. Braga, v. 16, n. 2, 2003. p.p 221-236.

COSSU, R e SALIERI, V. e BISINELLA, V. **Urban Mining**: A global cycle approach to resource recovery from solid waste, Itália: CISA, 2013. 440p.

COSSU, R e SALIERI, V. e BISINELLA, V. Introduction to the concept of urban mining. **Fourth Symposium on Urban Mining and Circular Economy**, Bergamo: Itália, maio de 2018. *Disponível em: <https://www.urbanmining.it/> . Acesso em janeiro de 2019.*

DUTHIE, A. C. R e LINS, F. A. F. A Economia Circular e sua Relação com a Mineração. **Brasil Mineiral**, nº 374, 2017a. Pp.66-70

DUTHIE, A. C. R e LINS, F. A. F. **A Economia Circular e o Papel da Mineração**. VI Jornada do Programa de Capacitação Institucional, CETEM, 2017b.

ENRÍQUEZ, M. A. R. d S. **Maldição ou Dávida?** Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. Tese de doutorado em Desenvolvimento Sustentável. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2007, p. 449

GDF – Governo do Distrito Federal. **Plano Distrital de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólido**: Relatório Síntese Prognóstico, Programas, Projetos e Ações, 2017. Disponível em: http://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Relatorio_S%C3%ADntese.pdf Acesso em fevereiro de 2019.

GRAEDEL, T. E. The prospects for Urban Mining. **The Brigde**. Vol. 41, N.1. 2011, pp43-54.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em janeiro de 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas regionais de 2016**, publicado em nov/2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23038-contas-regionais-2016-entre-as-27-unidades-da-federacao-somente-roraima-teve-crescimento-do-pib>. Acesso em janeiro de 2019.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Gestão para a sustentabilidade na mineração**: 20 anos de história. Organizadores, Cláudia Franco de Salles Dias, Rinaldo César Mancin, M^a Sulema M. de Budin Pioli. 1^o.ed. - Brasília, 2013.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**: Relatório de Pesquisa, 2012.

IWASAKA, F. M. **Políticas Públicas e economia circular**: levantamento internacional e avaliação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2018, 135p.

JANNUZZI, P. M.; PATARRA, N. L. **Manual para capacitação em indicadores sociais nas políticas públicas e em direitos humanos**. São Paulo: Oficina Editorial, 2006.

LEFEBVRE, H. **A vida cotidiana no mundo moderno**. Editora Atica: São Paulo, 1991. 216p.

LEFEBVRE, H. **Revolução urbana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.

LEONARD, A. **A história das coisas**, São Paulo: Zahar, 2011, p. 304

LEUNG, A., CAI, Z. e WONG, M. J. Environmental contamination from electronic waste recycling at Guiyu, southeast China. **Mater Cycles Waste Manag**, Vol.8, N.21. 2006. Pp 21-23.

LIMA, D. A F. **Aproveitamento de Resíduos de Mineração**: Uma Oportunidade para Implantação da Economia Circular no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Políticas Públicas e Gestão Governamental nos Setores Energético e Mineral, Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2017a.

LIMA, M. Introdução aos métodos quantitativos em Ciências Sociais. Uso da entrevista na pesquisa empírica in: **Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais**. Bloco Quantitativo, SESC São Paulo-Cebrap, 2017b, pp.10-32.

LIPOVETSKY, G. **A felicidade paradoxal**: ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo. São Paulo: Campania das Letras, 2007

LOVELOCK, J. **Gaia**: a new look at life on earth. Oxford: Oxford University Press, 1979

MME – Ministério de Minas e Energia. **Boletim informativo do setor mineral, 2019**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes/boletim-informativo-do-setor-mineral>. Acesso em março de 2019.

PFEIFFER, P. O quadro lógico: um método para planejar e gerenciar mudanças. In: GIACOMONI, J.; PAGNUSSAT, J. L. **Planejamento e orçamento governamental**. Brasília: ENAP, 2006

SARAIVA, E. Introdução à Teoria da Política Pública. IN: **Políticas Públicas**: Coletânea 1, Organizadores: SARAIVA, E. e FERRAZI, E, Brasília: ENAP, 2006.

SARIDIS, G. N.. Optimal control of global entropy for environmental systems. **IEEE Robotics & Automation Magazine**. Vol.5, N.3, pp.45-51, 1998

SCHRÖDINGER, E. **O que é vida?** O aspecto físico da célula viva. 1ªed. Editora Unesp: São Paulo, 1997, 216p.

SEABRA, Odette Carvalho de Lima; GOLDENSTEIN, Léa. **Meandros dos rios nos meandros do poder: Tiete e Pinheiros**: valorizacao dos rios e das varzeas na

cidade de São Paulo. Tese de Doutorado em Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia**: contribuição para o ensino do pensamento geográfico. 1. Ed. São Paulo: Editora da UNESP, 2003.

TURATO, E. R. Métodos qualitativos e quantitativos na área da ... objetos de pesquisa. **Rev. Saúde Pública**, Vol.39, N.3, 2005, pp.507-514

WIDMER, R., OSWALD-KRAPF, H., SINHA-KHETRIWAL, D., SCHNELLMANN, M., e BÖNI, H. Global perspectives on e-waste. **Environmental Impact Assessment Review**, Vol. 5, N. 5, 2005, pp.436- 458