

RESÍDUOS URBANOS COMO FONTE ENERGÉTICA: UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL PARA REDUÇÃO DE GEE E DESIGUALDADE NO BRASIL

 <https://doi.org/10.56238/arev7n4-004>

Data de submissão: 02/03/2025

Data de publicação: 02/04/2025

Homero de Giurge Cerqueira

Pós-doutorando em Direito Economia e Políticas Públicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM). Pesquisador sobre Resíduos Sólidos. Doutor e Mestre pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP. Presidente do ICMBIO de 2019 a 2021. Comandante do Policiamento Ambiental de 2017 a 2019.

E-mail: homero.cerquera@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0362-9651>

RESUMO

O presente artigo tem como objeto de pesquisa o exame da eficiência da geração de energia (elétrica) por meio aplicação de rejeitos urbanos na sociedade brasileira. O objetivo da investigação é certificar que a aplicação de políticas públicas e privadas de destinação correta do resíduo trará como repercussão explícita fontes energéticas limpas e, como decorrência bococada, cooperará para a diminuição dos GEE e da mitigação dos contrastes sociais, em especial do Brasil. A pesquisa pretende responder ao seguinte problema: “Como destinar os resíduos sólidos sem danificar o ambiente e construir o desenvolvimento sustentável e da cidadania?”. Trabalha-se com a pesquisa teórica-empírica sob o método dedutivo. O levantamento bibliográfico é com base em autores com destaque à modelagem do Estado com solução de políticas públicas, bem como entrevistas, a fim de estabelecer um diálogo reflexivo entre a teoria e o objeto de investigação. A pesquisa analisa estudos científicos e gráficos que correlacionam a pobreza no estado brasileiro à falta de acesso à energia e a poluição causada devido ao descarte irregular do lixo. Tem-se como resultado um posicionamento apresentado como solução ao problema do saneamento básico das regiões mais carentes.

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Incinerador. Waster-to-energy. Recuperação de energia.

1 INTRODUÇÃO

As discussões globais sobre a passagem energética, por meio da procura e confirmação de fontes de energias limpas e sustentáveis, não ecoam apenas no cenário da segurança energética e mitigação do manuseio de fontes de energéticas causadoras dos Gases do Efeito Estufa (GEE) nocivos ao meio ambiente, mas, como regra inicial e elementar, na conexão com a cidadania e política pública. Não obstante as mudanças climáticas alcançam diretamente às comunidades mais carentes de condições mínimas de uma vida saudável.

A inquietação sobre resíduos sólidos surgiu no Congresso Internacional sobre Desastres Naturais da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, em Sendai-Japão, onde o pesquisador apresentou o game “Defesa civil: Aventura” à Comunidade de língua portuguesa. Posteriormente, caminhou pela cidade japonesa e comprou um refrigerante no *hanbaiki* ou *vending maines*. Entrou em um *fast-food* e solicitou ao atendente o descarte da lata na lixeira. Entretanto, teve como resposta “*the trash is yours*¹²”.

O presente artigo tem como objeto de estudo a valência da geração de energia, por meio da aplicação de rejeitos urbanos nas cidades brasileiras. É inegável que as questões do meio ambiente atraem uma atenção cada vez maior na atualidade, falta ainda reconhecer a centralidade dos princípios de justiça ambiental à proteção ecológica, a atividade econômica, ou mesmo o futuro da democracia brasileira.

É nas cidades que habita a maior parte da população antropocênica, em razão de se afluir ainda mais nesses sítios, de modo que as políticas climáticas moldadas necessitam enxergar, sobretudo os miseráveis. Observa-se que a cidadania expressa um conjunto de direitos que dá à pessoa a possibilidade de participar ativamente da vida e do governo de seu país.

A justificativa desta investigação surge da preocupação com os impactos causados pela alta demanda de produtos industrializados, que tem como consequência uma grande e crescente geração de resíduos sólidos (recicláveis ou não), o que impacta na adoção de medidas para uma gestão mais eficiente. Aliás, o Brasil tem 13 anos de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), conforme a Lei nº 12.305/2010.

Em um mundo que se aproxima de 9 bilhões das habitantes, em 2030, incluindo 3 bilhões de novos consumidores de classe média, o desafio de expandir a oferta para atender a demanda futura

¹ *The trash is yours* tradução “o lixo é seu”.

² Não havia, pelo exposto, outra conduta, se não levar a folha-de-flandres para o quarto do hotel e deixá-lo na alfurja do banheiro. Surge, portanto, a necessidade de entender sobre o lixo no Brasil tanto no Comando de Policiamento Ambiental do Estado de São Paulo, de 2017 a 2019, como na presidência do Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 2019 a 2021.

não tem precedentes, sobretudo dos resíduos sólidos gerados no planeta, considerando os volumes de aterros e lixões no total de 5.571, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SNIR). Além disso, o metano (GEE) é 20 vezes mais prejudicial que o gás de combustível fóssil.

Diante do exposto, é inegável que a problemática da sociedade moderna gera algumas consequências que se deve ter resoluções para não entrar na tragédia em breve. Pergunta-se: “Como destinar os resíduos sólidos sem danificar o ambiente e construir o desenvolvimento sustentável e da cidadania?”.

Trabalha-se com a hipótese de que a destinação ambientalmente adequada se concretizará, a médio e curto prazo, com fortes investimentos na incineração e na compostagem acelerada, porque o Combustível Derivado de Resíduo (CDR) constitui o tratamento de resíduos com alto valor calorífico que serão usados para alimentar tecnologia para transformar lixo em energia elétrica como política pública de resíduos sólidos no bem-estar da cidadania, em especial, nos grandes centros urbanos e para o miserável.

Na busca de possíveis respostas à problemática suscitada, delineou-se como objetivo geral da investigação: certificar que a aplicação de políticas públicas e privadas de destinação correta do resíduo trará como repercussão explícita fontes energéticas limpas e, como decorrência bococada, cooperará para a diminuição dos GEE e da mitigação dos contrastes sociais, visto que, em especial, do Brasil. E como objetivos específicos: demonstrar o potencial energético dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU); levantar o referencial teórico sobre cidadania, modelagem estatal e desenvolvimento regional sustentável; demonstrar o panorama tecnológico do aproveitamento energético dos resíduos; identificar quais mitigações serão apontadas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS); apontar as políticas públicas na resoluções de problemas de complexidade na cidade sustentável; proteger o cidadão das gerações presentes e futuras com o meio ambiente saudável; e detalhar protocolos básicos para as equipes técnicas de intervenção.

Trabalhar-se-á, o arcabouço científico, com a pesquisa teórica-empírica sob o método dedutivo, partindo do texto constitucional e teorias para fenômenos particulares. Importante esclarecer que este tipo de pesquisa envolve a combinação de abordagens teóricas com dados empíricos para analisar e confirmar hipóteses previamente estabelecidas com base em teorias. O método dedutivo, por sua vez, parte de uma premissa geral para conclusões específicas. Nesse processo, o pesquisador começa com uma teoria ou lei geral e aplica-a a casos particulares para prever resultados. O objetivo é testar a validade das hipóteses, utilizando os dados empíricos para confirmar ou refutar as premissas teóricas. Assim, a pesquisa teórica-empírica com método dedutivo é uma forma de testar a

aplicabilidade das teorias na prática, utilizando a lógica dedutiva para verificar se as generalizações se sustentam em contextos específicos³.

A pesquisa analisará estudos científicos e gráficos que correlacionam a pobreza no Estado brasileiro à falta de acesso à energia e a poluição causada devido ao descarte irregular do lixo. A investigação realizará a pesquisa bibliográfica em doutrina nacional e estrangeira, a fim de cruzar os dados para a interpretação, fundamentando a pesquisa, com aportes de Morin⁴, para compreender a complexidade e a transdisciplinaridade como caminhos para resolução de conflitos multipolares e Mauro Cappelletti, para abordagens jurídicas.

2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Esta seção apresenta os resultados proveniente da pesquisa qualitativa e quantitativa. Primeiramente, levantou-se os grandes problemas ambientais urbanos e que afetam os cidadãos carentes. Em seguida, realizou-se a pesquisa na plataforma, durante 2019 a 2022, no periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Criou-se o modelo de destinação ambientalmente adequada sem danificar o meio ambiente, a fim de produzir energia limpa na construção da cidadania. Após referendar com os preceitos ambientais, identificou-se as tecnologia utilizadas no Brasil. Finalmente, realizou-se a entrevista semiestrutura com agentes que aplicaram a política pública de meio ambiente na solução dos rejeitos.

2.1 RESULTADO DA PESQUISA QUALITATIVA

A ONU⁵ listou os 6 (seis) grandes problemas do Planeta, dentre eles: a poluição (ar, terra e solo); ilhas de calor; inversão térmica; chuva ácida; enchentes; deslizamentos de terra. Essa pesquisa restringiu à poluição que afeta milhões de pessoas, ou seja, a poluição do solo em decorrência do depósito de lixo, em especial, os lixões, aterros (controlados ou sanitários).

2.2 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (IDH)

O IDH é o indicativo quantitativo que analisa a qualidade de vida de uma população, contemplando variáveis de renda, educação e longevidade. A tabela, a seguir, apresenta os valores do

³ SEVERINO, Antonio Joaquim, *Metodologia do trabalho científico*, 24. ed, São Paulo, Cortez, 2018.

⁴ MORIN, Edgar, *Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental*, Natal, EDUFRN, 1999.

⁵ ONU, Organização das Nações Unidas, *A ONU e o meio ambiente*, 16 set. 2020, Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 30/10/2023.

IDH para cada federativo brasileiro referente ao ano de 2021, calculados pela organização Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil⁶.

Tabela 1 - Valores do IDH para cada federativo brasileiro referente ao ano de 2021

ESTADOS	IDH
Distrito Federal	0,814
São Paulo	0,806
Santa Catarina	0,792
Minas Gerais	0,774
Rio Grande do Sul	0,771
Espírito Santo	0,771
Paraná	0,769
Rio de Janeiro	0,762
Mato Grosso do Sul	0,742
Goiás	0,737
Mato Grosso	0,736
Ceará	0,734
Tocantins	0,731
Rio Grande do Norte	0,728
Pernambuco	0,719
Acre	0,710
Sergipe	0,702
Rondônia	0,700
Amazonas	0,700
Roraima	0,699
Paraíba	0,698
Bahia	0,691
Pará	0,690
Piauí	0,690
Amapá	0,688
Alagoas	0,684
Maranhão	0,612

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, as 8 (oito) cidades com menor IDH do Brasil⁷ são as seguintes: Melgaço (PA) – IDH – 0,418; Fernando Falcão (MA) – IDH - 0,443; Atalaia do Norte (AM) - IDH – 0,450; Marajá do Sena (MA) – IDH - 0,452 – Uiramutã (RR) – IDH – 0,453; Chaves (PA) – IDH – 0,453; Jordão (AC) – IDH – 0,469; Bagre (PA) – IDH – 0,471; Cachoeira do Piriá (PA) – IDH – 0,473; Itamarati (AM) – IDH – 0,477. Essas cidades são todas do biomas da Amazonia.

⁶ BRASIL, IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *IDH dos estados do Brasil de 2022*, Disponível em: <https://estados.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 30/10/2023.

⁷ BRASIL, IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *IDH dos estados do Brasil de 2022*, Disponível em: <https://estados.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 30/10/2023.

Levantou-se quais as destinações ambientalmente adequadas dos rejeitos e obteve-se como resultado que todas as cidades não possuem nem tipo de tratamento dos resíduos sólidos, conforme o SINIR⁸, portanto, além de possuir o menor IDH do Brasil não possuem qualquer tipo de tratamento ou destinação dos resíduos sólidos. Assim, identificamos essa variável da miséria com a destinação ambientalmente adequada das cidades.

2.3 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES À GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SINIR+)

Levantou-se os dados sobre a destinação final dos resíduos sólidos do SINIR⁹ no site do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), a fim de constatar as condições sobre o impacto ambiental. O resultado sobre a destinação do lixo no Brasil¹⁰ são: 2569 de aterros sanitários; 1509 de aterro controlado e 1493 de lixões, mas somente 66,6% dos municípios declarantes no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), ou seja, 3.712 gestores. Aliás, não se tem os dados sobre qualquer tipo de resíduos sólidos de 1.858 municípios do Brasil. Dessa forma, o resultado entre não declarado e lixão, o Brasil possui 3.351 cidades sem tratamento.

O resultado das pesquisas sobre resíduos sólidos se concentrou no resumo dos trabalhos, mas aquelas possuíam os seguintes dados: objeto claro; objetivo; metodologia; fundamentação teórica; resultado. Nesse momento, obteve-se o levantamento de 253 trabalhos acadêmicos, sendo 20 de dissertações de mestrado e teses de doutorado.

2.4 PERIÓDICOS DA COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES) SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

A verificação bibliográfica se deu nos periódicos da CAPES, no período de 2019 a 2021, de dissertações e teses dos Programas de Mestrado e Doutorado, bem como de artigos científicos. Resultou em 20 (10 teses e 10 dissertações) e 253 artigos acadêmicos.

O material empírico coletado no periódico da CAPES resultou em 190 trabalhos sobre gestão, 62 gerenciamento e 01 tese sobre “Avaliação técnico-econômica de planta de incineração de resíduos

⁸ SINIR+, Sistema Nacional de Informações à Gestão dos Resíduos Sólidos, *Relatório Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos*, 2023, Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/municipal/>. Acesso em: 30/10/2023.

⁹ SINIR+, Sistema Nacional de Informações à Gestão dos Resíduos Sólidos, *Inventário Nacional de Resíduos Sólidos*, 10 ago. 2021, Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 30/10/2023.

¹⁰ O Resíduos provenientes de atividades domésticas em residências urbanas (resíduos domiciliares) e os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (resíduos de limpeza urbana), sendo dos 5.570 municípios brasileiros somente 3.712 declarantes no SNIS.

sólidos urbano em países em desenvolvimento: uma simulação aplicada a cidade do Rio de Janeiro”¹¹. Nas escolha dos trabalhos acadêmicos, optou-se por 3 (três) critérios: temporal, destinação dos resíduos e tecnológica, não obtendo o modelo ambientalmente adequado à destinação do rejeito.

2.5 MODELAGEM TECNOLÓGICA SOBRE DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA

Foi realizada a modelagem tecnológica para satisfazer as seguintes variáveis: A modelagem tecnológica estabelecida nos requisitos da Lei Federal nº 11.445/2007¹², que trata sobre saneamento básico, da Lei Federal nº 14.026/2020¹³, que atualiza o marco legal do saneamento básico, e do Decreto nº 10.936/2022¹⁴, que regulamenta a PNRS. Além disso, estabelecer um modelo que extingue o uso de depósitos, quer sejam, lixões, aterros controlados ou aterros sanitários, por meio da industrialização do processo de tratamento dos resíduos, transformando-o em energia elétrica para 600 a 1000 pessoas. Além do mais, obter o crédito de carbono equivalente, que é a representação do metano em forma CO2, sobretudo sem poluição do ar, do solo e do subsolo, a fim de dar dignidade à pessoa humana e alcançar os ODS, a fim de eliminar 5.571 aterros e lixões inseridos no SNIS além daqueles não declarados.

Sendo assim, a modelagem tecnológica para eliminação do rejeito foi a seguinte: 1) Reduzir o rejeito de 90% a 100%; 2) Equipamento seja patente brasileira; 3) Imitar gases dentro dos padrões brasileiro ou mundiais; 4) Ser equipamento modular e compatível aos grandes centros urbanos; 5) O custo do equipamento seja pago em 12 meses para cidades de 50.000 habitantes e gerem 1.500.000 toneladas de rejeito ao custo de R\$ 111,00 a 250 ao mês; 6) Que transforme o rejeito em combustível

¹¹ ANDRETTI, Fabrício Viana, *Avaliação técnico-econômica de planta de incineração de resíduos sólidos urbano em países em desenvolvimento - uma simulação aplicada a cidade do Rio de Janeiro, Brasil*, 2021, 137 f., Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

¹² BRASIL, *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*, Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 30/10/2023.

¹³ BRASIL, *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6. Acesso em: 25/09/2023.

¹⁴ BRASIL, *Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022*, Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578> Acesso em: 12/09/2023.

para produção de energia elétrica; 7) Que o equipamento seja inovador para eliminação do rejeito; 8) Que não seja pirolise, gaseificador e incinerador; 9) Que esteja dentro dos padrões ambientais, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Agências ambientais estaduais; 10) Tenha o controle da operacionalidade de forma segura e simples. Por conseguinte, a tecnologia para a destinação ambientalmente adequada deveria satisfazer variáveis acima, isto é, baixo custo, sem poluir o ar e o solo, produzir energia elétrica, reduzir em 95% a 100% do rejeito e dimensões pequenas para os grandes centros urbanos.

2.6 DADOS SOBRE PIROLISE, INCINERAÇÃO, GASEIFICAÇÃO E OXIRREDUÇÃO

Dessa forma, por meio do portal da transparência do MMA¹⁵, obteve-se os seguintes dados sobre pirolise, incineração e gaseificação para o tratamento de resíduos sólidos: 1) Solvi: empresa brasileira que atua no setor de gestão de resíduos e possui unidade de incineração e gaseificação em diversos estados do país; 2) Estre Ambiental: a maior empresa de gestão de resíduos do país e da América Latina, e conta com incineração e gaseificação em suas instalações; 3) CTR-Rio: o Centro de Tratamento de Resíduos constitui o consórcio formado por empresas que opera uma usina de incineração de resíduos sólidos urbanos na cidade do Rio de Janeiro; 4) Ecológica Nordeste: empresa que atua na gestão de resíduos e opera com incineração na região Nordeste do Brasil; 5) Termo Redutor de Resíduo (TR2): utiliza de oxirredutor e permite a geração de energia térmica e elétrica durante do processo, juntando todas as outras tecnologias existentes na eliminação do rejeito; e 5) Universidades e Institutos de Pesquisa: algumas Universidade e Institutos possuem laboratórios e unidades-piloto que utilizam tecnologias de pirolise, incineração e gaseificação para estudos e desenvolvimentos de novas soluções de tratamento de resíduos.

Finalmente, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com agentes públicos em âmbito: Nacional (ex-ministro do meio ambiente e ex-secretário nacional de qualidade ambiental), Estadual; e Municipal, ambos em São Paulo. Além disso, a empresa que destina resíduos sólidos na conformidade da modelagem tecnológica.

¹⁵ BRASIL, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Portal da transparência*, 2023, Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/orgaos-superiores/44000?ano=2021>. Acesso em: 23/09/2023.

2.7 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS COM AGENTES PÚBLICOS E PRIVADOS

Como afirmado anteriormente, a fim de estabelecer um diálogo reflexivo entre a teoria e o objeto de investigação foram realizadas entrevistas semiestruturadas com agentes públicos e privados, as quais seguem abaixo contextualizadas.

2.7.1 Entrevistado 01

Como destaque na entrevista semiestrutura, observou-se a preocupação do ex-ministro de estado do meio ambiente na destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, pois implementou diversas campanhas e recursos aos Estado e municípios. Além disso, criou o Programa Nacional Lixão Zero, que representou o passo para a implementação da PNRS e conquistou a consciência de 66,6% dos gestores municipais de inserirem os seus dados no SINIR+¹⁶.

2.7.2 Entrevistado 02

O ex-secretário nacional de qualidade ambiental destacou a dificuldade de uma consciência ambiental a nível Nacional, em especial, pela abundância de terrenos no Brasil. O passo importante foi a Programa Nacional Lixão Zero, inserindo no âmbito da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana para subsidiar os estados e municípios na gestão do RSU com o objetivo na disposição final ambientalmente adequada. Declarou que pode realizar um diagnóstico da situação dos RSU, a situação desejada e indicadores para avaliar a implementação da política pública nacional. Além do que, pode criar um Plano de Ação Nacional pragmático, por meio da Agenda de Atividades, que atualizam de acordo com a evolução do programa. Assim, no painel interativo foi possível visualizar mapas, gráficos e indicadores relacionados à gestão de RSU e logística reversa. Essa tecnologia, por meio do site do MMA, buscou soluções para a melhoria da qualidade ambiental e na contribuição da qualidade de vida nas cidades. Não optou pela incineração, pirolise e gaseificação por serem destinação ambientalmente caras às cidades e Estado. Dessa forma, as destinações adequadas foram os aterros controlados ou sanitários.

2.7.3 Entrevistado 03

O agente público declarou que o crescimento populacional, aliado ao incremento das atividades industriais no Estado de São Paulo, tem acarretado um aumento considerável na produção de resíduos. Além do que, o Estado possui uma população estimada de 45.919.049; tem 645

¹⁶ SINIR+, Sistema Nacional de Informações à Gestão dos Resíduos Sólidos. *Inventário Nacional de Resíduos Sólidos*, 10 ago. 2021, Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 23/10/2023.

municípios, IDH – 0,78; possui o Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos (PERS); e 556 municípios inseriram o Plano de RS, isto é, 86,20% do Estado.

O Estado possui 13 consórcios na solução compartilhada: 1) Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema, com 37 municípios; 2) Consórcio Intermunicipal Grande ABC, com 7 municípios; 3) Consórcio Intermunicipal, com 100 mil; Saneamento Ambiental, com 5 municípios; 4) Consórcio Intermunicipal de resíduos sólidos do Oeste Paulista, com 20 municípios; 5) Consórcio Intermunicipal Vales dos Rios Tiete-Paraná, com 34 municípios; 6) Consórcio Intermunicipal do Extremo Noroeste de São Paulo, com 18 municípios; 7) Consórcio Intermunicipal de manejo de resíduos sólidos da Região Metropolitana de Campinas, com 7 municípios; 8) Consórcio Intermunicipal de desenvolvimento ambiental sustentável – Cidas, com 12 municípios; 9) Consórcio Intermunicipal do Pontal do Paranapanema – Cipp, com 3 municípios; 10) Consórcio Intermunicipal Tres Rios, com 4 municípios; 11) Consórcio Intermunicipal na Área de Saneamento Ambiental – Consab, com 9 municípios; 12) Consórcio de Municípios da Mogiana – CMM, com 53 municípios; e 13) Consórcio Intermunicipal de Saneamento Básico da Região do Circuito das Águas, com 13 municípios. Dessa forma, 77,7% dos municípios possuem o Plano de Gerenciamento de resíduos sólidos e destinam 11.960.724 toneladas para aterros e 1.176.509 toneladas para lixões ou aterros controlados.

2.7.4 Entrevistado 04

O secretário adjunto municipal de limpeza urbana declarou que existe muita dificuldade da maior cidade da América Latina. Além disso, o crescimento populacional aliado ao incremento das atividades industriais na cidade e, também, tem acarretado um aumento considerável na produção de resíduos; a cidade possui uma população estimada de 12.252.023; tem 32 subprefeitura, o IDH – 0,805; e possui o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Além disso, possui os seguintes aterros: 1) Aterro de Inertes Lumina, destinado para resíduos da construção civil, teve início em 2011 e não recebe de outros municípios; 2) Aterro sanitário C.T.R Leste, destinado para resíduos sólidos, teve início em 2011 e não recebe de outros municípios; 3) Aterro sanitário Riuma, destinado para resíduos sólidos, teve início em 2011 e não recebe de outros municípios; 4) Aterro sanitário CDR Pedreira – Centro de Disposição de resíduos, destinado para resíduos sólidos, teve início em 2008 e recebe de outros municípios. Não possui incineração na destinação do RSU.

2.7.5 Entrevistado 05

O projeto nasceu inicialmente de uma Câmara pirolítica no ano de 1999. O grande problema da época eram os pneus. O objetivo do projeto foi o de mitigar o problema, como diminuir o impacto ambiental. Então, buscou-se na Europa alguma tecnologia que fosse viável e atendesse a demanda da borracha, que era o grande problema ambiental, no final do século XIX, do ano de 1990 até 2000.

A oxirredução é o processo que reúne a incineração, a pirolise e gaseificação. Os processos estão juntos numa mesma máquina. Existem instaladas no Brasil 9 (nove) máquinas. Além disso, dentro da Lei nº 12.305/2010¹⁷ é cumulada com a Instrução Normativa 10.936/2022¹⁸. Ela indica duas tecnologias aptas a fazer a destinação de resíduos inservíveis, ou seja, lixo. Chama de resíduo, porque não se considera o lixo como algo descartável, inclusive o que vai para o descarte, que é o inservível, é o que se usa como energia. Além disso, a máquina tem condições de obter o crédito de carbono.

O crédito carbono está entrando no mercado nacional, então tem que descontar essa energia que gera energia térmica quando ela não é utilizada, com base no gás metano que se emite. Dessa forma, a máquina pode fazer a conversão do carbono equivalente, pois se obtêm 14 dólares por tonelada ou 70 euros por toneladas para evitar o gás metano.

Tem-se uma máquina conseguindo gerar linearmente 100 Quilowatts-hora (kWh). Essa capacidade térmica de um equivale a dizer uma tonelada de vapor por hora. Então, quando as colocam em linha, tem-se a capacidade de gerar 5 (cinco) máquinas alinhadas, conseguem gerar meio Megawatts-hora (MWh). É uma potência térmica bastante razoável em se falando de extrair isso de lixo. Quando se diz que está tirando isso do lixo, é bastante energia.

A máquina tem vários processos incorporados dentro da estrutura geral. A primeira parte é a telemetria, que é o controle lógico programado. Esse se resume em Controle Lógico Programado (CLP); ele tem a função de administrar toda a máquina, incluindo a pesagem de todo o produto que é inserido no sistema. Então, a primeira parte seria o controle dos produtos que vão ser eliminados no processo. Aí, então, tem-se a primeira Câmara, que é Câmara de combustão primária, que é a Câmara de oxirredução propriamente dita. Dentro desta Câmara tem-se um acelerador de plasma frio que faz o desligamento energético de toda partícula que contiver energia nela. Um exemplo: pega-se um plástico, joga um plástico ali, um plástico contaminado, ele vai resolver toda a energia térmica que esse plástico possa girar e vai deixar retido somente o carbono em estado sólido e seco. Então, esse

¹⁷ BRASIL, *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 12/09/2023.

¹⁸ BRASIL, *Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022*. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578> Acesso em: 12/09/2023.

plástico, um plástico sujo com carne, por exemplo, com sangue, que se fez um churrasco, sujou de sangue esse plástico, ele está contaminado com o sangue também. Então, esse plástico vai ser separado, vai ser dissociado e vai virar gás. Então, na primeira Câmara tem-se a oxirredução com acelerador de plasma frio. Transforma-se em toda a ligação química em pó, e o resultado dessa dissociação química é gás de síntese. Então essa primeira câmera.

Na segunda parte do processo, verifica-se qual que é a potência desse gás, então esse gás vai gerar uma resultante energética e verifica-se qual é a potência que se gasta gerando ali no processo. Então, se vai para a segunda Câmara, que é a Câmara de dissociação molecular. Todo o gás forma uma molécula, umas maiores outras menores, e dependendo do tipo, maiores e menores potências energéticas.

A temperatura administrada é a que consegue zerar esse impacto ambiental e essa poluição que eventualmente poderia acontecer; então, é para isso que a máquina serve.

A máquina encontra-se dentro da lei de Políticas de resíduos sólidos e das normas do CONAMA e do IBAMA. Ela é modular e de dimensões de 800 metros quadrados. Além de obter artifícios cimentícios para construção civil com o restante dos rejeitos; gera água quente; faz a logística reversa; reciclagem e com cinco máquinas em série gera energia elétrica. O valor da máquina é de dois milhões e oitocentos reais.

Na seção seguinte será construído o período antropoceno, a sociedade de risco e finalmente a economia circular em contraponto a linear, a fim de reduzir a extração de matéria-prima e a destinação de rejeito.

3 ANTROPOCENO, SOCIEDADE DO RISCO E A ECONOMIA LINEAR

Esta seção abre caminho para a fundamentação do relatório da análise dos dados da pesquisa qualitativa. Depois de realizado na plataforma do CAPES, percebe-se que não há na literatura nacional sobre destinação ambientalmente adequada do rejeito com a variáveis de geração de energia, preservação do meio ambiente e construção da cidadania.

Além disso, apontou que as cidades brasileiras com menores indicativos do IDH não possuem uma destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Os lixões são a destinação dos resíduos sólidos. Comprova-se, portanto, que as políticas públicas na construção da cidadania brasileira não aplicam soluções existentes na tecnologia. Por conta das condições das cidades com os IDH mais baixos. O Brasil possui 5.571 (aterros e lixões) que geram gases metanos, que são 20 vezes mais prejudiciais do que os provenientes de combustíveis fosseis e o desmatamento das florestas ou

biomas. Vive-se, dessa forma, no Antropoceno onde os seres humanos afetam o ecossistemas locais e territoriais de vida¹⁹.

Villalba²⁰ explica que o Antropoceno consiste na linha conceitual proposta pela Ciência do Sistema Terra e aceita pela Ciência da Sustentabilidade. Mudar esse modelo social requer um alinhamento com vida cotidiana, economia linear, interesses sociais, mudanças de padrões de políticos pública na resolução de conflitos e competências governamentais.

O bioma Amazônico representa a maior Floresta Mundial com uma população de quase 25 milhões de pessoas. Contudo, o menor IDH brasileiro. O desenvolvimento sustentável deve estar alinhado com a preservação do meio ambiente. Além disso, a destinação ambientalmente adequada deve estar nos objetivos do Governo (Federal, Estadual e municipal) para mitigar a miséria e gerar energia elétrica a região Norte do Brasil.

A econômica linear constitui um modelo de organização da sociedade baseado na extração crescentes de recursos naturais, na qual os produtos feitos a partir desses recursos são utilizados até serem descartados como lixo. Mudar essa lógica do (pegar-produzir-descartar) usar de descartar deve ser o principal objetivo dos países.

Criar condições de gerar energia elétrica para o cidadão, utilizando-se das toneladas de resíduos sólidos que causam o impacto ambiental, sobretudo as populações miseráveis e com políticas públicas relativas. A partir da produção de energia elétrica, a partir dos rejeitos, serão alcançados os ODS, além da metas da Agenda 2030.

Os ODS poderão ser mitigados com políticas públicas na construção da cidadania nas seguintes metas: Água potável e saneamento (ODS 6); Energia Limpa e acessível (ODS 7); Cidade e comunidade sustentável (ODS 11); e Ação contra a mudança global do clima (ODS 13). Por isso, pesquisadores, governadores (União, Estadual, Distrito Federal e municipal), parlamentares e as comunidades mundiais sugerem que se entra no período Antropoceno²¹, uma nova era geológica marcada pelo impacto do homem e seus efeitos no Meio Ambiente²².

Nessa perspectiva comportamental, haverá uma mudança na fundamentação social, que passa a dar mais lugar para o medo e o risco. Em outro giro, trata-se de uma sociedade apoiada na busca por

¹⁹ LEFF, Enrique, *Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza*, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2011.

²⁰ VILLALBA, Bruno, *L'Écologie politique en France*, Paris, La Découverte, 2022.

²¹ O Antropoceno é o nome proposto para uma nova era que data do início significativo impacto humano na geologia e nos ecossistemas da Terra (LEFF, Enrique, *Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza*, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2011, p. 21).

²² VILLALBA, Bruno, *L'Écologie politique en France*, Paris, La Découverte, 2022.

soluções para os riscos que se fazem cada vez mais presentes. Além do que, no descarte do lixo, na economia linear e na preservação do Meio Ambiente.

Beck²³ explica sobre a sociedade de classes enquanto a:

[...] utopia da igualdade contém uma abundância de metas conteudístico-positivas de alteração social, a utopia da segurança continua sendo peculiarmente negativa e defensiva: nesse caso, já não se trata de alcançar efetivamente algo “bom”, mas tão somente de evitar o pior. O sonho da sociedade de classes é: todos querem e devem compartilhar do bolo, a meta da sociedade de riscos é: todos devem ser poupadados do veneno.

A sociedade do risco²⁴, descrito por Beck²⁵, seria aquela em que o cidadão no limite que ninguém intende e que produz alternativas de futuros indecisos. A sociedade essa baseada em grande influência da ciência e da tecnologia e baseada no impacto ambiental e no término da tradição. Não significa, no dano ambiental²⁶, um meio ambiente desaparecido, mas são raríssimos os aspectos da natureza que não sofreram intervenção humana. Passa-se a ter um novo tipo de preocupação com o que a natureza pode causar a nós. Passa-se a afligir com o impacto das ações dos indivíduos sobre o meio ambiente. Aliás, sem suprir as necessidade essências da existência.

São princípios básicos da vida, dos quais ninguém deve ser privado: comida suficiente, água limpa e saneamento básico, acesso à energia, à educação e à saúde, habitação decente, renda mínima e trabalho digno, e acesso a redes de informação e de apoio social. A tarefa do século XXI contém esse desafio sem precedentes, conduzindo toda a humanidade para aquele espaço seguro e justo.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) prevê que a classe consumidora, com renda disponível, inchará de 1,8 bilhão, em 2010, para quase 5 bilhões, em 2030.

Com o aumento da população e a consequente necessidade de fazer frente ao aumento do consumo, as previsões apontam para quantidades acima de 170 Gt para os próximos trinta anos, o que, em relação à década de 1970, representará um aumento 6 (seis) vezes acima da quantidade de recursos

²³ BECK, Ulrich, *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*, São Paulo, editora 34, 2011, p. 59.

²⁴ “A maioria da doutrina brasileira afirma que, somente com a adoção da teoria do risco integral, o meio ambiente será efetivamente protegido. Em se cuidando de um direito difuso e intergeracional, a sua violação importaria ofensa à coletividade e às gerações vindouras” (SAMPAIO, José Adércio Leite, Teoria do Risco Ambiental Integral e Ideologia, *Revista Internacional Consinter de Direito*, n. I, p. 283-302, 2º semestre de 2015, Disponível em: <https://revistaconsinter.com/index.php/ojs/article/view/387/755> Acesso em: 03/10/2024).

²⁵ BECK, Ulrich, *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*, São Paulo, editora 34, 2011.

²⁶ Importante esclarecer que: “O dano ambiental tem particularidades que exigem um tratamento diferenciado e mais racial: é disperso, difuso, indeterminado muitas vezes; incerto outras; silencioso e invisível em muitos casos, sendo percebido só depois de muito tempo. Um dano assim dificulta encontrar o rastro de quem o provocou. Um dano assim que lida com a matéria-prima da vida, objeto de um direito que se confunde com a condição de possibilidade do próprio direito: a existência tão digna que é sadia e garantida, com a apólice do direito, para o futuro, as futuras gerações” (SAMPAIO, José Adércio Leite, Teoria do Risco Ambiental Integral e Ideologia, *Revista Internacional Consinter de Direito*, n. I, p. 283-302, 2º semestre de 2015, Disponível em: <https://revistaconsinter.com/index.php/ojs/article/view/387/755> Acesso em: 03/10/2024).

extraídos. Entretanto, os recursos naturais, ainda que renováveis, não conseguem se recompor na mesma velocidade.

Dessa forma, o presente relatório colocará lupa na destinação final dos resíduos aos aterros sanitários ou incinerados, após o processo de seleção e tratamento na construção da cidadania como um conjunto de direitos na participação da vida e do governo, trazendo considerações a respeito da sociedade de risco.

Os resíduos sólidos têm relevância social em todos os entes da federação, e, principalmente, para o cidadão a fim de ter uma vida saudável. Em virtude dessa ênfase na diferenciação, o estudo terá implicações práticas na destinação final dos resíduos sólidos. Ao mesmo tempo, pode-se retratar o potencial dos resíduos sólidos por identificar a composição, taxa de produção e valorização calorífica teórica do lixo doméstico. Portanto, deve-se almejar além da PNRS.

4 POLÍTICAS PÚBLICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA

A PNRS da Lei nº 12.305/10²⁷ foi elaborada tendo como fundamento a Constituição Federal de 1988 (CF/88)²⁸, em seu art. 24, VI (proteção do meio ambiente e controle da poluição) e VII (responsabilidade por danos ao meio ambiente e ao consumidor). Aproveitou-se da competência concorrente e, em sendo uma norma geral, não exclui a competência suplementar dos Estados (art. 24, § 2º).

Sendo assim, há de compreender-se que a lei comentada deixou para os Estados, por exemplo, estabelecer normas sobre a metodologia a ser utilizada no tratamento dos resíduos e dos rejeitos. No que couber e havendo “interesse local”, os Municípios poderão intervir suplementando a legislação federal e estadual de resíduos sólidos (art. 30, I e II, da CF/88). vale acentuar, portanto, que a União não tem competência de legislar privativamente sobre resíduos sólidos²⁹.

Dentre as exigências previstas na lei, pode-se destacar a extinção dos “lixões” no Brasil até 2024³⁰, a disposição final ambientalmente adequada somente dos rejeitos³¹ em aterro; a proibição da catação, criação de animais e instalação de moradias nos aterros.

²⁷ BRASIL, *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em: 12/09/2023.

²⁸ BRASIL, Constituição (1988), *Constituição da República Federativa do Brasil*, Brasília, Congresso Nacional, 1988, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 06/11/ 2023.

²⁹ RIBEIRO, Daniel V.; MORELLI, Márcio, *Resíduos sólidos: Problema ou oportunidade?*, Rio de Janeiro, Interciência, 2009.

³⁰ BELLO FILHO, Ney B., Da poluição e outros crimes ambientais, in COSTA NETO, Nicolao Dino de Castro e., *Crimes e infrações administrativas ambientais – Comentários à Lei 9.605/1998*, Brasília, Brasília Jurídica, 2000.

³¹ Rejeitos são resíduos que não podem ser reutilizados, reciclados etc.

Além disso, a lei previu a expansão de coleta seletiva de materiais recicláveis às moradias, com a inserção prioritária das cooperativas ou associações de catadores³², Decreto nº 11.414/23³³, e determinou que as prefeituras fizessem a compostagem dos resíduos orgânicos.

A PNRS visa à responsabilidade compartilhada³⁴ pelo ciclo de vida do produto entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, cada um com sua parcela de participação no processo, desde a obtenção da matéria-prima até seu correto descarte após o uso.

Nesse contexto, a logística reversa, que é um instrumento de desenvolvimento econômico e social e visa à coleta e à restituição dos resíduos

sólidos ao setor empresarial, para que estes possam ser reaproveitados de diversas maneiras ou retornem ao ciclo produtivo, mas apenas alguns produtos se enquadram na logística reversa: Resíduos e embalagens de agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; resíduos e embalagens de óleos lubrificantes; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódios, mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; e embalagens em geral. Contudo, pode ser estendida a outros produtos e embalagens que não estão citados na lista anteriormente, quando for detectado risco à saúde ou ao meio ambiente.

Por conseguinte, a logística reserva é uma responsabilidade compartilhada entre as empresas, os consumidores e o governo, e todos têm um papel importante a desempenhar na implementação de sistemas eficientes e sustentáveis de coleta, triagem e destinação de materiais e produtos. A responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos é compartilhada, os consumidores.

Para que a PNRS, estabelece os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, bem como de suas categorias de classificação de resíduos sólidos. Destacam-se como princípios da PNRS: a prevenção e a precaução; o princípio do poluidor e do protetor-recebedor; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento de que o resíduo sólido reutilizável e reciclável é um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, e promotor de cidadania e respeito às diversidades locais e regionais. Os princípios contidos no mencionado art. 6 necessitam ser interpretados com a permanente integração com todo o corpo da lei, principalmente levando-se em conta as definições (art. 3º), os objetivos (art. 7º), as disposições gerais (art. 4º), os instrumentos (art. 8º) e as disposições preliminares do Cap. I do título III.

³² Catadores são pessoas físicas de baixa renda, dispensando-se a licitação para sua contratação.

³³ BRASIL, Decreto nº 11.414, de 13 de fevereiro de 2023, Institui o Programa Diogo de Sant'Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular e o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis, Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11414.htm. Acesso em: 08/11/2023.

³⁴ OLIVEIRA, Fabiano Melo Gonçalves de, *Direito ambiental*, 3ª ed., Niterói, Impetus, 2013.

Nusdeo³⁵ afirma que é importante a transferência quanto aos doadores de fundos de financiamento a programas de pagamentos de serviços ambientais, a fim de minorarem-se os problemas da influência indevida de grupos econômicos na formulação dessa e de outras políticas ambientais.

A PNRS tem como objetivos: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; a adoção, o desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; o incentivo à indústria da reciclagem para fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; a gestão integrada de resíduos sólidos; articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica continuada na área de resíduos sólidos; a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; a integração dos catadores de matérias reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável, mas os instrumentos são os meios de gestão e gerenciamento na PNRS.

Dentre os instrumentos previstos na Lei nº 12.305/2010³⁶, verificam-se os planos de resíduos sólidos em âmbito Nacional, Estadual, Microrregional de regiões metropolitanas, intermunicipais e municipais, que são condição para o Distrito Federal e os municípios terem acesso a recursos da União que são destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

São também instrumentos da PNRS, os planos de gerenciamento de resíduos sólidos; os inventários e o Sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos; a coleta seletiva; a logística reversa; os acordos setoriais; os termos de compromisso; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; e os Sistemas de Informação Ambiental. Cumpre trazer uma parte da Convenção de Aahurs, em vigor em vários Países e que merece ser imitada: “As informações sobre emissões, que são pertinentes para a proteção do meio ambiente, devem ser divulgadas”.

³⁵ NUSDEO, Ana, *Pagamento por Serviços Ambientais: Sustentabilidade e Disciplina Jurídica*, São Paulo, Atlas, 2012.

³⁶ BRASIL, Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm Acesso em: 12/09/2023.

Podem-se resumir as ‘avenidas’ de atuação da transparência em: 1) Coleta ininterrupta de informações; 2) Organização completa e veraz dos dados existentes; 3) Facilitação do acesso às informações; 4) Respostas rápidas às demandas apresentadas; 5) Transmissão contínua dos dados informativos, de tal forma que eles cheguem, sem intermediários indevidos, aos seus legítimos destinatários; 6) Possibilidade de serem verificadas e discutidas as informações fornecidas³⁷.

Além disso, a lei estabelece as classificações: Quanto à origem, Resíduos; domiciliares; de limpeza urbana; urbano; de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; dos serviços públicos de saneamento básico; industriais; de serviço de saúde; da construção civil; agrossilvopastoris; de serviços de transportes; de mineração. Os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal. Quanto à periculosidade, Resíduos: perigosos e não perigosos.

A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), a Lei Federal nº 11.445/2007³⁸, que instituiu a PNSB e estabeleceu que os serviços públicos de saneamento básico sejam prestados com base em vários princípios fundamentais, entre eles a universalização do acesso, a segurança, a qualidade, a regularidade e a articulação com as políticas de promoção da saúde, de proteção ambiental e outras de relevante interesse social, voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante.

A política define por saneamento básico o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) Abastecimento de água potável; b) Esgotamento sanitário; c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Ressalta-se destacar que a política específica que é necessária a elaboração de Plano de Saneamento Básico, no qual o serviço público de saneamento básico se fundamentará, e, desde que respeitado seu conteúdo mínimo previsto na PNRS, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos poderá estar inserido no mesmo. Em São Paulo, estabeleceu a Lei nº 12.300/2006³⁹.

³⁷ MACHADO, Paulo Affonso Leme, *Direito à informação e Meio Ambiente*, 2^a ed., São Paulo, Malheiros Editores, 2018.

³⁸ BRASIL, *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*, Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 08/11/2023.

³⁹ SÃO PAULO, *Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006*, Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html> Acesso em: 08/11/2023.

A Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) instituída pela Lei nº 12.300/06 e regulamentada pelo Decreto nº 54.645/09⁴⁰, que instituiu a PERS, anterior à lei federal citada acima, minimiza os resíduos sólidos que as entidades públicas e empresas privadas realizam, sobretudo nos grandes centros urbanos que aponta responsabilidade a todos os agentes envolvidos, por exemplos, produtores/importadores, consumidores e administração pública.

O arranjo dos princípios de responsabilidade pós-consumo, do poluidor pagador e do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico, gerador de trabalho e renda, constitui um passo da PERS para a sustentabilidade, na estruturação das cadeias de produtos. As práticas ambientalmente adequadas de redução, reutilização, reciclagem e recuperação da energia existente nos resíduos sólidos deverão ser incentivadas com vistas à sua minimização.

Os principais trazidos pela PERS são tradicionais na política ambiental, como o da visão sistêmica na gestão, que leva em consideração as variáveis sociais, econômica, tecnológicas, culturais, ambientais e de saúde pública; o princípio da prevenção da poluição mediante práticas que promovam a redução ou eliminação de resíduos na fonte geradora; a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo; a gestão integrada e compartilhada dos resíduos sólidos; e a articulação com as demais políticas de meio ambiente, recursos hídricos, saúde, educação, saneamento e desenvolvimento urbano.

5 A WASTE-TO-ENERGY (WTE)

A gestão de resíduos sólidos urbanos emerge como um tema crucial para o desenvolvimento sustentável no século XXI, buscando soluções eficazes para o crescente desafio do descarte e tratamento adequado de resíduos. À vista dos fatos supracitados no presente artigo, fica evidente a importância de abordar esse problema de maneira abrangente e inovadora, considerando tanto os impactos ambientais quanto à necessidade de promover a saúde pública, políticas públicas e modelagem de Estado e o crescimento econômico.

A geração de energia elétrica a partir de rejeitos urbanos é uma abordagem inovadora e promissora para a gestão sustentável de resíduos sólidos no Brasil. Esse processo, conhecido como *waste-to-energy* (WtE), envolve a conversão de resíduos que não podem ser reciclados, os chamados

⁴⁰ SÃO PAULO, Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009, Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 1976, Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto5464505.08.2009.html#:~:text=Regulamenta%20dispositivos%20da%20Lei%20n,%C2%208.468%2C%20de%201976.> Acesso em: 08/11/2023.

rejeitos, em energia, aproveitando ao máximo o potencial desses materiais e reduzindo a necessidade de aterros sanitários.

A WTE, apresentada como uma alternativa viável, vem ganhando destaque como solução para enfrentar os desafios da gestão de resíduos de maneira integrada. Através da conversão de resíduos em energia limpa, a WTE não apenas reduz a quantidade de lixo que é direcionada aos aterros sanitários, diminuindo a pressão sobre esses locais, mas também oferece a possibilidade de geração de energia renovável. Esse aspecto assume uma importância ainda maior à medida que o mundo busca reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar as emissões de gases de efeito estufa.

A WTE não se limita a abordar apenas o aspecto energético, mas também contribui para a minimização de riscos à saúde pública, uma vez que a queima controlada dos resíduos reduz a presença de patógenos e microrganismos nocivos. Além disso, a redução do volume de resíduos e a geração de cinzas como subproduto podem ser exploradas para a produção de materiais reutilizáveis, como artefatos de cimento, fechando ainda mais o ciclo de materiais e promovendo a economia circular.

A eficácia da WTE, no entanto, deve ser considerada dentro de um quadro mais amplo de gestão de resíduos sólidos. A prioridade ainda deve ser dada à prevenção, redução, reutilização e reciclagem, em consonância com a hierarquia estabelecida. A WTE, portanto, emerge como um complemento valioso para o gerenciamento de resíduos, especialmente para aqueles que não podem ser reciclados ou reutilizados.

Ao observar os desafios enfrentados por muitos países, como a presença de lixões e aterros controlados inadequados, a WTE assume um papel estratégico na transformação da maneira como lidamos com os resíduos urbanos. Ela não apenas contribui para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos, mas também oferece uma abordagem sustentável para a produção de energia e a promoção da saúde pública.

6 CONCLUSÃO

Como visto durante o presente artigo, destinar corretamente os resíduos sólidos de forma a proteger o ambiente e promover o desenvolvimento sustentável e a cidadania exige a aplicação de práticas adequadas que envolvam a sociedade, o governo e o setor privado.

Algumas das estratégias para atingir esses objetivos incluem: incentivar a produção e o consumo de produtos com menor impacto ambiental, como aqueles com menos embalagens ou de longa durabilidade; promover a conscientização pública sobre o consumo responsável e a importância da redução de resíduos; implementar sistemas eficazes de coleta seletiva que envolvam a população

em práticas de separação de resíduos recicláveis como papel, plástico, vidro e metais; estimular a indústria a adotar processos de reciclagem, o que reduz a necessidade de matérias-primas e minimiza a pressão sobre os recursos naturais; e incentivar o reaproveitamento de materiais e produtos para novas finalidades, evitando que se tornem resíduos.

A gestão de resíduos sólidos urbanos, como discutido, é um dos pilares fundamentais para a construção de um futuro mais sustentável e saudável. Ela envolve todas as etapas relacionadas ao manejo dos resíduos gerados nas cidades, desde a coleta até a disposição final, passando por processos de triagem, reciclagem e tratamento. A eficiência desse sistema é crucial para mitigar os impactos ambientais, promover a saúde pública e contribuir para a economia circular.

Inovações tecnológicas estão sendo cada vez mais incorporadas à gestão de resíduos, com soluções como usinas de recuperação de energia a partir de resíduos, sistemas de monitoramento inteligente para coleta e triagem, e métodos de decomposição mais eficientes para resíduos orgânicos.

Enfim, uma gestão eficiente de resíduos sólidos urbanos ajuda a minimizar os impactos ambientais, reduzir a poluição, promover a economia circular e melhorar a qualidade de vida nas cidades, sendo essencial para o desenvolvimento sustentável.

Em resumo, a gestão de resíduos sólidos urbanos é um elemento vital na construção de um futuro mais sustentável e saudável. A WTE emerge como uma alternativa eficaz e abrangente, integrando a gestão de resíduos à produção de energia limpa e à promoção da economia circular. A implementação bem-sucedida da WTE exige uma abordagem colaborativa entre o setor público, a iniciativa privada e a sociedade, visando a otimização dos benefícios ambientais, sociais e econômicos.

REFERÊNCIAS

ANDRETTI, Fabrício Viana, *Avaliação técnico-econômica de planta de incineração de resíduos sólidos urbano em países em desenvolvimento - uma simulação aplicada a cidade do Rio de Janeiro, Brasil*, 2021, 137 f., Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

BECK, Ulrich, *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*, São Paulo, editora 34, 2011.

BELLO FILHO, Ney B., Da poluição e outros crimes ambientais, in COSTA NETO, Nicolao Dino de Castro e., *Crimes e infrações administrativas ambientais – Comentários à Lei 9.605/1998*, Brasília, Brasília Jurídica, 2000.

BRASIL, Constituição (1988), *Constituição da República Federativa do Brasil*, Brasília, Congresso Nacional, 1988, Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 06/11/2023.

_____, *Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022*, Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.936-de-12-de-janeiro-de-2022-373573578> Acesso em: 12/09/2023.

_____, *Decreto nº 11.414, de 13 de fevereiro de 2023*, Institui o Programa Diogo de Sant'Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular e o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11414.htm. Acesso em: 08/11/2023.

_____, *Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007*, Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/111445.htm. Acesso em: 08/11/2023.

_____, *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm Acesso em: 12/09/2023.

_____, *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*, Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados,

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6. Acesso em: 25/09/2023.

_____, IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *IDH dos estados do Brasil de 2022*, Disponível em: <https://estados.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 30/10/2023.

_____, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, *Portal da transparência*, 2023, Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/orgaos-superiores/44000?ano=2021>. Acesso em: 23/09/2023.

LEFF, Enrique, *Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza*, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 2011.

MACHADO, Paulo Affonso Leme, *Direito à informação e Meio Ambiente*, 2^a ed., São Paulo, Malheiros Editores, 2018.

MORIN, Edgar, *Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental*, Natal, EDUFRN, 1999.

NUSDEO, Ana, *Pagamento por Serviços Ambientais: Sustentabilidade e Disciplina Jurídica*, São Paulo, Atlas, 2012.

OLIVEIRA, Fabiano Melo Gonçalves de, *Direito ambiental*, 3^a ed., Niterói, Impetus, 2013.

ONU, Organização das Nações Unidas, *A ONU e o meio ambiente*, 16 set. 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 30/10/2023.

RIBEIRO, Daniel V.; MORELLI, Márcio, *Resíduos sólidos: Problema ou oportunidade?*, Rio de Janeiro, Interciência, 2009.

SÃO PAULO, *Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009*, Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 1976, Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto-54645-05.08.2009.html#:~:text=Regulamenta%20dispositivos%20da%20Lei%20n,n%C2%B0208.468%2C%20de%201976>. Acesso em: 08/11/2023.

_____, *Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006*, Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html> Acesso em: 08/11/2023.

SAMPAIO, José Adércio Leite, Teoria do Risco Ambiental Integral e Ideologia, *Revista Internacional Consinter de Direito*, n. I, p. 283-302, 2º semestre de 2015, Disponível em: <https://revistaconsinter.com/index.php/ojs/article/view/387/755> Acesso em: 03/10/2024.

SEVERINO, Antonio Joaquim, *Metodologia do trabalho científico*, 24^a ed, São Paulo, Cortez, 2018.

SINIR+, Sistema Nacional de Informações à Gestão dos Resíduos Sólidos, *Inventário Nacional de Resíduos Sólidos*, 10 ago. 2021. Disponível em:

<https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 23/10/2023.

_____, Sistema Nacional de Informações à Gestão dos Resíduos Sólidos, *Relatório Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos*, 2023, Disponível em:
<https://sinir.gov.br/relatorios/municipal/>. Acesso em: 30/10/2023.

VILLALBA, Bruno, *L'Écologie politique en France*, Paris, La Découverte, 2022.