

I – INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos¹ no Brasil aumentou consideravelmente na última década. Em 2020 foram produzidas 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos. Esse número é 4,4% maior que 2019, quando foi gerado 79 milhões de toneladas.²

A tendência de produção de resíduo tende a crescer, tendo em vista o crescimento da população e o aumento do consumo. Em razão disso autoridades públicas tem externalizado preocupação no tocante à destinação dos resíduos sólidos.

Nesse sentido em 1989 David W. Pearce e R. Kerry Turner, dois economistas e ambientalistas britânicos publicaram o artigo “*Economics of Natural Resources*”³ cujo objetivo era despertar a sociedade para uma consciência ecológica para tanto criaram o conceito de economia circular.

A economia circular pretende dar uma nova roupagem para a maneira como a sociedade percebe o resíduo sólido. O objetivo da economia circular é gerar uma gestão mais eficiente dos recursos naturais existentes, ou seja, manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor durante todo processo de produção. Empresas que praticam a economia circular, desenvolvem um melhor uso econômico dos recursos naturais, aumentam o lucro e cuidam do meio ambiente.

A economia circular fomenta o aparecimento de fontes de energia ecologicamente sustentáveis⁴. Os resíduos sólidos urbanos são elementos que perderam sua utilidade e valor, comumente chamado como lixo ou descarte. Insta salientar que todo material descartado pode ser utilizado para gerar energia. Um dos benefícios desse uso é a diversificação da matriz energética, além de ser solução de parte do problema dos lixos das grandes metrópoles.

¹ Art. 3º [...]

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; (Lei federal nº 12.305/2010)

² Fonte: Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em abril/2023.

³ Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/31662420_Economics_of_natural_resources_and_the_environment_D_W_Pearce_RK_Turner. Acesso em dez/2020.

⁴ São exemplos de fontes renováveis: hídrica (energia da água dos rios), solar (energia do sol), eólica (energia do vento), biomassa (energia de matéria orgânica), geotérmica (energia do interior da Terra) e oceânica (energia das marés e das ondas).

No Brasil, a ausência de implementação de políticas públicas eficientes voltadas para o tratamento de resíduos sólidos urbanos, afetam gravemente o meio ambiente e, conseqüentemente, a saúde da população.

A partir da destinação de investimentos, desenvolvimento correto e a utilização da tecnologia, é possível gerar biometano e biogás dos resíduos sólidos, que servem como fontes de energia térmica, energia elétrica e combustível para automóveis.⁵

O Brasil é o campeão de geração de lixo, na América Latina.⁶ Apesar do potencial enorme de geração de energia, grande parte do seu descarte é realizado em lixões ou aterros, em que não há geração de energia.

Tendo em vista a produção de lixo no Brasil, através da geração de energia a partir da utilização de resíduos sólidos é possível mitigar impactos ambientais por decorrência da conseqüente diminuição de agentes poluidores causados pela má gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Assim, o reaproveitamento do lixo como forma de geração de energia, além de estar no esteio mundial da transição energética sustentável, também assegurará preceitos constitucionais básicos como o meio ambiente equilibrado e dignidade da pessoa humana.

II – ECONOMIA CIRCULAR

Como dito, a economia circular é um conceito que surgiu em 1989, na Inglaterra, através da publicação de um artigo assinado por David Pearce e Kerry Turner, economistas e ambientalistas britânicos.

O conceito da economia circular tem como objetivo mudar o uso de materiais de linear (uma linha reta da extração de materiais para o uso de produtos e aterros ou incineração) para um desenho circular, onde os materiais possam ser utilizados de novo, de novo e de novo perpetuamente. A partir da aplicação da economia circular é possível promover o uso sustentável de recursos e minimizar impactos ambientais. Tudo isso enquanto se cria mais valor para a sociedade, economia e empresas.

⁵ Em termos de geração de energia por meio do lixo, há países que já investem e se destacam. O Japão, por exemplo, é o país que menos envia seus resíduos para aterros, cerca de 15%, e o que mais os utiliza para recuperação de energia, 78%. O motivo deve-se ao fato de o país possuir pouco espaço físico para fazer aterros.

⁶ ONU Meio Ambiente classifica o Brasil como campeão em geração de lixo em relação aos países da América Latina.

A economia circular é um assunto tão importante que a Organização das Nações Unidas tem trabalhado em um plano de ação global que agrega dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁷. Os objetivos são interconectados e alcançam grandes desafios da humanidade, como acabar com a pobreza extrema, reduzir as desigualdades, e proteger os sistemas naturais.

Ao adotar a economia circular como premissa, as cidades podem ressignificar a forma como lidam com seus resíduos, enxergando seu alto potencial econômico e de geração de renda e inclusão social e assim atender o que determina a ODS 10. No mesmo sentido, a partir de soluções adaptadas para as comunidades e bairros, ampliando a justiça climática nas áreas urbanas atende as ODS's 11 e 12. Ao empregar os princípios de economia circular para obter resiliência urbana, sequestrar carbono através do uso de energia limpa e renovável observa-se o que prevê o ODS 7, manter cursos hídricos respeita a ODS 6 e proteger a biodiversidade local valida a ODS 14 e 15.

Empresas que praticam a economia circular, seguem boas práticas, como depender menos de matéria-prima virgem, priorizar insumos mais duráveis, utilizar materiais reciclados, bem como desenvolver produtos que possam ser renováveis.

Desse modo, faz-se necessário incluir de modo definitivo os princípios da economia circular em toda a sociedade. No Brasil, desde 2010, existe a Política Nacional de Resíduos Sólidos⁸. De acordo com esta lei, cada empresa é responsável pelo destino das embalagens desde o momento que saem da loja até o descarte do consumidor.

Diante do exposto, a utilização dos resíduos sólidos urbanos em processo de geração de energia se mostra como solução para as empresas cumprirem o que determina a lei brasileira. Tratar o resíduo na perspectiva da economia circular, gera benefícios para a sociedade e para todo processo de produção.

III – FONTES DE ENERGIA ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEIS

O debate referente às fontes de energia ecologicamente sustentáveis com consequente busca por matrizes energéticas de fontes de energia “limpa” não é recente, tendo relevante destaque em 1997 no Protocolo de Kyoto, através do qual os países signatários – dentre eles o Brasil – assumiram o compromisso de reduzir as suas respectivas emissões dos gases do efeito estufa.

⁷ Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em abril/2023.

⁸ Lei federal Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

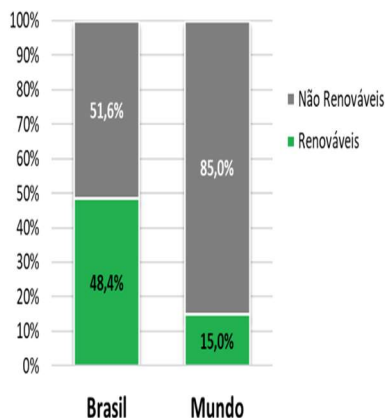
Na ocasião supramencionada foi incentivada a adoção de fontes energéticas menos poluentes e ecologicamente mais sustentáveis como perspectiva de se garantir a transição energética, em consonância com os ensinamentos de Rodrigues (2022):

O compromisso estabeleceu que os países constantes do Anexo I da Convenção-Quadro (trata-se dos países desenvolvidos, responsáveis por 96% dos GEE teriam a obrigação de reduzir a quantidade de seus GEE em pelo menos 5% em relação aos níveis coletados em 1990. Tal obrigação deveria ser cumprida entre os anos de 2008 e 2012. Para alcançar o objetivo do Protocolo de Kyoto – e em última análise o objetivo da Convenção-Quadro –, duas diretrizes foram fixadas: substituição das matrizes energéticas por fontes “limpas” ou ambientalmente “corretas”; promover o “sequestro” de carbono, protegendo florestas ou implementando o reflorestamento. (RODRIGUES, 2022, p. 789/790)

Nesse contexto importante destacar que o Brasil já se encontrava e mantém-se à frente do restante do mundo no que tange a constituição de uma matriz energética – em grande parte – “limpa” e sustentável.

Para melhor evidenciar o contexto da matriz energética proveniente de fonte renováveis no Brasil em comparação com o restante do mundo merece destaque o gráfico publicado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE⁹:

Vamos comparar o consumo de energia proveniente de fontes renováveis e não renováveis no Brasil e no mundo para o ano de 2020?



Percebemos pelo gráfico que a **matriz energética brasileira** é mais renovável do que a mundial.

Figura 1. (EPE. 2022)

Porém, em que pese a referência mundial do Brasil em matéria de sustentabilidade energética, imperioso destacar que a nação brasileira ainda está muito atrasado em relação

⁹EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. Brasília: Ministério de Minas e Energia. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#:~:text=A%20matriz%20el%C3%A9trica%20brasileira%20%C3%A9,em%20sua%20maior%20parte%20%C2%20renov%C3%A1vel>>

implementação de políticas públicas efetivas, destinadas a reduzirem os percentuais de geração dos resíduos sólidos urbanos¹⁰.

Agregado ao exposto, ainda é bastante gravoso o fato de que os índices nacionais de reciclagem permanecem estáticos, conforme já demonstrados e, a geração de RSU segue aumentando drasticamente no Brasil, conforme gráfico publicado pelo Senado Federal¹¹:

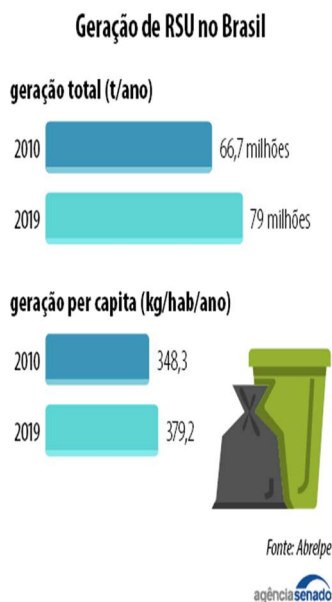


Figura 2. (SENADO. 2021)

A ausência de implementação de políticas públicas eficientes voltadas para mitigação de impactos ambientais decorrentes do cuidado inadequado com o meio ambiente, afetam como, por exemplo, a poluição dos lençóis freáticos e, emissão de gases de efeito estufa, conforme explicação explanada por Rodrigues (2022):

Só no ano de 2010, o nosso país produziu 60,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. E, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a média de lixo gerado por pessoa no país foi de 378 kg. Desse total de lixo produzido, 6,5 milhões de toneladas não foram coletados e acabaram despejados no meio ambiente, contaminando rios, lagos, córregos, olhos-d'água, nascentes, solos, lençóis freáticos, etc. E, ainda, segundo informa a ABRELPE, desse total produzido, pelo menos 22.9 milhões de toneladas/ano não receberam destinação adequada, ou seja, acabaram em lixões ou

¹⁰ [...] No Brasil, 4% dos resíduos sólidos que poderiam ser reciclados são enviados para esse processo, índice muito abaixo de países de mesma faixa de renda e grau de desenvolvimento econômico, como Chile, Argentina, África do Sul e Turquia, que apresentam média de 16% de reciclagem, segundo dados da International Solid Waste Association (ISWA). Agência Brasil. **Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe**. 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>>

¹¹ Senado. **Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores**. 2021. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores#:~:text=Segundo%20dados%20do%20Panorama%20dos,de%201%20kg%20por%20dia>>

aterros controlados, mas que não possuem tratamento de gases e chorume. (RODRIGUES, 2022, p.232¹²)

Paralelamente aos problemas da elevada geração de lixo e conseqüente baixa nos índices de reciclagem, os gestores públicos, especialmente das grandes cidades, possuem enorme desafio no âmbito do saneamento básico, uma vez que os resíduos sólidos urbanos (RSU) muitas vezes são descartados em aterros sanitários, os quais não possuem políticas públicas adequadas para o seu tratamento conforme divulgado em artigo publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA¹³:

Em seu último relatório sobre o assunto, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) destaca que as cidades brasileiras geraram em 2018 cerca de 79 milhões de toneladas de RSU, cuja coleta chegou a 92% desse total, equivalentes a pouco mais de 72 milhões de toneladas, dos quais apenas 43,3 milhões de toneladas, 59,5% do coletado, foi disposto em aterros sanitários. O montante de 29,5 milhões de toneladas de resíduos, 40,5% do total coletado, foi despejado inadequadamente em lixões ou aterros controlados¹ e ainda cerca de 6,3 milhões de toneladas geradas anualmente continuam sem ao menos serem coletadas, e seguem sendo depositadas sem controle, mesmo quando a legislação determina a destinação para tratamento e, em último caso, para aterros sanitários.

Assim, dentre os diversos desafios a serem enfrentados pelos gestores públicos e privados no que tange ao tratamento dos resíduos sólidos e de saneamento básico, apresenta-se como uma solução sustentável e viável um maior incentivo do poder público na matéria de produção de energia limpa e sustentável através da utilização do RSU.

A solução apresentada é viável tanto por ser uma forma de geração¹⁴ de energia elétrica e/ ou biogás eficiente e sustentável, bem como pelo fato de proporcionar, indiretamente, melhor gestão do tratamento do lixo urbano, o qual se revela como patente problema ambiental (por

¹² RODRIGUES. Marcelo Abelha. *Direito Ambiental (Coleção Esquematizado)*. 9ª Edição. São Paulo. SaraivaJur. 2022. p.232.

¹³ IPEA. *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>

¹⁴ [...] As práticas de tratamento de resíduos sólidos tomaram força no mercado global a partir do entendimento de que os aterros têm um potencial de influência nas emissões de GBE elevado, as práticas de engenharia não conseguem afastar o potencial de contaminação a médio e longo prazos, as ações de manutenção após o encerramento dos aterros são onerosas, os recursos naturais estão se tornando cada vez mais valorizados e, portanto, o mercado de recursos secundários tem ganhado força devido a este fato. Da mesma forma, os valores dos recursos energéticos estão cada vez mais caros, a demanda alimentícia está acentuada para o atendimento de uma população crescente e a sociedade tem se tornado mais sensível às ações que determinam a proteção e a preservação ambiental. A geração de energia elétrica e o coprocessamento podem ser apresentados como práticas que entrelaçam o reaproveitamento e destinação final em uma única operação: a queima de RSU ou biogás, com características físico-químicas compatíveis com o processo de produção de clínquer, em fornos rotativos da indústria cimenteira, ou para produção de energia elétrica. PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. *Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas*. Editora Del Rey, 2020. p.97.

exemplo: emissão de gases de efeito estufa) e social (por exemplo: a exposição de grupos vulneráveis¹⁵ nas regiões onde não há saneamento básico e tratamento do lixo).

IV - DA UTILIZAÇÃO DOS RSU EM PROCESSOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Incontestemente que sob uma perspectiva ecologicamente sustentável o tratamento dos resíduos sólidos urbanos garantirá diversos benefícios sociais, posto que proporcionará diminuição das emissões de gases prejudiciais ao meio ambiente¹⁶, bem como será medida eficiente de saneamento básico de modo a garantir maior dignidade – principalmente – às populações mais vulneráveis e carentes que residem nas encostas dos “lixões”.

Ainda, de outro lado, maior incentivo na produção energética proveniente da utilização de RSU será medida – totalmente sustentável – para suprir parte demanda por energia, seja por energia elétrica, seja por meio da utilização do biogás, como bem explanado por Pereira; Oliveira (2020):

Independentemente da tecnologia específica a ser adotada, a realidade é que o uso de RSU possui vantagens não só sob o aspecto ambiental, mas também faz sentido do ponto de vista do setor elétrico, com o aumento da diversificação da matriz renovável com uma fonte de baixa intermitência.

Assim, é possível afirmar que o reaproveitamento do lixo como forma de geração de energia, além de estar no esteio mundial da transição energética sustentável, também assegurará

¹⁵ JORNAL DA USP. *Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morreram por doenças ligadas à falta de saneamento*. 2020. Várias doenças são agravadas devido ao contato com ambientes insalubres. A diarreia é a segunda maior causa de mortes em crianças abaixo de 5 anos de idade, segundo a Unicef – Fundo das Nações Unidas para a Infância. Dados da OMS revelam que 88% das mortes pela doença no mundo são causadas pelo saneamento inadequado. As crianças são as mais afetadas, 84%. No Brasil, em 2008, 15 mil brasileiros morreram devido a doenças relacionadas à falta de saneamento. Marcos Boulos lembra que “o saneamento básico é uma necessidade única do cidadão onde você mantém a qualidade de vida, de tudo o que você come e o que você bebe. Deveria existir saneamento básico há muito, muito tempo. Em nosso país o saneamento básico nunca foi prioridade porque, como diziam os políticos da antiga guarda, saneamento básico é como você enterrar o dinheiro e não aparece o político para sua eleição. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>

¹⁶ Agência Brasil. *Lixões liberam 6 milhões de toneladas de gás de efeito estufa ao ano*. 2019. Permanência de lixões para descarte de lixo no Brasil e a queima irregular de resíduos respondem por cerca de 6 milhões de toneladas de gás de efeito estufa ao ano (CO₂eq), aponta levantamento do Departamento de Economia do Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana (Selurb). O montante é o equivalente ao gás gerado por 3 milhões de carros movidos a gasolina anualmente. O estudo foi divulgado por ocasião do Dia Mundial do Meio Ambiente, celebrado hoje (5), que tem como temática em 2019 – definida pela Organização das Nações Unidas (ONU) – a questão da “Poluição do Ar. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-06/lixoes-liberam-6-milhoes-de-toneladas-de-gas-de-efeito-estufa-ao-ano>

dupla função, uma sob o ponto de vista ambiental e, outra sob o ponto de vista social, resguardando-se preceitos constitucionais básicos como o do meio ambiente equilibrado e dignidade da pessoa humana, em consonância com os ensinamentos de Pereira; Oliveira (2020)¹⁷:

Uma das possíveis soluções para a questão são as tecnologias de recuperação energética de RSU, que devem assumir um papel protagonista na gestão de resíduos sólidos, transpassando as práticas de reciclagem de materiais e introduzindo alternativas que promover elevada redução de massa dos aterros e, conseqüentemente, mitigam impactos ambientais, protegem o clima e preservam recursos naturais. Neste sentido, a recuperação energética dos resíduos sólidos visa a aproveitar o potencial energético inerente aos RSU na forma de calor, eletricidade ou combustíveis alternativos tais como o biogás e combustível derivado de resíduos (CDR) visando desviar dos aterros sanitários ou lixões um volume significativo dos resíduos, suprir carência na geração de energia e, ainda, mitigar as emissões de GEE. De forma suplementar, podem ser apontados, ainda, como benefícios a imobilização de compostos inorgânicos e a possibilidade de uma reciclagem de recursos secundários, tais como, cinzas, sulfato de cálcio e ácidos clorídricos¹⁸. (PEREIRA; OLIVEIRA. 2020).

Agregada aos benefícios ambientais, imperioso mencionar que o potencial energético proveniente da geração dos RSU é extremamente positivo, tendo como exemplo a Dinamarca, que através de uma usina de lixo construída em Copenhague processa 400.000 toneladas de lixo por ano e gera eletricidade para 50 mil residências e aquecimento para 120 mil, conforme PEREIRA; OLIVEIRA¹⁹ (*apud* GODOY JUNIOR *et al.*,2002).

V – DO CONTEXTO BRASILEIRO NA IMPLEMENTAÇÃO DE REGRAMENTO DE INCENTIVOS AO GERENCIAMENTO DE RSU

O Brasil regulamentou uma Política Nacional de Resíduos Sólidos – a qual foi definida pela Lei nº12.305/2010 –, dispondo sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL. 2010²⁰).

¹⁷ PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. **Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas**. Editora Del Rey, 2020. p.89.

¹⁸ PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. **Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas**. Editora Del Rey, 2020. p.86/87.

¹⁹ PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. **Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas**. Editora Del Rey, 2020. p.88.

²⁰ BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,

O referido instrumento normativo trouxe a definição sobre a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes (BRASIL. 2010²¹).

Nesse contexto, cumpre mencionar que a reciclagem e a recuperação energética não são formas de tratamento concorrentes. Estas alternativas podem e devem ocorrer de forma complementar em sistemas integrados de gestão de resíduos (PEREIRA; OLIVEIRA. 2020).

Também é de extrema importância enfatizar que a Lei 12.305/2010 dispôs sobre formas de incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético (BRASIL. 2010²²), bem como positivou as metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos (BRASIL. 2010²³).

Destarte o marco regulatório da RSU o qual instituiu política nacional para implementação de medidas, objetivos e instrumentos para gestão de RSU – inclusive com regulamentação de incentivos para a recuperação energética – a realidade é que o Brasil se encontra distante do minimamente desejável, já que apenas 0,1% da matriz energética é composta por geração de energia produzidas através de resíduos sólidos (PODER 360.2022)²⁴.

Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

²¹ BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

²² BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

²³ BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

²⁴PODER 360. Energia a partir do lixo representa só 0,1% da matriz brasileira. 2021 <https://www.poder360.com.br/brasil/energia-a-partir-do-lixo-representa-so-01-da-matriz-brasileira/>



Figura 3. (PODER 360. 2022)

Pereira; Oliveira (2020) apontam dado interessante sobre a política de incentivo, dispondo que o Governo Federal, por meio do Ministério de Minas e Energia regulou a Portaria 274/2019 estabelecendo o conceito de Usina de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos (URE) (BRASIL. 2019)²⁵, de modo a fomentar o setor e tornar essa fonte de geração de energia competitiva em relação as demais, conforme se extraí do exposto abaixo:

Estas vantagens foram alguns dos fatores que justificaram os Ministérios do Meio Ambiente (MMA), de Minas e Energia (MME) e do Desenvolvimento Regional (MDR) a editar a Portaria Interministerial n. 274/2019, regulamentando a recuperação energética dos RSU e criando o conceito de Usina de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos (URE (BRASIL, 2019). A garantia da competitividade das UREs ainda depende da atenção do poder público, em especial em ambiente de competição com outras formas de geração térmica, mais consolidadas e com menores custos. De toda sorte, os benefícios cumulativos são mais do que o suficiente para justificar políticas públicas visando aumentar a capacidade instalada de geração de energia a partir de RSU

No mesmo sentido é extremamente benéfica a utilização de outras fontes de energia, de modo a diversificar – ainda mais – a matriz energética brasileira, conforme ensina Sanches (2011):

Há diversas virtudes na execução de uma política pública voltada às energias alternativas. Esses investimentos permitem a entrada de novos agentes no setor elétrico, reduzem a emissão de gases de efeito estufa e tornam o sistema mais heterogêneo (SANCHES. 2011)²⁶.

²⁵ BRASIL. Portaria Interministerial n° 274 de 30 de abril de 2019. *Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei n° 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto n° 7.404, de 2010*. Disponível < <https://williamfreire.com.br/areas-do-direito/direito-ambiental/portaria-interministerial-no-274-de-30-de-abril-de-2019/?pdf=7569> >

²⁶ SANCHES. Luiz Antônio Ugeda. Curso de direito de energia: da história, Tomo I. São Paulo. Instituto Geodireito Editora. 2011. p. 379.

Desta forma restam evidenciado que o fomento das medidas de incentivo da geração através de RSU contribuirá positivamente para: (i) geração de energia sustentável; (ii) diversificação da matriz energética; (iii) meio ambiente mais equilibrado com redução dos índices de gases que causam o efeito estufa, causam problemas de saneamento básico e, poluem rios, mares e lençóis freáticos.

VI – EXEMPLOS DE FONTES DE ENERGIA PROVENIENTES DOS RSU

Através do aproveitamento do lixo é possível, por exemplo, a geração de energia por meio de gaseificação, pirólise e conversão termos, conforme gráfico apresentado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA²⁷ o qual resume as referidas formas de recuperação energética decorrentes dos RSU:

Recuperação energética	<p>Conversão Térmica – Utiliza água, calor ou pressão para converter resíduos orgânicos e inorgânicos em produtos químicos e compostos. Plásticos, pneus e resíduos são submetidos a processamento térmico, convertendo-se em moléculas de gás combustível e óleo. Metais pesados são convertidos em óxidos.</p> <p>Pirólise – Degradação térmica de materiais na ausência de oxigênio que converte resíduos em combustíveis líquidos ou gasosos, a uma temperatura entre 300°C e 800°C. Gases e líquidos volatilizados são usados para operar motores a vapor.</p> <p>Gaseificação – É útil na manutenção da sustentabilidade de aterros. A matéria-prima é alimentada em gaseificadores com quantidade limitada de ar, resultando em vapor, produtos químicos, eletricidade, hidrogênio, fertilizantes e gás natural.</p>
-------------------------------	--

Figura 4. (IPEA. 2020)

Sobre os métodos de geração de energia utilizando RSU merece ser evidenciada a pesquisa realizada Pereira; Oliveira (2020) a qual explica de maneira didática como se procede a produção energética e qual o seu potencial energético.

Uma outra possibilidade é a utilização do biogás dos resíduos sólidos. Este gás, composto principalmente por metano e dióxido de carbono, pode ser incinerado diretamente ou após o tratamento e concentração do metano, atingindo poder calorífico semelhante ao do gás natural (EPE, 2018). Os RSU podem também ser gaseificados através de pirólise, gerando um outro tipo de gás com potencial para geração de energia. Segundo Tisi (2019), a queima direta dos resíduos possui potencial de geração de energia por tonelada de resíduo até dez vezes maior que o uso do biogás. Além disso, é importante lembrar que o processo de coleta de biogás em aterro possui eficiente limitado e grande parte do metano gerado continua escapando para atmosfera ou preso no interior da massa de resíduos²⁸.

²⁷ IPEA. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>

²⁸ PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. *Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas*. Editora Del Rey, 2020. p.88.

Ainda, para sintetizar o potencial energético proveniente da geração de resíduos sólidos urbanos, bem como destacar futuros desafios, merece ser mencionada a pesquisa realizada pelo Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas (Centro Clima/COPPE/UFRJ), a qual culminou no relatório técnico “Cenário de Emissão de GEE Setor de Resíduos Estimativas de Emissões de GEE do Setor de Resíduos até 2050²⁹”, do qual se extrai o seguinte trecho:

A produção de biogás e adubo a partir da biodigestão da fração orgânica do lixo, assim como a reciclagem dos demais percentuais de resíduos (principalmente papel, plástico e vidros) ainda não correspondem ao potencial existente. Conforme a III PNSB, o destino de grande parte dos resíduos são os aterros sanitários, mas ainda grande parte está sendo destinada aos lixões. Atualmente, a solução que pequenos municípios encontraram para o destino do lixo foi utilizar consórcios públicos para a construção de aterros sanitários. Um grande desafio para o aproveitamento e reciclagem dos resíduos é a falta de informação, desconhecimento de financiamentos, falta de recursos e pessoal técnico capacitado.

O maior problema da disposição de resíduos em aterros sanitários é que este material disposto necessita de monitoramento constante porque existe a geração de efluentes líquidos (chorume) e gases. Portanto, é necessária a manutenção e controle constante da área utilizada. Diante desse cenário, iniciaram-se as discussões sobre a implantação de tecnologias que possam realizar o sistema de logística reversa e aproveitamento da energia proveniente da decomposição do resíduo orgânico.

No caso de aterros sanitários, experiências de geração de energia já vêm ocorrendo principalmente nos dois maiores aterros da cidade de São Paulo, os aterros Bandeirantes e São João onde estão em operação duas termelétricas, com 20 e 24,8 MW de potência instalada, respectivamente (EPE, 2015).

O aproveitamento energético de RSU tem um grande potencial a ser aproveitado. Além do gás a partir do aterro, outras tecnologias bem consolidadas em outros países podem ser utilizadas como é o caso da biodigestão acelerada, reciclagem e incineradores, dentre outras.

Outro avanço em relação ao fomento da geração de energia proveniente de resíduos sólidos urbanos (Biogás) encontra-se na Emenda Constitucional nº 123/2022, que dentre as suas disposições, alterou o texto constitucional para ser manter os benefícios de incentivo aos biocombustíveis de modo a estabelecer um diferencial de competitividade com os combustíveis fósseis³⁰.

²⁹CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ. *Cenário de Emissão de GEE Setor de Resíduos Estimativas de Emissões de GEE do Setor de Resíduos até 2050* Disponível em: http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/10_-_Cenario_de_Emiss%C3%B5es_de_GEE_-_Setor_de_Res%C3%ADduos_-_IES_Brasil_2050.pdf

³⁰ BRASIL. Emenda Constitucional nº 123 de 14 de julho de 2022. *Altera o art. 225 da Constituição Federal para estabelecer diferencial de competitividade para os biocombustíveis; inclui o art. 120 no Ato das Disposições Constitucionais Transitórias para reconhecer o estado de emergência decorrente da elevação extraordinária e imprevisível dos preços do petróleo, combustíveis e seus derivados e dos impactos sociais dela decorrentes;*

VII – CONCLUSÃO

Com mais de duzentos milhões de habitantes, o Brasil é um dos países que mais gera resíduos sólidos urbanos – RSU, cuja destinação final deveria receber tratamento com soluções economicamente viáveis, de acordo com a legislação e as tecnologias atualmente disponíveis.

Nas cidades brasileiras, a crescente geração de resíduo e o descarte irregular resultaram em sérios problemas ambientais e de saúde pública. Ao longo dos anos, o descarte irregular tem causado a contaminação de solos, cursos d'água e lençóis freáticos, e doenças como dengue, entre outras.

Apesar de os meios necessários para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estejam disponíveis no Brasil, a falta de investimentos em políticas públicas e os altos custos e são apontados como os motivos para o descumprimento da lei.

Os investimentos em geração energética por meio dos resíduos sólidos no Brasil ainda têm um longo caminho a percorrer. A legislação brasileira que diz respeito aos resíduos sólidos, bem como a norma que regula o seu uso para geração de energia são recentes e ainda estão em processo de aperfeiçoamento.

Assim, para que a sociedade pratique o que determina a lei é necessário que o governo implemente políticas públicas que viabilizem a construção de usinas de produção de energia a partir da utilização de resíduos sólidos. Para tanto são necessários investimentos em viabilidade técnica e ambiental, além da regulatória.

A transformação de lixo em energia não é apenas um método de descarte de lixo. É uma maneira de se recuperar recursos valiosos. A transformação de lixo em energia é uma parte vital de uma cadeia de gestão sustentável de resíduos e é totalmente complementar à reciclagem.

autoriza a União a entregar auxílio financeiro aos Estados e ao Distrito Federal que outorgarem créditos tributários do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) aos produtores e distribuidores de etanol hidratado; expande o auxílio Gás dos Brasileiros, de que trata a Lei nº 14.237, de 19 de novembro de 2021; institui auxílio para caminhoneiros autônomos; expande o Programa Auxílio Brasil, de que trata a Lei nº 14.284, de 29 de dezembro de 2021; e institui auxílio para antes da Federação financiarem a gratuidade do transporte público. O art. 225, § 1º da Constituição Federal/88 passou a vigorar com a seguinte redação: VIII – manter regime fiscal favorecido para os biocombustíveis destinados ao consumo final, na forma de lei complementar, a fim de assegurar-lhes tributação inferior à incidente sobre os combustíveis fósseis, capaz de garantir diferencial competitivo em relação a estes, especialmente em relação às contribuições de que tratam a alínea "b" do inciso I e o inciso IV do caput do art. 195 e o art. 239 e ao imposto a que se refere o inciso II do caput do art. 155 desta Constituição. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc123.htm

As vantagens de produzir energia a partir da utilização de resíduos sólidos urbanos, além da diversificação da matriz energética, é que se elimina a necessidade de aterros sanitários, diminui custos com saúde da população, diminui-se os custos de produção, diminui-se os custos do Estado quanto ao transporte e descarte desses resíduos, além de que essas usinas podem ser instaladas próximas aos centros urbanos. A geração de energia elétrica, a partir de RSU, proporciona um enorme benefício ao planeta. A incineração de RSU para produção de energia elétrica contribui também, para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa e conseqüentemente a redução do chorume pelos aterros sanitários.

Através desta simples contextualização do cenário dos RSU, é possível verificar que os gestores públicos possuem inúmeros desafios para cumprimento de metas socioambientais que visam garantir o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, principalmente no que se refere à infraestrutura para se garantir o saneamento básico aos mais vulneráveis, contudo, uma possível solução para os problemas apontados consiste na geração de energia através dos RSU, o que se espera que, nos próximos anos, ganhe maior relevância na matriz energética brasileira.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. *Lixões liberam 6 milhões de toneladas de gás de efeito estufa ao ano*. 2019.. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-06/lixoes-liberam-6-milhoes-de-toneladas-de-gas-de-efeito-estufa-ao-ano>

AGÊNCIA BRASIL. *Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe*. 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>>

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >

BRASIL. Portaria Interministerial nº 274 de 30 de abril de 2019. *Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404, de 2010*. Disponível < <https://williamfreire.com.br/areas-do-direito/direito-ambiental/portaria-interministerial-no-274-de-30-de-abril-de-2019/?pdf=7569> >

BRASIL. Emenda Constitucional nº 123 de 14 de julho de 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc123.htm

CENTRO CLIMA/COPPE/UFRJ. *Cenário de Emissão de GEE Setor de Resíduos Estimativas de Emissões de GEE do Setor de Resíduos até 2050* Disponível em: http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/10_-_Cenario_de_Emiss%C3%B5es_de_GEE_-_Setor_de_Res%C3%ADduos_-_IES_Brasil_2050.pdf

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Matriz Energética e Elétrica*. Brasília: Ministério de Minas e Energia. 2022. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#:~:text=A%20matriz%20el%C3%A9trica%20brasileira%20%C3%A9,em%20sua%20maior%20parte%2C%20renov%C3%A1vel>>

IPEA. *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos*. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>

IPEA. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>

JORNAL DA USP. *Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morreram por doenças ligadas à falta de saneamento*. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>

RODRIGUES. Marcelo Abelha. *Direito Ambiental (Coleção Esquematizado)*. 9ª Edição. São Paulo. SaraivaJur. 2022. p.232.

SENADO. *Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores*. 2021. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores#:~:text=Segundo%20dados%20do%20Panorama%20dos,de%201%20kg%20por%20dia>>

PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. *Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas*. Editora Del Rey, 2020. p.97.

PEREIRA. Christiane Dias. OLIVEIRA. Marlus. SION. Alexandre Oheb (coord.). Energia e Meio Ambiente. ***Utilização de Resíduos no Setor de Energia: Repercussões Sociais, Econômicas***. Editora Del Rey, 2020. p.89.
<https://www.poder360.com.br/brasil/energia-a-partir-do-lixo-representa-so-01-da-matriz-brasileira/> - - Consulta 12/08/2022

PODER 360. Energia a partir do lixo representa só 0,1% da matriz brasileira. 2021
<https://www.poder360.com.br/brasil/energia-a-partir-do-lixo-representa-so-01-da-matriz-brasileira/>