

Brasília, 22 de novembro de 2019

Ilmo. Senhor

Secretário de Energia Elétrica

Ministério de Minas e Energia – MME

Brasília – DF

Assunto: Consulta Pública nº 87/2019 – Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE 2029).

Prezado Secretário,

A **Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos – ABREN**, associação nacional sem fins lucrativos, inscrita no CNPJ sob o nº 34.055.793/0001-68, com sede no endereço sito na SHS, Qd. 06, Cj. A, Bl. C, sala 1.110, Ed. Centro Empresarial Brasil 21, Asa Sul, Brasília – DF, CEP 70.316-109, por meio do seu representante legal, Presidente Executivo Yuri Schmitke Almeida Belchior Tisi, vem, na presença de Vossa Senhoria, apresentar contribuição à Consulta Pública nº 87/2019, deste Ministério de Minas e Energia (MME), que trata da Contribuição ao Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE 2029).

Os créditos de autoria da presente contribuição pertencem aos especialistas M.Sc. Yuri Schmitke Almeida Belchior Tisi¹ e Victor Ribeiro², e contribuições pontuais da Climate Bonds Initiative (CBI).

¹ Advogado, sócio da Girardi & Advogados Associados, Bacharel em Direito pelo Centro Universitário de Brasília (UnICEUB), Pós-graduado em Direito de Energia Elétrica pelo UnICEUB e Mestre em Direito, Políticas Públicas e Desenvolvimento Econômico pelo UnICEUB. Em 2018, recebeu o prêmio de 2º lugar no Congresso Brasileiro de Eficiência Energética e o título de Master no curso EU Clean Energy Pack da Florence School of Regulation (FSR), European University Institute, Florence, Itália. Realizou o Curso de Direito Regulatório e Governança Regulatória da Associação Brasileira de Agências Reguladoras (ABAR) em 2016 e o Intensive Course on International Commercial Arbitration com o Prof. Andrew Gusman, Harvard University, USA. Membro do Instituto Brasileiro de Estudos do Direito de Energia (IBDE) e da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE).

1. Potencial energético brasileiro de biometano e eletricidade proveniente de resíduos sólidos

O atual teor de umidade no lixo brasileiro (60%)³ reduz o poder calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), mas nem por isso o torna menos atrativo para a geração de energia elétrica. O RSU possui potencial promissor para a produção de biogás, biometano, hidrogênio, energia elétrica e térmica. Embora o PDEE 2029 mencione considerável potencial de biogás a ser explorado, a análise do Plano se concentra unicamente na produção de energia elétrica a partir da biodigestão da vinhaça e torta de filtro.

Nesse sentido, a presente contribuição tem o objetivo de alertar para a perda da oportunidade do aproveitamento energético do RSU para a produção de biometano voltada para uso em transporte público e no transporte utilizado no próprio setor de saneamento. Estima-se que, atualmente, os principais centros urbanos totalizem cerca de 22.000 caminhões de lixo (potencial de consumo de 685.000 m³/a) e 107.000 ônibus urbanos (potencial de consumo de 4Mm³/a). A partir do uso da tecnologia *dual-fuel* seria possível substituir até 90% do consumo de diesel nesses veículos por biometano produzido a partir de RSU.⁴

Estima-se que o potencial de produção de biogás no Brasil encontra-se em 82 bilhões de Nm³/ano, sendo 41 bilhões do setor sucroenergético (cana-de-açúcar e seus derivados como bagaço, palha, torta de filtro e vinhaça), 37 bilhões do setor agropecuário (proteína animal, dejetos animais e culturas de milho, mandioca e soja) e 3 bilhões do setor de saneamento ambiental (esgoto sanitário e RSU). Esse montante equivale a 67 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) ao ano, ou 76 bilhões de litros equivalentes de diesel.⁵ Considerando uma presença média de 60% de metano no biogás, e sendo o metano 25 vezes mais nocivo do que o gás carbônico equivalente (CO_{2eq}), o Brasil poderia chegar ao potencial de 1,03 bilhões de toneladas de CO_{2eq} caso venha a utilizar efetivamente o biogás como fonte de energia.

Segundo o Consórcio Italiano de Biogás, a Itália possui 2.000 plantas de biogás, gerando 1.400 MW, sendo que 80% é proveniente da agricultura, o que demandou EUR 4

² Especialista nas áreas de Regulação e Comercialização de Energia, trabalhando há 23 anos no Setor Elétrico Brasileiro, em empresas como Brookfield, Queiroz Galvão, VALE, MPX, FURNAS e Ampla. Possui pós-graduação lato sensu em Engenharia Econômico-Financeira pela UFF – Universidade Federal Fluminense e diversos cursos de extensão nas áreas de Operação de Sistemas Elétricos, Market Design, Regulação Econômica e Finanças pela UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá, PUC-Rio e FGV.

³ EPE. Nota Técnica DEA 18/14. Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, 2014.

⁴ Vide MCTIC. OLIVEIRA, Luiz Gustavo Silva de. Potenciais e custos de abatimento de emissões de GEE para setores-chave da economia brasileira. 2016. Disponível em:

<http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/opcoes_mitigacao/paginas/potenciais_custos_abatimento_setoriais.html>. Acesso em 22 nov. 201; vide NTU. Anuário. 2017/2018. Disponível em: <

<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636687203994198126.pdf>>. Acesso em 22 nov. 2019.

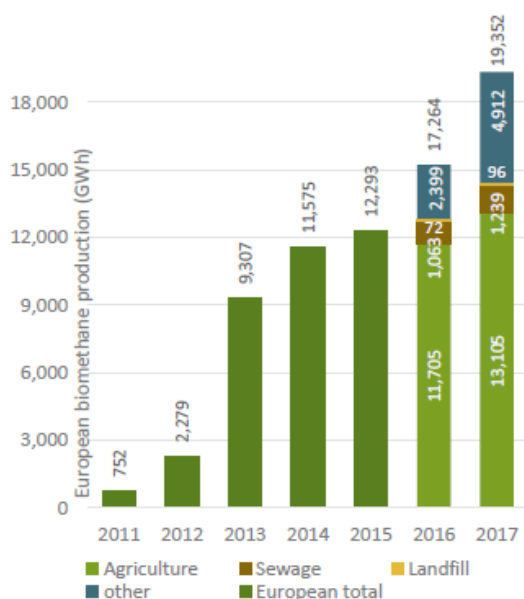
⁵ Abiogás. Proposta de Programa Nacional do Biogás e do Biometano. 2018. Disponível em:

<<https://abiogas.org.br/>>.

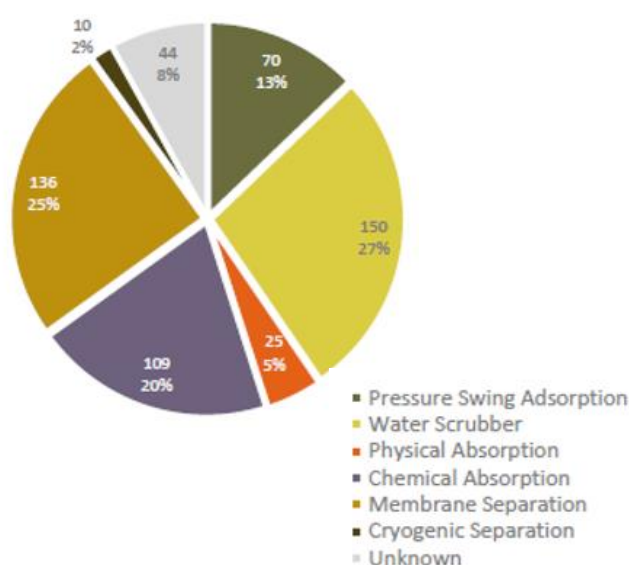
bilhões em investimentos, 12.000 empregos permanentes, 10 TWh de energia renovável – aproximadamente 2,5 bilhões de m³ de biometano. Estima-se ser possível produzir 122 bilhões de m³ de biometano (gás renovável) na União Europeia até 2050.⁶ Os Gráficos abaixo apresentam a situação atual na União Europeia:

Gráficos 1 e 2 – Produção de Biometano na Europa e tecnologias utilizadas

Development of European biomethane production by feedstock type in GWh



Relative use of different upgrading techniques, Europe-wide



EBA 2018. "Statistical Report of the European Biogas Association 2018." Brussels, Belgium, December 2018

Para a geração de energia elétrica, é possível atender 1,5% da demanda nacional a partir da biodigestão anaeróbica de RSU, e 5,4% da demanda nacional a partir do tratamento térmico de RSU (incineração, gaseificação ou pirólise), totalizando 6,9% da demanda nacional. O seguinte gráfico da EPE⁷ apresenta tais dados:

Tabela 1 – Potencial de geração de energia elétrica de RSU

	Eletricidade (GWh)	Capacidade (MW)	Unidades
GDL	-	311	-
Incineração	236.520	3.176	106
Digestão Anaeróbica Acelerada	6.701	868	1.021

⁶ MAGGIONI, Lorenzo. Workshop de Fontes Energéticas no Âmbito do Planejamento de Longo Prazo. Recuperação Energética Waste-to-Energy. Italian Biomethane and biogas scenario. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 17 out. 2019. Disponível em: <<https://www.abren.org.br/eventos/workshop2019.php>>. Acesso em 21 nov. 2019.

⁷ Ibid.

Considerando apenas as regiões metropolitanas, o potencial estimado de usinas WTE de tratamento térmico de RSU é de 2,4 GW (1,85% da matriz nacional), com uma geração anual de 14.400 GWh (2,74% do total de geração), com fator de capacidade acima de 90% e com energia sendo injetada perto dos consumidores (geração distribuída).⁸

Com tais considerações, passa-se a expor sobre as definições e o panorama mundial de Waste-to-Energy (WTE), as principais rotas tecnológicas, os atributos das fontes WTE, para em seguida tecer considerações sobre a viabilidade do potencial energético dos RSU e os benefícios sociais e ambientais que o setor energético tem a deixar para as presentes e futuras gerações.

2. Definições e panorama mundial de *Waste-to-Energy* (WTE)

Ao longo da história, a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), comumente conhecido como lixo urbano, tem trazido diversos desafios para a humanidade. Desde os primórdios da civilização geramos resíduos sólidos, cuja deposição tem sido em lixões ou realizada sua queima.

Atualmente, com vistas a tentar solucionar o problema do lixo, as cidades construíram aterros e incineradores para a deposição de resíduos, tornando a gestão dos RSU uma questão problemática desde meados do século XX, quando, de fato, o consumo de bens e sua correspondente geração de resíduos cresceram exponencialmente⁹. Elementos inerentes a mudança global, tais como crescimento populacional, urbanização e mudanças climáticas têm contribuído ainda mais para tornar a gestão dos RSU uma questão complexa e, devido ao esgotamento dos recursos naturais, a população tem deixado de ver o lixo como um incômodo, passando a surgir uma tendência positiva de enxergar o lixo como um recurso.

A América Latina e região do Caribe detém uma das maiores taxas de urbanização no mundo, estimando-se que 500 milhões de pessoas vivem em cidades, o que se traduz em cerca de 80% da população. Dentre os diversos problemas causados, destacam-se aqueles que se referem à mobilidade, segurança, saúde, bem-estar, saneamento e gestão adequada dos RSU. São produzidas cerca de 354.000 toneladas diárias, por meio de habitantes com os mais diversos hábitos de consumo, características culturais e poder de compra. Desta fração,

⁸ RIZZO, Francesco. Workshop de Fontes Energéticas no Âmbito do Planejamento de Longo Prazo. Recuperação Energética Waste-to-Energy. Waste-to-Energy Development: Perspective and Lesson Learned. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 17 out. 2019. Disponível em: <<https://www.abren.org.br/eventos/workshop2019.php>>. Acesso em 21 nov. 2019.

⁹ THEMELIS, Nikolas J., BARRIGA, Maria Elena Diaz, ESTEVEZ, Paula, *et al.* Guidebook for the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean. 2013. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf>. Acesso em 04 mar. 2019.

estima-se que 50% (ou mais) dos RSU gerados são de resíduos alimentares e materiais de origem orgânica.¹⁰

A despeito deste grande potencial de recuperação por meio de diferentes opções tecnológicas hoje existentes, a parcela de resíduos orgânicos dos RSU é descartada e depositada em aterros ou lixões, trazendo severos impactos ao meio ambiente, com a geração de Gases de Efeito Estufa (GEE) em face da emissão do gás metano (CH₄), que é 25 vezes mais nocivo do que o gás carbônico (CO₂), e responde hoje por 3% das emissões totais de GEE na atmosfera.¹¹ Além disso há o risco de contaminação dos recursos hídricos pelo chorume ou lixiviado, ou seja, redução da água potável disponível no planeta, bem como ocasionando danos à saúde humana que podem ser facilmente evitáveis ao se usar processos tecnológicos disponíveis. Segundo estudo da ISWA, o Brasil gasta um valor aproximado de US\$ 370 milhões por ano no tratamento de doenças de pessoas que tiveram contato inadequado com RSU. Entre 2010 e 2014, o custo dos danos ambientais causados pelos RSU ficaram entre US\$ 1,4 bilhões e US\$ 2,8 bilhões, com uma média de US\$ 2,1 bilhões.¹²

Em razão do seu enorme volume (aproximadamente metade dos RSU em países em desenvolvimento), os resíduos orgânicos municipais merecem uma gestão adequada e especializada. Além de ser possível minimizar os custos e severos impactos ambientais, é possível produzir importantes subprodutos como energia (elétrica e térmica), fertilizantes (compostagem anaeróbica) e biocombustíveis (biometano).¹³

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil produziu 79 milhões de toneladas de RSU em 2018, sendo que 3,9% foram reciclados e destinados a compostagem, 59,5% destinados a aterros sanitários, e o restante, 29,5 milhões de toneladas (ou 40,5% de todos os resíduos), despejados

¹⁰ ONU. Organic Waste Management in Latin America: Challenges and Advantages of the Main Treatment Options and Trends. 2017. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>>. Acesso em 21 fev. 2019.

¹¹ THEMELIS, Nikolas J., BARRIGA, Maria Elena Diaz, ESTEVEZ, Paula, *Et al.* Guidebook for the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean. 2013. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf>. Acesso em 04 mar. 2019; ONU. Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean. 2018. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/ietc/publication/waste-management-outlook-latin-america-and-caribbean>>. Acesso em 24 mar. 2019.

¹² Estadão. Lixões geram prejuízo anual de US\$ 370 mi para sistema de saúde. 29 set. 2015. Disponível em: <<https://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,lixoes-geram-custo-anual-de-us-370-milhoes-para-sistema-de-saude,1771302>>. Acesso em 22 nov. 2019. ISWA. The Tragic Case of Dumpsites. 2015. Disponível em: <https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/Task_Forces/THE_TRAGIC_CASE_OF_DUMPSITES.pdf>. Acesso em 22 nov. 2019.

¹³ THEMELIS, Nikolas J., BARRIGA, Maria Elena Diaz, ESTEVEZ, Paula, *Et al.* Guidebook for the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean. 2013. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf>. Acesso em 04 mar. 2019; ONU. Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean. 2018. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/ietc/publication/waste-management-outlook-latin-america-and-caribbean>>.

por 3.001 municípios em lixões ou aterros controlados¹⁴, não considerando que, desde agosto de 2014, despejar lixo em aterro controlado ou lixão constitui crime ambiental e está sujeito à multa de até 50 milhões de reais.¹⁵

Com a adoção de métodos de recuperação energética e de insumos, torna-se possível evitar que os resíduos sejam depositados em aterros que, muitas vezes, não previnem emissões líquidas e gasosas para o meio ambiente. Estima-se que os RSU pós-reciclagem chegam a 1,2 bilhão de toneladas por ano no mundo, sendo que somente 0,2 bilhão (ou 16,6%) são tratados através de tecnologias de recuperação energética WTE. Ademais, apenas 20% dos RSU aterrados são dispostos em aterros realmente sanitários, que são aqueles que possuem mecanismos de redução de emissões líquidas e gasosas para o meio ambiente.

Como resposta a tais problemas, os países mais avançados desenvolveram diversos métodos e tecnologias para lidar com a gestão dos resíduos sólidos, que variam desde a redução por meio de design de produtos e embalagens, até a reciclagem de materiais que podem ser reaproveitados pela indústria e o comércio, assim como a compostagem de material orgânico e a combustão com aproveitamento energético, conhecidas como usinas *Waste-to-Energy* (WTE).

Portanto, podemos definir *Waste-to-Energy* (WTE) como a geração de energia elétrica a partir da biodigestão ou tratamento térmico de resíduos, sejam eles orgânicos ou inorgânicos, através do uso de diversas tecnologias existentes. A implementação de usinas de recuperação energética WTE tem sido a solução encontrada em diversos países, para a destinação final dos RSU que não foram aproveitados no processo de reciclagem ou compostagem, ou seja, os RSU que seriam destinados aos aterros, sendo que estes, mesmo os sanitários, trazem riscos de contaminação irreversível ao meio ambiente.

Dessa forma, a experiência internacional nos indica que a produção em massa desses resíduos, proveniente do rápido crescimento da população mundial urbana e do consumo de bens, impede a deposição desses resíduos nos lixões de outrora. Países membros da União Europeia, os Estados Unidos, China, Índia, entre outros incluíram o WTE como priorização nos tratamentos desses resíduos que, além de obterem uma destinação sustentável, contribuem para a geração de energia elétrica limpa, renovável e firme, atribuindo maior confiabilidade e estabilidade ao sistema elétrico.

A Figura 05 detalha as usinas WTE de tratamento térmico em operação na Europa, não incluindo incineração de lixo perigoso (hospitalar, radioativo, etc.), sendo que em azul é indicado a quantidade de usinas e em vermelho a quantidade de lixo tratado termicamente em

¹⁴ Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRALPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2018. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018/>>. Acesso em 21 nov. 2019.

¹⁵ Vide art. 56, § 1º, incisos I e II, da Lei nº 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais).

milhões de toneladas, o que representa o total de 522 usinas em operação e 263.314 ton/dia (toneladas por dia) processadas em 2016.

Figura 01 – *Waste-to-energy* in Europe in 2016¹⁶



Em termos mundiais, existem aproximadamente 2.430 usinas waste-to-energy de incineração em operação em todo o mundo¹⁷, sendo que mais de 90% das usinas de tratamento térmico utilizam a tecnologia da incineração por combustão em grelhas móveis (*mass burning*).

São diversos os fatores que podem explicar a utilização maior ou menor da recuperação energética em diversos países. Tomando como pressuposto que o direito pode vir a ser precursor do desenvolvimento econômico de determinados setores de uma nação¹⁸,

¹⁶ CEWEP. Waste-to-energy: Energising your waste. 2018. Disponível em: <<http://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2018/07/Interactive-presentation-2018-New-slides.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2019.

¹⁷ Ecoprog. Waste-to-Energy 2018/2019. Technologies, plants, projects, players and backgrounds of the global thermal waste treatment business. 11th edition, 2018.

¹⁸ Vide GICO JR, Ivo Teixeira. Direito & desenvolvimento: o papel do direito no desenvolvimento econômico. In: Revista Direito e Desenvolvimento, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 110-127, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unipe.br/index.php/direitoeddesenvolvimento/article/view/370>>. Acesso em 18 abr. 2019; SHIRLEY, Mary M. Institutions and Development. Advances in New Institutional Analysis. Massachusetts: Edward Elgar, 2008.

pode-se afirmar que a adoção de instrumentos regulatórios têm sido um dos propulsores no desenvolvimento e adoção da recuperação energética em diversos, conferindo segurança jurídica e previsibilidade aos investidores.

Nos Estados Unidos, a indústria WTE emergiu nos anos de 1960 com a necessidade de encontrar um meio saudável de eliminar o lixo e substituir lixões abertos, tendo se fortalecido em 1970 com a necessidade de desenvolver recursos energéticos alternativos na era do petróleo árabe, em um momento que se pensava que a energia seria uma mercadoria escassa e os preços continuariam subindo. Contudo, mudanças e desinteresse de implantação de novas políticas e também apoio na indústria, impediram o desenvolvimento de usinas WTE, tendo sido empreendidos esforços na construção de novos e grandes aterros sanitários, além da permissão para expansão de aterros existentes. Ou seja, não havia um forte interesse econômico para dar realidade a esta nobre atividade.¹⁹ Originalmente, os regulamentos estaduais e federais favoreciam usinas WTE como alternativa, segura e ambientalmente saudável, aos aterros sanitários. Os incentivos federais incluíam doações para estudos de viabilidade e projetos pilotos, créditos fiscais para investimentos, tratamento tributário favorável para depreciação de equipamentos e financiamento público com juros reduzidos.²⁰ Atualmente, existem aproximadamente 87 plantas WTE de tratamento térmico de resíduos nos EUA, sendo que 26% são reciclados, 9% destinados a processos de compostagem, 13% destinados para usinas WTE e 52% para aterros sanitários.²¹

Em meados dos anos 90, a União Europeia começou a reconhecer o impacto potencial da gestão dos resíduos sólidos nas alterações climáticas, tendo introduzido metas para o desvio dos RSU dos aterros sanitários. No Reino Unido isso levou ao desenvolvimento de um mecanismo escalonador de impostos sobre a operação dos aterros sanitários e ao comércio de permissões de aterros. Tais mecanismos ajudaram a impulsionar o desenvolvimento de usinas de geração de energia elétrica a partir de usinas de resíduos.²²

O 5º Relatório de Avaliação do Clima, do IPCC, traz relevantes informações sobre o problema da emissão do metano na atmosfera gerado a partir do lixo, detalhando graficamente

¹⁹ BERENYI, Eileen B. e ROGOFF, Marc J. Is the Waste-to-Energy Industry Dead? Disponível em: <<https://foresternetwork.com/weekly/msw-management-weekly/waste/is-the-waste-to-energy-industry-dead/>>. Acesso em 03 mar. 2019; RAGOFF, Marc. J. e SCREVE, Francois. Waste-to-Energy: Technologies and Project Implementation. 2ª edição. Elsevier: Oxford, 2011, p. 60-65.

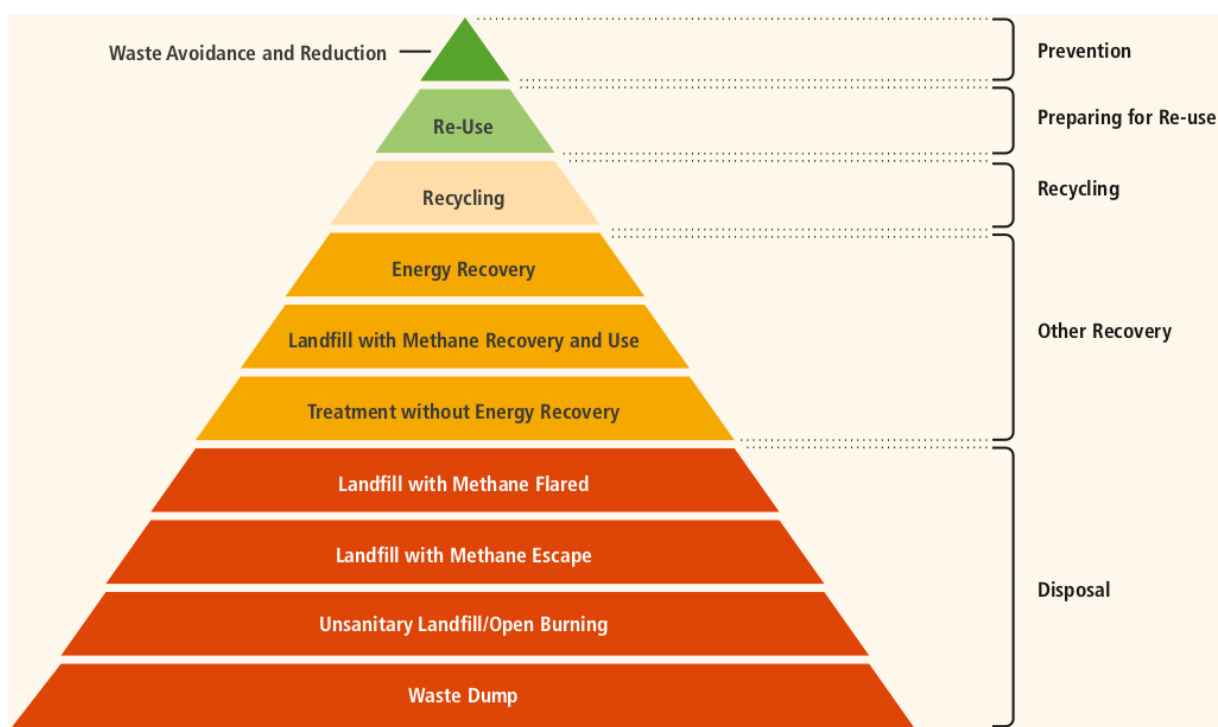
²⁰ BERENYI, Eileen B. e ROGOFF, Marc J. Is the Waste-to-Energy Industry Dead? Disponível em: <<https://foresternetwork.com/weekly/msw-management-weekly/waste/is-the-waste-to-energy-industry-dead/>>. Acesso em 03 mar. 2019; RAGOFF, Marc. J. e SCREVE, Francois. Waste-to-Energy: Technologies and Project Implementation. 2ª edição. Elsevier: Oxford, 2011, p. 60-65.

²¹ SWANA. From Solid Waste Management to Resource Efficiency and Energy Recovery in The United States. 2018. Disponível em: http://www.foroenres2018.mx/presentaciones/13_10%20de%20oct%20Sara%20Bixby.pdf>. Acesso em 03 mar. 2019.

²² INGLATERRA. Department for Environment, Food & rural Affairs. Energy from waste: a guide to debate. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/284612/pb14130-energy-waste-201402.pdf>. Acesso em 03 mar. 2019.

a hierarquia do lixo disciplinada pela Comissão Europeia, que segue a seguinte ordem de prioridades: (i) reuso; (ii) reciclagem; (iii) recuperação energética; (iv) aterro com captura, recuperação e uso do metano; (v) tratamento sem recuperação energética; (vi) aterro com queima do metano no flare; (vii) aterro sem captura do metano; (viii) aterro não sanitário [aterro controlado]; e (ix) despejo em lixão.²³

Figura 02 – Hierarquia do lixo segundo o Conselho de União Europeia



A China tem hoje a maior capacidade instalada de usinas de tratamento térmico de rejeitos do mundo, com 7,3 GW de capacidade instalada, possuindo 339 usinas em operação até o final de 2017. A recuperação energética cresceu 1 GW por ano, em média, nos últimos cinco anos, e agora representa a maior forma de capacidade de bioenergia, capaz de gerenciar pouco mais de 100 milhões de toneladas de RSU por ano, o que representa quase 40% da produção nacional de RSU.²⁴

²³ IPCC. AR 5 Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Chapter 10 – Industry. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter10.pdf>. Acesso em 04 mar. 2019.

²⁴ IEA. Will energy from waste become the key form of bioenergy in Asia? Analysis from Renewables 2018. Paris, 2019. Disponível em: < <https://www.iea.org/newsroom/news/2019/january/will-energy-from-waste-become-the-key-form-of-bioenergy-in-asia.html>>. Acesso em 8 set. 2019.

Segundo o Waste Atlas, a Austrália possui apenas duas plantas antigas WTE em operação, em Sydney e Townsville, sendo que a predominância é de aterros sanitários²⁵. As usinas WTE são denominadas pelos australianos como *Energy from Waste* (EfW) e classificadas pela legislação como fonte de energia renovável. Contudo, há uma regulamentação bastante restritiva que dificulta o desenvolvimento da indústria WTE. Os geradores são obrigados a realizar amostragem do seu fluxo de resíduos, para determinar o componente renovável de seu respectivo fluxo e, nesse sentido, a fração do fluxo de resíduos que é uma fonte elegível. Trata-se de um processo caro e demorado, que envolve auditores externos para amostrar e auditar o fluxo de resíduos a cada seis meses. Tais imposições acabaram atuando como elemento de dissuasão para os conselhos municipais australianos, que passaram a considerar a possibilidade de fazer a transição do aterro para outras formas de tratamento alternativo de resíduos.²⁶

O Japão criou um sistema legal denominado Sociedade de Ciclo de Material Sadio, para que o consumo de recursos naturais seja conservado e a carga ambiental reduzida ao máximo possível. A Lei Básica para o Controle de Poluição Ambiental foi criada em 1967 e editada em 1993, sendo criado em 1994 o Plano Ambiental Básico. Em suma, desde 1970 o Japão tem criado uma gama de regulamentos para o tratamento dos RSU²⁷, assim registrando índice de reciclagem de 20,8% do total de RSU produzido²⁸, possui aproximadamente 310 plantas WTE em operação, eliminando 114.614 ton/dia de RSU, de um total de 37.822.620 ton/ano, o que representa 83,38% de todos os RSU pós-reciclagem.²⁹

Importante destacar também que o Brasil assumiu compromissos internacionais com vistas a correta eliminação do lixo sólido nas grandes cidades. No Tratado Internacional Agenda 21 – a Cúpula da Terra – documento produzido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, conhecido como Eco-92, no Rio de Janeiro/RJ, há orientação no sentido de que haja coleta e eliminação do lixo, por meio (i) do desenvolvimento de tecnologias adequadas para a eliminação de lixo sólido, fundamentadas em uma avaliação de seus riscos para a saúde, e por meio (ii) do desenvolvimento de instalações adequadas para a eliminação do lixo sólido nas grandes cidades.³⁰

²⁵ Waste Atlas. Disponível em: <<http://www.atlas.d-waste.com/>>. Acesso em 03 mar. 2019.

²⁶ WHARBURTON, Dick, FISHER Brian, VELD, Shirley In't, *Et al.* Renewable Energy Target Scheme. Report of the Expert Panel. 2014. Disponível em: <<https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2014/08/apo-nid41058-1209321.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2019.

²⁷ JAPÃO. Ministério do Meio Ambiente. Solid Waste Management and Recycling Technology of Japan. 2012. Disponível em: <<https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/attach/swmrt.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2019.

²⁸ Waste Atlas. Disponível em: <<http://www.atlas.d-waste.com/>>. Acesso em 04 mar. 2019.

²⁹ THEMELIS, N. J. Waste-to-Energy technologies used in Japan. Earth Engineering Center, Columbia University, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bfdb/859fb02ede97bdfed221674521369f4bf5e5.pdf?_ga=2.10532989.87347972.5.1551649619-1810211481.1551649619>. Acesso em 03 mar. 2019.

³⁰ ONU. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Capítulo 6. Proteção e promoção das condições da saúde humana. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/cap06.pdf>> Acesso em: 03 mar. 2019.

Novamente, o Rio de Janeiro/RJ recebeu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio + 20, no ano de 2012. Ao tratar de cidades sustentáveis e assentamentos humanos, o Relatório indica a necessidade de abordagens integradas de planejamento e gestão, por meio de uma gestão sustentável de resíduos através da aplicação dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Na quarta mesa de discussões, encontra-se a recomendação de se promover o uso de resíduos como fonte de energia renovável em ambientes urbanos.³¹

Em 2015 foi votada a Agenda 2030, em reunião na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) em Nova York, tendo sido traçados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) globais e 169 metas³². Os ODS e metas são definidos em termos globais na forma de aspirações universais, integradas e indivisíveis, mas cada governo deve definir suas próprias metas nacionais nos processos de políticas e estratégias de planejamento, nos campos econômico, social e ambiental.

Dentre os objetivos de assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (ODS 12), encontra-se a meta de alcançar o manejo ambientalmente saudável de todos os resíduos até 2020, e até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso^{33 34}.

Outro potencial energético em exploração incipiente são os resíduos orgânicos, que a partir da biodigestão produz-se o biogás, que é utilizado para gerar energia elétrica. Ou seja, o biogás é um gás de alto poder calorífico produzido pela decomposição biológica anaeróbica de resíduo orgânico, que pode ser queimado em moto geradores para produção de energia elétrica. Além da geração de energia elétrica, após passar por um processo de purificação esse gás transforma-se em biometano, que possui a mesma destinação do gás natural, podendo ser utilizado em domicílios, indústrias e veículos automotores, por exemplo.

Uma usina de biometano possui vantagens sistêmicas por gerar energia elétrica próxima ao consumo, por ser uma usina autossuficiente e por incentivar a reutilização da matéria orgânica produzida no campo, considerando a relevância do agronegócio na composição da atividade econômica do País. De acordo com dados da ZEG Biogás, uma usina padrão de biogás equivale a 443.886 árvores plantadas, equivale a menos 1.073.697 km

³¹ ONU. Report of the United Nations Conference on Sustainable Development. 2012. Disponível em: <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/CONF.216/16&Lang=E>. Acesso em 23 mar. 2019

³² A agenda foi resultado da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, Rio + 20, sediada novamente no Rio de Janeiro/RJ, tendo sido elaborado o documento final intitulado “O futuro que queremos”, cujo grupo de trabalho resultou nos 17 ODS e 169 metas da Agenda 2030.

³³ ONU. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em 24 mar. 2019.

³⁴ O Brasil criou a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, por meio do Decreto nº 8.892, de 27 de outubro de 2016.

rodados por caminhões de lixo, por ano, 2.828.520 litros de diesel, por ano, 2.332.800 kg de GLP substituídos, por ano.

Importante destacar que a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) incluiu, pela primeira vez, o biogás no Plano Decenal da Expansão (PDE), prevendo uma geração de 30 MW por ano da fonte. No PDE 2027, a EPE aponta que o maior potencial de produção do biogás encontra-se na utilização dos resíduos do setor sucroenergético, podendo ser consumidor diretamente ou purificado, para produção de biometano.

De acordo com as premissas adotadas, o PDE 2027 estima que, em relação à biomassa, biogás (ambas de CVU nulo) e resíduos florestais, “a expansão total no horizonte decenal foi de 2.600 MW, representados no subsistema Sudeste/Centro-Oeste”.³⁵ Assim, justamente pelo potencial e a modesta participação desta fonte no ambiente regulado de comercialização de energia, a EPE aponta que o biogás pode ser “uma oferta na cesta de projetos candidatos à expansão centralizada”.³⁶

No Brasil não há nenhuma usina de tratamento térmico de resíduos em operação, apenas a usina de biodigestão da CS Bioenergia em Curitiba, algumas pequenas plantas de P&D, e algumas usinas de captação de gás de aterro. Todavia, uma planta WTE gera, em média, 600 kWh de eletricidade por tonelada de RSU, ao passo que aterros com captadores de biogás extraem em média 65 kWh por tonelada, ou seja, uma usina WTE possui eficiência energética quase dez vezes superior, isso sem contar que a eletricidade gerada a partir de resíduos em ambiente de aterro é extraída lentamente ao longo do tempo, enquanto a eletricidade é gerada imediatamente em usina WTE.³⁷

Segundo a EPE, o Brasil tem um potencial para gerar até 5,4% da demanda nacional por meio de usinas de tratamento térmico de RSU, com 106 unidades gerando 236.520 GWh/ano e uma potência instalada total de 3.176 MW. Há também o potencial de gerar 1,5% da demanda nacional por meio da biodigestão anaeróbica acelerada, com a capacidade instalada total de 868 MW, gerando 6.701 GWh/ano. No total, estima-se que os RSU podem gerar até 7% da demanda nacional.³⁸ Estima-se que o País poderá receber o montante aproximado de 28 bilhões de reais em investimentos e, assim, resultar em geração de emprego e renda, sendo que, até 2031, sejam necessários R\$ 11,6 bilhões/ano (aproximadamente US\$

³⁵ Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, p. 65. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027_aprovado_OFICIAL.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019

³⁶ *Ibidem*. p. 53.

³⁷ KLINGHOFFER, Naomi B. e CASTALDI, Marco J. Waste to energy conversion technology. Woodhead Publishing: Cambridge, 2013, p. 17.

³⁸ EPE. Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Nota Técnica DEA 18/14. Série Recursos Energéticos. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%5B1%5D.pdf>>. Acesso em 22 out. 2019.

3 bilhões) em investimentos em infraestrutura para garantir a universalidade da gestão sustentável de resíduos sólidos no Brasil.³⁹

Sendo assim, a recuperação de energia dos resíduos se traduz em (i) benefícios estratégicos, haja vista que contribui como fonte alternativa de energia; (ii) benefícios ambientais, porquanto contribuiu para a mitigação de GEE e evita contaminação dos recursos hídricos, tão escassos; (iii) benefícios socioeconômicos, oriundos do desenvolvimento de tecnologia nacional e emprego de mão de obra, tanto qualificada quanto não qualificada, nas várias etapas do processo da recuperação energética a partir dos resíduos, com geração de renda e incremento econômico local, dando mais visibilidade ao município e ajudando na atração de novos investimentos. O desperdício, por outro lado, acarreta ônus para o poder público e para os cidadãos.

3. Tecnologias existentes mais utilizadas

A recuperação energética consiste nos métodos e processos industriais que permitem recuperar parte da energia contida nos RSU. Dentre os métodos existentes, os mais empregados utilizam a incineração por processo de combustão.⁴⁰ A composição do RSU também influencia na eficiência do sistema de recuperação energética, a depender da localização e de como são gerados, especialmente sobre a composição (mais ou menos resíduo orgânico), poder calorífico e umidade. Basicamente, a recuperação energética pode ser dividida em três grupos: (i) incineração *mass burning*, que opera com excesso de oxigênio, (iii) as modernas técnicas de *Mechanical Biological Treatment* (MBT), ou Tratamento Mecânico Biológico (TMB) e (ii) a gaseificação ou Pirólise, que opera com déficit de oxigênio.⁴¹

3.1. Incineração *mass burning*

A incineração *mass burning* é a rota tecnológica mais difundida e empregada no mundo para tratar os RSU e assim reaproveitar o conteúdo energético inerente. Nesse processo, os RSU são depositados em um fosso de armazenamento sem necessidade alguma de pré-tratamento, ou seja, separação entre as parcelas orgânica e inorgânica. Através de garras, os RSU são dosados no sistema de alimentação das caldeiras ou fornos, para serem incinerados com excesso de oxigênio. Nesse processo são gerados gases quentes que trocam calor, em uma caldeira, com as paredes e tubos produzindo vapor em alta pressão e temperatura, para uso térmico ou em conjuntos de turbinas e geradores de energia termoeletrônica. Os sistemas mais empregados são os de (i) Grelhas Móveis, (ii) Combustão de

³⁹ Climate Bonds Initiative. Oportunidades de investimento em infraestrutura à Nível Municipal no Brasil. 2018.

⁴⁰ BRANCHINI, Lisa. Waste-to-Energy: Advanced Cycles and New Design Concepts for Efficient Power Plants. Springer: Bologna, Italy, 2015, p. 19.

⁴¹ ABRALPE e PLASTIVIDA. Caderno Informativo Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos. 2012. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-caderno/>>. Acesso em 01 mar. 2019.

Refused-derived-fuel (RDF) ou (iii) Leito Fluidizado. Antes de serem lançados na atmosfera, os gases gerados no processo de combustão atravessam uma série de sistemas de controle ambiental para eliminação dos poluentes, sendo as emissões exigidas para tais usinas as mais restritivas entre todas as fontes de geração termoeletrica, como carvão, biomassa, óleo combustível e gás natural.⁴²

3.2. *Mechanical Biological Treatment (MBT)*

O processamento de RSU por meio do MBT utiliza duas tecnologias principais. A primeira se dá através do método de Mechanical-biological Pre-treatment (MBP), ou Pré-tratamento Mecânico-biológico, que consiste na remoção da fração de RDF, para, em seguida, tratar o resíduo remanescente, antes que a maior parte dele seja aterrada. A segunda forma de MBT ocorre por meio da Mechanical Biological Stabilization (MBS), ou Estabilização Mecânico-biológica, em que, primeiro, se faz a compostagem do resíduo para secagem antes da extração de uma grande fração de RDF, e apenas uma pequena fração é aterrada. Esta tecnologia também é chamada de biosecagem. Em cada uma das duas tecnologias mencionadas está disponível uma gama de variações, a depender da composição do resíduo recebido e da rota da fração de RDF.⁴³

3.3. *Gaseificação*

O terceiro grupo de usinas WTE é o da gaseificação ou pirólise, em que os RSU sofrem um pré-tratamento, de forma a criar uma massa mais homogênea e seca. Na sequência são submetidos a tratamento térmico em altas temperaturas e ambiente pobre de oxigênio, situação em que os gases gerados no processo de combustão também precisam de sistemas de controle ambiental para eliminação dos poluentes. Em termos energéticos, a gaseificação possui um menor aproveitamento energético líquido. Em face da necessidade de realizar pré-tratamento e secagem dos RSU, os custos operacionais adicionais diminuem a sua competitividade em relação à incineração *mass burning*.⁴⁴

No processo de gaseificação, o carbono e o hidrogênio presentes nos RSU reagem parcialmente com o oxigênio, através da combustão, gerando o gás de síntese (gás hidrogênio e monóxido de carbono conhecido como syngas), dióxido de carbono e cinzas. A gaseificação ocorre em um primeiro forno mediante combustão dos gases voláteis e geração de vapor em

⁴² THEMELIS, Nikolas J., BARRIGA, Maria Elena Diaz, ESTEVEZ, Paula, *Et al.* Guidebook for the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean. 2013. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf>. Acesso em 04 mar. 2019; *Vide* RAGOFF, Marc. J. e SCREVE, Francois. Waste-to-Energy: Technologies and Project Implementation. 2ª edição. Elsevier: Oxford, 2011, p. 22-41.

⁴³ CHRISTENSEN, Thomas H., ANDERSEN, Lizzi. Solid Waste Technology & Management. Vol. 1 e 2. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/235672736_Solid_Waste_Technology_Management_Volume_1_2>. Acesso em 04 mar. 2019.

⁴⁴ ABRALPE e PLASTIVIDA. Caderno Informativo Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos. 2012. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-caderno/>>. Acesso em 01 mar. 2019.

um segundo forno, ou pelo uso do syngas em um motor ou turbina, em cujo processo são utilizados equipamentos denominados gaseificadores, que podem ser configurados de diversas formas. O syngas pode ser queimado em geradores especiais para gerar energia elétrica ou utilizado como intermediário para reações que geram produtos químicos.⁴⁵ Os tipos mais comuns de gaseificadores são os de (i) Leito Fixo, (ii) Leito Fluidizado e (iii) Plasma.

3.4. Pirólise

A pirólise é o tratamento desenvolvido totalmente sem a presença de oxigênio. Os componentes dos RSU são decompostos em hidrocarbonetos nas formas gasosa e cinzas. A fração gasosa pode ser destilada para se obter diversos hidrocarbonetos (gasolina, querosene e diesel) ou queimados em caldeiras ou para gerar energia elétrica, ou, ainda, oxidados parcialmente para se obter gás de síntese como ocorre na gaseificação.^{46 47} Esta tecnologia é bastante utilizada e eficiente para a recuperação energética de resíduos industriais, pneus e plásticos separados. Há também a pirólise de resíduos orgânicos utilizada para a produção de hidrogênio (Tecnologia Japonesa Blue Tower).⁴⁸

4. Atributos das usinas *Waste-to-Energy* (WTE)

A adoção de usinas WTE tem sido motivada tanto pela necessidade de minimizar as externalidades ambientais do aterro quanto pelo objetivo de aumentar a participação da energia renovável. Durante a última década as plantas WTE foram criticadas por causar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, mas a realidade é que as plantas WTE requerem sistemas sofisticados de *Air Pollution Control* (APC), ou Controle de Poluição do Ar, tendo se tornado um dos processos industriais de alta temperatura mais limpos existentes.

Nesse sentido, uma usina WTE detém dois grandes atributos, quais sejam, não é poluente e possui baixíssima intermitência (principalmente quando comparado com as fontes renováveis eólica e solar) com fator de capacidade acima de 90%, porquanto é uma fonte termoeletrica que detém o atributo de geração contínua e ininterrupta em sua operação, salvo paradas para manutenção que ocorrem esporadicamente e de forma planejada, o que, nesse sentido, contribui para os almejados critérios de estabilidade e confiabilidade do sistema

⁴⁵ *Ibidem*.

⁴⁶ ABRALPE e PLASTIVIDA. Caderno Informativo Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos. 2012. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-caderno/>>. Acesso em 01 mar. 2019.

⁴⁷ THEMELIS, Nikolas J., BARRIGA, Maria Elena Diaz, ESTEVEZ, Paula, *Et al.* Guidebook for the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean. 2013. Disponível em: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf>. Acesso em 05 mar. 2019.

⁴⁸ DOWAKI, Kiyoshi. Energy Paths due to Blue Tower Process. 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/a8fd/86bddd2fb5ae7c7c3ade0b0a29944565562e.pdf?_ga=2.72152979.1052780398.1574454867-719627755.1574454867>. Acesso em 22 nov. 2019.

elétrico. Além disso, uma usina WTE gera energia a preços competitivos e até menores do que as termoeletricas convencionais movidas a combustíveis fósseis.

As usinas de recuperação energética constituem forma de geração de energia cujo impacto ambiental é positivo, pois, a despeito de algumas externalidades, como a produção de pequena parcela de materiais tóxicos, as mesmas reduzem significativamente as externalidades ambientais que seriam causadas caso elas não fossem implementadas.

4. Considerações sobre a viabilidade do potencial energético do RSU brasileiro

As tecnologias de gaseificação e pirólise demandam escalas a partir 25 ton/dia para se viabilizarem, ao passo que a incineração a partir de 600 ton/dia. A biodigestão anaeróbica se viabiliza a partir de 30 ton/dia. Com isso, é possível afirmar que o atual estágio tecnológico permite atender todos os municípios brasileiros, ou conjunto destes, a partir de 25 mil habitantes, considerando a média nacional de produção de 1kg por habitante.

No entanto, o equacionamento adequado do tratamento a ser dado ao lixo gerado em uma localidade ou região requer diversas informações, algumas delas fundamentais. Exemplos dessas informações são: (i) quantidade de lixo produzida em cada localidade, produção per capita; (ii) composição do lixo (e o que isto representa em termos de desenvolvimento); (iii) onde e como o lixo é disposto e qual a disponibilidade de novas áreas; (iv) quais os impactos ambientais e sociais que os resíduos causam; (v) quais as oportunidades que o (re) aproveitamento dos resíduos pode viabilizar.

Com estes elementos levantados é possível elaborar um Plano Diretor para a gestão dos resíduos com vistas a torná-los insumo para novos processos. A sugestão da ABREN é que haja aproximação das instituições de ensino e pesquisa e as prefeituras para identificarem potenciais de exploração de RSU na produção de biometano ou eletricidade a partir da biodigestão anaeróbica dos resíduos da agropecuária e urbanos (orgânicos), assim com tratamento térmico de RSU (rejeitos, misturados), com o objetivo de divulgar os benefícios socioeconômicos à população e ao município, conforme será abordado na próxima seção dessa contribuição.

5. Benefícios socioeconômicos à população e ao município

A principal destinação dos RSU tem sido os aterros, muitos destes classificados como lixões. Na vasta maioria das situações são gerados efluentes líquidos e gasosos que não são tratados e contaminam o ar, o solo, lençóis freáticos e rios.

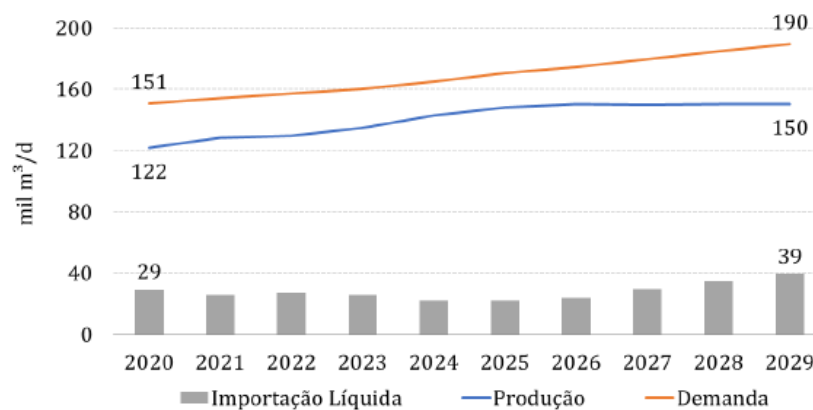
Nos casos em que existe o saneamento urbano, este demanda tratamentos específicos e por prazos superiores ao triplo do tempo de operação para recebimento do RSU, situação que

demanda a construção de novos aterros e apenas transfere o problema para anos a frente sem enfrenta-lo.

O gás metano, produzido nos lixões, conforme exposto, é 25 vezes mais nocivo que o dióxido de carbono em termos de emissão de GEE, sendo que a sua simples conversão e queima na forma de biogás representa um benefício ambiental. Além disso, o processo biológico de biodigestão anaeróbica utilizado na produção do biogás (ou biometano) promove drástica redução da área utilizada para os aterros sanitário, com maior aproveitamento energético e eliminação do risco de contaminação dos recursos hídricos e emissões de GEE na atmosfera. E quanto aos rejeitos, que são aqueles resíduos pós-reciclagem e que não são mais passíveis de separação para processos de biodigestão anaeróbica, este devem ir para usinas de tratamento térmico, em que há 10x mais eficiência energética quando comparado com o processo de captura de biogás de aterro para geração de eletricidade ou produção de biometano.

Em adição, o aproveitamento energético da biodigestão também evita a emissão decorrente da queima de combustível fóssil (diesel) utilizado nas frotas de transporte público e de saneamento básico, fato que representaria relevante economia de recursos financeiros não só aos municípios como no balanço de pagamentos do País, tendo em vista que o Brasil continuará importando óleo diesel em todo o horizonte decenal tal como citado no PDE 2029 (gráfico 1 abaixo) apesar da perspectiva de aumento do percentual de mistura do biodiesel.

Gráfico 1 - Balanço nacional de óleo diesel



Face ao exposto, a ABREN considera que na avaliação técnica e econômica das alternativas de aproveitamento do RSU para produção de biogás ou eletricidade sejam devidamente contemplados segundo seus benefícios elétricos, socioeconômicos e ambientais.

6. Comentários sobre as perspectiva econômicas setoriais e emissões de GEE

A minuta do PDE 2029, em seu item 1.3., que trata das “Perspectivas Econômicas Setoriais”, afirma haver um horizonte positivo com a participação dos setores primários, como agronegócio, extração mineral e aproveitamento do pré-sal. Nesse cenário, importante acrescentar que o setor de energia renovável deverá receber um estímulo cada vez maior de investidores institucionais domésticos e internacionais, devido a mandatos que os obrigam a diminuir o risco de suas carteiras e diversificarem seus portfólios, investindo ativos que estão em conformidade com critérios Ambiental, Social e de Governança (ASG), como é o caso de energia limpa. Essa já é uma realidade para a maioria dos fundos de investimentos internacionais e recentemente se tornou uma regra aos fundos de pensão domésticos, a partir da resolução CVM 4.661/18.

Acerca do tópico sobre Agropecuária tratado na minuta do PDE 2029, ressalte-se que o mercado agropecuário brasileiro possui escala como nenhum outro país no mundo, além de possuir um enorme potencial para atender a crescente demanda internacional por produtos alinhados a critérios ASG e às políticas climáticas, o que fortalece ainda mais o seu potencial para geração de eletricidade ou biometano a partir da biomassa agropecuária.

Adicionalmente ao tratado no capítulo 3.5.3 da minuta do PDE 2029, importante destacar que as usinas WTE podem se enquadrar em critérios de resiliência e mitigação das mudanças climáticas, e esses podem ser importantes fatores de atração de investimentos internacionais. Por exemplo, a conformidade com critérios internacionais, como *Green Bonds Principle* e/ou *Climate Bonds Standard & Certification Scheme* podem ser utilizados por desenvolvedores e operadores de projetos que pretendem acessar o mercado de dívidas para capitalizarem seus projetos. Uma sinalização de conformidade com tais critérios, que podem conceder selos e certificações de títulos e outros instrumentos de dívida, que são reconhecidos internacionalmente, podem atrair uma carteira maior de investidores domésticos e estrangeiros.

Por fim, vale ressaltar que critérios de resiliência e mitigação às mudanças climáticas corroboram no planejamento de empreendimentos, além de atrair uma carteira de operadores de projetos e investidores com mandatos específicos para infraestruturas que mitiguem os riscos climáticos.

7. Conclusões, sugestões e contribuições

Embora o PDE 2029 mencione considerável potencial energético de biogás a ser explorado, a análise do Plano se concentra na produção de energia elétrica a partir da biodigestão da vinhaça e torta de filtro, não mencionando o potencial energético do biogás e do biometano de RSU e resíduo animal, bem como o potencial energético do tratamento térmico de RSU;

A partir de todas as considerações, a ABREN sugere que:

- a) Sejam considerados os benefícios elétricos, energéticos, climáticos, socioeconômicos e ambientais do aproveitamento energético do RSU, provenientes da biodigestão de resíduos do setor agroindustrial, tratamento térmico de RSU, para a produção de biometano, energia térmica e eletricidade, também voltada para uso em transporte público e no transporte utilizado no próprio setor de saneamento;
- b) Seja incluído o potencial de atender 1,5% da demanda nacional a partir da biodigestão anaeróbica de RSU, e 5,4% da demanda nacional a partir do tratamento térmico de RSU (incineração, gaseificação ou pirólise), totalizando 6,9% da demanda nacional, sendo que, apenas nas regiões metropolitanas, o potencial estimado de usinas WTE de tratamento térmico de RSU é de 2,4 GW (1,85% da matriz nacional), com uma geração anual de 14.400 GWh (2,74% do total de geração);
- c) Seja destacado que, a partir da tecnologia *dual-fuel*, é possível substituir até 90% do consumo de diesel nesses veículos por biometano produzido a partir de RSU, fato que representaria um alívio financeiro para os municípios e para o balanço de pagamentos do País, sendo que o PDE 2029 informa que Brasil continuará importando óleo diesel em todo o horizonte decenal apesar da perspectiva de aumento do percentual de mistura do biodiesel;
- d) O PDE avalie e considere os benefícios ambientais da recuperação energética de resíduos, como a redução de lixões e aterros sanitários, e consequentemente, a redução dos efluentes líquidos e gasosos que contaminam o ar, o solo, lençóis freáticos e rios, assim como a redução em até 8x das emissões de GEE a partir das usinas WTE com tratamento térmico, tendo em vista que o metano é 25 vezes mais nocivo que o dióxido de carbono em termos de efeito estufa;
- e) Considere o potencial de investimento de até R\$ 120,8 bilhões nos próximos 10 anos no setor de resíduos sólidos;
- f) Inclusão no PDE de geração entre 50 MW e 100 MW por ano, a partir do aproveitamento energético do RSU com usinas WTE, independentemente da rota tecnológica;
- g) Haja aproximação das instituições de ensino e pesquisa e as prefeituras para identificarem potenciais de exploração de RSU na produção de biogás e biometano, assim como no tratamento térmico de RSU, no sentido de divulgar os benefícios energéticos, socioeconômicos e ambientais à população e aos municípios;

Sem mais para o momento, agradecemos a atenção dispensada e reiteramos nossos protestos de estima e elevada consideração, ao passo em que nos colocamos à inteira disposição para prestar quaisquer outros esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,



ABREN
Yuri Schmitke Almeida Belchior Tisi
Presidente Executivo da ABREN