



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO



PNE 2050

PLANO NACIONAL DE ENERGIA



VERSÃO PARA
CONSULTA PÚBLICA



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A falta de tratamento ou a disposição final precária dos resíduos provocam impactos de abrangências locais a global, envolvendo aspectos sanitários, ambientais e sociais, sobretudo em países em desenvolvimento, onde os lixões são responsáveis pela poluição do ar, do solo e das águas, tais como a disseminação de doenças, a contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais e a poluição do ar pelo gás metano.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), em 2018 a produção de resíduos sólidos urbanos no País foi de 79,7Mt e cerca de 60% das cidades brasileiras encaminham anualmente 30 milhões de toneladas de resíduos para locais inadequados, uma quantidade que vem crescendo a cada ano, apesar da proibição e da penalização de ações que causem poluição vigorar desde 1981.

Os quase 3.000 lixões identificados no Brasil em junho de 2017 afetam a vida de 76,5 milhões de pessoas e trazem um prejuízo anual para os cofres públicos de mais de R\$3,6 bilhões, valor gasto para cuidar do meio ambiente e para tratar dos problemas de saúde causados pelos impactos negativos dos lixões (ABRELPE, 2018).

Por outro lado, o aproveitamento energético de resíduos, além de mitigar todos os impactos citados, reduz custos de produção de alimentos e produtos industrializados, expande a vida útil das reservas de matéria-prima e energia, na medida em que reduz a demanda por esses recursos, reduz consumo e importações de diesel, melhora a balança comercial.

Estimativa dos Recursos

No tocante ao aproveitamento energético do RSU, considerando a composição típica de 50% de Fração Orgânica (FO), 40% de embalagens e 10% de inertes (EPE, 2014b), estão disponíveis 40 Mt/a de matéria orgânica e 32 Mt/a de embalagens, cuja estimativa energética requer descontar metais e vidros. Esse setor movimentou R\$ 28 bilhões em 2018, com 71,5% de participação da iniciativa privada na operação, por diversos meios de atuação (EPE, 2019).

Já no caso do esgotamento sanitário, sua operação é majoritariamente realizada por empresas estaduais, que enfrentam dificuldades para suplantar a marca de 52% no nível de atendimento, para o quê são necessários cerca de R\$ 400 bilhões no decorrer das duas próximas décadas (FGV CERI, 2019).

Perspectivas Tecnológicas

Como visto, diversas são as formas de aproveitamento de RSU, entre elas algumas energéticas, que, além de gerar receita ou redução de custos, podem contribuir em aspectos sociais e ambientais.

Sobre as tecnologias para o aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU), nota-se a existência de duas grandes linhas: reciclagem e transformação. A primeira visa o reaproveitamento do material para fins similares ou iguais aos originais e a segunda um direcionamento e transformação para finalidades distintas dos originais.

Apesar do maior potencial de oferta de energia estar vinculado à conservação proporcionada pela reciclagem, o que se encontra na primeira linha de gestão dos resíduos, sua baixa efetividade pode acarretar aumento na quantidade de material a dispor junto aos restos alimentares e materiais com pouca demanda para reciclagem. Por isso, as análises adiante serão concentradas nas principais tecnologias e rotas de aproveitamento energético dos RSU, que os transformam em combustíveis ou diretamente em eletricidade.

O aproveitamento energético dos RSU já apresenta hoje alternativas tecnológicas maduras. Algumas das tecnologias disponíveis e diferentes de aterros datam da década de 1960, dentre as quais as primeiras usinas implantadas na Europa, na China e na Índia. Já, no Brasil, mesmo nos dias atuais, o aproveitamento energético dos RSU ainda é muito incipiente e grande parte tem lixões ou aterros como suas destinações finais.

Os principais energéticos que podem ser obtidos através do aproveitamento dos RSU são: o biogás, de aterro e conhecido como gás de lixo ou de digestão anaeróbica, e que ainda pode sofrer um processo de purificação para ser utilizado como substituto (ou complemento) ao gás natural, que é chamado de biometano ou gás natural renovável – por atender à Resolução 685 da ANP (2017); a eletricidade, gerada a partir da queima do biogás ou da incineração (Existem ainda outras possibilidades de geração de energia elétrica como a gaseificação e ciclo combinado integrado, a queima através do plasma e através de energéticos derivados da pirólise); e o calor, utilizado nos próprios processos ou podendo ser exportado caso haja demanda, inclusive de frio.

A incineração e o processamento biológico são as duas das formas de aproveitamento energético dos RSU mais utilizadas internacionalmente, que reduzem drasticamente a área necessária para aterros sanitários. No primeiro caso, há riscos ambientais, caracterizados nas emissões de dioxinas e furanos, que já dispõem de tecnologia para controle, mas se converte em desafio financeiro. Nos últimos anos, os avanços no desenvolvimento de sistemas de filtros capazes de reduzir substancialmente essas emissões recolocaram a alternativa na agenda das discussões. Evidência disso é o número crescente de licenciamentos que vêm sendo concedidos na Alemanha para usinas que utilizam a técnica da incineração. Por outro lado, ao nível do conhecimento atual, os processos biológicos agridem menos a natureza, mas precisam escoar a produção de adubo ou composto orgânico.

Potencial de Oferta de Biometano

De acordo com EPE (2019), para a matéria orgânica, o Fator de Metanização utilizado é de 100 Nm³/t FO, o que representa 4.000 Mm³ de metano por ano ou 4 Mm³ por ano em diesel equivalente.

No caso do esgoto sanitário, segundo Pacheco e Jordão (1995) são produzidos 200 L/pessoa-dia, com 99,98% de água. Logo, os 203 milhões de brasileiros geram 8.120 t por dia de material orgânico, ou cerca de 3 Mt por ano. Considerando o mesmo fator de metanização que a fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (FORSU) e a equivalência ao óleo diesel, todo esgoto brasileiro pode disponibilizar 0,3 Mm³ de metano/ano. Uma vez que a coleta e o tratamento do esgoto só atendem a 52 e 46%, respectivamente, da população (TrataBrasil, 2019), a efetiva disponibilidade de processamento e obtenção é de até 0,13 Mm³/ano.

Vale ressaltar que a codigestão, realizada de maneira controlada e otimizada entre os substratos, é capaz de ampliar a produção de gás. De modo conservador, será utilizado, nesse momento, a simples soma entre as partes, que totaliza 4,1 Mm³/a de biometano.

Potencial de Oferta de eletricidade dos resíduos

Ainda que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) priorize o aproveitamento da parcela de resíduos proveniente de embalagens para a reciclagem, foi elaborada uma estimativa do potencial energético para o material plástico e papel, além de terem sido descontados os metais e vidros. Isso encontra respaldo na Portaria Interministerial 274 (Brasil, 2019), publicada pelos Ministérios do Meio Ambiente, de Minas e Energia e de Desenvolvimento Regional.

Com base na composição dos recicláveis (EPE, 2014a), os papéis representam 51% da composição das embalagens presentes no RSU, enquanto os plásticos atingem 34%. Tais valores implicariam um potencial anual de 12,5 TWh, ou 3,2 Mm³ de óleo diesel equivalente.

Desafios Principais

A avaliação do aproveitamento energético abrangeu os mercados elétrico e de combustíveis, com base em referências internacionais.

Por conta da grande disponibilidade de fontes elétricas baratas e baixa demanda incremental por calor para cogeração, o mercado de eletricidade, regido por sistema de leilões, é pouco atrativo para essa fonte. Nesse caso, caberia avaliar a substituição das fontes tradicionais de energia térmica para a demanda existente e, face à sua valoração, a competitividade da eletricidade coproduzida. Há, ainda, a opção no setor de geração distribuída, cuja remuneração é maior e os contratos são por prazos menores.

Por outro lado, a atratividade percebida no mercado de combustíveis esbarra na característica de mercado sem contratos, “spot”, situação que dificulta os financiamentos para as instalações dos sistemas de biodigestão e processamento do

biometano. Para ampliar a previsibilidade do setor, foi aprovada a Lei nº 13.576/2017, que versa sobre a Política Nacional de Biocombustíveis e estabelece metas de descarbonização da matriz energética do setor de transportes.

1. *Cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos*

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi aprovada em 2010, mas sua implementação caminha a passos lentos. O fim dos lixões, por exemplo, já sofreu algumas prorrogações com base na alegação de falta de recursos financeiros por parte das prefeituras. A inexistência de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos atualizado e válido, mesma situação que ocorre com alguns estados e municípios, impede a efetiva resolução do problema, inclusive do interesse em buscar o aproveitamento energético dos RSU.

2. *Estruturação de negócios multiprodutos (energéticos e não-energéticos) e multiagentes*

a. *Setor elétrico*

O aproveitamento comercial da eletricidade de RSU exige que sejam formulados negócios que explorem conjuntamente a produção de biometano para fins veiculares e o resíduo térmico para cogeração industrial. Portanto, em primeiro lugar, há o desafio de estruturar um negócio que garanta a receita das três fontes. Adicionalmente, cabe ressaltar que possivelmente haverá diferentes clientes interessados em cada energético. As prefeituras, por exemplo, podem estimular que suas concessionárias utilizem o combustível para abastecer suas frotas (de ônibus urbano e de coleta de lixo, prioritariamente), enquanto o calor seria de interesse de uma indústria e a eletricidade poderia atender desde as distribuidoras a consumidores finais, dependendo da capacidade instalada. Logo, há a dificuldade de construir contratos de longo prazo com diferentes agentes e que garantam as receitas para que o projeto se sustente.

b. *Setor de combustíveis*

Nas rotas que produzem biometano, há o desafio de valoração dos coprodutos de processo, como o digestato, que precisa contar com uma regulação e ações que promovam seu uso adequado com fertilizante orgânico, o que aumenta a receita do aproveitamento do RSU e contribui para a competitividade do biometano, frente ao diesel.

Resultados dos Exercícios Quantitativos

Devido às perspectivas do seu custo relativo, as simulações quantitativas não indicaram competitividade para as plantas de RSU nos casos estudados. No entanto, em função das externalidades positivas oriundas do aproveitamento energético dos resíduos, foi indicado a partir de política energética uma entrada entre 20 e 40 MW/ano de plantas termelétricas a partir de RSU entre 2020 e 2050. Cabe ressaltar que tal aproveitamento pode vir a ser realizado através de mecanismos de mercado, desde que sejam explorados modelos de negócio que conjuguem a exploração da eletricidade com a produção de biocombustível e, se possível, a cogeração térmica.

Recomendações:

1. *Aproveitamento energético nas concessões públicas*

As concessões municipais para coleta de lixo e transporte coletivo (ônibus) devem prever o potencial econômico do aproveitamento energético dos resíduos. Tal exigência pode inclusive reduzir a taxa cobrada pela coleta e/ou pela “passagem de ônibus”, uma vez que gerará uma receita adicional ao empreendedor. A produção de eletricidade, por exemplo, poderia ter como cliente as próprias unidades consumidoras finais, públicas e/ou privadas, ou as distribuidoras. Concomitantemente, a concessão de coleta pode vir acompanhada de interfaces com outras concessões, como a do transporte público municipal, mediante contratos de fornecimento por prazo capaz de viabilizar o empreendimento. Essas interfaces, portanto, criam um link entre oferta e demanda que tende a reduzir as incertezas com a venda do produto.

2. *Precificação das externalidades negativas da inadequada destinação do lixo*

Os problemas relacionados com a destinação inadequada dos RSU são explicados, em parte, pela falta de uma cobrança do poluidor (famílias e empresas) pelas externalidades negativas geradas ao meio ambiente e à saúde da população. A aplicação do consagrado princípio de “poluidor-pagador” é prevista no artigo 4º da Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente. Portanto, uma cobrança de indenização pelas

externalidades negativas possibilitaria um recurso adicional que poderia ser destinado para remunerar as empresas responsáveis pela coleta e aproveitamento energético de tais resíduos. A cobrança poderia ser realizada através de multa pela falta de separação do lixo, ou através da instituição ou aumento da taxa de coleta de lixo, para incluir também os custos com a correta destinação. No caso dessas cobranças serem viabilizadas, a cobrança pelos energéticos provenientes do tratamento dos resíduos deve ser reduzida.

Mapa do Caminho – Energia de Resíduos Sólidos Urbanos

Desafios	Recomendações		
	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Cumprimento da Política Nacional dos Resíduos Sólidos	<p><i>Precificação das externalidades negativas da inadequada destinação do lixo.</i></p> <p><i>Cobrança de multa pela falta de separação do lixo, ou aumento da taxa de coleta de lixo.</i></p>		
Estruturação de negócios multiprodutos (energéticos e não-energéticos) e multiagentes	<p><i>Aproveitamento energético nas concessões públicas.</i></p> <p><i>Desenvolver interfaces entre diferentes concessões, como a de coleta de lixo com a de transporte coletivo.</i></p>		