



## GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UM COMPARATIVO ENTRE POTENCIAL E DEMANDA NACIONAL

Carolina da Silva Silva (\*), Bruno Muller Vieira<sup>2</sup>, Anderson Gabriel Corrêa<sup>3</sup>, Eduarda Piaia<sup>4</sup>, Paula Lemões Haertel<sup>5</sup>

\* Universidade Federal de Pelotas, carolina.eich17@hotmail.com.

### RESUMO

A crescente geração de resíduos, aliada ao descarte incorreto do mesmo, acarretam diversos problemas de saúde e ambientais, tornando imprescindível a necessidade de pensar em formas de minimizar esse impacto através do aproveitamento dos resíduos. Considerando que com o crescimento populacional, além da maior geração de resíduos, ocorre o aumento da demanda energética, torna-se interessante fazer um comparativo entre a demanda por bioenergia no Brasil e o potencial energético disponível dos resíduos sólidos urbanos no país. Para esta revisão, foram pesquisados artigos através do Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da plataforma Google Acadêmico e do Science Direct. Com a pesquisa ficou evidenciado que a maior parte dos resíduos encontrados nos aterros sanitários são compostas por restos de alimentos, são resíduos que ao se decomporem, a partir de processos anaeróbios formam a biomassa. Foi possível concluir que a geração de biogás a partir de processos anaeróbios provenientes de resíduos sólidos urbanos no Brasil trata-se de uma fonte promissora e que do ponto de vista socioeconômico esta fonte de energia poderá ser utilizada também para suprir outras demandas e tornar o país mais competitivo no setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biogás, Resíduos Sólidos Urbanos, Bioenergia.

### ABSTRACT

The growing generation of waste, coupled with its incorrect disposal, cause several health and environmental problems, making it essential to think about ways to minimize this impact through the use of waste. Considering that with population growth, in addition to the greater generation of waste, there is an increase in energy demand, it is interesting to make a comparison between the demand for bioenergy in Brazil and the available energy potential of municipal solid waste in the country. For this review, articles were searched through the journals Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), the Google Scholar platform and Science Direct. With the research it became evident that most of waste found in landfills are composed of food scraps, they are residues that decompose, from anaerobic processes, form biomass. It was possible to conclude that the generation of biogas from anaerobic processes from municipal solid waste in Brazil is a promising source and that, from a socioeconomic point of view, this energy source can also be used to supply other demands and make the most competitive parent in the industry.

**KEY WORDS:** Biogas, Urban Solid Waste, Bioenergy.

### INTRODUÇÃO

Um grande problema ambiental assola diversos países, no qual o aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) e seu gerenciamento passa a ser uma dificuldade, pois quando não encaminhados a aterros sanitários como disposição final ambientalmente correta podem causar graves impactos ambientais, levando à poluição do ar, da água e do solo, além de acarretar em diversos problemas de saúde pública (ABDEL-SHAFFY E MANSOUR, 2018).

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) os números referentes a geração de (RSU) entre 2010 e 2019, apresentam um considerável aumento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano, com a geração per capita tendo acréscimo de 348 kg/ano para 379 kg/ano, pois esses valores representam dados de uma década e merecem atenção quando se trata de destinação final ambientalmente adequada dos RSU.

Em relação a geração de RSU no ano de 2019 separado por cada região do país, tem-se o sudeste em primeiro lugar com 39.442.995 t/ano, seguido pela região nordeste com um total de 19.700.875 t/ano, 8.243.890 t/ano de geração de RSU na região sul, o norte 5.866.645 t/ano e por último com menor geração está o centro-oeste, com 5.815.180 t/ano de RSU (ABRELPE, 2020).

Repensar o sistema de gestão de resíduos, inicialmente baseado na etapa de coleta, para estruturá-lo com base no tratamento e na destinação final, diferentemente dos princípios que guiaram a gestão dos resíduos no século XX, onde priorizava-se, principalmente, a coleta e o transporte dos resíduos, retirando-os da cidade e evitando com que estes fossem



descartados inadequadamente, não havia preocupação sobre onde e em que condições o lixo era descartado, sobretudo, não havia inquietação com as consequências ambientais que a decomposição destes resíduos poderia causar, bem como, em relação ao desperdício de materiais e recursos causados pela falta de preocupação e estudos sobre o ciclo de vida destes resíduos (NEVES; MENDONÇA, 2016).

As variações na composição dos resíduos entre os países é um desafio importante a ser observado na questão de transferência direta de tecnologia, por exemplo, já que os territórios possuem suas características econômicas, culturais, políticas e sociais distintas e conseqüentemente, requerem soluções diversas. O desafio é modernizar a gestão, criando mecanismos sustentáveis e integrados no manejo dos resíduos que sejam inovadores e adaptados a cada território (NEVES, 2020).

Em relação a composição gravimétrica, está demonstrado na Figura 1, que a porcentagem de matéria orgânica nos RSU no Brasil é de 45,3%, que são resíduos de sobras e perdas de alimentos e resíduos verdes, com 16,8% estão os resíduos plásticos, 14,1% os rejeitos, que são compostos por resíduos sanitários, outros materiais sem possíveis identificações e também materiais recicláveis contaminados que não permitiram a separação, com 10,4% estão a classe dos papéis e papelão, a parcela de 5,6% é representada por têxteis, couros e borrachas, que incluem retalhos no geral, peças de roupas, calçados, mochila, tênis, pedaços de couro e borracha. E com menos de cinco por cento estão os vidros com 2,7%, 2,3% os metais, 1,4% embalagens multicamadas e outros, que contempla os resíduos identificados e que não deveriam estar no fluxo de RSU como resíduos do serviço de saúde, eletroeletrônicos, pilhas e baterias, resíduos perigosos, pneus, óleos e graxas, embalagens de agrotóxico e outros resíduos perigosos (ABRELPE, 2020).

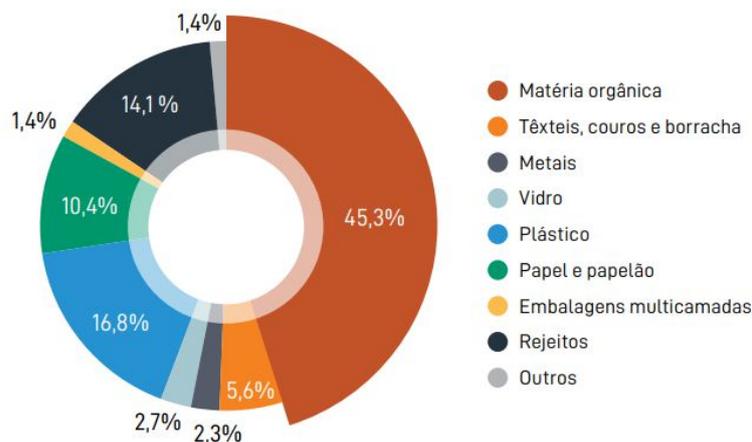


Figura 1: Composição gravimétrica dos RSU no Brasil.

Fonte: ABRELPE, Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil - 2020

Seguindo o panorama, uma informação de extrema importância é que no Brasil a maior parte dos RSU coletados segue para disposição ambientalmente correta em aterros sanitários, sendo possível perceber um aumento de 10 milhões de toneladas encaminhados em dez anos, passando de 33 milhões de toneladas por ano em 2010 para 43 milhões de toneladas para o ano de 2019. Mas uma parcela de RSU que são gerados no país são gerenciados de forma incorreta, encaminhados para lixões e aterros controlados, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano em 2019.

Os aterros sanitários vêm como uma maneira segura e econômica de descarte dos resíduos sólidos urbanos, nos aterros o solo é impermeabilizado com geomembrana de polietileno de alta densidade, evitando contaminação do solo e lençol freático, os resíduos são compactados, o chorume é captado e levado a estações de tratamento de efluentes, já o biogás gerado é captado e queimado em equipamentos conhecidos como flare (FIGUEIREDO, 2011).

O biogás é formado a partir da degradação de matéria orgânica que ocorre por meio de dois processos: a decomposição aeróbica e anaeróbica (após a redução de O<sub>2</sub>), sua produção é indicada a partir da grande disponibilidade de resíduos orgânicos, como resíduo doméstico, da agricultura e pecuária, dentre outros (FIGUEIREDO, 2011).

Pensando também pelo viés econômico é imprescindível que se fale sobre economia circular, um modelo de gestão que veio como uma alternativa ao modelo tradicional, conhecido como economia linear. O conceito de economia circular, foi elaborado para que todos os tipos de materiais sejam desenvolvidos para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, porém, para que esta seja possível, são exigidas muitas mudanças em todo o processo produtivo (AZEVEDO, 2015).

Os impactos relacionados com a utilização de combustíveis fósseis, tem gerado uma série de problemas ao meio ambiente, seja através dos prejuízos causados com a diminuição da biodiversidade natural, pela contaminação do solo e do lençol



freático, ou por conta da poluição atmosférica a partir de emissões de gases que são causadores do efeito estufa (SÁ et al 2019).

Os esforços e investigação de novas formas de energia alternativa têm sido orientados também, pelo aumento da demanda por biocombustíveis que se caracteriza, principalmente, pela certeza de que o petróleo, principal matéria prima dos combustíveis fósseis, trata-se de uma fonte finita, e o aumento de sua demanda tem causado encarecimento deste commodity (PASSOS, 2009).

É importante também salientar que os combustíveis alternativos, trariam segurança energética, solucionando desta forma um grande problema global. Além de contribuir positivamente para minimização de diversos problemas ambientais, como poluição atmosférica, contaminação do ambiente por má gestão de RSU e na diminuição de doenças de saúde pública relacionadas a contaminação por resíduos.

## OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo fazer um comparativo entre a demanda por bioenergia no Brasil e do potencial energético disponível dos resíduos sólidos urbanos no país.

## METODOLOGIA

Essa pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura com a finalidade de retratar os resíduos sólidos urbanos como uma potencial fonte para o desenvolvimento de biocombustíveis, além de caracterizar sua disponibilidade como matéria prima no Brasil, bem como sua demanda no país.

Para esta revisão, a busca por artigos científicos foi realizada através do Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da plataforma Google Acadêmico e do Science Direct, sendo que os principais termos utilizados para a pesquisa foram: “resíduos urbanos”, “biogás”, “bioenergia”, “biofuel”, “biomass”, “bioenergy”.

## RESULTADOS

De acordo com dados da Oferta Interna de Energia brasileira de 2019 a demanda por energia subiu 1,4% em relação ao ano de 2018, as fontes renováveis tiveram alta de 2,8%, sustentada por fortes altas em produtos da cana, das energias eólica, solar e biodiesel, a oferta de energia hidráulica recuou em -0,3%, conforme é possível observar na tabela 1.

**Tabela 1.** Comparativo entre demanda da matriz energética brasileira nos anos de 2018 e 2019 em toneladas de petróleo (tep).

Especificação	mil tep 2018 / 2019		Estrutura % 2018 / 2019	
<b>Não renovável</b>	<b>157.972</b>	<b>158.395</b>	<b>54,5</b>	<b>53,9</b>
<b>Renovável</b>	<b>131.898</b>	<b>135.642</b>	<b>45,5</b>	<b>46,1</b>
<b>Total</b>	<b>298.870</b>	<b>294.036</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Dos quais fósseis</b>	<b>153.798</b>	<b>154.221</b>	<b>53,1</b>	<b>52,4</b>

Fonte: Adaptado de Brasil (2020).

No estudo sobre a matriz energética brasileira e divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente, não fala especificamente sobre geração de energia renovável a partir de resíduos sólidos urbanos, porém este assunto já vem sendo discutido na bibliografia há algum tempo. Conforme Leme et al (2011), desenvolveram um estudo voltado a avaliar alternativas de recuperação de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil, em um estudo de caso realizado pelos autores, levantou a composição gravimétrica dos RSU em aterros sanitários brasileiros, conforme apresenta a tabela 2.

**Tabela 2.** Composição gravimétrica de RSU em Aterros Sanitários:

COMPONENTE	% m/m
<b>Restos de alimentos</b>	61
<b>Plásticos</b>	10



<b>Papel</b>	11
<b>Vidro</b>	2
<b>Metais</b>	3
<b>Inertes</b>	13

Fonte: Adaptado de Leme et al (2011).

Na tabela acima é possível observar que a maior parte dos resíduos encontrados nos aterros sanitários são compostas por restos de alimentos, são resíduos que ao se decomporem, a partir de processos anaeróbios formam a biomassa.

De acordo com Carvalho (2010), a produção de biogás pelo processo de digestão anaeróbia pode ser feita através das frações orgânicas existentes nas lamas provenientes de estações de tratamentos de águas residuais (ETAs), a partir dos RSU depositados nos aterros, bem como dos resíduos provenientes da agricultura e da pecuária, porém, a composição da matéria-prima utilizada para produzir biogás irá ter uma grande influência na composição final do gás formado, este, portanto, é um importante item a se levar em conta, consoante a utilização que se pretenda dar ao biogás.

No trabalho de Nadaleti et al., (2015) os autores chegaram a conclusão a partir de análises relacionando o potencial energético do biogás e a demanda de sua utilização em veículos de transporte público no país, e constataram que o potencial de geração de biogás no país é perfeitamente capaz de suprir a demanda nacional, uma vez que, de acordo com o estudo, o Brasil gera cerca de 16.131.857 Nm<sup>3</sup> / h de biogás, que poderia abastecer sua própria frota de ônibus, estimada em 107.000 veículos.

Uma vez que, em um levantamento feito por Nadaleti (2017), considerando apenas a possibilidade de utilização de metano (CH<sub>4</sub>) existente em aterros sanitários nos 27 estados brasileiros, o autor, encontrou os seguintes dados, disponíveis na tabela 3:

**Tabela 3:** Produção de biogás, a partir de metano, para cada região brasileira, por ano e hora:

Região do Brasil	Vol. de CH <sub>4</sub> (Nm <sup>3</sup> / ano)	Vol. de CH <sub>4</sub> (Nm <sup>3</sup> / hora)
Norte	4,00E+08	4,57E+04
Nordeste	1,42E+09	1,62E+05
Centro-Oeste	4,40E+08	5,03E+04
Sudeste	2,73E+09	3,12E+05
Sul	5,74E+08	6,55E+04
<b>Total</b>	<b>5,57E+09</b>	<b>6,36E+05</b>

Fonte: Adaptado de Nadaleti (2017)

Ainda de acordo com o autor a região sudeste, é a que concentra a maior produção de biogás no Brasil (49,01%), seguida pela região nordeste (25, 49%), e pelas regiões sul (10,3%), centro-oeste (7,89%) e norte (7,18).

## CONCLUSÕES

Com este estudo foi possível concluir que a geração de biogás a partir de processos anaeróbios provenientes de resíduos sólidos urbanos no Brasil, trata-se de uma fonte promissora e que pode trazer diversos benefícios em diferentes âmbitos, como, contribuindo para o desenvolvimento ambiental mais sustentável, uma vez que diminui as emissões de gases de efeito estufa, e desta forma contribui beneficentemente com a saúde humana, uma vez que diminui os problemas respiratórios.

Além de ser para o setor econômico uma opção bastante atrativa, que pode desta forma tornar o país um promissor, pois do ponto de vista socioeconômico esta fonte de energia poderá ser utilizada também para suprir outras demandas e tornar o país mais competitivo no setor.



### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABDEL-SHAFY, Hussein I.; MANSOUR, Mona SM. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian journal of petroleum*, v. 27, n. 4, p. 1275-1290, 2018.
- 2 Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe). *Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil - 2020*. São Paulo: Abrelpe; 2020.
- 3 AZEVEDO, Juliana Laboissière. A Economia Circular Aplicada no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa. In: *XI Congresso Nacional De Excelência Em Gestão*. 2015.
- 4 CARVALHO, Lopo José Infante da Câmara Lopo. Avaliação do potencial de produção de biogás a partir de biomassa proveniente de culturas dedicadas e de lamas de ETARI. 2010. Tese de Doutorado. ISA.
- 5 DE OLIVEIRA NEVES, Fabio. Inovações sociais e territoriais na gestão de resíduos sólidos urbanos. *Sociedade e Território*, v. 32, n. 1, p. 132-151, 2020.
- 6 FIGUEIREDO, Natalie Jimenez Verdi de. Utilização de biogás de aterro sanitário para geração de energia elétrica- Estudo de caso. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- 7 LEME, Marcio MV et al. Recuperação Energética de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil: abordagem econômica e ambiental. In: *Congresso de Inovação Tecnológica*. 2011.
- 8 MISTÉRIO, DE MINAS E. ENERGIA-MME. Resenha energética brasileira, exercício de 2008,(preliminar), Maio de 2020. Brasília: MME, 2020.
- 9 NADALETTI, W. C. et al. Potential use of landfill biogas in urban bus fleet in the Brazilian states: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 41, p. 277-283, 2015.
- 10 NEVES, Fábio de Oliveira; MENDONÇA, Francisco. Por uma leitura geográfico-cultural dos resíduos sólidos: reflexões para o debate na Geografia. *Cuadernos De Geografia ( Revista Colombiana De Geografia )*, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 153-169, 2016.
- 11 PASSOS, Daniel Sampaio. Biocombustíveis: estratégia de longo prazo do governo Lula e a barreira da concorrência internacional comparativa.
- 12 SÁ,R.J.S.;FÉLIX,I.B.; CRUZ, M.C.S.; SOUZA, L.L.R.; SOUZA, A. G. S.; AIRES, G.C.M. Energias renováveis: energia solar fotovoltaica e energia eólica. *Multidisciplinary Reviews*, v.2, n.1. p. 1-7,2019.