



**IX Encontro de Iniciação Científica e
Tecnológica
IX EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Campus Araraquara 6 de dezembro de
2025**



Conversão de Energia a partir do Biogás em Aterros Sanitários do Estado de São Paulo

ANA JÚLIA CHALEGRE BARBOZA¹

¹ Estudante de Engenharia de Controle e Automação; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Guarulhos (IFSP–GRU).

RESUMO: O projeto vigente aborda a conversão de energia a partir do biogás gerado em aterros sanitários do Estado de São Paulo, com o objetivo na utilização desse recurso como fonte renovável e sustentável. O biogás, gerado pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos urbanos, constitui uma opção viável para diminuir as emissões de gases de efeito estufa e para o aproveitamento energético dos resíduos. A proposta envolve a análise do potencial energético dos aterros sanitários em São Paulo, a identificação de tecnologias apropriadas para a captação, purificação e conversão do biogás, bem como a avaliação dos benefícios ambientais e econômicos resultantes da implementação desses sistemas. O projeto também considera o alinhamento com políticas públicas estaduais e nacionais de energia limpa e gestão de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: energia renovável; sustentabilidade; conversão energética; resíduos sólidos; aterros sanitários; aproveitamento energético.

INTRODUÇÃO

A população do planeta amplia-se significativamente ao longo dos anos e atualmente os habitantes do planeta são de aproximadamente 8,2 bilhões de pessoas. Em consequência da expansão urbana, o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) têm se tornado um dos principais desafios ambientais enfrentados pelas cidades contemporâneas. De acordo com Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024, publicado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2024) o país gera anualmente aproximadamente 81 milhões de toneladas de RSU, o que equivale a mais de 221 mil toneladas de resíduos geradas todos os dias, ou cerca de 382 kg de RSU por habitante durante o ano. O Estado de São Paulo, por concentrar a maior população contribui com uma parte considerável desse volume, o que torna imprescindível o desenvolvimento de estratégias de gestão sustentável para os resíduos.

Nos aterros sanitários, a decomposição orgânica dos resíduos sólidos sob condições anaeróbicas resulta na formação de biogás, uma combinação que contém principalmente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Hodiernamente, a quantidade de metano na atmosfera é de aproximadamente duas vezes e meia superior aos níveis pré-industriais e cresce de maneira constante (IEA, 2022). Embora o metano tenha uma vida útil atmosférica significativamente mais curta do que o CO_2 (cerca de 12 anos, em contraste com séculos para o CO_2), ele é um gás de efeito estufa muito mais potente, pois absorve uma quantidade considerável de energia durante seu tempo na atmosfera, segundo IEA (2022). No entanto, quando adequadamente capturado e utilizado, o biogás pode ser transformado em energia elétrica, térmica ou biometano, tornando-se uma fonte renovável de energia e uma ferramenta eficaz para a redução de emissões.

Apesar do biogás ter um grande potencial energético e ambiental, a maioria dos aterros sanitários em São Paulo ainda não implementaram sistemas para sua captação e utilização. Apenas uma pequena parcela dos aterros sanitários possui sistemas ativos de geração de energia a partir do biogás. Essa situação evidencia obstáculos técnicos, financeiros e institucionais que dificultam a implementação de tecnologias de conversão energética, levando ao desperdício de um recurso renovável e à emissão constante de metano na atmosfera. Nesse cenário, a seguinte pergunta orientadora emerge: De que maneira o aproveitamento energético do biogás gerado em aterros sanitários pode auxiliar na matriz energética renovável e na sustentabilidade ambiental do Estado de São Paulo?

O biogás apresenta um considerável potencial para a produção de energia, podendo ser transformado em eletricidade, energia térmica ou biometano. Essa versatilidade permite substituir os combustíveis fósseis e auxilia na variedade das fontes de energia (ABREMA, 2024). A transformação desse material residual acontece através da combustão, pois, após a digestão anaeróbica dos resíduos realizada por um biodigestor, a quebra da energia química que cria o gás é convertida em energia mecânica, que impulsiona um gerador, possibilitando a geração de energia elétrica (EESI, 2017; PINTO et al., 2022). Além de produzir energia limpa e descentralizada, seu uso diminui as emissões de gases de efeito estufa. Isso ocorre porque o metano, que tem um potencial de aquecimento global aproximadamente 28 vezes maior que o do CO₂ em um período de 100 anos conforme jornal UNESP (2025), é convertido em dióxido de carbono durante a combustão, reduzindo seu efeito no clima. O uso do biogás também ajuda a melhorar o controle ambiental dos aterros, reduzindo odores e o risco de explosões, incentivando também a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Dessa maneira, levar em consideração a conversão do biogás ajuda a impulsionar a economia circular, gera novas oportunidades de trabalho sustentáveis e auxilia no alcance dos objetivos de sustentabilidade e mudança no setor de energia, conforme definido na Agenda 2030 da ONU (2015) e pela Ellen Macarthur Foundation (2019).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Reis [s.d], o biogás é produzido a partir da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos, tanto de origem vegetal quanto animal, isto é, uma grande oportunidade de aplicabilidade de todo o resíduo sólido de aterros sanitários para a geração de biogás. Nessa lógica, esse processo dá origem a alguns gases, dentre eles o principal que é o metano e por conseguinte o dióxido de carbono. Por suas propriedades, o metano é um combustível que pode ser aproveitado para gerar energia térmica, elétrica e como combustível para veículos. Para que o biogás seja produzido é necessário que a decomposição seja feita em um biodigestor, onde será realizada em um ambiente adequado, sem a presença de oxigênio. As grandes vantagens de um biodigestor são: (a) os microrganismos se desenvolvem naturalmente no equipamento; (b) há o aproveitamento do biogás para geração de energia; (c) É possível aproveitar o biofertilizante (um efluente líquido rico em nutrientes); (d) são reduzidos os custos com energia; (e) há a atenuação de emissões gasosas e da poluição dos recursos naturais (CATALISA, 2021).

Para contextualizar, é válido definir o que é um aterro sanitário e sua diferença para aterros controlados e lixões. De acordo com a química Jennifer Rocha Vargas Fogaça [s.d.], os aterros sanitários são locais onde há o preparo do solo para torná-lo impermeável, com nivelamento de terra e com a selagem da base com argila e mantas de PVC, além do recolhimento do chorume para ser tratado e de receberem uma camada de terra que é compactada com tratores, ajudando a dificultar o acesso de animais e insetos que podem transmitir doenças, ajudando a reduzir a entrada de oxigênio e impedir o crescimento de algumas bactérias. Por outro lado, os aterros controlados são bem semelhantes aos lixões, mas eles têm uma camada de terra por cima para evitar que os resíduos fiquem expostos. Por fim, os lixões são espaços onde os resíduos industriais e urbanos são depositados sem nenhum preparo, provocando contaminação do solo, doenças aos seres humanos, grande emissão de gases de efeito estufa produzidos na decomposição dos resíduos; desperdício de materiais que poderiam ser reaproveitados resultando em perdas financeiras entre diversos outros fatores. Levando isso em consideração, levanta-se uma questão crucial: quais os benefícios do aproveitamento do biogás nos aterros sanitários?

Existem três esferas principais que apresentam vantagens do uso do biogás, são elas: Ambiental, econômica e social. Na área ambiental observa-se uma expressiva redução na emissão de gases de efeito estufa, há a geração de energia, a proteção das águas, solos e produção de biofertilizantes. Já na área econômica, um dos grandes proveitos é promover a economia circular, que é uma fonte de renda sustentável, tanto para grandes indústrias quanto para pequenas propriedades rurais. Similarmente, na esfera social é possível notar mudanças como a geração de empregos e avanços na qualidade de vida (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019; SOLUÇÕES EDP, 2024).

METODOLOGIA

A pesquisa vigente adotará uma abordagem quantitativa e qualitativa, organizada em fases sequenciais: (I) Revisão de relatórios sobre as propostas de conversão energética nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos dos municípios de São Paulo; (II) Elaborar estratégias para abordagem dos municípios que declararam pretender implantar plantas de conversão de energia em seus aterros sanitários; (III) Preparar questionário online buscando prospectar dados dos empreendimentos implantados; (IV) Efetuar os contatos com os servidores municipais para identificar se as soluções foram implantadas; (V) Efetuar visitas técnicas em plantas que tenham sido implantadas e sistematizar os dados obtidos.

Na primeira etapa, a revisão documental sobre as propostas de conversão energética nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos foi feita a partir da coleta de dados de órgãos oficiais, relatórios ambientais e bases, com o intuito de identificar diretrizes, metas, cronogramas e justificativas apresentadas pelos municípios, destacando aqueles que possuem previsão de uso do biogás em aterros sanitários. Em seguida, foi elaborado estratégias para abordagem dos municípios que declararam pretender implantar plantas de conversão de energia em seus aterros sanitários, com isso, a estratégia utilizada está sendo feita a partir do contato com as prefeituras via e-mail, contudo, em caso de não haver retorno será necessário buscar novas alternativas de contato. O objetivo dessa etapa é entender em que estágio estão os projetos,

quais são os principais desafios técnicos e financeiros, além de conhecer a participação de empresas concessionárias ou parcerias público-privadas nesse processo de implantação.

Na terceira etapa, é essencial preparar questionários que explorem os dados dos projetos implementados, criar e aplicar um questionário eletrônico, com perguntas tanto fechadas quanto abertas, direcionado aos gestores e técnicos responsáveis pelos aterros sanitários e pela gestão de resíduos sólidos nos municípios. Na quarta etapa, será contatado diretamente servidores municipais e operadores dos aterros para verificar se as soluções de conversão energética estão sendo realmente implementadas. Igualmente, reconhecer possíveis obstáculos técnicos, legais ou administrativos que possam estar dificultando essa implantação. Essa etapa é importante para confirmar se as ações previstas nos planos municipais estão acontecendo mesmo, além de entender os motivos pelos quais alguns projetos ainda não foram concretizados.

Por fim, na quinta etapa planeja-se realizar um estudo prático por meio de visitas especializadas a aterros que já implementaram sistemas para usar a energia do biogás. Durante essas visitas, o propósito é examinar como essas instalações operam, descobrir quais tecnologias são empregadas para captar, refinar e transformar o biogás, e reunir informações técnicas sobre a operação, a produção e a eficiência desses sistemas. Posteriormente, os dados coletados de diferentes cidades serão comparados e juntados em um relatório que irá mostrar um resumo da situação da conversão de biogás em energia no estado de São Paulo.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste estudo permitirá compreender a transformação do biogás de aterros sanitários em energia, sendo uma opção promissora para diminuir os impactos ambientais e fortalecer a matriz energética renovável de São Paulo. Quando o biogás é adequadamente captado e tratado, ele se transforma em uma fonte de energia limpa, podendo substituir combustíveis fósseis, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e auxiliar no alcance das metas de sustentabilidade.

No entanto, é notório os desafios relacionados à infraestrutura, financiamento e capacitação técnica nos municípios paulistas. Contudo, a adoção de políticas públicas integradas e o incentivo à inovação tecnológica podem impulsionar significativamente o uso do biogás como vetor energético e ambiental.

Assim, pode-se concluir que a utilização energética do biogás em aterros sanitários não só contribui para a destinação sustentável dos resíduos sólidos urbanos, como também incentiva a economia circular, cria empregos verdes e fortalece o compromisso do Estado de São Paulo com a transição para uma economia de baixo carbono.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao orientador João Alves Pacheco pela sua contribuição, orientação e pelos esclarecimentos oferecidos ao longo do desenvolvimento do trabalho, além de sua constante disponibilidade. Seu conhecimento, incentivo e compromisso acadêmico são fundamentais para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREMA** – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2024/12/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-2024.pdf>. Acesso em: 19 out. 2025
- CATALISA**. Biodigestores: alternativa que concilia a redução de custos com a sustentabilidade! 2021. Disponível em: <https://catalisajr.com.br/biodigestores/>. Acesso em: 20 out. 2025
- EESI**. Fact Sheet: Biogas – Converting Waste to Energy. Washington, DC: Environmental and Energy Study Institute, 2017. Disponível em: <https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-biogasconverting-waste-to-energy>. Acesso em: 18 out. 2025.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION**. Completando a figura: como a economia circular ajuda a enfrentar as mudanças climáticas. 2019. Disponível em: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/51d7f731e5e70179/original/Completando-a-figura-Como-a-economia-circular-ajuda-a-enfrentar-as-mudanc-as-clima-ticas.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025
- FOGAÇA**, Jennifer Rocha Vargas. Diferença entre lixo, aterro controlado e aterro sanitário. Mundo Educação, [s.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/diferenca-entre-lixao-aterro-controlado-aterro-sanitario.htm>. Acesso em: 22 out. 2025
- IEA** – International Energy Agency. Global Methane Tracker 2022: Methane and climate change. Paris: IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022/methane-and-climate-change>. Acesso em: 29 out. 2025.
- JORNAL UNESP**. Novos estudos apresentam estratégias para pecuária brasileira reduzir emissões de metano, que bateram recorde. Jornal Unesp, 17 out. 2025. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2025/10/17/novos-estudos-apresentam-estrategias-para-pecuaria-brasileira-reduzir-emissoes-de-metano-que-bateram-recorde/>. Acesso em: 28 out. 2025
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU)**. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 20 out. 2025
- PINTO et al., (2022)**. Panorama das emissões de metano e implicações do uso de diferentes métricas. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getúlio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/relatorio_assad_estudo_metano_diferentes_metricas.pdf . Acesso em: 18 out. 2025
- REIS, Liege**. O que é o biogás? CIBIOGÁS Energias Renováveis, [s.d.]. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog/o-que-e-biogas/>. Acesso em: 11 out. 2025
- SOLUÇÕES EDP**. O que é biogás? Confira 5 benefícios dessa solução! 11 nov. 2024. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br/blog/biogas/>. Acesso em: 12 out. 2025