

CAPTAÇÃO DE BIOGÁS EM ATERRO SANITÁRIO PARA REUTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

BIOGAS CAPTURE IN SANITARY LANDFILLS FOR SUSTAINABLE REUSE

Paola Fernanda da Silva Bello¹

Sabrina Lages Coelho²

RESUMO: O estudo busca apresentar formas e alternativas sustentáveis para a diminuição dos problemas resultantes do biogás oriundo do aterro sanitário. Ao longo dos anos a produção de lixo aumenta e consequentemente os problemas relacionados aos gases presentes consistem em se agravar também. O biogás é um gás resultante da composição de resíduos orgânicos, constituído por gás carbônico e metano. O gás metano quando solto no ar é um dos principais motivos do aquecimento global, por isso em sua maioria é queimado nos aterros sanitários, assim transformando-se em gás carbônico e diminuindo seu potencial para o efeito estufa. Mediante a isso será apresentado uma forma de reutilização, de maneira sustentável, o biogás emitido pelo lixo. Apresentando através deste estudo uma forma de ao invés de queimarmos este gás, reaproveitarmos como combustível para geração de energia elétrica.

Palavras-chave: Biogás. Aterro Sanitário. Energia Elétrica. Sustentabilidade.

ABSTRACT: The study seeks to present sustainable ways and alternatives to reduce the problems resulting from biogas coming from the landfill. Over the years, the production of waste increases and, consequently, the problems related to the gases present are also getting worse. Biogas is a gas resulting from the composition of organic waste, consisting of carbon dioxide and methane. When methane gas is released into the air, it is one of the main reasons for global warming, which is why most of it is burned in landfills, thus transforming itself into carbon dioxide and reducing its potential for the greenhouse effect. Through this, a way to reuse, in a sustainable way, the biogas emitted by waste will be presented. Introducing through this study a way to instead of burning this gas, reuse it as fuel to generate electricity.

1342

Keywords: Biogas. Landfill. Electricity. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os grandes centros urbanos têm ficado cada vez mais populosos e essa superpopulação tem gerado consequências às cidades e também ao meio ambiente, dentre estas, está o acúmulo de resíduos sólidos produzidos pela população urbana, resíduos estes, que por vezes, não tem lugar adequado para sua destinação e acabam em aterros sanitários, que são locais destinados ao descarte dos resíduos sólidos produzidos pela população.

Aterro Sanitário é um local longe dos grandes centros urbanos construído pelo poder público em grandes extensões de terra para que sejam despejados os resíduos sólidos não usados

¹ E-mail: paolafernanda.bello@hotmail.com.

²

e rejeitados pelo homem, ou seja, o lixo descartado. Esses locais, geralmente são cercados de vegetação ou áreas verdes, são criados com o objetivo de reduzir o impacto gerado pelo impacto que a produção de lixo ocasiona no mundo, especialmente os impactos que causam a contaminação do solo, da água e do ar (TODA MATÉRIA, 2021).

Os aterros sanitários ainda devem ser construídos com uma base composta por uma camada impermeável de plástico que evita a passagem do chorume - líquido escuro proveniente de matérias orgânicas em putrefação que contém alta carga poluidora - para os lençóis freáticos, e essa mesma manta é colocada a cada 5 metros de lixo acumulados verticalmente. Além disto, o aterro também possui um sistema para a captação do biogás que normalmente é queimado para se transformar em gás carbônico que é menos nocivo ao meio ambiente.

O biogás que antes, era “conhecido como gás dos pântanos, é um tipo de gás inflamável, constituído principalmente por uma mistura de hidrocarbonetos como o dióxido de carbono (CO_2) e gás metano (CH_4)”. É considerado um “biocombustível por ser uma fonte de energia renovável”, podendo conseguido de forma natural ou ser produzido artificialmente. Em sua forma natural é produzido através da ação de bactérias na “decomposição da matéria orgânica (biomassa), como lixo doméstico, resíduos industriais vegetais, esterco de animais e outros”, podendo seu processo natural ocorrer em “pântanos, mangues, lagos e rios”. Já o processo de obtenção do biogás de forma artificial ocorre pela “utilização de um reator químico-biológico denominado Biodigestor Anaeróbico”, que são “tanques isolados do ar atmosférico, que servem para produzir biogás e biofertilizantes a partir de efluentes orgânicos”. Vale lembrar que para obter o biogás é “necessário obedecer a critérios de fermentação, temperatura, umidade, acidez e ausência de oxigênio”, tais procedimentos é necessário visto que este é um gás inflamável (SILVA, 2021, n.p.).

1343

Com o passar dos anos, vários estudos foram realizados no tocante a viabilidade do uso do biogás e verificou-se que sua utilização para o desenvolvimento sustentável de energia elétrica requer uma preparação do aterro sanitário com maquinários específicos para que a coleta efetiva seja possível e que sua conversão de biogás para energia elétrica, se resume em apenas três etapas: 1) os resíduos devidamente separados e classificados são depositados em um biodigestor, que é um equipamento propício para acelerar o processo de decomposição destes resíduos, para assim efetuar uma digestão anaeróbia deles; 2) a decomposição de energia química que é gerada pelo gás é transformada em energia mecânica; 3) o gerador é ativado, equipamento pelo qual é

produzido especificamente para coletar, limpar e transformar gases prejudiciais localizados nos aterros sanitários em produção de energia elétrica (REIS, 2020).

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo, apresentar formas que podem ser utilizadas para reaproveitar os resíduos sólidos depositados nos aterros sanitários urbanos de modo que contribua tanto para o meio ambiente quanto para a própria população, a qual será beneficiada podendo utilizar deste recurso para diversos modos de reutilização de energia, sendo elas domiciliar ou iluminação pública.

O estudo justifica-se diante da importância que se tem o tema, quando se leva em consideração a quantidade de aterros sanitários existentes no país e da produção de resíduos sólidos que é cada vez maior. Embora haja desvantagens na utilização do biogás, este, também traz grandes benefícios, tanto em relação a geração de energia, quanto benefícios para o meio ambiente.

A metodologia utilizada para a elaboração deste estudo foi à pesquisa bibliográfica, utilizando-se de um olhar didática e aprofundada através de estudos de terceiros disponíveis em resumos, artigos científicos, monografias, relatórios e resenhas relacionados ao tema da pesquisa, por meio de busca no Google Acadêmico e sites que tratam do tema aqui estudado, realizada no período de janeiro a novembro de 2021.

2 BIOGAS

O biogás é composto principalmente por metano (CH_4) e gás carbono (CO_2) e se tornou uma fonte muito bem-vista como possível método de desenvolvimento de energia sustentável, durante anos de estudos e descobertas e em sua maioria é desenvolvido através de aterros sanitários, que segundo dados citados por Milanez et al (2018, p. 253), são “responsáveis por 51% da produção deste gás” e com a intenção de reduzir a propagação indevida e inutilizada deste excelente componente químico, ideias de reaproveitamento surgiram.

Para Fogaça (2021, n.p.) o biogás é um “recurso energético renovável que deriva da decomposição de matéria orgânica”, constituído em “sua maioria por metano e gás carbônico” e sua fabricação se “dá em aterros sanitários que coletam e tratam os gases produzidos pelo lixo que seriam liberados na atmosfera”.

2.1 Conceito e História do Biogás

O biogás é um “combustível renovável e ecológico obtido a partir da digestão anaeróbia, ou seja, em ambiente (normalmente um biorreator) com ausência de oxigênio, de matéria

orgânica pela ação de bactérias”, processo este, que ocorre “naturalmente em ecossistemas como pântanos, mares, lagos, jazidas de petróleo, minas de carvão e em aterros sanitários, e pode ser feito em um Sistema de Biodigestão em demanda industrial” (QUEVEDO, 2016, n.p.).

Para Farias (2010, p. 13) após a coleta dos resíduos sólidos urbanos que são dispensados nos aterros sanitários e que contêm matéria orgânica biodegradável ocorre o “processo de digestão anaeróbia dos resíduos pela ação de microrganismos que transformam a matéria orgânica em um gás conhecido no mundo como Metano sendo este denominado Biogás”, que nada mais é do que “uma mistura de gases composto, basicamente, por metano (CH_4) entre outros gases”. O autor ainda define metano como:

Um gás que não possui cor (incolor) nem cheiro (inodoro). Considerado um dos mais simples hidrocarbonetos, possui pouca solubilidade na água e, quando adicionado ao ar, torna-se altamente explosivo. O metano é produzido através dos seguintes processos naturais: - Decomposição de lixo orgânico; - Digestão de animais herbívoros; - Metabolismo de certos tipos de bactérias; - Vulcões de lama; - Extração de combustíveis minerais (principalmente o petróleo); - Aquecimento de biomassa anaeróbica (FARIAS, 2010, p. 13).

O biogás pode ser encontrado em sua forma “gasosa e composto por cerca de 60% do hidrocarboneto metano (CH_4), 35% de dióxido de carbono (CO_2) e 5% de outros compostos como hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas e oxigênio” (QUEVEDO, 2016, n.p.). E dependendo da forma e condições de como for produzido, o biogás “pode conter cerca de 40 a 80% de metano”, que pode ser encontrado na “atmosfera na proporção aproximada de 1,7 ppm (partículas por milhão)” e como pode ser “produzido através de matéria orgânica, pode ser chamado de biogás. Desta forma, é utilizado como fonte de energia” (FARIAS, 2010, p. 13). Segundo Quevedo o Biogás é uma

Alternativa ao gás natural no que diz respeito à cogeração de energia, uso industrial, síntese de produtos químicos e produção de outros combustíveis líquidos, podendo também ser utilizado como matéria-prima para a obtenção de biometano, através de um processo de purificação chamado *Upgrading* (QUEVEDO, 2016, n.p.).

De acordo com Quevedo (2016) o biogás foi descoberto em 1661, mas só teve mecanismos do processo de decomposição anaeróbia desenvolvidos por Ulysse Gayon no Século XIX que teve a ideia de testar seus estudos e realizar uma mistura química entre estrume e água a 35°C , obtendo 100 litros de gás por m^3 de matéria, assim despertando a ideia de que seria possivelmente uma fonte de energia sustentável. Sendo que a primeira pessoa a sugerir o uso do biogás como combustível no aquecimento e na iluminação pública foi Louis Pasteur, tendo sua ideia implementada 1857, na Índia e os primeiros países a produzi-lo a partir de dejetos e resíduos orgânicos e a utilizá-lo como alternativa na geração de energia foi a China e a Índia (QUEVEDO, 2016).

Depois, em 1895, na Inglaterra ocorreu o primeiro relato de coleta de biogás através do processo de digestão anaeróbica em uma estação de tratamento de fluentes. Através da digestão

anaeróbica, devido ao seu processo fermentativo pelo qual a matéria orgânica é submetida, ocorre uma degradação transformando-as em compostos mais simples, através da ação de diversos micro-organismos que interagem simultaneamente até a sua formação final, metano e gás carbono.

2.2 O Biogás no Brasil

Para a BGS Equipamentos (2021) a história do biogás no Brasil iniciou na crise do petróleo que ocorreu na década de 70, onde se construiu um dos primeiros biodigestores do país na Granja do Torto em Brasília, em novembro de 1979, o projeto demonstrou que era possível abrigar uma unidade de biogás utilizando materiais simples e de baixo custo, além de incentivar o governo em relação ao Programa de Mobilização Energética (PME) no início da década de 80 a estimular a instalação de unidades produtoras de biogás em propriedades rurais. Nesta época só nas regiões sul, sudeste e centro-oeste foram instalados cerca de 7 mil biodigestores, porém, surgiram alguns problemas relacionados a operacionalização, principalmente no tocante a falta de informações e capacitação o que fez com que o sistema tivesse baixa eficiência e que muitos produtores rurais acabassem por abandonar o uso dessa tecnologia, período que foi considerado o primeiro ciclo da utilização do biogás no Brasil. Já o segundo ciclo, iniciou em meados dos anos 2000 com o advento:

Do mercado de créditos de carbono que mobilizou recursos para a construção de biodigestores, em especial em propriedades rurais com criação de suínos de médio e grande porte, visando à coleta e combustão do biogás. No contexto do mercado de créditos de carbono, os gases gerados pelos dejetos expostos, em geral em lagoas ou esterqueiras abertas, e não coletados, quando emitidos para atmosfera contribuem negativamente para o aumento do efeito estufa ou aumento da temperatura da Terra. Neste caso, os recursos dos créditos de carbono são aplicados em tecnologias capazes de minimizar este efeito sendo o biodigestor uma destas tecnologias. Estima-se que entre 2005 e 2013 foram instalados no Brasil cerca de 1.000 biodigestores considerando os incentivos financeiros dos créditos de carbono (BGS EQUIPAMENTOS, 2021, n.p).

A partir do século XXI, o governo federal e empresas privadas começaram a dar mais atenção para o biogás, facilitando o desenvolvimento do biogás na América do Sul e o biogás voltou a ser pauta de discussão em relação ao seu uso como “alternativa para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e os Créditos de Carbono” entre os anos de 1990 aos anos 2000. Em 2008 aconteceu a explosão da energia limpa e no período de “2005 a 2013, cerca de 1.000 biodigestores foram instalados no Brasil a partir dos incentivos do mercado de Crédito de carbono” em decorrência do desenvolvimento do mercado de Créditos de carbono – que permitiu soluções para “propriedades rurais com criação de suínos para produção de biogás, novos biodigestores foram instalados”. No entanto, embora houvesse uma grande “representatividade do agronegócio no Brasil, ainda existia um pequeno número de unidades instaladas”. Nos anos seguidos houve vários progressos em relação ao uso do biogás no Brasil, até que em “2015, 43 veículos foram

convertidos para o uso do biometano, a alternativa reduziu em 3% o consumo de combustíveis fósseis”, em 2012, foi aprovada a Resolução N° 482 e “a partir desta decisão o consumidor brasileiro tem autorização para gerar a sua própria energia elétrica a partir de alternativas renováveis” (REIS, 2020, n.p.).

Em relação aos resíduos sólidos, em 2016 o Brasil mostrava que 3.326 de seus municípios “destinam seus resíduos sólidos para locais impróprios. Isso equivale a 59,7% dos municípios”, sendo que “76,5 milhões de pessoas sofrem os impactos negativos causados pela destinação inadequada dos resíduos”. De acordo com Carlos Silva Filho, Diretor Presidente da ABRELPE “80% dos resíduos que chegam aos nossos oceanos têm origem nas cidades. As fontes terrestres de lixo marinho plástico são numerosas” e abarcam o “descarte direto de resíduos bem como a liberação de partículas de plástico através de águas residuais e efluentes” (ABRELPE, 2016, apud RUFINO, 2021, n.p.).

De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a produção de energia elétrica a partir do biogás:

Cresceu 14% em 2017 comparado ao ano de 2016. Esse crescimento se deve ao volume distribuído de 35 usinas que aproveitam os rejeitos urbanos, da pecuária e da agroindústria para transformar em eletricidade. Isso corresponde à capacidade de abastecer uma cidade com 470 mil pessoas apenas com o biogás, conforme cálculos realizados pela Associação Brasileira de Biogás e Biometano (ABIOGÁS). Entretanto, isso ainda equivale a 0,0817% da matriz energética do Brasil, sendo que são deixados de gerar 115 mil GWh com o não aproveitamento do biogás, ou seja, isso poderia abastecer 25% da energia consumida em 2016 (ANEEL, 2017 apud RUFINO, 2021, n.p.).

1347

Na busca por um Brasil mais sustentável, em 2017 foi implantada a Unidade de Demonstração de Biogás e Biometano, projeto este, que observou a alimentação e tratamento local dos resíduos orgânicos produzidos por restaurantes do complexo Itaipu, produzindo biometano para ser usado como combustível na frota de veículos e biofertilizante para recuperação de áreas degradadas. Além disso, também foi instituído através da Lei Lei nº 13.576/2017, o programa federal RenovaBio foi instituído para ser uma Política Nacional de Biocombustíveis, que estabeleceu metas nacionais anuais de descarbonização para o setor de combustíveis, a fim de incentivar a ampliação da produção e da participação de biocombustíveis na matriz energética de transportes do país (REIS, 2020).

Em relação aos planejamentos futuros, o Plano Decenal de Expansão em 2026 (PDE) apreciou pela primeira vez o “biogás no plano de expansão energética e a previsão é de que até 2025 o Brasil produza diariamente 10,7 milhões de m³/dia” (ABRELPE, 2016 apud RUFINO, 2021, n.p.). Em relação aos índices de disposição final de RSU apresentados em 2016, estes, “apresentaram retrocesso no encaminhamento ambientalmente adequado dos RSU coletados, passando a 58,4% do montante anual disposto em aterros sanitários”. Quanto às unidades impróprias como “lixões e aterros controlados ainda estão presentes em todas as regiões do país

e receberam mais de 81 mil toneladas de resíduos por dia, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos na saúde” (ABRELPE, 2016 apud RUFINO, 2021, n.p).

De acordo com Reis (2020, n.p), um estudo realizado entre dezembro de 2019 e março de 2020 em relação ao panorama do Biogás no Brasil, demonstrou que em 2019 o Brasil apresentou mais de “400 plantas ativas voltadas para energia elétrica como atividade principal”. Segundo o pesquisador, o Brasil é “um dos países com o maior potencial energético do mundo”, com número que “equivale a cerca de 84,6 bilhões de metros cúbicos/ano”. Diante destes números, “temos 86% das plantas voltadas para energia elétrica como atividade principal” e “com isso, a produção dos derivados do biogás vem se sobressaindo”.

2.3 A Captação do Biogás em Aterro Sanitário para Reutilização Sustentável

Atualmente a instalação de biodigestores e o uso de biogás é uma tecnologia considerada avançada e com grande potencialidade de aplicação em âmbito global, assim como já é muito utilizada em países como China e Índia, o Brasil já possui algumas unidades e tem grande potencial, visto que sua identidade é o agronegócio, porém ainda possui um número pequeno de unidades instaladas se comparado aos países citados (BGS EQUIPAMENTOS, 2021).

De acordo com Silva (2021, n.p.) o biogás pode ser aplicado em várias situações, tais como “lâmpioes, aquecimento de fogões, combustível para motores de combustão interna, geladeiras, chocadeiras, secadores de grãos ou secadores diversos, geração de energias elétrica, térmica e mecânica”. Sendo que a intenção principal é “utilizar o biogás para substituir os gases de origem mineral, como o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), usado como gás de cozinha, GN (Gás Natural), usado em equipamentos domésticos e GNV (Gás Natural Veicular)”. Além de também ser “uma alternativa de geração de energia para abastecer comunidades isoladas, e o aproveitamento deste tipo de gás proveniente de aterro sanitário e de tratamento de esgoto representa uma destinação mais sustentável aos resíduos” (SILVA, 2021, n.p.).

Em relação ao aterro sanitário, Ferreira entende que este, é uma das alternativas de:

Tratamento para esses resíduos sólidos, os aterros possuem um solo impermeabilizado para que não haja a contaminação das áreas do entorno e também acontece a monitoria das emissões de gases, são utilizados métodos para armazenar os dejetos na menor área possível para se obter um menor volume, sendo assim cobertos frequentemente com camadas de terra (FERREIRA, 2011, p.13).

De acordo com Silva (2021, n.p.) aos micro-organismos encontrados nos resíduos sólidos (lixo) se “proliferam, ocorrendo a fermentação e promovendo a liberação do biogás. Assim, nos aterros sanitários de lixo urbano, há dutos que captam os gases liberados”. Gases esses, que são limpos e “desumidificação”, depois passam pelo processo de pressurização e são “queimados em flares, onde o metano (CH₄) é transformado em gás carbônico (CO₂), que possui um potencial de aquecimento global cerca de 20 vezes menor”.

O tratamento do biogás realizado por meio de sua extração através de um filtro para que haja a retirada das partículas de materiais que foram arrastadas com o gás, depois, o biogás é conduzido a um onde ocorre o processo de separação de líquidos, chamado de desumidificação que separa casuais gotículas de líquidos reprimidas no biogás. Esta fase líquida deve ser drenada através de gravidade para um tanque de coleta condensada e depois é bombeado para o sistema de coleta de chorume para receber tratamento. Desta forma, o biogás, já sem as partículas sólidas as gotículas líquidas, passa pelo soprador e é conduzido para a queima controlada no flare e/ou para outros sistemas de aproveitamento energético, tendo sua vazão de biogás controlada por uma válvula e por um inversor de frequência, que quando acionado succiona o biogás do interior do aterro (ALMEIDA, 2016; DOS SANTOS, 2011).

Após esse processo para obtenção do biogás, este, pode ser utilizado em “caldeiras e veículos”, podendo ser aproveitado em “motogeradores instalados nos aterros sanitários para geração de energia elétrica e o calor rejeitado pelos motores pode ser usado pelo aterro para realizar a evaporação do chorume”. Além já existir uma tecnologia que possibilita seu uso para “iluminar e aquecer áreas urbanas e rurais, em que se combina utilização do gás como matéria-prima principal com a automatização que possui para acender e apagar os postes de iluminação” (SILVA, 2021, n.p.). Em relação aos resíduos que sobram da queima do biogás (substância com aspecto de lodo que contém água, sais minerais e microrganismos), estas, podem ser utilizadas como fertilizantes (SILVA, 2021; ALMEIDA, 2016).

3 LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO

Visando verificar a viabilidade através de cálculos e projeções, foi-se levantando um estudo do aterro sanitário da cidade de Vassouras localizada na região do Vale do Café.

Logo que assumiu a Prefeitura, em janeiro de 2009, o prefeito Renan Vinícius (PSB) enfrentou uma realidade que nem sempre fazia parte das maiores preocupações do vassourense: o município tratava muito mal a questão ambiental. O Ministério Público conseguiu o bloqueio das contas para obrigar a Prefeitura a resolver o problema do lixão de Triunfo: um terreno onde todo o lixo produzido pelo município era depositado, causando enormes problemas ambientais em toda a região.

Com isso, o novo prefeito decidiu tomar a seguinte iniciativa:

O lixo parou de ser levado para o terreno, que foi remediado. Na sexta, dia 11 de maio de 2012, Vassouras deu outro grande passo no sentido de se tornar um município ecologicamente correto: foi inaugurado o Aterro Sanitário do município, instalado às margens da BR 393, sentido Cananéia, na estrada Teixeira Leite. Segundo o prefeito Renan o aterro resolve o problema do lixo em Vassouras por duas décadas. “Os indicadores sociais de Vassouras vão melhorar a partir desta inauguração”, exaltou.

O aterro sanitário de Vassouras foi inaugurado em maio de 2012, ocupando 8.000m² de área construída (Figura 1). Composto por galpões de coletas seletivas, tratamento de lixo

hospitalar e também descarte de pilhas e baterias. O Aterro conta também com trituradores de galhos e entulhos de obras que, reciclados, são utilizados em obras públicas.



Figura 1: Local de ocupação do aterro sanitário de Vassouras.

O Aterro sanitário de Vassouras além de atender a cidade de Vassouras, ele também é responsável pela finalização do lixo das cidades de Barra do Piraí, Rio das Flores e Valença. 1350

Segundo informações do IBGE em 2010, Vassouras tinha 34.410 habitantes (IBGE, 2010) sendo composta por uma área de 552.438 km² (Figura 2), já a cidade de Barra do Piraí constava 94.778 habitantes (IBGE, 2010), Rio das Flores possuía 8.561 (IBGE, 2010) e Valença 88.673 habitantes (IBGE, 2010).

População no último censo

Vassouras: 34.410 pessoas

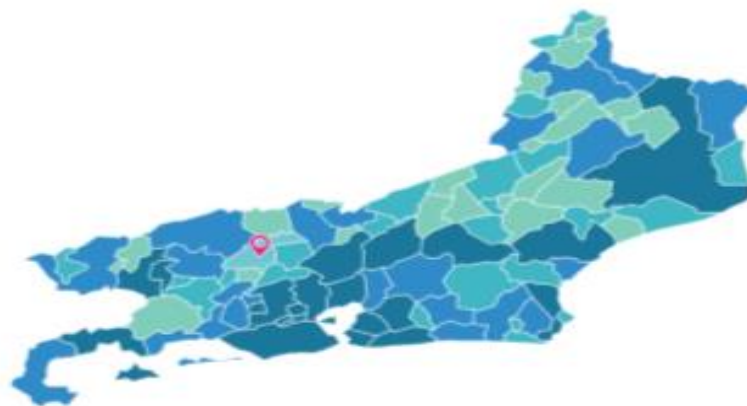


Figura 2: Território regional.

Com base em estudos cada pessoa gera em torno de 1 kg de lixo por dia, assim podemos especular que o aterro sanitário de Vassouras, gera por ano em torno de 82.644.030 kg de lixo. Para que o processo de evolução na estrutura do aterro sanitário visando a possibilidade de conversão de todo este lixo em biogás seja viável, o aterro precisaria gerar um quantitativo mais elevado.

O processo de conversão é feito através da queima do lixo em uma caldeira, que produz vapor a alta pressão e temperatura, e expandido depois em uma turbina a vapor, que, por sua vez, aciona um gerador elétrico, assim gerando energia (Figura 3).

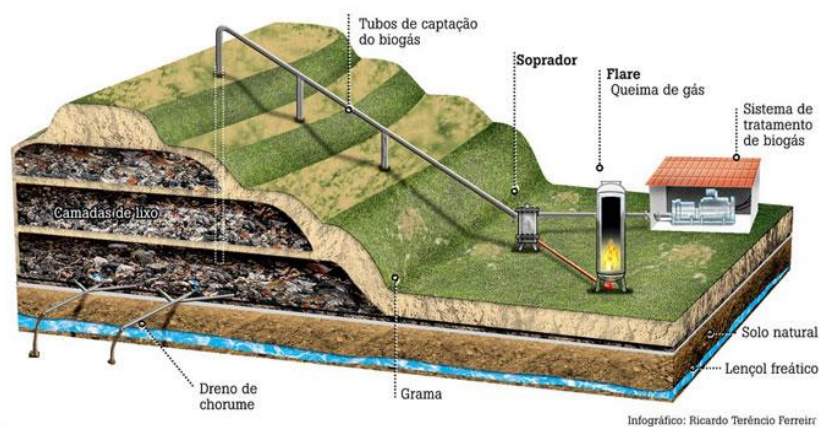


Figura 3: Modelo de projeto para a conversão de biogás em energia elétrica.

Já o processo de biodigestão anaeróbia pode ser feito em biodigestores especificamente projetados e construídos, nos quais o processo ocorre em condições otimizadas. Necessitam, assim, de todo um sistema para segregação dos resíduos orgânicos utilizados como matéria-prima.

CONCLUSÃO

Foi possível observar através do estudo em questão que o biogás pode ser conceituado como um recurso energético renovável, já que a tendência é que a população aumente e a proporção de resíduos sólidos produzidos também e faz-se necessário que haja uma destinação adequada para tais resíduos produzidos, visto que a deterioração destes no meio ambiente leva um período muito longo de tempo.

A deterioração da matéria orgânica é quase inesgotável e dá a possibilidade de gerar energia limpa, ou seja, ecologicamente correta, reduzindo a utilização de recursos fósseis, além de minimizar o problema causado para o poder público pela grande produção de lixo. Embora haja desvantagens na produção do biogás, devido a alta concentração de gás metano em sua constituição, o que contribui para o efeito estufa e o aquecimento global. Dai, a necessidade de que haja a modificação do metano em gás carbônico nos flares.

Em relação às vantagens, podemos observar que nos aterros há a instalação de dutos para coleta do chorume (líquido proveniente da decomposição de resíduos orgânicos que podem poluir os recursos hídricos), esta captação reduz os impactos ambientais, visto que esta não deixa que o chorume produzido polua a rede hídrica, recurso escasso e que precisa ser preservado. Além da possibilidade de utilização dos resíduos formados no biodigestor serem usados como fertilizante agrícola.

Apesar das desvantagens, conclui-se que o uso do biogás também pode trazer grandes benefícios, tanto para a população, tanto para o meio ambiente, além de gerar impactos econômicos e ambientais positivos, e reduzir a demanda de energia elétrica produzida pelas hidroelétricas.

Este tipo de empreendimento para o aterro sanitário de Vassouras, não seria viável visto que o custo de instalação dos mecanismos necessários para a conversão do lixo em biogás não seria suprido devido a pouca quantidade de biogás que seria possível gerar através do quantitativo de lixo produzido por ano na cidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lêdo Ivo José de. **Potencial de produção de biogás e energia elétrica a partir da remoção da matéria orgânica oriundo de tratamento de esgotamento sanitário na ETE Norte.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas.

1352

BGS EQUIPAMENTOS. **História do biogás.** BSG Equipamentos. Disponível em: <<https://www.bgsequipamentos.com.br/historia-do-biogas/>>. Acesso em 18 de novembro de 2021.

DOS SANTOS, Guilherme Garcia Dias. **Análise e perspectivas de alternativas de destinação dos resíduos sólidos urbanos: o caso da incineração e da disposição em aterros.** 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FARIA, Mário. **Aterro Sanitário: Biogás produzido em aterros sanitários, aspectos ambientais e aproveitamento do potencial energético.** 2010. 108 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético do Instituto de Eletrotécnica e Energia) - IEE da Universidade de São Paulo. Fagá, 2010.

FERREIRA, MAVÁ. **Injustiça ambiental associada à disposição final de resíduos sólidos urbanos em Macaé/RJ - Do vazadouro em Águas Maravilhosas ao aterro sanitário na BR-101, 2011.** 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Biogás.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-biogas.htm>>. Acesso em 18 de novembro de 2021.

MILANEZ, Artur Yabe et al. **Biogás de resíduos agroindustriais: panorama e perspectivas.** **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 47, p. 221-275, mar. 2018.

REIS, Liege. **Biogás e Energia Elétrica: como produzir eletricidade com resíduos orgânicos?** **Cibiogás Energias Renováveis**, 30 jun. 2020. Disponível em: <<https://cibiogas.org/blog-post/biogas-e-energia-eletrica-como-produzir-eletricidade-com-residuos-organicos/>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

RUFINO, Daniela Cristiano. **Biogás: o aproveitamento energético do gás metano gerado em aterros sanitários.** **Brasil Escola.** Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/biologia/biogas-aproveitamento-energico-gas-metano-gerado-aterros-sanitarios.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

SILVA, Débora. **Biogás. Todo Estudo.** Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/quimica/biogas>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

QUEVEDO, Renata Tomaz. **Biogás.** **InfoEscola**, 2016. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/combustiveis/biogas/>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

TODA MATÉRIA. **Aterro Sanitário.** **Toda Matéria.** Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/aterro-sanitario/>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

STACH, Airon Herbert Moreira. MEDEIROS, Giordani Pacífico. COSTA, Alessandro Nunes. DOMINGUES, Elder Geraldo. **Manual do Programa - Cálculo da viabilidade econômica de alternativas tecnológicas de geração de eletricidade utilizando o biogás gerado por aterros sanitários.** **Goiânia.** 2018. 24f. Disponível em: <<https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Manual%20do%20Programa%20-%20Gas%20de%20Aterro%20para%20Geracao%20de%20Eletricidade.pdf>> Acesso em: 10 de junho de 2022.

1353

FELCA, Aline Tathiana Alves. GLÓRIA, Raphael Felca. BARROS, Regina Manbeli. ALVES, Arnaldo Pereira. **Estimativa do potencial energético de um aterro sanitário por meio de duas metodologias.** **Universidade federal de Itajubá (UNIFEI).** 10f. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/articles/210604900.pdf>> Acesso em: 10 de junho de 2022.

NECKER, Helder Sumeck e ROSA, Ana Lúcia Denardin. **Estimativa teórica da geração de biogás do futuro aterro sanitário de Ji-Paraná – RO.** 2013. 9f. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria. Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET.**

REGATTIERI, Carlos Roberto. **Quantificação da emissão de biogás em aterro sanitário – Estudo de caso do aterro sanitário de São Carlos.** 2009, 138f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18135/tde-13012011-144938/publico/CarlosRobertoRegattieri.pdf>> Acesso em: 10 de junho de 2022.

SILVA, Gardênia Azevedo. **Estimativa da geração de biogás no aterro sanitário metropolitano de João Pessoa através de teste BMP.** 2012. 128f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal

da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5524/1/arquivototal.pdf> Acesso em: 10 de junho de 2022.

FERNANDES, Juliana Gonçalves. **Estudo da Emissão de Biogás em um Aterro Sanitário Experimental**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2009. 116f. Dissertação pós-graduação. Disponível em: <https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/516M.PDF> Acesso em: 03 de junho de 2022.

FERNANDES, Giovanna Loiola. SANTOS, Ivan Felipe Silva. SILVA, Hellen Luisa Castro. BARROS, Regina Mambeli. **Geração de energia usando biogás de aterros sanitários no Brasil: um estudo de potencial energético e viabilidade econômica em função da população**. Universidade Federal de Itajubá. 2021. Artigo técnico. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/ZRswbT3dZ9ryJFWBGtmhXmr/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 03 de junho de 2022.

INEA. **Subsecretaria de saneamento ambiental da seas se reúne com consórcio intermunicipal de gestão de resíduos Sólidos do Vale do Café, Vassouras**. INEA – Instituto estadual do ambiente. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/subsecretaria-de-saneamento-ambiental-da-seas-se-reune-com-consorcio-intermunicipal-de-gestao-de-residuos-solidos-do-vale-do-cafe-em-vassouras/> Acesso em 11 de junho de 2022.

COSTA, Vanessa Cristina Bispo. **Análise da viabilidade econômica na implantação e operação de sistemas de aproveitamento energético em aterros sanitários da Região Metropolitana de Recife – PE**. 2020.77f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso). Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de Pernambuco. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/354/An%C3%a1lise%20da%20viabilidade%20econ%C3%b4mica%20na%20implanta%C3%a7%C3%a3o%20e%20opera%C3%a7%C3%a3o%20de%20sistemas%20de%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 14 de junho de 2022.