

O BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL: A EXPERIÊNCIA DA ENERGIA QUE PROVEM DO LIXO NO MUNICÍPIO DE BARRA MANSARJ

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.XIV-003>

Isaias Gomide Monteiro (*), Bruno Dias dos Santos, Vinícius de Moraes Paiva
Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa – SAAE/BM

RESUMO

O aumento da geração de resíduos em todo o globo, as práticas econômicas e políticas da sociedade atual, têm levado o homem à necessidade de reflexão, e ajustes de conduta em diversos aspectos. A humanidade tem, cada vez mais, procurado soluções para os problemas de energia, alimentação, mobilidade, moradia, e outras demandas que são crescentes na atualidade. A ideia de se ter geração e reaproveitamento energético, provenientes de resíduos urbanos, vem de encontro com as carências dos setores de gestão pública e fornecimento de energia para os mais diversos setores da sociedade. Esta pesquisa tem justamente este foco, a análise da implantação de uma Usina de Tratamento de Biogás proveniente da decomposição de material residual do aterro sanitário da Central de Tratamento de Resíduos do município de Barra Mansa no estado do Rio de Janeiro (CTR-BM); o exame da viabilidade, do aproveitamento e da eficiência da geração de energia elétrica obtida através da transformação dos gases; e o impacto econômico-ambiental da utilização da energia resultante deste processo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Renovável; Biogás; Resíduos Sólidos; Aterro Sanitário.

ABSTRACT

The increase in waste generation worldwide, along with the economic and political practices of modern society, has led humanity to the need for reflection and behavioral adjustments in various aspects. More and more, people are seeking solutions to issues related to energy, food, mobility, housing, and other growing demands. The idea of generating and reusing energy from urban waste aligns with the needs of public management sectors and the supply of energy to various segments of society. This research focuses precisely on analyzing the implementation of a Biogas Treatment Plant derived from the decomposition of residual material in the sanitary landfill of the Waste Treatment Center in the municipality of Barra Mansa, in the state of Rio de Janeiro (CTR-BM); examining the feasibility, utilization, and efficiency of electricity generation obtained through gas transformation; and assessing the economic and environmental impact of using the energy resulting from this process.

KEY WORDS: Renewable Energy; Biogas; Solid Waste; Sanitary Landfill.

INTRODUÇÃO

Inúmeras reportagens sobre aquecimento global têm sido publicadas nos noticiários do Brasil e do mundo. Outras, sobre suas consequências, têm ganhado cada vez mais espaço com as constantes catástrofes ambientais ocorridas em diversas regiões do planeta. Chuvas torrenciais, furacões, enchentes, e inundações são algumas dessas consequências.

A Organização das Nações Unidas publicou em seu site, em 16 de maio de 2021, que pelo 11º mês consecutivo o mundo registra temperaturas recordes. Fortes chuvas persistentes na África Oriental e no sul do Brasil, O Afeganistão com cheias fatais, intenso calor na Ásia, seca no sul da África e extremas chuvas na Península Arábica ganharam destaque. Aqui no Brasil, a mais relevante certamente foi a ocorrida no estado do Rio Grande do Sul, no sul do país. Diversas cidades foram inundadas após “chuva forte que começou em 27 de abril em Santa Cruz do Sul, na Região dos Vales. Sem parar, se estendeu por mais 10 dias, sobrecarregando as bacias dos rios Taquari, Caí, Pardo, Jacuí, Sinos e Gravataí” (<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml>, acesso em 01 de agosto de 2024). É certo que as condições geográficas tenham dificultado o escoamento do grande volume de chuva, afetando 478 municípios, 2.398.255 pessoas, ferindo 806, desaparecido 29 com 182 óbitos segundo a Defesa Civil do estado (<https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-10-7-11h>, acesso em 01 de agosto de 2024).

O consenso é que o aquecimento global tem sido a consequência da intensificação do efeito estufa, devido ao aumento de gases causadores deste fenômeno, desde a industrialização iniciada no século XVIII que se agravou com o aumento

populacional e o consumo de combustíveis fósseis. Os impactos ambientais ocasionados permitiram a evolução de processos industriais, bem como estratégias para mitigação.

A ascendente produção de bens de consumo da indústria, sobretudo da alimentícia, cada vez mais tem introduzido no mercado produtos com embalagens dos mais variados tipos. Consequentemente, após o consumo são gerados resíduos em quantidades proporcionalmente maiores. É imperativo que alternativas sejam criadas para reduzir o volume de resíduos nos aterros sanitários. Entre essas alternativas, a reciclagem e a compostagem são opções. Contudo, mesmo que o processo de coleta seletiva e compostagem sejam eficientes, ainda assim, resíduos terão como destino os aterros sanitários. Inevitavelmente a produção de chorume e biogás pela decomposição natural dos resíduos continuaria a ocorrer.

Desta forma, há o que se pensar no reaproveitamento do biogás como fonte de energia. Em Barra Mansa, a Central de Tratamento de Resíduos do município iniciou em 2018 a operação da Usina de Tratamento de Biogás – UTB, visando a transformação do biogás em energia elétrica como fonte de receita acessória e redução de custos.

O artigo propõe apresentar o aproveitamento energético do biogás do aterro sanitário de Barra Mansa (RJ) como viabilidade sustentável para o consumo interno de energia da unidade de tratamento de resíduos. Analisando os registros extraídos dos relatórios arquivados na Coordenadoria de Resíduos Sólidos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE/BM e/ou obtidos junto da CTR/BM.

Esta é uma pesquisa quantitativa que busca apresentar o aproveitamento energético do biogás na CTR/BM, bem como traçar a potencial geração de energia a partir do biogás produzido pela decomposição dos resíduos no aterro para os próximos anos.

OBJETIVO DO TRABALHO

Apresentar o aproveitamento energético do biogás do aterro sanitário de Barra Mansa (RJ) como viabilidade sustentável para o consumo interno de energia da unidade de tratamento de resíduos.

METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa procurou analisar os registros da Central de Tratamento de Resíduos de Barra Mansa/RJ – CTR/BM, localizada na região sudeste do Brasil. O município tem uma população de 169.894 pessoas segundo aponta o censo 2022 conforme panorama apresentado no site do IBGE (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/barra-mansa/panorama> - consultado em 04/01/2024).

Os dados obtidos para análise foram extraídos dos relatórios arquivados na Coordenadoria de Resíduos Sólidos do Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE/BM e/ou obtidos junto da CTR/BM.

É uma pesquisa quantitativa que busca apresentar o aproveitamento energético do biogás na CTR/BM, bem como traçar a potencial geração de energia a partir do biogás produzido pela decomposição dos resíduos no aterro para os próximos anos.

CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BARRA MANSARJ

O Município de Barra Mansa está localizado no sudeste brasileiro, dentro da região Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro (*Figura 1*), especificamente na microrregião Vale do Paraíba do Sul. Além disso, pertence à Região de Governo do Médio Paraíba do Sul juntamente aos municípios de Barra do Piraí, Itatiaia, Pinheiral, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Valença e Volta Redonda.

Tem uma área total de 547,7042 km², correspondente a 8,80% da área da região do Médio Paraíba. Sua população é da ordem de 169.894 pessoas segundo aponta o censo 2022 do IBGE (<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/barra-mansa/panorama> - consultado em 04/01/2024).

Barra Mansa começou a ser formada no final do século XVIII, a partir de um povoado que passou a atuar como base de abastecimento dos fluxos migratórios desencadeados pela mineração. Devido a sua próspera expansão foi elevado à categoria de cidade em meados do século XIX.

No final de 1930, iniciou-se o desenvolvimento industrial do Município, com a implantação de indústrias alimentícias. Na década seguinte ocorreu o grande marco da expansão industrial no Brasil com a instalação da primeira usina da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, então distrito de Barra Mansa. Já as indústrias de metalurgia e de mecânica vieram a se estabelecer no Município posteriormente, na década de 1950.

Atualmente, a área territorial do município consiste em seis distritos: Barra Mansa (sede); Antônio Rocha; Floriano; Nossa Senhora do Amparo; Rialto e Santa Rita de Cássia. A economia do município é baseada predominantemente nos setores industrial, de comércio e de serviços.

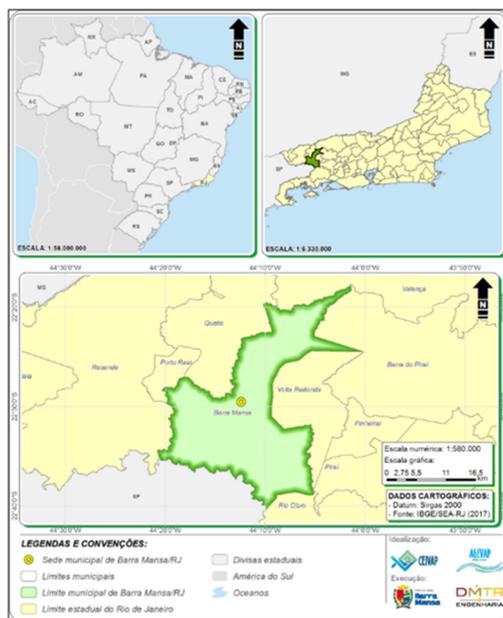


Figura 1: Localização geográfica do município de Barra Mansa/RJ. Fonte: DMTR Engenharia (2017) a partir de IBGE/SEA-RJ (2017). (Constante no Plano Municipal De Gestão Integrada De Resíduos Sólidos De Barra Mansa – RJ, pág. 34).

CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE BARRA MANSA - RJ

Em virtude da Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Central de Tratamento de Resíduos de Barra Mansa – CTR-BM (*Figura 2*) nasceu de uma parceria público privada entre o município de Barra Mansa e a empresa Haztec Tecnologia e Planejamento Ambiental S.A., custo de implantação de R\$19.273.967,96 (dezenove milhões, duzentos e setenta e três mil e novecentos e sessenta e sete reais e noventa e seis centavos) custeado pelo governo do estado. Foi inaugurado em abril de 2012 como uma referência para a destinação ambientalmente correta de resíduos do município, bem como dos demais municípios vizinhos. Com o início das operações da CTR-BM o antigo lixão teve suas atividades encerradas para dar início ao processo de mitigação.

Após 12 anos de operação, a CTR-BM além de receber os resíduos sólidos urbanos (RSU) do município de Barra Mansa, recebe os resíduos de mais 12 municípios da região além de mais 37 clientes do setor privado que destinam seus resíduos de características diversas, constituindo as receitas acessórias da CTR-BM.

Ao longo dos anos de operação foi se criando uma demanda de tratamento do crescente volume de chorume gerado pela atividade biológica do aterro, o que culminou na instalação de um robusto sistema de tratamento de chorume composto por lagoas de equalização e uma estação de tratamento por tecnologia de osmose reversa.

Na *Tabela 1* apresentamos o quantitativo de resíduos domiciliares urbanos depositados anualmente na CTR-BM, por todos os municípios e empresas o que resulta numa média mensal de 27.822,20 toneladas.

A empresa Haztec Tecnologia e Planejamento Ambiental S.A. passou a operar sob o nome de *Orizon Valorização de Resíduos S.A.*, com mudanças graduais a partir de meados de 2018.

Tabela 1 – Quantidade de RSU depositados na CTR/BM ao longo dos anos. Fonte: Relatórios anuais da CTR-Barra Mansa

Mês	Ano											
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Jan	----	14.185,0	27.984,2	35.058,7	28.876,7	23.648,0	28.537,7	31.583,7	32.167,4	33.038,9	48.092,5	43.181,6
Fev	----	15.716,0	30.075,2	38.190,2	26.352,0	22.736,2	26.472,7	30.925,0	32.135,8	27.061,2	32.954,1	45.123,0
Mar	----	17.068,2	34.493,5	19.832,9	27.238,0	33.353,7	27.800,4	31.910,5	37.759,3	33.201,8	29.314,8	48.022,0
Abr	1.067,6	19.966,6	29.780,1	17.793,5	20.566,3	22.928,3	26.274,6	28.287,5	37.361,3	31.451,5	33.784,4	32.667,0
Mai	4.824,5	22.475,1	30.809,5	20.128,9	21.199,8	24.629,0	21.837,1	37.294,7	38.352,8	24.492,4	43.413,2	22.344,0
Jun	10.169,2	19.205,2	29.234,8	25.467,8	22.281,3	27.914,6	26.743,4	39.227,8	39.996,9	26.925,1	32.770,0	15.573,4
Jul	10.810,1	21.763,5	25.288,7	22.170,8	21.402,4	27.800,7	29.845,0	48.018,9	37.934,8	30.298,3	15.388,2	16.616,7
Ago	18.430,0	21.724,7	23.486,6	23.494,1	22.817,6	31.271,2	28.722,6	61.814,6	38.578,9	45.030,2	15.760,7	16.173,7
Set	16.300,6	25.463,8	27.159,5	22.812,9	18.766,6	33.456,8	25.758,7	40.852,5	32.021,9	45.998,4	63.804,2	16.516,5
Out	13.063,0	26.918,1	25.841,9	30.501,2	19.934,1	33.655,5	28.827,8	43.073,3	33.097,1	34.508,7	35.190,8	23.276,9
Nov	12.715,7	26.559,3	24.471,1	34.139,0	32.487,4	29.038,4	29.147,2	33.696,0	31.290,3	29.676,8	36.164,4	30.498,1
Dez	12.707,2	24.110,1	20.075,2	32.270,5	36.779,8	29.797,8	30.253,3	36.686,7	38.706,9	39.905,8	70.624,0	25.782,7
Total	100.087,9	255.155,6	328.700,3	321.860,5	298.702,0	340.230,2	330.220,5	463.371,2	429.403,4	401.589,0	457.261,1	335.775,6

Média / Mês: 27.822,20



Figura 2 – Vista panorâmica da CTR-BM. Fonte: Arquivos da CRS - SAAE - Barra Mansa

O aumento dos gases emanados das atividades biológicas do aterro sanitário gerou a demanda por uma forma de tratamento dos mesmos. Assim fora planejada e implantado o sistema de tratamento de biogás da Central de Tratamento de Resíduos, captando os gases por meio de tubulação de drenagem, com o auxílio da aplicação de pressão negativa na linha, e conduzindo-os à uma Usina de Transformação de Biogás (UTB), que converte a energia térmica da queima desses gases em energia elétrica. A inauguração desta usina se deu em setembro de 2018 com a geração inicial de 635.000kWh, colocando a cidade de Barra Mansa como o primeiro município do sul-fluminense a gerar energia renovável a partir da decomposição do lixo.

Mais uma vez essa iniciativa colocou o município a frente dos demais da região, já que o tratamento realizado pela usina contribui para a redução de gases na atmosfera que intensificam o efeito estufa. “Cerca de 4.600 toneladas de gás carbônico (CO₂) deixam de ir para a atmosfera. Para ter uma ideia, esse volume de CO₂ é equivalente ao que são gerados por mês por 2,8 mil carros a gasolina”, como citado pela empresa na reportagem publicada em 3 de maio de 2019 no jornal A Voz da Cidade (acesso em 22/07/2024 <https://avozdacidade.com/wp/barra-mansa-e-a-primeira-cidade-do-sul-fluminense-a-gerar-energia-a-partir-do-lixo/>).

Esse empreendimento veio a somar com o potencial energético proveniente de RSU do sudeste do Brasil, já que a região “abriga 42% da população brasileira e coleta praticamente a metade (52,6%) do volume total de RSU gerados no Brasil, que são dispostos predominantemente (73% do total) em aterro sanitários (Nascimento *et al*, 2019)”.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023, publicado pela ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente) diz que “no Brasil, estima-se que 61% dos RSU coletados em 2022 foram encaminhados para aterros sanitários, correspondendo a 43,8 milhões de resíduos”. Na *Figura 3* apresentamos a disposição final de RSU por região, considerando a disposição correta e inadequada.

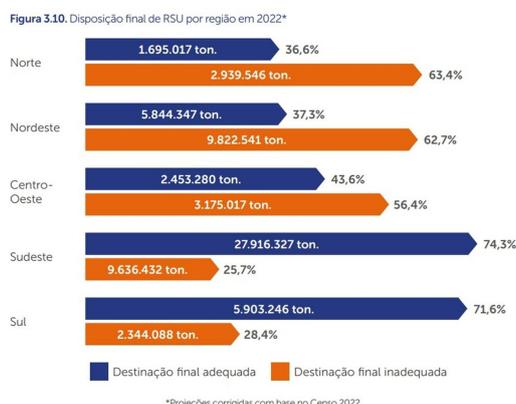


Figura 3: Disposição final de RSU por região em 2022. Fonte: ABREMA - 2023

BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

Em 1997, o protocolo de Quioto em 1997 estabeleceu metas para a redução da emissão dos três dos principais gases do efeito estufa - GEE responsáveis pelo aquecimento global: gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e dióxido de nitrogênio (NO₂), sendo o metano o principal responsável pelo aquecimento global já que possui potencial de causa 21 vezes superior ao gás carbônico (IPCC, 1996), transcrito por Nascimento *et al* (2019).

Ao citar os dados de SEEG (2019), Junqueira (2022) diz que “as emissões de gases do efeito estufa (CEE) do Brasil em 2018 somaram 1,9 Gt de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), o que significa 2,9% das emissões globais”.

Entre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (*Figura 4*) proposto pela Organização Mundial das Nações Unidas – ONU encontramos o: “energias renováveis e acessíveis”. Esses objetivos “estão alocados em diferentes setores da sociedade para que a população seja atendida de forma geral e completa”, que juntamente com os demais objetivos “são indicadores norteadores para todos os países, no entanto, os que assinaram a Agenda 2030 se comprometeram em cumpri-los até a data acordada” (LINS *et al*, 2022), incluindo o Brasil (<https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/pagina/agenda2030>).



Figura 4: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Fonte: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> acesso em 24 de julho de 2024.

Entre outras origens “a emissão de GEE está ligada ao uso de combustíveis fósseis e outras atividades, como aterros sanitários, tratamento de efluentes, atividades agrícolas, queima de biomassa e manejo de dejetos animais” (LINS *et al*, 2022).

As crescentes exigências ambientais e as obrigações assumidas pelas instituições governamentais para a redução de emissão de gás carbônico (CO₂), têm exigido estratégias e alternativas para reduzir e/ou compensar a emissão desse poluente que tem causado a intensificação do efeito estufa e consequentemente o aumento da temperatura média atmosférica.

Das diversas estratégias e alternativas, a produção de energia a partir de fontes alternativas tem ganhado espaço. Entre elas o biogás produzido a partir da decomposição de resíduos se destaca. Nascimento et al (2019) cita que o biogás é uma mistura de gases resultantes da decomposição dos resíduos nos aterros sanitários a partir da digestão anaeróbia de microrganismos atuantes no maciço que produzem metano (CH₄), gás carbônico (CO₂), água (H₂O), gás sulfídrico (H₂S) e amônia (NH₃) e novas células bacterianas (Chernicharo, 2005).

Sendo o biogás uma fonte de energia renovável, rica em metano (CH₄) para a geração de energia elétrica, representa por si “uma importante fonte alternativa de geração de energia, deixa de ser lançado na atmosfera, uma vez que é considerado um importante gás do efeito estufa (GEE).” Nascimento *et al* (2019).

No Brasil, apenas 2% do potencial energético do país é oriundo da energia produzida a partir do biogás (Centro Internacional de Energias Renováveis – BIOGÁS [CIBIOGÁS], 2021).

Ao que se mostra, esse cenário tem dado sinais de mudança. Lins *et al* (2022) apresenta dados do Balanço Energético Nacional (BEN) onde em 2020, cerca de 48,4% da energia interna do Brasil foi oriunda de fontes renováveis como biomassa de cana, hídrica, lenha e carvão vegetal, dentre outras, sendo que para o período de 2019 a 2020 houve um crescimento de 7,4% de produção de energia de outras fontes renováveis com destaque para o biogás que cresceu aproximadamente 15% nesse período.

Essa mudança pode estar relacionada ao que afirma Nascimento *et al* (2019),

“O território nacional encontra-se intensamente urbanizado, visto que 84,4% da população reside nas zonas urbanas dos municípios e 15,4% nas zonas rurais (IBGE, 2011). Além disso, quase metade da população brasileira (44%) concentra-se em municípios que possuem mais de 200 mil habitantes (IBGE, 2010), favorecendo assim a concentração da geração e da disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU), que são compostos, em média, de 52% de matéria orgânica. ”

Ainda na visão de Nascimento *et al* (2019), os aterros sanitários têm “grandes potenciais para a exploração de biogás e consequente fonte alternativa renovável para a geração de energia elétrica e/ou térmica”, ao passo que cita “segundo Reichert (2014), cada tonelada de resíduo disposto possui potencial energético da ordem de 0,1 a 0,2MWh.

Ao apresentar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor de resíduos do Brasil, Junqueira (2022) alega que 52% destas emissões são atribuídas à etapa de disposição de resíduos sólidos, afirmando que esta parte do processo de gestão de resíduos, segundo ele, “foi a 4ª maior fonte de emissão de CEE, com 91,9 MtCO₂eq (5% do total do país), excluindo as mudanças uso da terra, cuja principal emissão deve-se ao desmatamento (SEEG, 2019). ”

Assim, considerando a avaliação do ciclo de vida (AVC) que leva em conta todas as etapas do processo de geração e gestão dos resíduos sólidos, “a destinação de RSU em aterro sanitário foi identificada como a etapa de maior emissão de GEE em estudos de AVC” (ISTRATE et al., 2020; WEN et al., 2019; IQBAL et al., 2019; ZHOU et al., 2018; RAJCOOMAR et al., 2017), citado por Junqueira (2022).

Mesmo ocorrendo variações de uma planta de aterro sanitário para outro, Fernandes *et al* (2022) afirma que “nesse mercado, dentre diversas opções de geração, um empreendedor pode gerar energia no aterro e acumular créditos para abatimento em uma unidade consumidora que tenha demanda suficiente para consumir esses créditos, economizando, dessa forma, na compra de energia das distribuidoras”, o que aponta mais uma vez para a viabilidade financeira da implantação de usinas de transformação de biogás, sendo como fonte de receita acessória ou mesmo como forma de abatimento de custos operacionais.

USINA DE TRANSFORMAÇÃO DE BIOGÁS (UTB) DA CTR/BM

A Central de Tratamento de Resíduos de Barra Mansa – CTR/BM (Figura 5), após 6 (seis) anos de operação instalou a UTB em energia elétrica. O início da operação foi em junho de 2018 com apenas um moto gerador de (1,05MWh) com potência de 5,7MW. Em setembro do ano seguinte um novo moto gerador de (1,05MWh) com potência de 5,7MW começou a ser utilizado para a geração de energia, totalizando a potência de 11,4MW.

8º CONRESOL

8º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



FOZ DO IGUAÇU

• 06 a 08 de Maio de 2025 •



Usina de Tratamento de Biogás (UTB) – 2019

Inauguração da UTB – 2019

Figura 5 (a, b): Usina de Tratamento de Biogás – UTB. Fonte: Arquivo Do SAAE/BM-CRS.

Após o investimento inicial de implantação, a usina de transformação de biogás em energia elétrica na CTR/BM vem operando diariamente. Ao longo desses 6 (seis) anos de operação a unidade produziu quantidade suficiente para o consumo interno da CTR/BM e venda à concessionária local do sobressalente.

Na Tabela 2 que segue abaixo, estão os registros dos volumes de biogás captados pela UTB ao longo dos anos.

Tabela 2 – Captação de biogás na UTB ao longo dos anos em m³. Fonte: Relatórios anuais do CTR-Barra Mansa

Mês	Ano					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Jan	----	235.406,85	583,52	643.603,65	283.328,37	565.617,73
Fev	----	271.242,54	388.932,82	509.869,25	528.161,60	493.164,30
Mar	----	432.789,79	484.672,21	531.784,17	348.672,35	494.569,00
Abr	----	346.625,31	265.366,04	442.743,97	500.273,29	514.965,23
Mai	----	343.011,32	48.486,06	518.670,20	485.405,81	0,00*
Jun	----	293.317,77	480.776,76	640.347,16	444.074,01	1.012.615,08
Jul	----	433.890,48	428.726,71	680.714,51	507.346,15	448.023,89
Ago	----	486.715,67	491.487,00	538.687,52	332.725,25	637.666,72
Set	195.757,37	508.721,79	638.655,70	580.322,73	309.209,30	661.760,02
Out	389.795,32	596.667,09	734.906,70	582.028,51	488.349,25	634.391,37
Nov	269.516,69	0,00*	639.253,96	524.879,27	589.313,28	810.054,16
Dez	369.746,12	0,00*	633.917,66	531.681,92	476.840,18	765.889,48
Total	1.224.815,50	2.952.951,15	5.235.765,14	6.725.332,86	5.293.698,84	7.038.716,98
	Média / Mês:					474.521,34

*Meses com registros zerados devido questões técnicas, não foram considerados no cálculo de produção média.

Ao longo dos anos, foi percebido um aumento na produção e captação de biogás, da mesma forma na produção de energia proveniente da transformação do Biogás da CTR-BM, o que gerou para a unidade uma necessidade cada vez menor de consumo da energia fornecida pela companhia concessionária de energia no Estado do Rio de Janeiro.

Para Nascimento *et al* (2019) “o aproveitamento da biomassa dos RSU como fonte energética induz a melhoria nas condições operacionais dos aterros de resíduos e gera receita pela obtenção de créditos de carbono e venda de eletricidade”. Por esse motivo essa atividade foi prevista no contrato com a CTR-BM como uma das fontes de receita acessória o que permite ao município participar de programas de pagamentos ou compensação por serviços ambientais, como o ICMS Ecológico do estado do Rio de Janeiro, além do recebimento de percentual de outorga sobre as receitas geradas por atividades acessórias. Ressalta ainda que o aproveitamento da biomassa “contribui com a redução de outros

gases lançados na atmosfera, como o sulfeto de hidrogênio, que emite odor desagradável, além do monóxido de carbono e do hidrogênio, que são inflamáveis (Nascimento *et al*, 2019). ”

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Desde a ativação da UTB em 2018, a elevação da produção energética por transformação do biogás capturado pela CTR, parte pela implantação de um segundo moto gerador no ano de 2019, e parte pelo aumento da eficiência da produção de cada um dos moto geradores (Motor BM1, e Motor BM2), o que evidencia nos dados da *Tabela 3*, e é representado graficamente na *Figura 6*.

Tabela 3 – Produção de energia elétrica pela UTB. Fonte: Relatórios anuais do CTR-Barra Mansa

PERÍODO	MOTOR BM1 (MWh)	MOTOR BM2 (MWh)	TOTAL (MWh)
2018	2.077,866	-----	2.078
2019	6.357,372	1.841,222	8.199
2020	4.873,948	6.430,862	11.305
2021	5.342,533	5.410,766	10.753
2022	4.817,074	4.647,004	9.464
2023	6.370,757	6.007,280	12.378

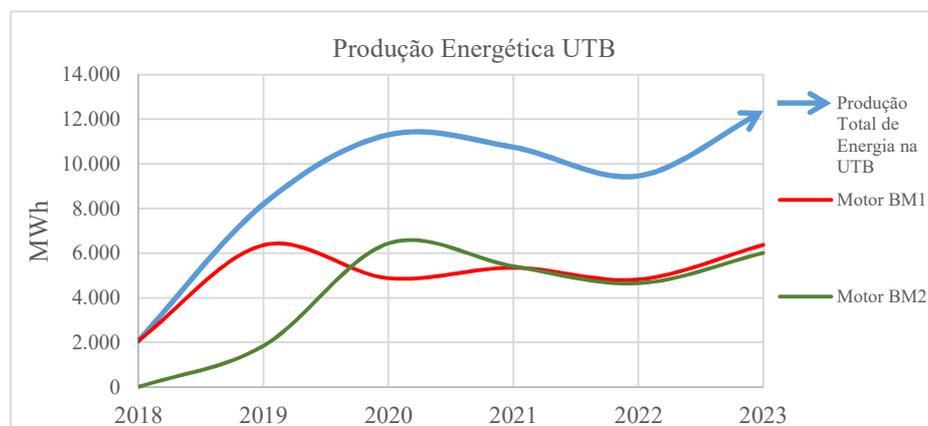


Figura 6: Gráfico Produção Energética na UTB da CTR-BM. Fonte: Arquivo Do SAAE/BM-CRS.

Existe uma relação, mesmo que não tão expressiva, entre o crescimento do volume de resíduos dispostos na CTR-BM, e a ampliação da quantidade de energia gerada através da transformação energética do biogás, o que pode ser observado na *Figura 7*, que segue:

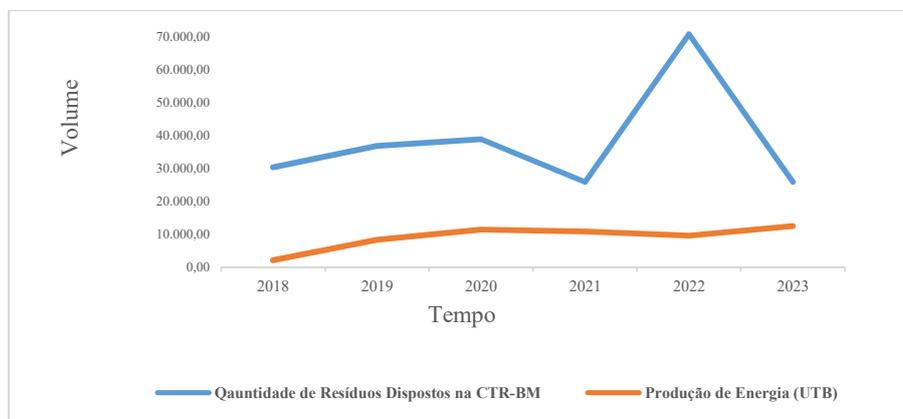


Figura 7: Gráfico Demonstrativo (RSU x Energia). Fonte: Arquivo Do SAAE/BM-CRS.

A demanda de energia é crescente com o avanço tecnológico e a modernidade. Segundo Lins *et al* (2022) o IBGE em 2022 diz que em 9 (nove) anos, de 2011 a 2020, a população brasileira aumentou cerca de 10%, acrescentando que “nesse mesmo período, o consumo total de energia elétrica, que engloba o residencial, industrial, comercial e de outros consumidores, acompanham o crescimento populacional”.

Hoje a Central de Tratamento de Resíduos de Barra Mansa fornece biogás para geração de 2MWh energia termelétrica considerando os dados apresentados acima, entendemos que a produção de biogás tende a aumentar ao longo dos anos de vida útil da CTR/BM previsto até 2042, sobrecedendo o atual período de concessão da empresa responsável pela gestão do aterro sanitário. Considerando uma possível dilação de prazo, em pelo menos mais 5 (cinco) anos além do atual contrato de concessão, e projetando a continuidade de produção de biogás por aproximadamente mais 20 a 30 anos após o encerramento definitivo da CTR/BM, a produção de energia alternativa pode continuar, com redução de potencial produtivo, em torno dos anos de 2056 e 2066.

Da ótica ambiental, a conversão de resíduos orgânicos em biogás não apenas mitiga a emissão de gases de efeito estufa (GEE), como também oportuniza a gestão integrada de resíduos, contribuindo para a diminuição da pressão sobre o aterro sanitário. Essa abordagem favorece a recuperação de recursos e a valorização de materiais, alinhando-se aos princípios da economia circular e reforçando a resiliência ambiental.

Economicamente, a implementação da tecnologia resulta na redução significativa nos custos operacionais relacionados ao consumo energético, ao mesmo tempo que permite a diversificação das fontes de receita por meio da comercialização de créditos de carbono. Além disso, a geração de biogás convertida em eletricidade, amplia as possibilidades de uso e maximiza o aproveitamento do potencial energético disponível a partir dos materiais de rejeito depositados na central de tratamento.

Os índices de produção de energia elétrica a partir do biogás na CTR-BM, tem apresentado resultados substanciais relativos aos impactos ambientais e à viabilidade econômica, posicionando-se como uma estratégia eficaz para a sustentabilidade energética. Parte da vantagem do uso desse sistema de reaproveitamento energético pode ser observada na *Figura 8*, onde estão expressos os dados referentes ao consumo de energia elétrica por parte da CTR-BM, e a produção de energia elétrica gerada a partir da transformação do biogás proveniente do aterro sanitário. A relação entre o nível de consumo de energia da CTR-BM e a produção de energia da Usina de Tratamento de Biogás, se mostra favorável à sustentabilidade. Mesmo com o aumento da demanda por energia por parte da planta do aterro sanitário, os índices de rendimento da UTB, superam em sobremaneira essas necessidades. Com a projeção de mais 02 (dois) anos futuros, pode se observar que o saldo entre os coeficientes relativos à estas atividades só tende a aumentar, o que poderá gerar um superávit ainda maior.

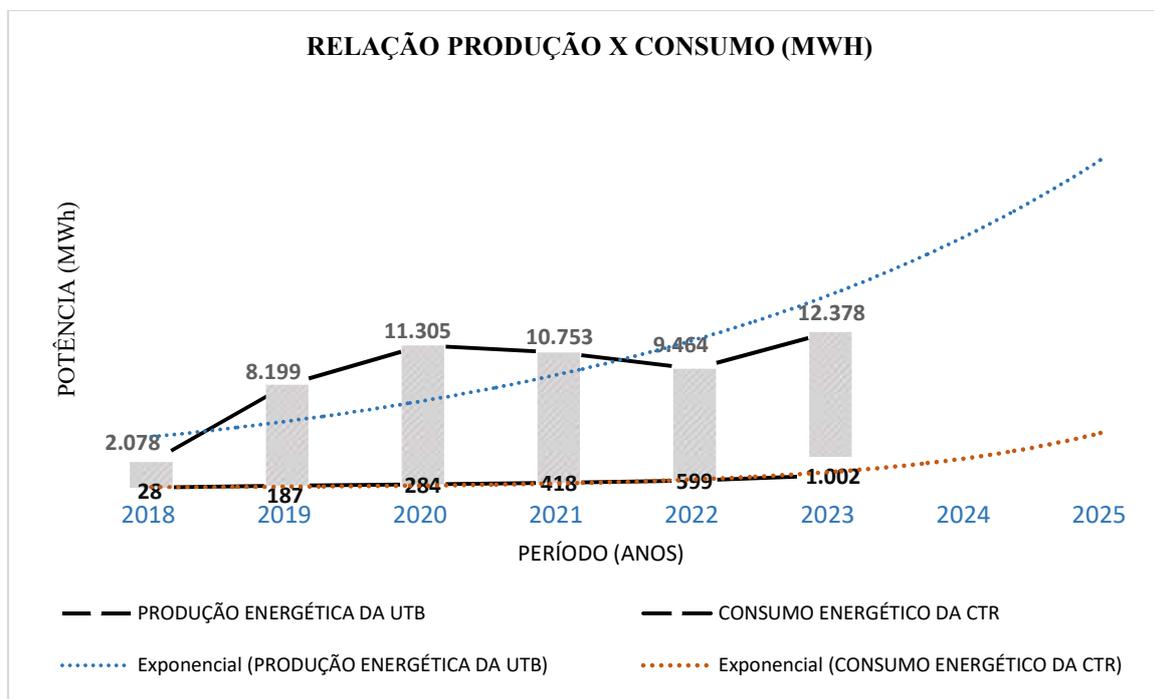


Figura 8: Gráfico Comparativo entre consumo energético e a produção energética da UTB da CTR-BM.
Fonte: Arquivo Do SAAE/BM-CRS.

Assim, a intersecção entre benefícios ambientais e sustentabilidade econômica caracteriza-se como uma solução inovadora e robusta, capaz de enfrentar os desafios energéticos contemporâneos de maneira eficaz e responsável, promovendo um futuro mais sustentável e equilibrado.

CONCLUSÃO

Em suma, desde que foram iniciadas as atividades da Usina de Transformação de Biogás da CTR-BM em 2018, a mesma tem se revelado um modelo exemplar de como a gestão de resíduos pode ser integrada à produção sustentável de energia. A implementação de tecnologias para a conversão de biogás em eletricidade não apenas reflete um avanço significativo na eficiência energética, mas também destaca a importância da economia circular, ao transformar resíduos orgânicos em um recurso valioso. Os dados apresentados evidenciam que, à medida que a produção de biogás aumenta, a CTR contribui para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se aos compromissos ambientais globais.

Adicionalmente, a viabilidade econômica dessa abordagem se manifesta na redução dos custos operacionais e na diversificação de receitas por meio da comercialização de créditos de carbono, reforçando a resiliência financeira da operação. Com a previsão de expansão da capacidade de produção até 2042, e a continuidade dessa atividade por décadas, a CTR não só enfrenta os desafios energéticos contemporâneos, mas também se posiciona como uma solução robusta para promover um futuro sustentável. Assim, a intersecção entre os benefícios ambientais e econômicos torna-se não apenas uma estratégia eficaz, mas uma necessidade imperativa para um desenvolvimento equilibrado e responsável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LINS, Leonardo Pereira; PADILHA, Janine Carvalho; FURTADO, Andréia Cristina; MITO, Jessica Yuki De Lima. **O aproveitamento energético do biogás como ferramenta para os objetivos do desenvolvimento sustentável.** INTERAÇÕES, v. 23, p. 1275-1286, 2022.

8º CONRESOL

8º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



2. NASCIMENTO, Maria Cândida Barbosa Do; FREIRE, E.; DANTAS, F. A. S.; GIANSANTE, M. B.. **Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 143-155, 2019.
3. SOUZA, Alessandra Ribeiro de; SILVA, Alex Takeo Yasumura Lima; TRINDADE, Aline Bhering; FREITAS, Flávio Ferreira; ANSELMO, Jaíne Alves. **Análise do potencial de aproveitamento energético de biogás de aterro e simulação de emissões de gases do efeito estufa em diferentes cenários de gestão de resíduos sólidos urbanos em Varginha (MG)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, p. 887-896, 2019
4. JUNQUEIRA, Henrique Santos; MEDEIROS, Diego Lima; COHIM, Eduardo. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de Feira de Santana: demanda energética e pegada de carbono**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, p. 125-139, 2022.
5. FERNANDES, G. L. ; SANTOS, I. F. S. ; SILVA, H. L. C. E. ; BARROS, R. M. . **Geração De Energia Usando Biogás De Aterros Sanitários No Brasil: Um Estudo De Potencial Energético E Viabilidade Econômica Em Função Da População**. Engenharia Sanitária E Ambiental (online), v. 27, p. 67-77, 2022.
6. NAÇÕES UNIDAS. **Mundo registra 11o mês seguido de temperaturas recordes**. UN News.16 maio 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/05/1831716>. Acesso em 01 ago. 2024
7. G1. **Um mês de enchentes no RS: veja cronologia do desastre que atingiu 471 cidades, matou 169 pessoas e expulsou mais de 600 mil de casa**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml>. Acesso em: 01 ago. 2024.
8. DEFESA CIVIL. **Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS – 10/7, 11h. Defesa Civil do Rio Grande do Sul. 10 jul. 2024**. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-10-7-11h>. Acesso em 01 ago. 2024.