

GERAÇÃO DE ENERGIA PROVENIENTE DO BIOGÁS DOS ATERROS SANITÁRIOS

CARDOSO, Sergio Gabriel da Silva¹

DIAS, Rodrigo²

RESUMO

A transição para um mundo em que o combustível fóssil à base de petróleo e carvão não é mais dominante já começou. Mesmo assim, a despeito das altas taxas de crescimento, ainda serão necessárias várias décadas até as fontes renováveis se tornarem preponderantes. Diante disso o objetivo geral deste trabalho é apresentar o potencial energético da geração de energia através do biogás proveniente de aterros sanitários. A metodologia utilizada foi de pesquisa-ação em que foi realizada uma revisão da literatura e uma análise de campo a partir de dados coletados no Aterro da Metade Sul. Os resultados demonstram que um elemento importante das novas energias renováveis é seu aspecto descentralizado. Contrariamente ao modelo vigente, em que grandes centrais produtoras de eletricidade enviam energia aos grandes centros consumidores, a energia descentralizada permite a geração in loco, mais adequada às necessidades locais, o que reduz a demanda imposta sobre a rede nacional e, portanto, os custos com energia. O biogás, independentemente de sua fonte, satisfaz essas duas características. Ele é um combustível renovável e descentralizado, perfeito para reduzir as emissões antrópicas brasileiras de gases de efeito estufa e mais resistente a eventuais mudanças nos padrões climáticos normais.

Palavras-chave: Energia Renovável; Aterro sanitário Biogás; Geração térmica; Minigeração

1 INTRODUÇÃO

A indústria de biogás de aterro está vendo um aumento no número de coleta e tratamento sistemas sendo instalados em todo o mundo. Em parte, essas instalações se devem à necessidade de controlar a migração de metano subterrâneo para atmosfera próximos, emissões atmosféricas e gases de efeito estufa e odores. Além disso, tais sistemas são construídos para capturar a energia benéficos do biogás de aterro. Cerca

¹ Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Uninter.

² Professor Orientador no Centro Universitário Internacional UNINTER.

de 1.100 desses sistemas de energia estão implantados em aproximadamente 40 países (TELLES, 2022).

Nos dias atuais sabe-se que esse efeito vem se agravando cada vez mais, devido à falta de cuidado e fiscalização dos grandes emissores. Os gases de efeito estufa pode ser comparados a isolantes, pois absorvem parte da energia irradiada pela terra. O que acontece é que nas últimas décadas a liberação de gases de efeito estufa, em virtude de atividades humanas, aumentou consideravelmente. No Brasil possui muito aterro sanitário que pode ser explorado de uma melhor forma aproveitando todo seu potencial (WILLUMSEN, 2003).

A busca por energia mostra-se como uma das principais preocupações da humanidade sobretudo a partir do século XX. Os altos índices de automação de tarefas, as telecomunicações de alta velocidade que foram fruto do desenvolvimento tecnológico aliado à política de globalização dos mercados, exigiram com que as organizações adotassem cada vez mais equipamentos e máquinas no setor produtivo visando fazer frente a alta competitividade e demanda crescentes (MOREIRA, 2023).

Diante dessa situação, a busca por fontes energéticas economicamente viáveis, sobretudo renováveis, tornou-se imperativa. O caso particular do Brasil onde a maioria da energia elétrica é proveniente dos recursos hídricos torna o país extremamente dependente de um regime constante de chuvas para que os reservatórios das instalações geradoras possam suprir a demanda nacional mantendo seus reservatórios com níveis capazes de satisfazer a demanda imposta. Eventos sazonais fizeram com que o alarme soasse no sentido de que se o país não incluísse em sua matriz energética outros modos de se produzir energia fatalmente fariam com que o modelo nacional em determinado momento entraria em colapso (BARROS *et al.*, 2020).

Dessa forma, buscar novas formas de geração de energia para que auxilie no suprimento da demanda por energia elétrica do Brasil é um fator preponderante. Assim este trabalho tem o objetivo geral de apresentar o potencial energético da geração de energia através do biogás proveniente de aterros sanitários. Os objetivos específicos são descrever a matriz energética brasileira, apresentar as principais fontes de geração de energia elétrica, entender o funcionamento da geração de energia a partir de biodigestores (biogás) e apresentar o potencial energético dessa fonte renovável.

Este estudo se justifica pois apesar da maior parte da energia elétrica consumida no Brasil ser proveniente de fontes renováveis, a dependência da geração hídrica alta, o que torna um sistema propenso a colapsos sazonais pela falta de chuvas, assim diversificar as fontes de geração de energia é muito importante para a manutenção das atividades industriais, comerciais, consumo de hospitais e residências, fatores esses que justificam a realização dessa pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa seção tratará sobre as perspectivas referentes à geração de energia com baixa emissão de carbono, as tecnologias existentes, a forma de geração de energia.

2.1 TENDÊNCIAS DE TECNOLOGIA DE ENERGIA DE BAIXO CARBONO

Os progressos na redução da intensidade energética da economia global continuaram a acelerar, melhorando a uma taxa de crescimento médio anual composta de 2,1% entre 2010 e 2016. 4 Em 2015, a participação das energias renováveis no consumo total de energia final subiu para quase 19%, continuando a ligeira aceleração das tendências evidentes desde 2010 (EPE, 2022).

Em termos de geração de energia, as energias renováveis foram responsáveis por mais da metade de todas as adições de capacidade global desde 2012. Em 2017, a capacidade de energia renovável recém-instalada no mundo atingiu um novo recorde de 167 GW. Este foi outro ano recorde em que mais de 60% de toda a nova capacidade de eletricidade foi proveniente de fontes renováveis (EPE, 2022).

A capacidade solar fotovoltaica cresceu mais do que qualquer outra fonte de geração de eletricidade. Os novos investimentos globais em energias renováveis totalizaram US\$ 241,6 bilhões em 2016. 2017 foi o quinto ano consecutivo em que o novo investimento em capacidade de geração de energia renovável foi quase o dobro do investimento em capacidade de geração de energia fóssil. Na raiz dessa aceleração estão reduções substanciais nos custos de tecnologia renovável (EPE, 2022).

O custo nivelado da eletricidade da energia solar fotovoltaica caiu espantosos 73% entre 2010 e 2017, e da eletricidade eólica *onshore* o custo caiu 23%. A análise da IRENA estima que, até 2025, todas as tecnologias renováveis atualmente em uso comercial serão competitivas em termos de custo com os combustíveis fósseis em muitas partes do mundo, e até mesmo os reduzirão significativamente em muitos casos (IRENA, 2020).

Mecanismos de política, como leilões, contribuíram para baixar os preços. As recentes licitações mundiais resultaram em preços recordes: nos últimos anos, projetos solares fotovoltaicos e eólicos *onshore* em escala de utilidade são oferecidos a centavos de US \$ 2–3 por kWh nas melhores condições. Esses preços estão abaixo dos preços convencionais de geração fóssil e nuclear, em alguns casos até abaixo do custo operacional de usinas convencionais existentes (IRENA, 2020).

A participação das energias renováveis na geração de energia precisaria aumentar de cerca de um quarto a partir de 2015 para cerca de 60% até 2030 e 85% até 2050 para a descarbonização do setor de energia. A substancial taxa de crescimento anual de 0,7% das energias renováveis na geração total nos últimos cinco anos precisa mais do que dobrar para realizá-los (EPE, 2022).

Países ao redor do mundo estão no meio de uma transição energética que parece favorecer a eletricidade como o transportador de energia final preferido. Isso é favorável do ponto de vista das energias renováveis e da eficiência energética. A eletricidade é um portador de energia eficiente e se torna uma fonte de energia limpa quando é proveniente de fontes renováveis (IRENA, 2020).

A participação da eletricidade no consumo total de energia final é de cerca de um quinto, mas é muito maior nos países de alta renda e está crescendo rapidamente nos países em desenvolvimento. Especialmente no setor residencial, uma conversão para soluções totalmente elétricas é concebível. Eletricidade para cozinhar, água, aquecimento e resfriamento já está disponível (IRENA, 2020).

A indústria leve e os setores de serviços são áreas onde a eletricidade pode fazer incursões significativas semelhantes. No entanto, na indústria pesada, o uso de eletricidade é limitado a processos específicos, como fundição ou eletrólise. Geralmente, novas soluções elétricas são tecnicamente viáveis, mas muitas vezes não são econômicas (IRENA, 2020).

2.2 VIAS E TRANSIÇÃO DE ENERGIA

As mudanças climáticas e a poluição do ar local estão entre os principais impulsionadores da transição energética em todo o mundo. A poluição do ar local é o principal fator em países como China e Índia. Mas também na Europa, América Latina e Estados Unidos há cada vez mais atenção aos efeitos nocivos da poluição do ar para a saúde, em grande parte relacionados ao fornecimento e uso de energia (IRENA, 2020).

Enquanto a poluição do ar local pode, em certos casos, ser combatida com tecnologias de fim de linha, esse não é o caso com a maior parte das emissões de CO₂ do uso de energia. Cerca de dois terços das emissões globais de GEE são atribuídos ao fornecimento e uso de energia de combustíveis fósseis.

A meta de Clima de Paris acordada de bem abaixo de 2° implica emissões zero de CO₂ nos próximos cinquenta anos. Uma meta mais ambiciosa de apenas 1,5° implica reduções ainda mais rápidas. A transição energética deve reduzir as emissões substancialmente, garantindo ao mesmo tempo que haja energia suficiente para o crescimento econômico. A análise mostra que a intensidade das emissões de CO₂ da atividade econômica global precisa ser reduzida em 85% entre 2015 e 2050, e as emissões de CO₂ precisam diminuir em mais de 70% em comparação com o Caso de Referência em 2050).

O resultado é anual diminuição das emissões de CO₂ relacionadas à energia em 2,6% em média, ou 0,6 Gigatoneladas (Gt) em termos absolutos, resultando em 9,7 Gt de CO₂ de emissões de energia por ano em 2050. Isso é representado pelo Caso REmap (IRENA, 2020).

Este cenário é comparado ao Caso de Referência que representa a evolução do uso de energia e seu mix se o mundo seguir as políticas que estão em vigor e sob consideração. De acordo com a linha de base, ou o chamado Caso de Referência da IRENA, as emissões de CO₂ de energia aumentam 6% de 33 Gt em 2015 para 35 Gt em 2050 (IRENA, 2020).

2.3 EXPLORAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

A energia solar refere-se a fontes de energia que podem ser atribuídas diretamente à luz do Sol ou ao calor que a luz solar gera. As tecnologias de energia solar podem ser classificadas da seguinte forma: 1) passiva e ativa; 2) térmica e fotovoltaica; e 3) concentrada e não concentrada. A tecnologia de energia solar passiva apenas coleta a energia sem converter o calor ou a luz em outras formas. Inclui, por exemplo, maximizar o uso da luz do dia ou do calor por meio do projeto de construção (PIPE, 2015).

Em contraste, a tecnologia de energia solar ativa refere-se ao aproveitamento de energia solar para armazená-la ou convertê-la para outras aplicações e pode ser amplamente classificada em dois grupos: (i) fotovoltaica e (ii) solar térmica. A tecnologia fotovoltaica converte a energia radiante contida nos quanta de luz em energia elétrica quando a luz incide sobre um material semicondutor, causando excitação de elétrons e aumentando fortemente a condutividade. Dois tipos de tecnologia fotovoltaica estão atualmente disponíveis no mercado: (a) células fotovoltaicas baseadas em silício cristalino e (b) tecnologias de filme fino feitas de uma variedade de materiais semicondutores diferentes, incluindo silício amorfo, telureto de cádmio e índio de cobre disseleneto de gálio (BALFOUR et al., 2019).

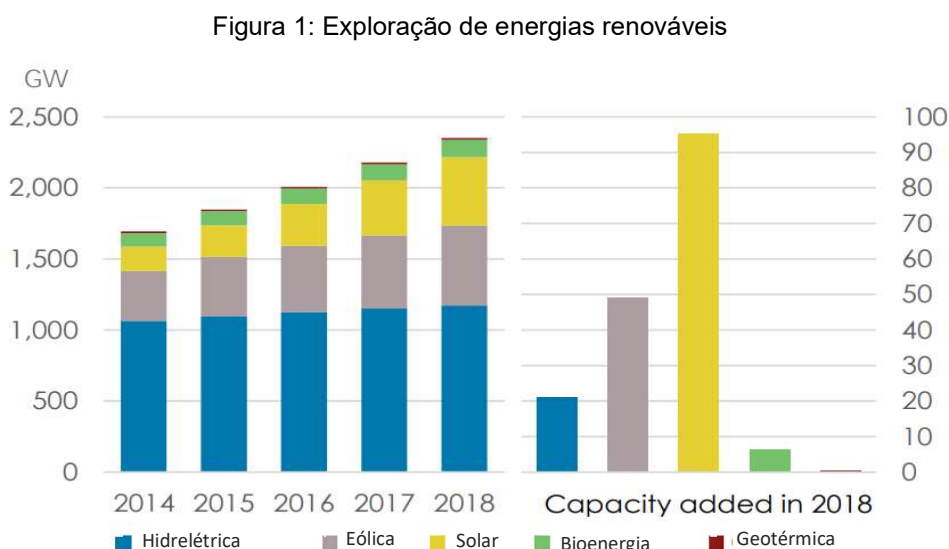
A tecnologia térmica solar usa calor solar, que pode ser usado diretamente para aplicações térmicas ou de aquecimento ou geração de eletricidade. Consequentemente, pode ser dividido em duas categorias: (i) solar térmico não elétrico e (ii) solar térmico elétrico. O primeiro inclui aplicações como secagem agrícola, aquecedores solares de água, aquecedores solares de ar, sistemas de resfriamento solar e fogões solares; o último refere-se ao uso do calor solar para produzir vapor para geração de eletricidade, também conhecido como energia solar concentrada (PIPE, 2015).

As tecnologias de energia solar têm uma longa história. Entre 1860 e a Primeira Guerra Mundial, uma série de tecnologias foi desenvolvida para gerar vapor, por meio da captura do calor do sol, para fazer funcionar motores e bombas de irrigação. As células solares fotovoltaicas foram inventadas no Bell Labs nos Estados Unidos em 1954 e têm sido usadas em satélites espaciais para geração de eletricidade desde o final dos anos 1950. Nos anos imediatamente seguintes ao choque do petróleo nos anos 70, houve

muito interesse no desenvolvimento e na comercialização de tecnologias de energia solar (BALFOUR et al., 2019).

No entanto, esta indústria incipiente de energia solar dos anos 1970 e início dos anos 80 entrou em colapso devido ao declínio acentuado dos preços do petróleo e à falta de apoio político sustentado. Os mercados de energia solar recuperaram o ímpeto desde o início de 2000, exibindo um crescimento fenomenal recentemente (PIPE, 2015). A capacidade total instalada de geração de eletricidade baseada em energia solar aumentou para mais de 485,82 GW no final de 2018, de uma capacidade quase insignificante no início dos anos noventa (IRENA, 2020).

Ressalta-se que este tipo de geração de energia renovável foi a que mais cresceu em 2018, conforme visto na figura 1:



Fonte: IRENA (2020)

Pode-se inferir, a partir da análise da figura 1 que a energia solar teve um aditivo de quase 100 GW em 2018, sendo a energia renovável com maior adição à matriz energética mundial, vencendo em adição a geração de energia hidrelétrica e eólica.

Ainda no ano de 2019 ocorreu o incremento de 1,3% no consumo final de energia elétrica, foram consumidos 545,6 TWh, sendo os setores industrial e residencial responsáveis pelo consumo 35,9% e 26,1% deste montante respectivamente. Alguns setores da indústria reduziram o consumo da energia elétrica no ano de 2019 com

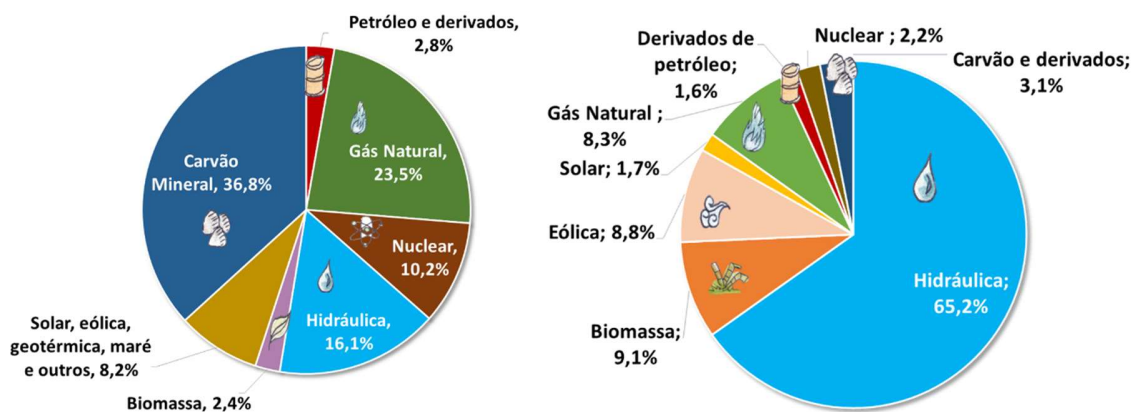
destaque para o setor da siderurgia com -8,7% seguido do setor de papel e celulose com -6,6% (EPE, 2022).

2.4 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

De acordo com a Empresa Brasileira de Energia (EPE) “a matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica em um país, estado ou no mundo” (EPE, 2022). No caso brasileiro a matriz de energia elétrica é formada majoritariamente por fontes renováveis, tais como as provenientes de geração hidráulica, solar, eólica e biomassa.

Para melhor ilustrar esta questão é importante observar os Gráficos constantes na Figura 2 (que trata da matriz de energia elétrica mundial da matriz de energia elétrica brasileira):

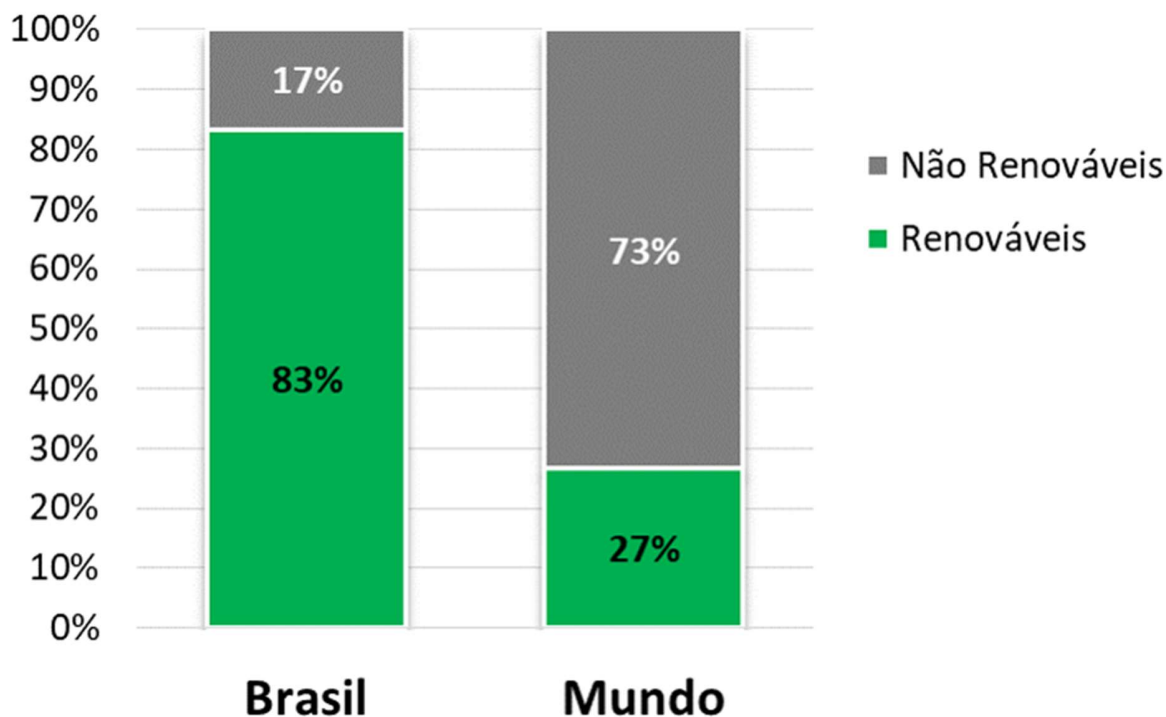
Figura 2 – Matriz energia elétrica Mundo e Brasil (nessa ordem)



Fonte: EPE (2022)

Com relação à Matriz Elétrica do Brasil e do Mundo a diferença é maior ainda. Enquanto 83% da energia produzida no país é proveniente de fontes renováveis, apenas 25% são dessa forma no restante do mundo (EPE, 2022), conforme pode ser observado na Figura 3:

Figura 3 – Comparativo entre Matriz Elétrica Mundial e Brasileira



Fonte: EPE (2022)

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo foi de revisão da literatura com aplicação de estudo de caso em que foi realizada uma leitura de como o Aterro Sanitário Metade Sul está configurado e quais os procedimentos de manutenção da geração de energia a partir do uso de biodigestores.

O tipo de pesquisa a ser realizada é bibliográfica, assim as fontes de pesquisa serão livros, artigos e manuais disponíveis em publicações de sites confiáveis bem como na biblioteca virtual disponibilizada pela Uninter no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Sendo assim, e pela natureza do produto esperado ao final da pesquisa, este estudo foi basicamente bibliográfico, pois foi elaborado com base em material já publicado (GIL, 2017).

Os dados obtidos, em formato numérico, estão despojados em tabelas e gráficos com o auxílio do software Microsoft Office Excel para que possam ser analisados de forma quantitativa (PEROVANO, 2016). Por fim, será realizada uma análise interpretativa de todo esse arcabouço teórico, a fim de dar uma solução aos objetivos propostos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Aterro Sanitário Metade Sul incluir cerca de 63 poços de biogás, que ficarão a uma distância aproximada de 40m entre si. Esta distância é adequada considerando que estes poços serão construídos desde a base do aterro até a superfície, o que garante um amplo raio de influência. Estes poços poderão ser modificados para a construção de poços coletores para o projeto de MDL.

É importante considerar que o campo de poços será construído à medida que se avança com a operação do aterro.

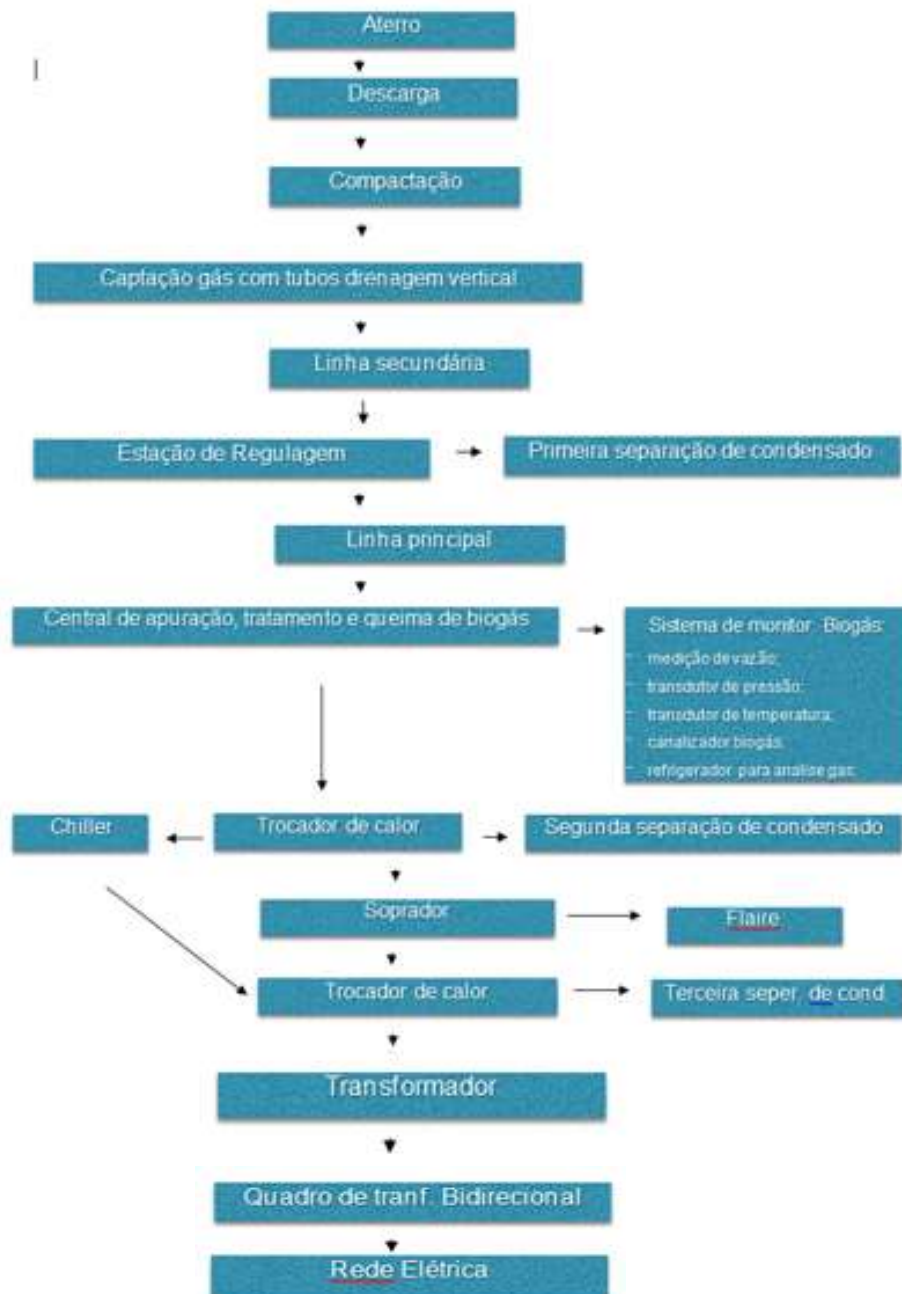
Um dreno de biogás existente no aterro pode ser convertido em poço vertical através da remoção e reconstrução das partes superiores que compõem o dreno. Primeiramente, rocha e solo são removidos até cerca de quatro metros ou mais de profundidade. O duto perfurado e completado com pedras ou cascalho. O duto próximo a superfícies do aterro não é perfurado, mas envolto em argila ao invés de rochas. O duto de cada dreno modificado e convertido em poço vertical estende-se desde a parte superior do poço original até a superfície do aterro é conectado ao restante do sistema de captação.

Pelo fato dos drenos que serão construídos no Aterro da metade Sul serem conectados a drenos de chorume horizontais abaixo da superfície, a eficiência de coleta do biogás na área afetada pelos drenos convertidos e pelos drenos horizontais tem grandes chances de ser muito boa.

A profundidade do poço, o raio de influência de cada poço e a distância entre e os poços estão relacionados entre si e dependem da profundidade do aterro, da compactação e permeabilidade dos resíduos, entre outros fatores. As escolhas ideais de profundidade do poço, distância, etc. são melhor determinadas por testes de

bombeamento quando diferentes profundidades e distancias de separação dos poços são comparadas. Esse detalhamento é apresentado na Figura 4:

Figura 4 - Fluxo do processo

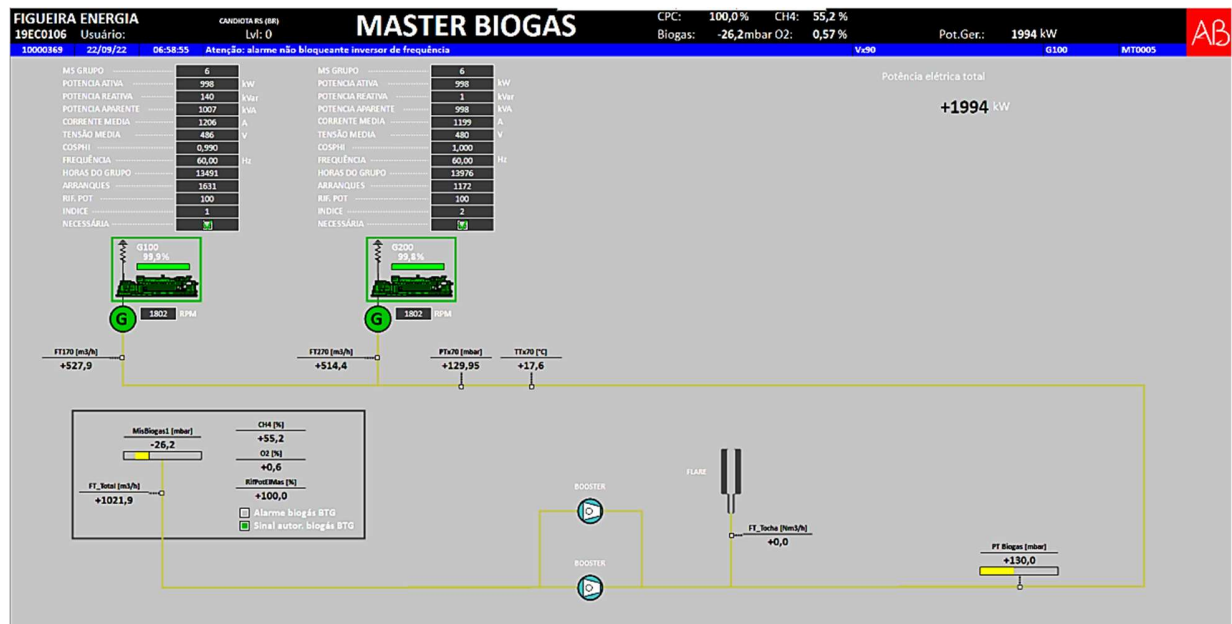


Fonte: Aterro Metade Sul (2022)

Importante esclarecer que o sistema já possui dois motores modulares unidades geradoras com motores modulares possibilitam adaptar o equipamento aos volumes de gás específicos do local. À medida que os volumes de gás aumentam ou diminuem com o tempo, mais módulos podem ser acrescentados ou então remanejados para outros locais. A instalação dos diversos motores modulares ocorrera de acordo com os estágios planejados identificados na análise de investimentos realizada para o projeto.

A unidade instalada será constituída pelas instalações de gaseificação e pela casa de força. Essas instalações incluem os sopradores, trocadores de calor e resfriadores. Em caso de manutenção ou desligamento do sistema, todo o gás de aterro será redirecionado para o sistema de queima para destruir adequadamente o metano que não será utilizado para gerar energia. Toda a operação do sistema de geração é controlada por um sistema supervisorio:

Figura 5 - Sistema supervisorio



Fonte: Aterro Metade Sul (2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A potência média da geração foi de 680 kW mês utilizando e de 1Kw/h com o modelo Biogás, para um motor de combustão interna a pistão com eficiência de

conversão elétrica de 33%. A utilização energética de metano é a melhor forma para geração de energia elétrica, já que, por um lado, se deixa de emitir gases de efeito estufa e, por outro, se obtém um benefício econômico, ao poupar energia elétrica ou pela venda à rede elétrica.

O Brasil possui todas as condições para se tornar um dos maiores centros de energias renováveis do mundo. Com as políticas certas, aplicadas de maneira adequada, o biogás pode fazer parte do portfólio de soluções nacionais para um futuro de baixo carbono.

O uso crescente de biodigestores em território nacional para o RSU abrirá novas oportunidades para as empresas nacionais fabricantes de motogeradores a biogás de pequeno porte. Algumas delas já fornecem tecnologia semelhante para o setor agropecuário, como resultado de legislação ambiental mais severa e da percepção das oportunidades de uso econômico de subprodutos pouco aproveitados.

REFERÊNCIAS

ATERRO SUL. **Dados coletados no Aterro Sanitário Metade Sul**. Candiota, RS: 2022.

BALFOUR, John; SHAW, Michael; NASH, Nicole Bremer. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. Tradução Luiz Cláudio de Queiroz Faria. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

BARROS, Benjamim Ferreira de; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luis. **Gerenciamento de Energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. 3ª. ed. São Paulo: Érica, 2020.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2022**. Brasília: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202022.pdf>. Acesso em 28 set. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IRENA. International Renewable Energy Agency. **Renewable Capacity Statistics 2019**. Abu Dhabi: IRENA, 2020.

MOREIRA, José Roberto Simões (org.). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

PEROVANO, Dalton Gean. **Manual de pesquisa científica**. Curitiba: Intersabers, 2016.

PIPE, Jim. **Energia solar**. São Paulo: Callis, 2015.

WILLUMSEN, Hans. **Proceedings, Sardinia 2003**, Ninth International Landfill (Symposium), Cagliari, Italy, October 2003.