



MONTAGEM, TESTES E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE GRUPO MOTOGERADOR ALIMENTADO A BIOGÁS EM ATERROS SANITÁRIOS NOS ESTADOS DO PARANÁ E SANTA CATARINA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.XIV-002>

Ricardo Morel Hartmann*, Paulo Belli Filho, Armando Borges de Castilhos Junior, Edson Bazzo, Marcos Chaves

* Universidade Federal da Integração Latino-americana, Engenharia de Energia, Grupo de Pesquisa em Mobilidade e Matriz Energética, Foz do Iguaçu/PR. ricardo.hartmann@unila.edu.br.

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato objetivo e resumido de algumas das atividades realizadas no âmbito da Rede Finep Biogás entre os anos de 2013 e 2022 desenvolvidas nos aterros sanitários de Brusque, Santa Catarina, e Marechal Cândido Rondon MCR, no Paraná. Foram realizadas análises de vazão e qualidade de biogás no aterro sanitário de Brusque e trabalhos em laboratório com um grupo motogerador (GMG) consistindo na manutenção, testes em bancada dinamométrica e posterior regulagem de parâmetros de controle do motor a combustão e gerador elétrico. O GMG foi então instalado no aterro sanitário de Brusque onde foram realizados testes de geração de energia elétrica. No ano de 2022 o GMG foi transferido para MCR, com o propósito de realizar estudos de geração de energia elétrica no aterro sanitário do município. Com relação a qualidade do biogás, os resultados mostraram frações volumétricas de metano da ordem de 57,1 % no aterro sanitário em Brusque e 68,5 % no aterro sanitário de MCR.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos urbanos, biogás, inovação tecnológica, energia renovável, aterros sanitários.

ABSTRACT

This work presents an objective and summarized account of some of the activities carried out within the scope of the Finep Biogas Network between the years 2013 and 2022 developed in the sanitary landfills of Brusque, Santa Catarina, and Marechal Cândido Rondon MCR, in Paraná. Analyzes of the flow and quality of biogas were carried out in the Brusque landfill and laboratory work with a motor generator set (GMG) consisting of maintenance, tests on a dynamometric bench and subsequent adjustment of control parameters of the combustion engine and electric generator. The GMG was then installed at the landfill in Brusque, where electricity generation tests were carried out. In the year 2022, the GMG was transferred to MCR, with the purpose of carrying out studies on the generation of electricity in the municipal landfill. Regarding the quality of the biogas, the results showed methane volumetric fractions of the order of 57.1% in the landfill in Brusque and 68.5% in the landfill in MCR.

KEY WORDS: Municipal solid waste, biogas, technological innovation, renewable energy, landfills.

INTRODUÇÃO

A temática dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tem se tornado mais importante nas últimas décadas. Para tentar minimizar os impactos ambientais e custos econômicos dos aterros sanitários, uma saída é a utilização do biogás produzido para geração de energia elétrica e/ou térmica. A utilização do biogás dos aterros tem a vantagem de reduzir o impacto de gases do efeito estufa e ao mesmo tempo gerar renda para amenizar os gastos financeiros que os aterros sanitários geram aos municípios. O crescimento na geração de RSU conforme o aumento da população faz com que sejam necessárias cada vez mais e melhores estratégias para a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos. Estas estratégias devem buscar a destinação final ambientalmente adequada, na qual se inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações, antes de optar pela disposição final ambientalmente adequada, a qual se entende como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos [1].

Os aterros sanitários, são fonte de preocupação para gestores e a população em geral devido a variáveis econômicas, ambientais, sociais e políticas. É fato que o tema dos RSU é um dos principais desafios das cidades no século XXI. Um estudo publicado pelo Banco Mundial [2] estima que no ano de 2050, 9 entre cada 10 habitantes da América Latina viverão em cidades. Isto implicará uma quantidade crescente na geração de RSU e consequente aumento na necessidade



por serviços públicos relacionados com coleta, transporte, separação e correta destinação destes resíduos. Por isso, a correta destinação e aplicação em economia circular para os resíduos, a exemplo de geração de energia elétrica com biogás dos aterros sanitários, é uma saída que tem se mostrado muito valorizada na academia, setor industrial e pela população em geral.

OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho foi comparar os resultados obtidos com geração de energia elétrica utilizando biogás para o período 2013 a 2022 dentro do escopo de um projeto em rede de pesquisa financiado pela FINEP, utilizando os resultados experimentais obtidos no aterro sanitário em Brusque/SC como base de comparação. Os resultados de Brusque/SC foram então comparados com resultados de projeto de pesquisa iniciado em 2022 como uma continuação do projeto FINEP, com uma planta experimental instalada no município de Marechal Cândido Rondon no Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização dos trabalhos foram utilizadas: a infraestrutura do Laboratório de Combustão e Engenharia de Sistemas Térmicos (LABCET) na UFSC em Florianópolis/SC; a infraestrutura de casa de máquinas e biogás do aterro sanitário de Brusque/SC; e a infraestrutura de casa de máquinas e biogás do aterro sanitário de Marechal Cândido Rondon/PR. O GMG é composto de motor a combustão interna do ciclo Otto marca General Motors Vortec V8, com potência máxima de 155hp@3000rpm. Foi utilizado um gerador elétrico marca WEG série GTA com potência elétrica nominal de 74kVA@1800rpm, painel de controle e comando marca Woodward modelo EasyGen 100 kVA. Para análise da composição do biogás foi utilizado um analisador de gases portátil marca Landtec GEM 5000.

RESULTADOS OBTIDOS

O motor GM foi utilizado em um projeto anterior já finalizado em 2012, realizado pelo LABCET/UFSC, com foco na utilização de biogás obtido em granjas de suinocultura. Nos testes anteriores o motor GM Vortec se mostrou robusto e com curvas de torque e potência adequadas para geração de energia elétrica utilizando biogás como combustível. O motor foi utilizado por um período aproximado de 3 anos em granjas de suinocultura na região oeste de Santa Catarina. Por isso foi requerida manutenção e retífica do motor antes de operacionalizá-lo para os trabalhos no aterro em Brusque. A figura 1 mostra o registro fotográfico da vista superior do cabeçote do motor GM Vortec, quando do envio para recuperação e retífica. Durante a manutenção, foi possível observar o elevado grau de depósitos superficiais nos quatro pistões e cilindros do motor, o que prejudicaria o seu desempenho.



Figura 1: Fotografia da vista superior parcial do bloco do motor Vortec GM, quando da verificação para envio para manutenção e retífica. Fonte: Autores do Trabalho.



Após manutenção e retífica do bloco e do cabeçote do motor, foram realizados testes do GMG gerando energia elétrica no LABCET/UFSC. É importante informar que o GMG é a composição do motor GM vortec e do gerador elétrico WEG GTA. A figura 2 mostra os resultados de eficiência global do motor em função da potência entregue pelo motor. São mostrados resultados obtidos em 2007, quando o motor foi testado na bancada dinamométrica do LABCET/UFSC, bem como resultados obtidos em 2017 com o motor acoplado ao gerador elétrico WEG, em configuração de grupo motogerador (GMG).

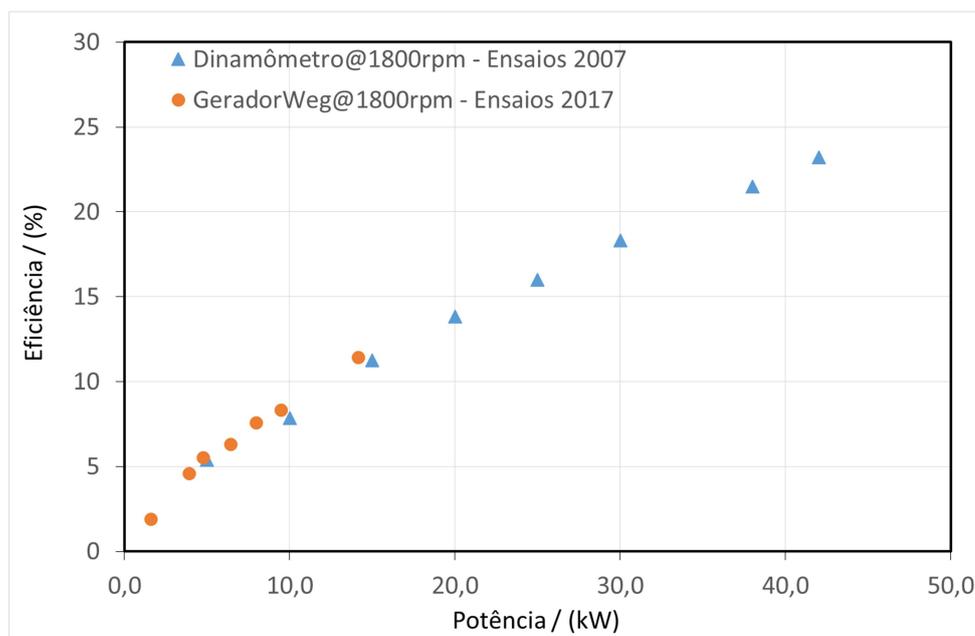


Figura 2: Eficiência vrs. Potência entregue pelo motor GM Vortec. Os valores de potência ensaiados em 2017 foram limitados pelo infra-estrutura de dissipação de energia elétrica da sala de motores, fixada em 15 kW.

Fonte: Autores do Trabalho.

Da comparação entre as curvas se observa que o motor se comportou de modo satisfatório para a faixa de potência sob estudo, apresentando praticamente o mesmo desempenho, às vezes superior, comparado com os resultados obtidos em 2007. Estes resultados validaram a utilização do motor como máquina motriz para o GMG. Após os testes em laboratório no LABCET/UFSC o GMG foi transportado ao aterro sanitário em Brusque para testes de geração de energia elétrica utilizando o biogás do aterro sanitário. A figura 3 mostra o GMG instalado na casa de máquinas do aterro sanitário em Brusque, onde é possível observar o espaço existente para a operação, controle e atividade de manutenção do GMG.

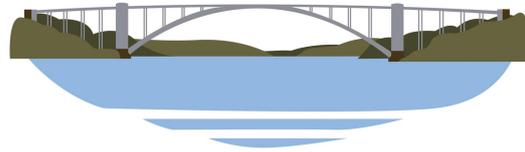


Figura 3: Fotografia do GMG instalado na casa de máquinas do aterro sanitário em Brusque. Fonte: Autores do Trabalho.

A composição volumétrica do biogás utilizado nos testes do aterro sanitário de Brusque correspondeu em média com 57,1 % de metano (CH_4), 42,8 % de dióxido de carbono (CO_2), 71 ppm de ácido sulfídrico (H_2S) e 25 ppm de monóxido de carbono (CO). Os testes foram realizados para uma carga fixa de 20 kW, que alimentou uma bomba para irrigação interna do aterro sanitário entre os meses de abril e maio de 2018. O tipo de conexão foi isolada da rede da concessionária local, no caso CELESC para o estado de Santa Catarina.

Testes experimentais no aterro sanitário em Marechal Cândido Rondon/PR

Em março de 2022 foram realizados testes de composição de biogás e estabilidade de chama no aterro sanitário em Marechal Cândido Rondon. O biogás testado no aterro em Marechal Cândido Rondon teve a seguinte composição volumétrica: 68,3 % de metano, 31,7 % de dióxido de carbono, 11 ppm de ácido sulfídrico e 22 ppm de monóxido de carbono. Foram realizadas também medições da chama do biogás em um queimador acoplado a um dos drenos para captação de biogás produzido no aterro. A figura 4 mostra uma foto utilizando uma câmera de espectro infravermelho para fornecer um mapa de calor da chama de biogás.



Figura 4: Fotografia termográfica em espectro infravermelho da chama de biogás no aterro sanitário em Marechal Cândido Rondon/PR. Fonte: Autores do Trabalho.

A termografia conforme figura 4 permitiu verificar uma chama forte e estável, condizente com a composição volumétrica medida no aterro sanitário em MCR. Neste momento, mês de março de 2023, o GMG já está em MCR e será instalado na casa de máquinas no aterro sanitário do município, com previsão de início de testes de biogás para o início do mês de abril de 2023.

Desenvolvimento Tecnológico Durante o Projeto Rede FINEP Biogás – Período 2012 a 2022

Uma preocupação recorrente durante a realização do projeto FINEP Biogás foi também o desenvolvimento tecnológico e estímulo a inovação de produtos e processos na cadeia tecnológica de produção e utilização do biogás. Um dos exemplos bem sucedidos foi o desenvolvimento por pesquisadores do projeto de uma solução para medição de vazão de biogás utilizando medidores mássicos de vazão em conjunto com flange em aço inox desenhada no projeto e sistema de aquisição de dados automatizada. A concepção e montagem do medidor de vazão para biogás foi realizada inteiramente por integrantes do projeto projeto FINEP Biogás da UFSC em Florianópolis/SC. A figura 5 mostra a foto da flange em aço inox 314 desenhada e fabricada em Santa Catarina para montagem do medidor de vazão de biogás.

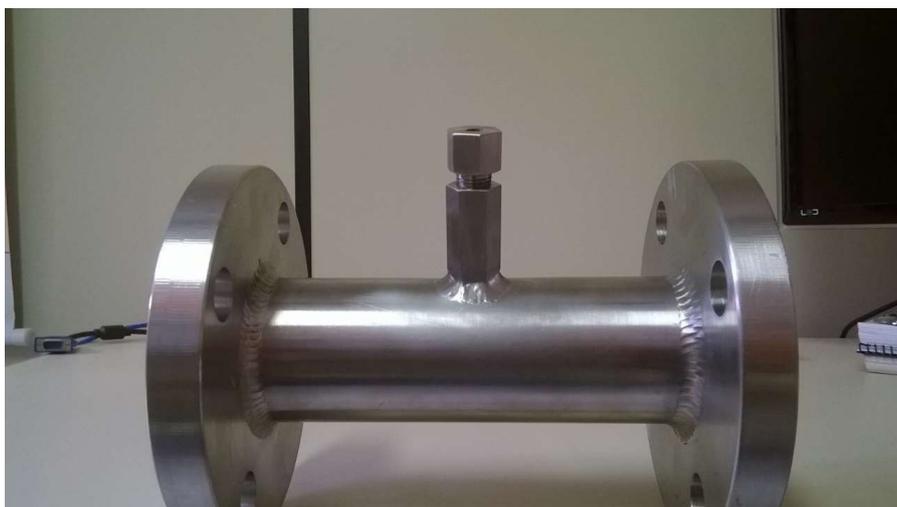
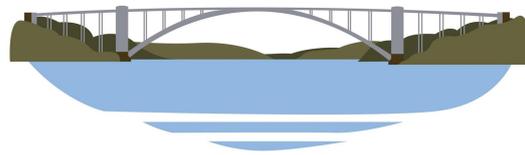


Figura 5: Fotografia de flange fabricada em aço inox desenvolvida pela equipe UFSC do projeto FINEP Biogás. Fonte: Autores do Trabalho.



Um resultado importante do desenvolvimento do medidor de vazão foi a redução de custo. Um medidor de vazão no mercado nacional custava aproximadamente R\$ 28.000,00 em 2017. O medidor mostrado na figura 5 foi construído por aproximadamente R\$ 14.000,00, representando uma economia de 50 % ao projeto.

Outro resultado importante foi o projeto e montagem de um painel móvel para testes de substratos com a função de promover a filtragem do biogás. O objetivo era diminuir para quase zero a fração de H₂S (ácido sulfídrico) bem como compostos do tipo siloxanos. A figura 6 mostra uma foto do painel móvel montado no aterro sanitário de Bruque/SC, onde o substrato testado para filtragem do biogás foi o carvão ativado.

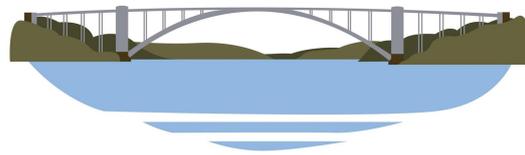


Figura 6: Fotografia do painel móvel para filtragem de biogás utilizando recheio intercambiável. Fonte: Autores do Trabalho.

Os resultados obtidos com o painel móvel para filtragem do biogás utilizando carvão ativado como substrato foram satisfatórios, onde o nível de H₂S caiu de 80 ppm antes do painel para 3 ppm após o painel, para os testes realizados no aterro sanitário de Brusque/SC. Pretende-se agora continuar os testes de operação com o medidor de vazão e o protótipo de filtragem de biogás no aterro sanitário de Marechal Cândido Rondon, para verificar a eficácia dos equipamentos em distintos ambientes de trabalho.

CONCLUSÕES

Foram realizadas diversas atividades necessárias à operacionalização de um GMG para geração de energia elétrica utilizando biogás de aterro sanitário: manutenção e retífica do motor a combustão interna, reacoplamento com o gerador elétrico, testes de geração de energia elétrica em laboratório e geração de energia elétrica utilizando biogás de aterros sanitários. Foram obtidos resultados de composição de biogás nos aterros sanitários em Brusque e Marechal Cândido Rondon, sendo 57,1 % e 68,3% de metano respectivamente. Os resultados de geração de energia elétrica em Brusque se mostraram promissores, mas tiveram de ser interrompidos devido a cortes nos recursos financeiros para financiamento do projeto. Neste momento, está se preparando o GMG para iniciar a geração de energia elétrica utilizando biogás do aterro sanitário em Marechal Cândido Rondon no Paraná, onde pretende-se também fazer a conexão com a rede elétrica da concessionária local (COPEL).



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FINEP pelos recursos financeiros utilizados na execução do projeto, aos governos municipais e equipes técnicas das cidades de Brusque/SC e Marechal Cândido Rondon/PR e as instituições de ensino e pesquisa envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MMA/Brasil, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Legislação Federal, 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm;
2. Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.