



## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PRODUZIDA A PARTIR DE UM BIODIGESTOR E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Fernando Piaia (\*), Alexandre Couto Rodrigues, Willian Fernando de Borba, Aline Ferrão Custódio Passini

\* Serviplan, piaiaprojeto@gmail.com

### RESUMO

O trabalho avaliou a influência dos fatores climáticos na geração energética a partir de CH<sub>4</sub> produzido em biodigestor tratando efluente suíno de uma Unidade Produtora de Leitões (UPL) na Linha Estrada Cascatinha, município de Três Passos/RS. No período entre novembro de 2017 e outubro de 2018 foram coletados dados de temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>) junto à estação meteorológica mais próxima da área de estudo, localizada no município de Frederico Westphalen/RS, instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria. Os valores obtidos foram correlacionados com a geração média de energia (kWh/dia) correspondente a cada mês, sendo verificada correlação forte entre a temperatura e a geração de energia, correlação moderada entre umidade relativa do ar média e a geração média de energia, correlação desprezível entre a precipitação total e a produção média de energia e fraca entre radiação solar média produção média de energia. Ao final do trabalho concluiu-se que o volume de biogás produzido na propriedade foi um fator limitante do estudo, pois em nenhum momento verificou-se a produção energética em 100% do dia.

**PALAVRAS-CHAVE:** CH<sub>4</sub>, Fatores climáticos, Geração energética.

### ABSTRACT

The work evaluated the influence of climatic factors on energy generation from CH<sub>4</sub> produced in biodigestor treating pig effluent from a Pig Production Unit (UPL) at the Estrada Cascatinha Line, in the municipality of Três Passos / RS. In the period between November 2017 and October 2018 data were collected from mean temperature (°C), relative humidity (%), total precipitation (mm) and incident solar radiation (kJ / m<sup>2</sup>) at the nearest meteorological station of the study area, located in the municipality of Frederico Westphalen / RS, installed in the Campus of the Federal University of Santa Maria. The values obtained were correlated with the average energy generation (kWh / day) corresponding to each month, with a strong correlation between temperature and energy generation, a moderate correlation between mean air humidity and average energy generation, correlation negligible between total precipitation and average energy production and weak solar radiation mean average energy production. At the end of the study, it was concluded that the volume of biogas produced in the property was a limiting factor of the study, because at no time was the energy production verified at 100% of the day.

**KEY WORDS:** CH<sub>4</sub>, Climate factors, Energy Generation.

### INTRODUÇÃO

Em 2007 o Environmental Protection Agency (EPA) divulgou o resultado da coleta de dados no ano de 2004 realizado pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) a respeito da emissão gasosa global. Dióxido de carbono proveniente de combustíveis fósseis e de desmatamentos contribuiu com 57 e 17 %, respectivamente, sendo o gás mais emitido. Na sequência, é o metano com 14 %, originário de atividades agrícolas e tratamento de resíduos (ARAÚJO, 2013).

Digestão anaeróbica é o processo no qual matéria orgânica é degradada por bactérias anaeróbicas que completam a metanogênese e geram o metano. Este processo está presente em aterros, lodos de esgotos e digestores de biomassa. A resultante mistura gasosa consiste primariamente de metano (50 - 75 vol. %) e dióxido de carbono (25 - 50 vol.%). O biogás também contém pequenas quantidades de hidrogênio, gás sulfídrico, amônia e outros gases traços. A composição do gás é essencialmente determinada pelos substratos, o processo de fermentação (digestão) e os vários projetos técnicos das plantas (EMBRAPA, 2006). O biogás tem sua utilização limitada em geração energética devido à presença do H<sub>2</sub>S. Este, quando queimado converte-se em ácido sulfúrico, e gera a corrosão da câmara de combustão, especialmente em níveis que excedem as 100 partes por milhão (ppm) no biogás (MARQUES, 2012). Após uma eficiente remoção do H<sub>2</sub>S presente, é viabilizado o uso do biogás em aquecedores e geradores.



### OBJETIVOS

Avaliar a geração de energia elétrica influenciada, pelas variações climáticas, utilizando CH<sub>4</sub> produzido em biodigestor tratando efluente suíno.

### METODOLOGIA

O presente trabalho analisou a geração de energia, em kWh/dia, a partir da produção de CH<sub>4</sub> em uma propriedade rural visando compreender a influência das variações da temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>) na geração de energia ao longo de um ano.

O sistema de geração de energia está instalado junto à uma Unidade Produtora de Leitões (UPL), localizada na Linha Estrada Cascatinha, município de Três Passos/RS. A coleta dos dados referentes às variações climáticas se deu a partir da estação meteorológica automática de Frederico Westphalen/RS. No período entre novembro de 2017 e outubro de 2018, sendo este período dividido em 12 meses do ano para a avaliação da geração de energia, foram coletados dados da produção média de energia, em kW/dia, e das variações climáticas, temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>).

### Descrição do sistema

O sistema é composto por um biodigestor cilíndrico com volume estimado em 150 m<sup>3</sup>, com agitação mecânica, um gasoduto de Ø75mm medindo cerca de 150m de rede e filtro similar ao descrito por Frare et al. (2009), com a injeção de O<sub>2</sub> no biogás promovendo a quebra da molécula de H<sub>2</sub>S e formando água e enxofre elementar.

A geração de energia se dá por um grupo motogerador formado por um Motor MWM acoplado a um gerador da marca WEG cuja capacidade é 85 kW, o que enquadra a unidade geradora de energia como microcentral geradora de energia elétrica.

### Variáveis climáticas

A coleta dos dados ocorreu mensalmente no período entre novembro de 2017 e outubro de 2018. Os dados referentes à temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>) foram coletados via internet, onde optou-se pela estação meteorológica mais próxima da área de estudo, localizada no município de Frederico Westphalen/RS, instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria.

A geração média de energia, em kWh/dia, foi coletada na UPL, nos mesmos dias em que foram coletados os dados de temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>). Em cada coleta foi realizada a leitura das horas trabalhadas pelo motor e subtraído o valor da leitura anterior, assim obtendo o valor das horas de trabalho no intervalo entre as leituras, e posteriormente estimado a geração média de energia, em kWh/dia, para o intervalo.

No intervalo entre os dias 30 de junho de 2018 e 27 de julho de 2018 foi conectado ao conjunto moto-gerador um analisador de energia da marca Embrasul, modelo CAT III 600V, o qual coletou os dados referentes a geração de energia, assim possibilitando a obtenção da energia gerada expressa em quilowatt-hora (kwh).

O consumo de CH<sub>4</sub>, expresso em m<sup>3</sup>/minuto, foi obtido pelo medidor de volume instalado no gasoduto, verificando a passagem do gás em 1 minuto. Não foram coletados dados no período entre 19 de julho e 17 de agosto de 2018, devido à manutenção do grupo moto-gerador.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados verificados ao longo do período de coleta referentes à produção média de energia (kWh/dia), temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), precipitação total (mm) e radiação solar média incidente (kJ/m<sup>2</sup>) (Tabela 1).



**Tabela 1. Geração média de energia, e dados referentes às variações climáticas coletados entre novembro de 2017 e outubro de 2018 (Três Passos, RS, 2017).**

Fonte: Autor, 2017.

Trimestre de coleta	Mês de coleta	Média de horas de geração energética (h)	Geração média de energia (kWh/dia)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa do ar média (%)	Precipitação total (mm)	Radiação solar média (KJ/m <sup>2</sup> )
A	1	19,62	1.667,70	19,75	68,00	203,40	125,70
	2	20,79	1.767,15	23,50	72,00	119,20	426,45
	3	21,64	1.839,72	24,81	71,00	89,20	1402,00
B	4	21,35	1.814,42	22,75	72,36	51,00	1132,17
	5	19,01	1.616,06	22,52	76,61	159,60	899,15
	6	20,53	1.744,63	21,37	78,34	146,00	907,96
C	7	18,85	1.601,84	18,32	78,84	85,00	606,33
	8	13,04	1.108,40	13,95	78,16	78,20	548,44
	9	17,40	1.479,00	16,16	81,39	70,40	711,88
D	10	15,81	1.343,58	14,85	74,13	182,40	982,76
	11	17,56	1.492,45	19,52	76,36	77,00	685,21
	12	17,00	1.444,88	19,41	79,36	224,60	722,48

As 3 maiores médias de geração diária de energia foram obtidas nos 3 meses (mês 2, mês 3 e mês 4) que alcançaram as maiores médias de temperatura. No mês 3 ocorreram a maior geração média diária de energia e maior média de temperatura, no mês 2, a terceira maior geração média diária de energia e segunda maior temperatura e no mês 4 a segunda maior geração média diária de energia e terceira maior temperatura.

O consumo médio de CH<sub>4</sub> purificado obtido pelo medidor foi de 0,6 m<sup>3</sup>/min, o que equivale a 36,00 m<sup>3</sup>/h. A partir da geração média diária de energia de cada mês foi estimada a demanda diária média de CH<sub>4</sub> (m<sup>3</sup>/dia) e o volume médio de CH<sub>4</sub> necessário para gerar um kWh (m<sup>3</sup>/kWh) de energia (Tabela 2).

**Tabela 2. Demanda diária média de CH<sub>4</sub> e volume médio de CH<sub>4</sub> necessário para cada kWh de energia gerada (Três Passos, RS, 2017).**

Fonte: Autor, 2017.

Trimestre de coleta	Mês de coleta	Geração média de energia (kWh/dia)	Demanda diária de CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /dia)	Volume de CH <sub>4</sub> por kWh de energia gerada (m <sup>3</sup> /kWh)
A	1	1.667,70	706,32	0,42
	2	1.767,15	748,44	0,42
	3	1.839,72	779,18	0,42
	4	1.814,42	768,46	0,42
B	5	1.616,06	684,45	0,42
	6	1.744,63	738,90	0,42
	7	1.601,84	678,43	0,42
C	8	1.108,40	469,44	0,42
	9	1.479,00	626,40	0,42
	10	1.343,58	569,05	0,42
D	11	1.492,45	632,09	0,42
	12	1.444,88	611,95	0,42

O consumo de CH<sub>4</sub> é proporcional à geração média de energia, pelo fato de a operação do grupo moto-gerador depender da disponibilidade da CH<sub>4</sub>. Comparando o consumo de 0,420 m<sup>3</sup>/kWh com o consumo de 0,423 m<sup>3</sup>/kWh obtido por Bilotta e Ross (2016) observou-se que os resultados estão de acordo com os verificados na bibliografia, fato este que corrobora com a validade do trabalho e confiabilidade dos resultados. O consumo obtido foi o mesmo em todas as coletas, pois se trata da razão entre a demanda diária de CH<sub>4</sub> (m<sup>3</sup>) e geração média de energia (kWh).



A geração de energia está diretamente associada à temperatura ambiente, verificou-se em temperaturas médias acima de 20 °C produção média de energia acima de 1.600 kWh/dia, com o gerador queimando CH<sub>4</sub> acima de 80 % do tempo ao longo do dia, abatendo a energia consumida pela propriedade ou injetando na rede da concessionária. No 11º mês e 12º mês a temperatura média ficou próxima dos 20 °C, porém a geração média de energia ficou abaixo dos 1.500 kWh/dia. Vale ressaltar que o motor havia passado por manutenção recente e estava em fase de inicial de operação, também foi verificada grande variação de temperatura, com mínima de 11,60 °C e máxima de 33,70 °C no mês 11, mínima de 9,90 °C e máxima de 27,70 °C no mês 12, oscilação de proporção superior à ocorrida nos primeiros tratamentos. Com base nos dados supracitados, é possível elaborar um plano de operação do gerador para que a geração de energia ocorra em horários de consumo de ponta, os quais o valor da tarifa cobrado pela concessionária é maior, minimizando o valor pago a mesma.

### CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos é possível concluir que há influência das variações climáticas na geração de energia a partir da produção de biogás, sendo a temperatura ambiente o principal fator climático dentre os analisados a influenciar na produção de biogás e consequentemente na geração de energia a partir deste.

O sistema de geração de energia apresentou eficiência na conversão de biogás em energia elétrica condizente com a geração de energia a partir de biogás consultada na bibliografia, sendo verificado o consumo de 0,420 m<sup>3</sup>/kWh gerado, enquanto na bibliografia foi apurada a necessidade de 0,423 m<sup>3</sup>/kWh de energia gerada.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araújo, G. M. **Remoção biológica de gás sulfídrico concentrado para tratamento do biogás**. 2013. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.
2. Bilotta, P.; Ross, B. Z. L. Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 275-282, 2016.
3. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2006. v. 115, p. 42.
4. Frare, L. M.; Gimenes, M. L.; Pereira, N. C. Processo para remoção de ácido sulfídrico de biogás. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, 2009. p. 167 - 172.
5. Marques, C. A. **Microgeração de energia elétrica em uma propriedade rural utilizando biogás como fonte primária de energia elétrica**. 2012. 91p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2012.