

GERAÇÃO DE ELETRICIDADE A PARTIR DO BIOGÁS DA ETE SÃO JOSÉ EM VARGINHA-MG: Análise do potencial e a viabilidade do aproveitamento

Felipe Pires Nogueira^{1*}

Geisla Aparecida Maia Gomes^{2*}

RESUMO

Este trabalho analisa o potencial e a viabilidade do aproveitamento da geração elétrica a partir do biogás produzido na estação de tratamento de esgoto (ETE) São José em Varginha-MG. Tal abordagem é devida ao fato de que o biogás produzido atualmente no local de estudo é queimado sem ser aproveitado na geração de energia. Este estudo tem como finalidade analisar a viabilidade para a implantação do aproveitamento do biogás, o que permitiria retorno econômico e ambiental para a cidade. Este propósito foi conseguido a partir do levantamento dos dados da ETE em questão para obtenção do gás produzido e dimensionamento da estrutura para aproveitamento. A definição dos dados, possibilitou uma análise econômica e ambiental da usina a ser implantada. A análise demonstrou que tal possibilidade ainda é inviável economicamente para a concessionária, em parte pelo custo dos equipamentos que são importados e com o alto câmbio encarecem o investimento e em parte pelo baixo volume de biogás produzido. Considerando as emissões de CO₂ em comparação com as emissões da matriz energética do Brasil, o empreendimento traria uma redução das emissões. Esta análise se faz necessária no futuro, de modo que o crescimento da cidade e a redução do câmbio poderiam apresentar novos resultados.

Palavras-chave: Biogás. ETE. Geração de energia.

^{1*} Engenheiro Hídrico pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS). E-mail: fpiresnogueira@yahoo.com.br.

^{2*} Prof. Esp. Geisla Aparecida Maia Gomes. Engenheira Civil, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail: geisla.gaspar@professor.unis.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a geração de energia a partir do biogás produzido na ETE São José na cidade de Varginha-MG através de uma análise de viabilidade técnica e econômica para implantação desse tipo de aproveitamento.

Tal abordagem se justifica pelo desperdício do biogás gerado atualmente no tratamento do esgoto, que é queimado e lançado na atmosfera em gases menos nocivos, sem o aproveitamento do potencial energético. Segundo Shen *apud* Santos et al (2016), o biogás gera energia sustentável que pode ajudar na redução da demanda por combustíveis fósseis e emissões de poluentes.

Até 2014, o Brasil contava apenas com 23 usinas de geração de energia a partir do biogás, com uma potência instalada de 84,8 MW, ou 0,06% da capacidade total (SANTOS, et al 2016). Dessa forma, é importante ressaltar a contribuição do trabalho para a comunidade, tanto do ponto de vista ambiental, ao gerar energia de uma fonte subaproveitada sem geração de novos resíduos na atmosfera, quanto do ponto de vista econômico, gerando economia para a concessionária do sistema de esgotamento sanitário.

O objetivo desta pesquisa é verificar a viabilidade para o aproveitamento do biogás gerado pela estação de tratamento de esgoto São José em Varginha-MG, e a partir dos resultados, propor a extensão do estudo às demais ETES do município e da região.

Esta tarefa será completada através da pesquisa dos dados referentes ao tratamento de esgoto na estação de tratamento em estudo e da metodologia proposta por Barros *et al* (2014), na qual determina-se o volume de biogás produzido e a energia que pode ser obtida pelo aproveitamento do biogás. Com o potencial energético definido, realiza-se uma análise econômica do investimento para determinar sua viabilidade.

De modo a entender o processo até a obtenção do biogás e seu aproveitamento energético, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre as principais etapas desse processo, caracterizadas a seguir.

2 O TRATAMENTO DE ESGOTO NO BRASIL

O crescimento populacional traz consigo um aumento na demanda de recursos energéticos e alimentícios, provocando um maior consumo de energia e a geração de dejetos. A geração de resíduos sólidos proveniente de efluentes urbanos, industriais ou rurais é diretamente proporcional à quantidade de habitante e seus hábitos de consumo. Segundo Pecora (2006, p.15), “a coleta, tratamento e disposição adequada destes resíduos se refletem na qualidade de vida da população e das águas dos rios e águas subterrâneas, na atividade pesqueira e nos vetores patogênicos”.

Segundo SNIS (2018) o volume de esgotos tratados no ano de 2018 foi de 4,18 bilhões de m³, e segue aumentando a cada ano, embora a taxa do esgoto tratado de 46,3%, em relação ao esgoto gerado seja baixa em relação aos países desenvolvidos.

2.1. Sistema Anaeróbio de Tratamento

Um dos principais tipos de tratamento de esgoto utilizados no país é o tratamento por reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA). Um fator que contribui para essa metodologia de tratamento são as altas temperaturas médias no país. São sistemas simples, com tecnologia de baixo custo. (CHERNICHARO, 2007)

De acordo com Moreira *apud* Santos et al(2013), 64% das estações de tratamento no Brasil possuem tratamento anaeróbio primário.

Entre as vantagens do tratamento anaeróbio, podemos destacar ainda o baixo consumo de energia, baixo custo de implantação, aplicação em pequena e grande escala e a produção de metano, um gás extremamente calorífico. Suas desvantagens envolvem o mau cheiro, alterações sofridas pelo tipo de efluente e desempenho insatisfatório na remoção de nitrogênio e fósforo. (CHERNICHARO, 2007)

Pecora (2006) descreve o funcionamento do tratamento

O princípio do biodigestor RAFA baseia-se no fluxo ascendente do efluente a ser tratado, o qual é alimentado pelo fundo do reator e atravessa um leito de biomassa ativa, sendo descartado após passar por um sistema de placas defletoras colocadas no topo do biodigestor, separando as fases líquida, sólida e gasosa.

O decantador interno permite que as partículas de lodo retornem à zona de digestão, assegurando o tempo de retenção adequada de sólidos e a obtenção de altas concentrações de lodo anaeróbio no biodigestor. (p.41)

Esse método de tratamento gera subprodutos que podem ser utilizados como nutrientes na agricultura ou na produção de bioenergia, além de possibilitar a geração de bioenergia. (SANTOS, et al 2016)

2.2 Tratamento por lodos ativados

A tecnologia de lodos ativados e reatores anaeróbios estão entre os métodos mais utilizados para esgotos domésticos. Nos sistemas de lodos ativados, a fermentação anaeróbia do lodo produz o biogás. Um tipo de reator anaeróbio utilizado nesses sistemas é o reator RAFA, onde o fluxo ascendente de esgoto passa por uma manta havendo uma elevada atividade microbológica (CHERNICHARO, 2007).

Von Sperling *apud* Santos et al (2016) comparou o uso do RAFA aplicado junto ao tratamento por lodos ativados com o sistema convencional de lodos ativados.

Tabela 1. Comparação entre o sistema convencional de lodos ativados e o sistema combinado com o reator RAFA.

Parâmetros	Tratamento convencional por lodos ativados	RAFA + Lodos ativados
Volume de esgoto a ser tratado (l/hab.dia)	3,5-8,0	0,5-1,0
Potência instalada (W/hab)	2,5-4,5	1,8-3,5
Consumo de energia (kWh/hab.dia)	18-26	14-20
Custo de implantação	33,5-62,8	25,1-41,8
Custo de operação	4,2-7,5	2,9-5

Fonte: adaptado de Von Sperling *apud* Santos et al, 2016 (tradução nossa)

2.3. Aproveitamento energético do biogás

Nos Estados Unidos e no Brasil, apenas uma pequena parte do biogás produzido é utilizado na geração de calor ou na produção de energia, o restante do biogás é queimado. No entanto, na Alemanha, o uso do biogás gera cerca de 900 GWh/eletricidade Ano e cerca de 1800 GWh/Termal Ano. (Shen et al *apud* Santos 2016)

O fluxograma a seguir apresenta o funcionamento de uma usina elétrica a partir do biogás oriundo do tratamento de esgoto. Após passar pelo tratamento, o efluente gera uma quantidade de gás que é levado ao gasômetro, onde é estocado e regularizado. Quando não há aproveitamento do biogás, o biogás é queimado, mas com o aproveitamento, o mesmo é tratado numa unidade própria para este fim e é levado ao compressor, convertido em energia através de um sistema de turbinas acopladas a um gerador. O resultado do processo será os gases efluentes e a energia elétrica.

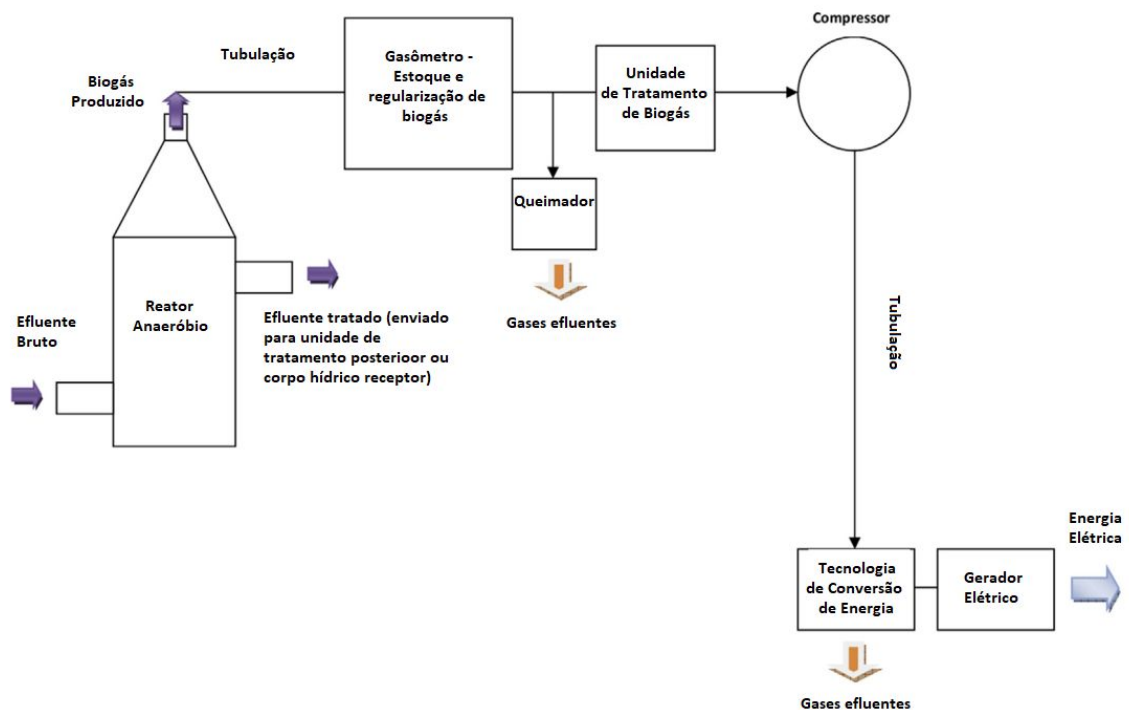


Figura 1. Esquema de uma usina de energia usando biogás. Fonte: Santos et al 2016.

No Brasil, existem apenas 23 usinas de geração elétrica a partir do biogás, com uma instalação total de 84,8 MW ou 0,06% da capacidade total (ANEEL, 2014). Onde não há aproveitamento do biogás, o mesmo é queimado e reduzido a gases menos nocivos que são lançados na atmosfera.

Tendo em vista o crescimento dos investimentos em saneamento, estima-se que até 2023, 77% do esgoto coletado seja tratado no país (PLANSAB, 2013). Dessa forma, haveria um aumento significativo na disponibilidade de biogás a ser aproveitado na geração de energia.

2.4. Normatização

A NBR 12.209 (ABNT, 2011) regula o tratamento de esgoto no Brasil, discorrendo sobre os tipos de tratamento permitidos, entre os quais destacam-se o tratamento anaeróbio por meio de reatores de fluxo ascendente e lodos ativados.

Segundo Probiogás (2015), o biogás passa por diferentes áreas e envolve diversas normas e marcos legais. No Brasil não existem normas que regulam o dimensionamento de usinas de geração elétrica por biogás.

No estado de Minas Gerais há o “Termo de referência para elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) para projetos de aproveitamento de biogás de aterro sanitário com geração de energia elétrica” criado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM (MG). Esse termo instrui os empreendedores na apresentação dos estudos de impacto ambiental relativos ao aproveitamento energético do biogás. (PROBIOGÁS, 2015)

Existem várias normas nacionais e internacionais que regulam vários aspectos envolvidos na pesquisa, desde a coleta do esgoto até a transmissão da energia gerada e envolvem diversos órgãos como ANA, ANEEL, Companhias de saneamento, entre outros. Todos esses marcos foram catalogados por Probiogás (2015) no Guia Técnico: Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados para elaboração do estudo foram retirados do relatório da ARSAE-MG (2013). Para o estudo de viabilidade do aproveitamento do biogás foi escolhida a ETE com mais dados disponíveis no relatório: a ETE São José.

Para o cálculo da produção do biogás no reator UASB, foi utilizada a equação a seguir.

$$Q_{gás} = Q_{esgoto} \cdot \frac{[S_0(1 - Y) - S]}{f(T) \cdot C} \cdot (1 - I_i) \quad (1)$$

$$f(T) = \frac{PK}{RT} \quad (2)$$

Onde:

$Q_{gás}$ = Vazão de gás (m³/dia);

Q_{esgoto} = Vazão de esgoto (m³/dia);

S_0 = DQO afluente (kg/m³);

S = DQO efluente (kg/m³);

Y = Rendimento (kgDQOesgoto/kgDQOefluente);

$f(T)$ = Correção volumétrica pela temperatura;

C = Concentração de metano no biogás;

I_i = Perdas de gás;

P = Pressão atmosférica (1 atm);

K = DBO consumida para a produção de 1 mol de CH₄ (64 gDQO/mol)

R = Constante universal dos gases (0,08206 atm.l/mol.K)

T = Temperatura média do ambiente (298 K)

Os valores de Q_{esgoto} , S_0 e S foram obtidos do relatório da ARSAE-MG (2013), disponível no ANEXO A. A correção volumétrica pela temperatura foi obtida pela equação 2. Os demais valores foram adotados segundo SANTOS et al (2015).

Tabela 2 - Dados para o cálculo da produção de biogás.

Parâmetro	Valor	Unidade
Vazão de Esgoto (Q _{esgoto})	229	l/s
	7.221.744	m ³ /ano
DQO Afluente (S ₀)	0,489	kg/m ³
DQO Efluente (S)	0,245	kg/m ³
Rendimento de Produção Sólida (Y)	0,17	Adimensional
Correção Volumétrica pela Temperatura (f(T))	2,62	gDQO/L
Concentração de Metano no Biogás (C)	0,6	Adimensional
Perdas de gás (IL)	0,4	Adimensional

Fonte: Adaptado de ARSAE-MG (2013) e SANTOS (2016).

A partir da determinação da vazão de biogás produzida, foi levantada a potência da usina e energia produzida, através das seguintes equações.

$$Pot = Q_{gas} \cdot \eta \cdot LHV \quad (3)$$

$$E = Pot \cdot \Delta t \quad (4)$$

Onde,

Pot = Potência da usina;

Q_{gás} = Vazão de gás;

η = Rendimento;

LHV = Poder calorífico do biogás;

E = Energia gerada;

Δt = Horas de funcionamento na usina ao longo do ano: 20h/dia segundo Santos *et al* (2015).

A partir da potência produzida, foram levantados os custos de implantação segundo SANTOS *et al* (2015) e foi realizada uma análise econômica, através do fluxo de caixa. Para a análise econômica, o valor da tarifa utilizado foi o da bandeira verde, projetando o cenário de

menor economia ao deixar de comprar a energia da concessionária e a cotação do dólar do dia 01/10/2020: R\$5,63.

Tabela 3 - Tarifa de energia para setor industrial.

EI3 - Demais Classes	Bandeira Verde - Consumo R\$/kWh	Bandeira Amarela - Consumo R\$/kWh	Bandeira Vermelha 1 - Consumo R\$/kWh	Bandeira Vermelha 2 - Consumo R\$/kWh
Demais classes (Consumo R\$/kW)	0,63363	0,65803	0,68623	0,70703

Fonte: CEMIG - Valores de tarifas e serviços (2020).

A partir da energia produzida, determinou-se também a quantidade de emissões de CO₂ evitadas partindo do princípio que a energia produzida na ETE será limpa e substituirá uma energia advinda da rede de eletricidade, que não é limpa e emite uma quantidade F de CO₂ por MWh produzido.

$$e = E_{ETE} \cdot F \quad (5)$$

Onde,

e = emissões evitadas;

Eete = Energia produzida na ETE;

F = quantidade média de CO₂ por MWh produzido no Brasil segundo o Balanço Energético Nacional de 2015.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

O primeiro dado obtido no estudo foi o da quantidade de biogás produzida pela ETE, através das equações 1 e 2, e com o uso dos dados da tabela 1. O valor obtido foi de 443899,80 m³/ano.

$$f(T) = \frac{1 * 64}{0,08206 * 298} = 2,62 \text{ gDQO/L}$$

$$Q_{gás} = 19785,6 \frac{[0,489(1 - 0,17) - 0,245]}{2,62 * 0,6} \cdot (1 - 0,4) = 443.899,80 \text{ m}^3/\text{ano}$$

A partir da determinação da vazão de biogás, foi calculada a potência e a energia que poderiam ser obtidas. O cálculo baseou-se nas equações 3 e 4, totalizando 98,94 kW e 722.262 kWh. Nessa etapa considerou-se a geração de energia a partir do ciclo de Otto, com rendimento igual a 0,33.

$$Pot = 443899,80 * 0,33 * 21,3 = 98,94 \text{ kW}$$

$$E = 98,94 * 7300 = 722.262 \text{ kWh}$$

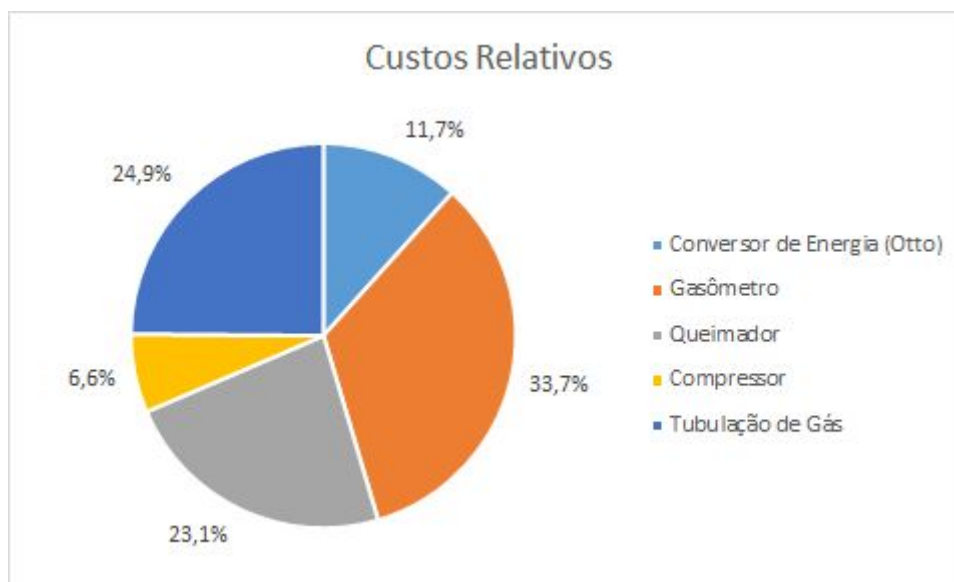
Em posse dos dados do potencial de energia do biogás da ETE, foi feita uma análise financeira da implantação dessa usina. Foram utilizados os valores em US\$ disponíveis em Santos *et al* (2013).

Tabela 4 - Custo de implantação.

Item	Custo unitário	Quantidade	Custo (US\$)	Custo relativo
Conversor de energia (Otto)	510 US\$/kW	98,94 kW	US\$50.459,40	11,7%
Gasômetro	60 US\$/m ³	2432,33	US\$145.939,66	33,7%
Queimador	10.000 US\$/un	1 unidade	US\$100.000,00	23,1%
Compressor	565 US\$/(m ³ /h)	50,67 m ³ /h	US\$28.630,52	6,6%
Tubulação de gás	215 US\$/m	500 m	US\$107.500,00	24,9%
Total			US\$432.529,58	

Fonte: autor.

O gasômetro foi dimensionado para dois dias de armazenamento segundo SANTOS *et al* (2016). Considerando a cotação do dólar de R\$5,63 (no dia 28/09/2020), o valor total do investimento seria de R\$2.435.141,56.

Figura 2 - Custos relativos da usina. Fonte: autor.

Um aspecto que nos chama atenção é o custo relativo de cada item da usina, sendo o comprimento da tubulação de gás a única passível de redução no projeto, sendo todos os outros itens o mínimo essencial para o funcionamento da planta. O alto valor do dólar em relação ao real mostra-se um empecilho quanto à compra dos materiais da usina, podendo inviabilizar o investimento após uma análise financeira.

O principal indicador da viabilidade desse projeto é o fator econômico, o investimento precisa se justificar através de retorno financeiro para a empresa que o implantar. Dessa forma, a análise financeira foi feita considerando um horizonte de 16 anos e considerando a energia produzida a uma tarifa para a indústria de R\$0,64/kWh.

Na análise de viabilidade econômica, considerou-se a troca do conversor de energia após 8 anos, a vida útil do conversor. O custo de operação e manutenção anual foi estipulado igual a 10% do investimento inicial. A taxa mínima de atratividade (TMA) foi adotada igual a 12%.

Tabela 5 - Análise econômica da implantação da usina de aproveitamento do biogás da ETE.

Ano	0	1	2-7	8	9-15	16
Investimento	-R\$2.435.141,56					
Receita		R\$462.247,66		R\$462.247,66		R\$462.247,66
Operação e		-R\$243.514,16		-R\$243.514,16		-R\$243.514,16

Manutenção						
Compra de Conversor de Energia			...	-R\$284.086,41	...	
Total	-R\$2.435.141,56	R\$218.733,51		-R\$65.352,90		R\$218.733,51

Fonte: autor.

Através do método do valor presente líquido (VPL) obteve-se o valor de -R\$1.024.434,84, que por ser negativo, caracteriza a inviabilidade econômica do projeto.

Outro aspecto merecedor de uma análise é o ponto de vista ambiental dessa intervenção, a quantidade de emissões de CO₂ que são emitidas em média na geração de energia no Brasil. Através da equação 5, utilizou-se o valor de F igual a 82 kgCO₂/MWh, segundo o Balanço Energético Nacional de 2015. Com isso, a geração de eletricidade pelo biogás evitaria uma emissão de 59.225,48 kgCO₂.

Analisados os aspectos econômicos e ambientais, deverá ser levantada a viabilidade real do empreendimento, se o ganho ambiental justifica o investimento sem retorno garantido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste momento ressaltamos que os resultados obtidos correspondem a uma análise momentânea da viabilidade do aproveitamento. O valor presente líquido de -R\$1.024.434,84, calculado para o investimento, demonstra a inviabilidade econômica para a proposta. Do ponto de vista ambiental, a energia gerada de 722.262 kWh levaria à uma redução de 59.225,48 kgCO₂, quando comparada à emissão média da matriz energética brasileira.

No país, existem diversas cidades de médio porte como o local de estudo, onde suas ETEs queimam o biogás sem o aproveitamento energético. Esse tipo de geração a partir de ETEs pode ser considerado exceção. Trata-se de um potencial muito pouco explorado e ainda inviável para grande parte das estações de tratamento de esgoto.

Neste momento, quando o país tem sido afetado por crises hídricas frequentemente, é preciso flexibilizar nossas fontes de geração, apostando em formas mais eficientes e ecológicas.

Dessa forma, faz-se necessário uma política de incentivos para pesquisas e desenvolvimento de produtos nacionais para aplicação no aproveitamento energético do biogás. A redução do investimento, aliado a subsídios ofertados em troca do ganho ambiental, poderia viabilizar empreendimentos desse tipo, como ETE estudada.

Este estudo requer um maior aprofundamento das projeções de crescimento da cidade de modo a visualizar quando seria viável instalar esse aproveitamento. Esta análise pode ser replicada para a região do Sul de Minas, permitindo o levantamento das estações de tratamento viáveis ou próximas à viabilidade de se aproveitar energeticamente o biogás.

ELECTRICITY GENERATION FROM BIOGAS OF WASTEWATER TREATMENT PLANT SÃO JOSÉ IN VARGINHA-MG: An assessment of feasibility and potential

ABSTRACT

This paper proposes an assessment of feasibility and potential of electricity generation from biogas of wastewater treatment plant (WWTP) São José in Varginha-MG. That approach was because the biogas produced in the studied plant being burned without producing electricity. This study wants to analyze feasibility for the energy use, leading to economical and environmental benefits to the city. That goal will be reached by a data survey of the WWTP to quantify the produced biogas and the cost of the infrastructure of this proposal. With the data, it's possible to analyse economic and environmentally the proposed plant. The analysis resulted in the economic infeasibility of the proposed plant to the WWTP operator, part by the high costs of equipments and the unfavorable currency exchange, part by the low volume of biogas produced. Considering the CO₂ emissions in comparison to the brazilian's energy matrix emissions, this enterprise would led to a reduction of the emissions. This study is necessary in the future, because the city growth and reduction of currency exchange could bring different results.

Palavras-chave: Biogas. WWTP. Power generation.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Boletim de Informações Gerenciais - BIG**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaocapacidadebrasil.asp>> Acesso em 10/03/2020.

ARSAE-MG. **Relatório de Fiscalização: Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município de Varginha**. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_ses_varginha.pdf> Acesso em 18/10/2020.

BARROS, R. M.; TIAGO FILHO, G.; L. SILVA, T. R.; **The electric energy potencial of landfill biogas in Brazil**. Energy Police 65, 150-164. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421513010501>> Acesso em 18/10/2020.

CEMIG. **Valores de Tarifas e Serviços**. Disponível em: <<https://novoportal.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>> Acesso em 18/10/2020.

CHERNICHARO, C.A.L., 2007. **Reatores Anaeróbios**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015**. Rio de Janeiro, 2015.

PECORA, V. **Implementação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia Elétrica a partir do Biogás de Tratamento do Esgoto Residencial da USP: estudo de caso**. 2006. 153f. Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento**. Ministério das Cidades. Brasília, 2013.

PROBIOGÁS. **Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto**. Ministério das Cidades. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://www.giz.de/en/downloads/probiogas-guia-etes.pdf>> Acesso em 25/10/2020.

SANTOS, I. F. S.; BARROS, R. M.; TIAGO FILHO, G. L.; **Electricity generation from biogas of anaerobic wastewater treatment plants in Brazil: an assessment of feasibility and potential**. Journal of Cleaner Production. Vol. 126. 2016, p. 505-514.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019.

VON SPERLING, M.; OLIVEIRA, SÍLVIA M. A. C. **Avaliação de 166 ETEs em operação no país compreendendo diversas tecnologias.** Revista Engenharia Sanitária Ambiental Vol.10 - Nº 4 - out/dez 2005, p. 347-357.

ANEXO A - TABELA DE MONITORAMENTO DA ETE (RELATÓRIO DA ARSAE-MG)


PROGRAMA DE MONITORAMENTO - ETE'S CLASSES 1 E 3 ETE SÃO JOSÉ / VARGINHA 2013 RIOVERDE		BIMESTRE					
UNIDADE		1	2	3	4	5	6
PARAMETROS BIMESTRAIS DA ETE							
Condutividade elétrica efluente	uS/cm	547,0	584,0	650,0	817,0		
DBO afluente	mg/l	231,0	209,0	213,0	356,0		
DBO efluente	mg/l	46,0	50,0	106,0	137,0		
DQO afluente	mg/l	480,0	398,0	489,0	592,0		
DQO efluente	mg/l	38,0	132,0	245,0	284,0		
TE Coli. efluente final	NMP	980.400,0	8.164.000,0	4.611.000,0	4.884.000,0		
pH efluente		6,9	7,2	6,9	6,8		
Sólidos Sedimentáveis afluente	ml/L	3,0	2,5	2,0	3,2		
Sólidos Sedimentáveis efluente	ml/L	0,3	0,5	1,2	0,3		
Vazão média mensal afluente	L/s	77,4	72,4	67,9	91,6		
Vazão média mensal efluente	L/s	77,4	72,4	67,9	91,6		
DATA DA COLETA: MES/ANO		29/02	03/04	13/06	22/08		
PARAMETROS SEMESTRAIS DA ETE		SEMESTRE 1º		SEMESTRE 2º			
Cloreto total efluente	mg/l	45,0					
Fósforo total efluente	mg/l	4,32					
Nitrato efluente	mg/l	0,2					
Nitrogênio amoniacal total efluente	mg/l	35,50					
Cérebro e graxas efluente	mg/l	11,50					
ATA efluente	mg/l	0,42					
Zinco total efluente	mg/l						
Cádmio total efluente	mg/l						
Chumbo total efluente	mg/l						
Cobre dissolvido efluente	mg/l						
DATA DA COLETA: MES/ANO		03/04					
PARÂMETRO ANUAL DA ETE		Teste de toxicidade aguda - efluente (Contratar laboratório para fazer a análise)					

LEGENDA:

Apenas para ETEs que recebem efluentes de aterros sanitários

(1) Amostras compostas para os parâmetros DBO, DQO e sólidos sedimentáveis, pelo período de 8 horas (mínimo), contemplando o horário de pico

*Análise não realizada


 ArsaE-MG
 Rua...
 Belo Horizonte, 2013