**Avaliação técnico econômica da micro e minigeração de eletricidade utilizando-se biogás de efluente em estações de tratamento de esgoto**

Andressa Ceccatto (PIBIC/CNPq/Unioeste), Jhennyffer Rodrigues Vicente, Samuel Nelson Melegari de Souza (Orientador), e-mail: andressaceccatto@hotmail.com.

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas/Cascavel, PR.

Ciências Agrárias/Ciências Agrárias

**Palavras-chave:** Energia, biomassa, biocombustível.

**Resumo**

A biodigestão de efluentes nos reatores de tratamento de esgoto tem como objetivo principal o saneamento ambiental da biomassa residual gerada, sendo o biogás um dos subprodutos. Este tem maior percentual de metano em sua composição, assim pode ser utilizado como biocombustível pela planta de tratamento de esgoto para geração de eletricidade, a qual pode ser usada como insumo no próprio processo, com o objetivo de redução do custo com energia obtida da concessionária. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de energia elétrica com biogás adjacente a estações de tratamento de esgoto típicas para todos os tamanhos e com isso avaliar a viabilidade econômica. O estudo revela que em sete meses paga-se os investimentos e em torno de 10 anos o lucro tem estagnação.

**Introdução**

 Milhares de anos, a biomassa foi responsável por atender a maior parte das necessidades de energia da humanidade. Mas, com o início da era dos combustíveis fósseis, meados do século XIX, sua utilização começou a diminuir nos países industrializados (KLASS, 1998). O carvão passou a ser a principal fonte primária de energia na matriz energética mundial, sendo superado pelo petróleo a partir da década de 1960. Entretanto, com os choques do petróleo na década de 1970, a biomassa voltou a ser vista por muitos governantes e formuladores de políticas como um recurso energético viável e doméstico (SMIL, 2002).

Diversas rotas tecnológicas, adaptadas às diferentes características físicas e químicas das matérias-primas e da utilização requerida, podem ser utilizadas para converter a biomassa em produto energético final. Dentre as tecnologias utilizadas para o aproveitamento da energia da biomassa, a digestão anaeróbica vem sendo cada vez mais utilizada por permitir a recuperação da energia através do aproveitamento do biogás e nutrientes (IEA, 2005).

Tem por objetivo geral apresentar a avaliação do potencial de geração de biogás e eletricidade e avaliação econômica em estações de tratamento de esgoto urbano, no âmbito da Resolução Normativa ANEEL 482/2012.

Adotar volume diário e carga orgânica (DQO) média de esgoto tratado, estimando o potencial de produção horária de biogás e potencial de geração de eletricidade, calculando o custo de geração de eletricidade e sua viabilidade.

**Material e Métodos**

Para obtenção do volume diário de esgoto liberado em média por habitante, adotou-se um valor estimado de 150 litros/dia.habitante, levando-se em consideração os valores de DZ 215-R4 (2007) e FRANÇA JR (2008) de 160 litros/dia.habitante e de BRASIL (2016) de 132 litros/dia.habitante.

Com esse índice é possível obter a vazão total de esgoto a ser tratado por diferentes escalas de estações de tratamento de esgoto (ETEs).

Para efeitos deste estudo, foram estabelecidas escalas de ETEs, assumindo que as mesmas sejam estações de tratamento do tipo UASB. Tais escalas são em função da população atendida, variando de 100000 a 1000000 de habitantes.

O valor estimado da demanda química de oxigênio (DQO) de esgoto afluente, bem como a eficiência de remoção de DQO no tratamento, foi considerado segundo estudos realizados no Relatório PIBIC/2015. Calculou-se um valor médio de 532,81 mg/l. Quanto a eficiência de remoção de DQO, obteve-se uma média de 77%.

O potencial de produção de biogás de uma unidade é baseado na DQO removida pelo reator e sua conversão em metano (CH4). Para determinação da potência de geração de eletricidade em função da produção de biogás junto a uma estação de tratamento depende do poder calorífico do biogás e da eficiência de conversão de biogás em energia elétrica. Este potencial foi obtido considerando-se o uso de motores geradores a combustão interna e microturbinas a gás, estabelecendo-se cenários com diferentes eficiências de conversão.

Foram levantados dados de custo de investimento e de operação e manutenção de motores geradores e microturbinas a biogás. Estes dados foram obtidos junto a consulta de fabricantes de equipamentos nacionais e internacionais, visando obter o custo específico de investimento (R$/kW) para cada kW gerado e o percentual anual de investimento em operação e manutenção de uma planta de geração de eletricidade. O custo de geração da eletricidade foi obtido por meio da relação entre os custos: fixo e de operação e manutenção anualizados e a produção anual de eletricidade.

O valor presente líquido (VLP) da planta de geração de eletricidade durante o período de operação depende do investimento em planta, fluxo de caixa, tempo e taxa de desconto. Por meio do ganho com a compensação da energia, atendendo a RN ANEEL 482/2012.

Para efeitos de cálculo do VPL de aproveitamento de biogás para geração própria de energia adotou-se a tarifa da Resolução ANEEL nº 1897 de 16 de Junho de 2015, correspondente à tarifa horo-sazonal verde, subgrupo A4, a qual é cobrada pela COPEL, cujos valores são de 1,62970 R$/kWh na ponta considerando 3 horas por dia e 0,34453 R$/kWh fora de ponta, sendo 21 horas por dia. Foram obtidos os VLP e tempo de retorno de investimento, para as ETEs que atendem 300000, 500000 e 1000000 de habitantes.

**Resultados e Discussão**

Com a estimativa de produção de esgoto e a capacidade de cada ETE, foi possível obter a vazão de esgoto efluente. O potencial de produção de biogás de uma ETE é baseado na quantidade da demanda química de oxigênio (DQO) removida pelo reator e sua conversão em metano (CH4). A vazão de metano é obtida da relação de DQOCH4 com o fator de correção para a temperatura operacional do reator. Com a vazão de metano e a porcentagem dele removido, têm-se a vazão de biogás usado para se estimar a potência de energia produzida pela unidade de tratamento. Sendo mostrados na tabela abaixo.

**Tabela 1** **–** Potencial de produção de biogás, vazão de biogás e estimativa de potência de energia.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Capacidade da ETE (Habitantes)** | **DQO CH4 (kg/dia)** | **Q biogás (m³/h)** | **P (kW)** |
| 300000 | 12947,4 | 322,4 | 417,9 |
| 500000 | 21579,0 | 537,4 | 696,5 |
| 1000000 | 43158,0 | 1074,8 | 1393,1 |

Observa-se que a potência gerada pelas estimativas é menor que observada por Zilotti (2012), que obteve uma demanda de uma ETE atendendo o tratamento de água para 150000 habitantes com uma potência de 400 kW.

Com os resultados, podem-se realizar as estimativas de produção de biogás, da potência gerada na ETE e da relação entre ambos.

**Figura 1** – Estimativa da potência gerada em relação ao biogás produzido na ETE.

Para os cálculos do valor presente líquido, foram considerados dados retirados da ANEEL, prevendo-se o gasto total que a ETE teria ao comprar energia da COPEL. O custo específico de geração de eletricidade foi assumido como 2000,00 R$/kW, segundo a Empresa Biogás Motores Estacionário LTDA, que mostra o investimento realizado em planta, sendo relacionado com a potência.

**Tabela 2** **–** Estimativa dos gastos da energia fornecida pela COPEL e do investimento de geração

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **População/ETE (Habitantes)** | 300.000 | 500.000 | 1.000.000 |
| **Potência (kW)** | 417,90 | 696,50 | 1393,10 |
| **Gasto Ponta (R$/mês)** | 39351,26 | 65585,43 | 131180,29 |
| **Gasto Fora de Ponta (R$/mês)** | 90706,82 | 151178,04 | 302377,79 |
| **Gasto Total (R$/mês)** | 130058,10 | 216763,50 | 433558,10 |
| **Investimento (R$)** | 835800,00 | 1393000,00 | 2786200,00 |

A figura abaixo é o valor presente líquido para a ETE de 1000000 de habitantes, sendo semelhante para os outros tamanhos de ETE.

**Figura 2** – Valor presente líquido em relação ao tempo na ETE de 1000000 de habitantes.

O custo de geração de energia elétrica foi obtido por meio da relação entre os dados de custo de investimento e de operação e manutenção de motores geradores e microturbinas a biogás e a produção de eletricidade anual estimada em cada estação de tratamento. Sendo este custo de 0,056 R$/kWh, sendo o mesmo para todos os tamanhos de estações de tratamento.

**Conclusões**

De acordo com os estudos realizados concluímos que a produção de energia elétrica através do biogás é viável, pois em sete meses liquidam-se os investimentos, após este período obtém-se um lucro acentuado.

**Agradecimentos**

Agradeço ao CNPQ pelo auxílio financeiro por meio do PIBIC.

**Referências**

BRASIL. (2016). **Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA.** Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos de 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES.

DZ 215-R4. (2007). Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária. http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde0/~edisp/inea0014063.pdf). Acesso em Janeiro de 2016.

França Junior, A. T. (2008). *Análise do aproveitamento energético do biogás produzido numa estação de tratamento de esgoto.* Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

IEA. (2015). Biogas production and utilisation. www.novaenergie.chS. Acesso em Outubro de 2015.

Klass, D. L. (1998). *Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals*. San Diego: Academic Press.

Smil, V. (2002). Energy Resources and Uses: A Global Primer for the Twenty-First Century. *Current History* **101,** 126-132.

Zilotti, H. A. R. (2012). *Potencial de produção de biogás em uma estação de tratamento de esgoto de Cascavel para a geração de energia elétrica.* Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia na Agricultura. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.