

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICO ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE IJUÍ PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA¹

Sândi Da Costa Gehm².

¹ Projeto de pesquisa realizado no curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

² Acadêmica do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

Introdução

Atualmente, a energia, sob todas as suas formas, é fundamental para a manutenção da própria sociedade. Conforme Rosa (2015), 85% da energia consumida no mundo tem suas origens nos combustíveis fósseis, fontes não renováveis. No Brasil, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia), tem como objetivo o aumento da participação da energia elétrica gerada por Produtores Independentes Autônomos. Isso abre uma oportunidade para que sistemas de geração de energia elétrica, utilizando biogás como fonte primária de energia, venham a ser implantados promovendo uma alternativa de energia na matriz energética nacional.

Por outro lado gestão de resíduos sólidos é um grande desafios na maioria dos países em desenvolvimento. A decomposição da matéria orgânica promove a liberação do gases, cujos principais constituintes são o gás metano e carbônico. No entanto esse gases se corretamente coletados, constituem o chamado Biogás, que pode ser utilizado como combustível em diversas finalidades. A geração de energia elétrica a partir do biogás do lixo em aterros sanitários é uma alternativa para produzir energia elétrica renovável e sustentável. Além disso é uma alternativa a queima de resíduos, reduzindo os impactos globais provocados por esta ação. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de geração de biogás através do lixo produzido na cidade de Ijuí, RS. Objetiva ainda, com base nestes dados, avaliar a viabilidade econômica da implantação de um projeto de geração de energia elétrica com o biogás.

Metodologia

Para o estudo de viabilidade técnica e econômica, foi realizado um levantamento de dados técnicos sobre as alternativas de geração de eletricidade a partir de biogás. Com base neste, foi determinado o potencial de biogás a ser produzido no município, baseado no estudo de coleta de resíduos sólidos do DEMASI (Departamento Municipal de Águas e Saneamento de Ijuí), para os próximos 25 anos. Estes dados permitiram estimar o potencial de eletricidade a ser gerado com estes resíduos. Por fim todos estes dados permitiram uma análise econômica do projeto. Para esta metodologia foi utilizada neste trabalho a recomendada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), pois esta apresenta um método de cálculo para sistemas de disposição sem controle.

Para o tipo de disposição sem controle é apresentada a Eq. (1) com a qual podem ser calculadas as emissões de metano. Esta metodologia tem como base a estimativa direta das emissões deste gás a partir do modelo Land-Gem.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

$$Q_{CH_4} = L_0 * R * (e^{-kc} - e^{-kt}) \quad (1)$$

Onde:

Q_{CH_4} = Metano gerado no ano t, (m³/ano);

L_0 = Potencial de geração de metano por tonelada de resíduo depositado, (m³ CH₄ / t resíduo);

R = Média anual de entrada de lixo no vazadouro, (t/ano);

k = taxa de geração de metano, (ano⁻¹);

c = anos desde o fechamento, c=0 para os ativos (anos);

t = anos desde o início das atividades, (ano).

Para o cálculo da potência disponível foi utilizada a seguinte equação:

$$P_x = \frac{Q_x * PCI * \eta}{860000} \quad (2)$$

Em que:

P_x = Potência disponível a cada ano (MW);

Q_x = Vazão de metano a cada ano (m³CH₄/h);

PCI = Poder calorífico de metano;

η = Eficiência do motor = 0,28.

Para calcular a energia disponível, fez-se o uso da Eq.(3).

$$E = P_x * Rend * Tempo de Operação \quad (3)$$

Em que:

P_x = Potência disponível (MW);

E = Energia disponível (MWh/dia);

Rend= Rendimento do gerador operando em plena carga = 87% = 0,87;

Tempo de operação = 24 (h/dia).

Desta forma, em função da vazão do metano, foi possível calcular a potência (MW) e a energia (MWh/dia) disponíveis se fosse implantado um aterro na cidade, para isso, considerou-se:

- PCI=8500 Kcal/m³;
- Tempo de operação dos motores de 24h/dia.

Já para a realização da análise econômica utilizou-se os parâmetros dos custos de investimentos associados à tecnologia de biogás mais apropriados para a América Latina e Caribe segundo a

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI) aqui demonstrados na tabela 1.

Componentes	Custo	Custo/t (\$U.S.) *
Preparação do projeto	10% - 15% de a investimento total	0,08 - 0,18 US\$/t
Sistema de captação	30.000 - 50.000 US\$/ha	0,15 - 0,40 US\$/t
Sistema de bombeamento de gás**	75 - 200 US\$/m ³ biogás/hora	0,05 - 0,30 US\$/t
Sistema de queima	40 - 80 US\$/m ³ biogás/hora	0,02 - 0,04 US\$/t
Unidades de motor de gás/gerador	1.100 - 1.700 US\$/kWe instalado	0,60 - 1,10 US\$/t
Sala de caldeiras	40 - 80 US\$/kW calor instalado	0,17 - 0,34 US\$/t

Tabela 1: Custos de investimento de uma planta de biogás de aterro sanitário

Fonte: ONUDI, 2010

Também conforme o ONUDI, na tabela 2 são apresentados os custos com anuais de operação e manutenção associados à tecnologia de biogás de aterro mais apropriada para a América Latina e Caribe.

Tipo de planta de biogás	Custo anual de operação e manutenção*
Planta com sistema de tocha	4% - 8% do custo total de investimento
Planta com sistema de caldeiras	4% - 8% do custo total de investimento
Planta com produção de eletricidade	10% - 12% do custo total de investimento

Tabela 2: Custos anuais de operação e manutenção para diferentes sistemas de biogás de aterro sanitário

*Toneladas de resíduo no aterro.

Fonte: ONUDI, 2010

Como pode-se observar a planta para a produção de eletricidade possui o maior entre os custos estimados, mas por outro lado é a que apresenta o maior conjunto de vantagens ambientais.

Resultados e Discussão

Para análise do potencial energético do biogás gerado, projetou-se a vazão de metano (m³/ano) a partir de 2015 até 2040. Novamente, é preciso salientar aqui que foram utilizados os dados mais atuais do DEMASI (Departamento Municipal de Água e Saneamento de Ijuí) sobre a demanda de resíduos da cidade. A Tabela 3 apresenta a potência e a energia disponível no aterro em função da vazão de metano (m³/ano).



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Ano	m ³ CH ₄ /ano	Potência (MW)	Energia (MW/ano)	Ano	m ³ CH ₄ /ano	Potência (MW)	Energia (MW/ano)
2015	5.721,17	0,659	13,775	2028	66.464,02	7,664	160,023
2016	11.271,78	1,299	27,138	2039	70.251,34	8,100	169,142
2017	16.657,51	1,921	40,106	2030	73.932,64	8,525	178,005
2018	21.883,83	2,523	52,689	2031	77.511,49	8,938	186,622
2019	26.956,02	3,108	64,901	2032	80.991,35	9,339	195,001
2020	31.879,22	3,675	76,754	2033	84.375,54	9,729	203,148
2021	36.658,39	4,227	88,261	2034	87.667,29	10,108	211,074
2022	41.298,32	4,762	99,433	2035	90.869,72	10,478	218,784
2023	45.803,67	5,282	110,280	2036	93.985,86	10,837	226,287
2024	50.178,94	5,786	120,814	2037	97.018,63	11,187	233,589
2025	54.428,46	6,276	131,046	2038	99.970,84	11,527	240,697
2026	58.556,46	6,752	140,984	2039	102.845,22	11,859	247,617
2027	62.567	7,214	150,641	2040	105.644,43	12,182	254,357

Tabela 3: Potência e energia disponíveis em função da vazão de metano

Conforme pode-se observar na Tabela 1 o crescimento da produção de biogás é exponencial. Isso se deve a alguns fatores incluindo o crescimento populacional, a expectativa de crescimento econômico e ainda uma coleta ano a ano mais eficiente de resíduos. A Energia gerada, neste caso, pode contribuir parcialmente com a redução da necessidade de compra de energia de empresas externas, mas principalmente da um destino mais adequado aos resíduos produzidos no município. Na análise técnica foram estimados os custos de capital para o desenvolvimento de um projeto de recuperação de biogás e sua utilização no aterro sanitário. Também foram levantados os custos anuais esperados para a operação e manutenção.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Componentes	Custo (US\$)
Preparação do projeto	1.400,724
Sistema de captação	2.626,36
Sistema de bombeamento de gás	875,45
Sistema de queima	350,18
Unidades de motor de gás/ gerador	10.505,43
Sala de caldeiras	2.976,54
Total estimado	18.734,68

Tabela 4: Custos de investimento de uma planta de biogás de aterro sanitário

Tipo de planta de biogás	Custo anual de O&M
Sistema de tocha	749,38
Sistema de caldeira	749,38
Produção de eletricidade	1873,47

Tabela 5: Custos anuais de operação e manutenção para diferentes sistemas de biogás de aterro sanitário

Conclusões

A estrutura da matriz energética brasileira define o Brasil como um dos destaques mundiais na geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, pois é rico em alternativas de produção das mais variadas fontes, diversificando cada vez mais a sua matriz energética e mantendo o alto índice de energia renovável (BRASIL). O que não justifica é o fato de o Brasil, um país de clima tropical, com abundância de resíduos, continuar descartado seus rejeitos de forma irresponsável, de forma que os mesmos além da poluição de mananciais, e contaminação do solo, emitindo o gases que provocam o efeito estufa na atmosfera.

Este trabalho busca propor alternativas para esta situação, estudando a capacidade de aproveitamento do lixo urbano do município de Ijuí no Rio Grande do Sul para produção de biogás e posterior geração de energia elétrica.

Conforme os resultados obtidos, percebe-se que, por meio da gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos, é possível aproveitar o potencial energético do biogás e por consequência contribuir com uma proposta de alternativa sustentável, para produção de energia elétrica.

Para o caso do município, atualmente tem-se um potencial de geração de energia elétrica de aproximadamente 27 MW ano, no entanto, com o crescimento populacional e com uma coleta mais regular dos resíduos, esse potencial pode chegar a 140 MW ano em cerca de 10 anos.

A implantação de um sistema de geração de energia em um aterro tem custo elevado, visto que os equipamentos são de grande porte. Porém, é uma solução eficaz para problemas provocados pelas

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

emissões de metano, reduzindo assim a emissão de gases de efeito estufa e a energia gerada pelo sistema poderá ser consumida pelo próprio aterro e a excedente vendida.

Referências

ABRAMOVAY, Ricardo. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. XVII, n. 3, p. 1-18, 2014.

BLEY JÚNIOR, Cícero. *Biogás: A Energia Invisível*, 2ª edição.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia e Empresa de Pesquisa Energética. *Matriz Energética Nacional 2030*. Brasília, 2007.

CASTRO, R. Energias renováveis e produção descentralizada. DEEC, Área Científica de Energia, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2006.

PECORA, V., Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP. São Paulo, 2006.

PEREIRA, E.B. et al. *Atlas brasileiro de energia solar*. São José dos Campos: INPE, 2006.

Programa de Capacitação em Energias Renováveis

ROSA, A.V. *Processos de energias renováveis*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SOUZA, S. N. M, et al. Custo da Eletricidade Gerada em Conjunto Motor Gerador Utilizando Biogás da Suinocultura. *Revista Maringá da Universidade do Estado do Paraná – Unioeste*, Cascavel, v. 26, no 2, 2004.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), *Municipal Solid Waste Landfills*, USA, Novembro 1998.