

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS GERADO NO ATERRO SANITÁRIO DE GUARULHOS

MATEUS DE OLIVEIRA NARCISO¹, JOÃO ALVES PACHECO²

¹ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica Integrado ao Ensino Médio, IFSP, Campus Guarulhos, mateus.n@aluno.ifsp.edu.br.

² Orientador do projeto, Doutor em Educação e professor do IFSP, Campus Guarulhos, joao.pacheco@ifsp.edu.br.
Área de conhecimento: 3.08.04.06-0 Avaliação de projetos

RESUMO: A energia é um insumo fundamental para o desenvolvimento econômico e para o padrão de vida das sociedades contemporâneas. Contudo, este mesmo padrão e os processos de produção de energia resultam em crescentes danos ao meio ambiente, que se não forem eliminados ou mitigados, colocam em risco o bem-estar e mesmo a sobrevivência da espécie humana. Considerando os desafios de preservar os avanços na qualidade de vida possibilitados pela ciência e tecnologia sem comprometer irremediavelmente a complexa dinâmica da natureza, emergem preocupações ambientais acerca de questões relacionadas ao aquecimento global, descarte de resíduos sólidos e produção de energia limpa. Desta forma, esta pesquisa tem como foco realizar um estudo da viabilidade econômica sobre o aproveitamento do biogás gerado no Aterro Sanitário de Guarulhos para produção de energia. Assim, a partir de informações sobre o aterro obtidas com a equipe da Secretaria de Serviços Públicos do município, organizadas e submetidas em metodologias reconhecidas e usadas internacionalmente para estimar a geração de gases de efeito estufa (GEE), tais como o *GHG Protocol* e *LandGem*, permitindo estimar as emissões do aterro. Na etapa final, com as estimativas produzidas foi possível, por meio das técnicas usuais para estudos de viabilidade, como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno, (TIR), calcular o tempo para o retorno do investimento e emitir um parecer preliminar sobre sua viabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás; Aterro Sanitário; Energia; Viabilidade Econômica.

STUDY OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF USING THE BIOGAS GENERATED IN THE LANDFILL OF GUARULHOS

ABSTRACT: Energy is an indispensable fuel for economic development and for the modern social style, however, energy production can have a great impact and cause damage to the environment. In view of this, environmental concerns arise about issues related to global warming, solid waste disposal and the maintenance of the generation of greenhouse gases. Thus, this research has as main objective the analysis of the economic viability of the use of the biogas generated in the Sanitary Landfill of Guarulhos from some information about the landfill and the use of some tools, such as the IPCC Protocol and LandGem.

KEYWORDS: Biogas; Sanitary Landfill; Energy; Economic viability.

INTRODUÇÃO

De acordo com os diversos relatórios publicados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), o aquecimento global, consequência do aumento acelerado do efeito estufa causado por emissões antrópicas, tornou-se uma questão bastante discutida tanto na comunidade científica quanto

em fóruns governamentais e empresariais, considerando os seus impactos negativos para a vida das pessoas e, no limite, para a sobrevivência da humanidade (IPCC, 2020).

Diante disto, hodiernamente tem aumentado a demanda por pesquisas, com ênfase naquelas realizadas pelo IPCC, que em seus relatórios de 2020 apresentam inclusive propostas de políticas públicas para redução dos impactos negativos do fenômeno. Tais documentos também enfatizam que um dos principais problemas em centros urbanos é o descarte de resíduos sólidos e a consequente emissão de gases de efeito estufa gerados por lixões e aterros sanitários. Dentre eles, destaca-se o gás metano (CH₄), produzido nestes locais pela decomposição de matéria orgânica, cujo efeito estufa na atmosfera é 86 vezes mais pernicioso do que o dióxido de carbono (CO₂) em 20 anos (Ross, Waskow, Ge, 2021). Uma das possíveis soluções para este problema é o tratamento dos resíduos orgânicos objetivando a geração de biogás e possivelmente, biofertilizantes, diminuindo a poluição e a produção de energia elétrica e/ou térmica.

Neste sentido, o trabalho efetuou um estudo de viabilidade econômica sobre o aproveitamento do biogás gerado no aterro sanitário de Guarulhos, considerando a oportunidade de utilizá-lo como combustível para fins de geração de energia elétrica e redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo delimita-se exclusivamente ao município de Guarulhos e tem como finalidade o estudo de viabilidade econômica da utilização dos gases gerados em aterros sanitários para produção de energia elétrica, com aplicação ao Aterro Sanitário do município de Guarulhos, no estado de São Paulo, situado no bairro do Cabuçu. Na etapa inicial do trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre estudos similares objetivando identificar os métodos e parâmetros usados para estimativa das emissões e do potencial de geração de energia.

Tal pesquisa indicou duas metodologias para inventariar as emissões de GEE, o *GreenHouse Gases Protocol* conhecido como *GHG Protocol* e *Landfill Gas Emissions Model* abreviado para *LandGEM*. O *GHG Protocol* é uma pasta contendo várias planilhas de Excel utilizada para inserir informações quantitativas e qualitativas sobre diversos processos geradores de emissões e dentre eles, o de descarte de resíduos sólidos. As planilhas foram originalmente desenvolvidas nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) sendo atualmente o método mais usado mundialmente pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEE. É também compatível com a norma ISO 14.064 e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL) (WRI Brasil, 2015).

A fim de assegurar a consistência dos resultados, optou-se por além da utilização do *GHG Protocol*, efetuar a submissão das informações no aplicativo *LandGEM*, a fim de comparar os resultados. Para quantificar as emissões produzida pela fração orgânica dos resíduos em aterros, esta metodologia baseia-se em uma equação da taxa de decomposição de primeira ordem. Este software fornece uma abordagem relativamente simples para estimar as emissões de gases de aterros sanitários. Os padrões do modelo são baseados em dados empíricos de aterros sanitários dos EUA. (LandGEM v3.02 - US EPA).

Para análise da viabilidade econômica da utilização do biogás gerado pelo aterro sanitário, serão adotados os métodos de Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), usualmente adotados para este tipo de análise.

O Valor Presente Líquido (VPL) consiste em um critério para que se decida se um projeto deve ser executado ou não. Se o VPL for positivo, o investimento é viável, pois executá-lo é equivalente a receber um pagamento igual ao VPL. Se for negativo, o investimento poderia ser rejeitado (Valor..., 2020).

Para determinar o Valor Presente Líquido serão utilizados conceitos financeiros como o cálculo de *payback*, no qual leva-se em consideração uma taxa de juros para trazer o fluxo de caixa ao longo do tempo para o valor presente (VP). A taxa utilizada é a SELIC, que atualmente equivale a 13,25% ao ano. A equação 1 apresenta o método de cálculo do valor presente (VP).

Equação 1 - Método de cálculo do valor presente (VP)

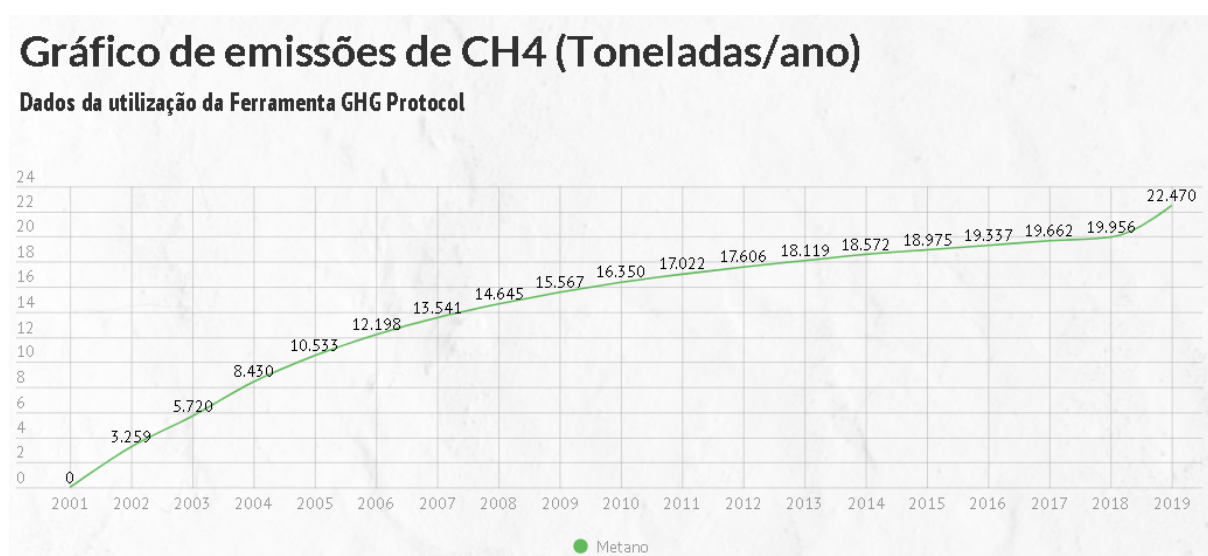
$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n} \quad (1)$$

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo, necessitando para isso, que haja receitas envolvidas, assim como investimentos. Assim, o critério de decisão, quando a ela é usada para tomar decisões do tipo aceitar ou rejeitar um projeto é o seguinte: se a TIR for maior que o custo de capital, aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto (Warren, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

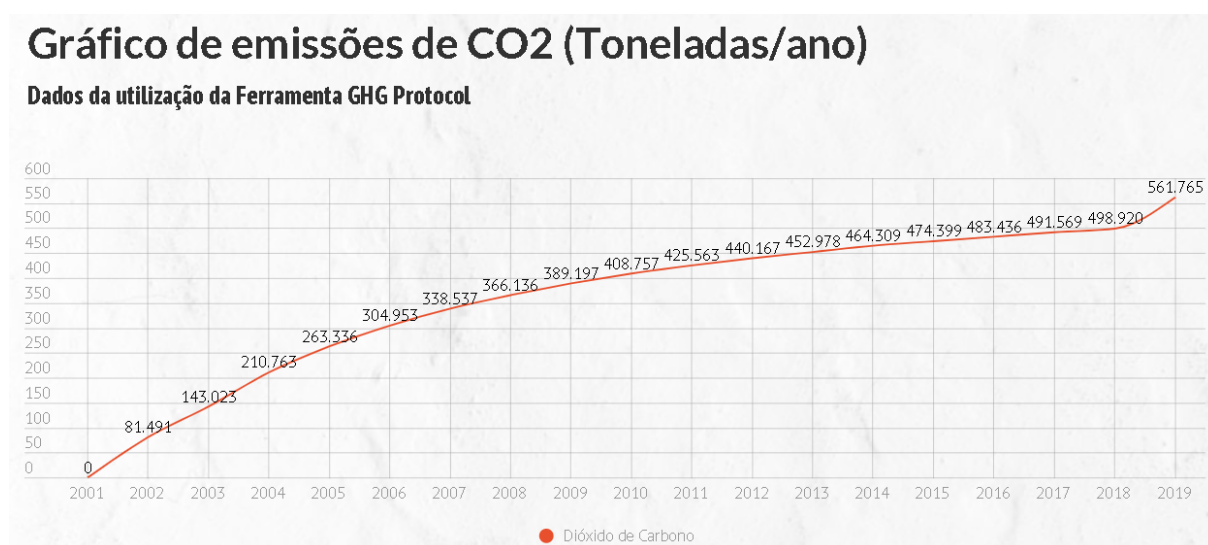
A seguir, temos os gráficos de projeções de emissões de gases metano e dióxido de carbono, respectivamente, a partir dos resultados obtidos por meio do *GHG Protocol*:

Gráfico 1 - Projeção das emissões de gás metano - *GHG Protocol*



Fonte: Elaboração própria

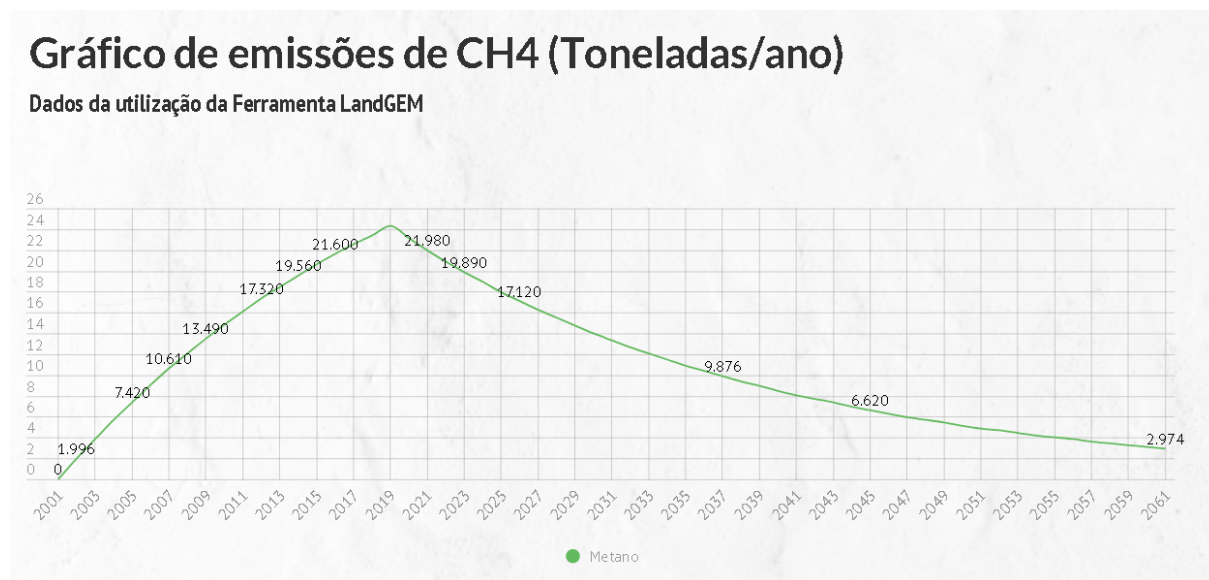
Gráfico 2 - Projeção das emissões de gás dióxido de carbono - *GHG Protocol*



Fonte: Elaboração própria

A seguir, temos o gráfico das projeções de produção de metano a partir dos resultados obtidos através do aplicativo *LandGEM* – ressalta-se que o gráfico dispõe de resultados projetados até o ano de 2061:

Gráfico 3 - Projeção das emissões de gás metano - *LandGEM*



Fonte: Elaboração própria

Vale destacar que as projeções obtidas através da ferramenta *LandGEM* para produção de CO₂ não foram consideradas adequadas, pois destoam muito das projeções esperadas (mais próximas das obtidas através da ferramenta *GHG Protocol*), provavelmente em decorrência da ferramenta não levar em consideração os materiais descartados no aterro, mas apenas suas quantidades.

Levando em consideração este fato, optou-se por analisar os dados obtidos na ferramenta *GHG Protocol* até o ano de 2019 (por, aparentemente, ser mais precisa), e, caso necessário, para análises de anos seguintes, os dados obtidos na ferramenta *LandGEM*.

VIABILIDADE ECONÔMICA

Observa-se que a curva de geração de energia elétrica é proporcional a geração de metano no aterro sanitário. Iniciando com uma potência próxima a 1,0 MW atingindo pouco mais de 7,0 MW em 2019, data de fechamento do aterro. Contudo, para efetuarmos a análise é necessário definir um valor médio de geração de energia elétrica por um intervalo de tempo determinado e foi adotado 5 MW para a geração de energia elétrica entre 2024 e 2037, valor razoável ao levar em consideração as projeções feitas a partir das metodologias adotadas. Para a instalação do projeto proposto são considerados os gastos iniciais e os custos de instalação da obra.

De acordo com site especializado Engie (2020), a construção da usina de biogás com uma capacidade de 5MW, em um aterro sanitário localizado no município de Mauá, pela Urca Energia, uma holding de investimento em energia inteligente e sustentável, terá um investimento de R\$30 milhões. Portanto, considera-se os custos iniciais da instalação da obra de R\$30 milhões.

Tendo em vista os custos estimados para a produção da obra como um todo, leva-se em consideração a venda da energia convertida através dos gases gerados no aterro como método de liquidação das despesas. Segundo Emelyn Vasques, em artigo do Diário do Comércio, em janeiro de 2022, o preço da energia (MW) em reais é de aproximadamente R\$116,00.

Baseado nisso, estima-se que a receita anual gerada pela futura usina será de R\$5.011.200,00. Para análise do investimento do estudo em questão, serão adotados os métodos de Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), usualmente adotados para este tipo de análise.

A análise feita para o Valor Presente (VP) nos treze primeiros anos, que levou em consideração o valor da taxa SELIC, com o propósito de corrigir o valor ao longo dos anos, constatou-se que o desenvolvimento do projeto alcançará um retorno financeiro no décimo terceiro ano e apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 0,00198155%.

Tabela 1 - Tempo de retorno do investimento durante os trezes primeiros anos

Custos Total	R\$30.000.000,00
Fluxo de caixa anual	R\$5.011.200,00
Período de retorno do valor presente (anos)	13 anos
Taxa interna de retorno (TIR)	0,00198155%

Fonte: Autoria própria, 2023

CONCLUSÕES

Conforme mencionado na introdução do trabalho, o aquecimento global é uma realidade e seu enfrentamento exige a adoção de políticas públicas que contribuam para a redução das emissões dos GEE. Outra questão premente é a destinação dos resíduos nos centros urbanos, que além de seu impacto na poluição de cursos de água, oceanos e do solo, contribui significativamente para o aumento das emissões antrópicas. No sentido de mitigar este problema, o objetivo da pesquisa foi o de realizar um estudo, buscando avaliar se o aproveitamento dos GEE produzidos em aterro municipal seria viável economicamente. Conforme se constatou no item de Viabilidade Econômica, o estudo foi realizado e a seguir é apresentada uma síntese.

De acordo com as análises feitas no aterro sanitário, por meio das metodologias *GHG Protocol* e *LandGem*, obteve-se estimativas do volume de gás gerados nos próximos anos. A partir delas, foi possível estabelecer uma média de potenciais 5 MWh gerados por meio da conversão das emissões em energia elétrica.

Tal estimativa permitiu realizar o estudo da viabilidade econômica, por meio das técnicas de Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) resultando na amortização do investimento em 13 anos e taxa de 0,00198155%.

Como fatores que limitaram o trabalho é possível mencionar escassez de informações sobre a implantação de projetos similares no Brasil, razão pela qual foi necessário utilizar dados e estimativas de outros países, principalmente dos Estados Unidos. Adicionalmente, por se tratar de um estudo com prazo máximo de 09 meses, houve restrições na obtenção de informações mais consistentes nos poucos projetos existentes no país. Desta forma, como possibilidades para futuras pesquisas, recomenda-se pesquisar os custos de implantação, operação e manutenção em plantas instaladas no Brasil.

Os resultados do estudo indicam que a instalação e operação da usina com a utilização de biogás como combustível não trará um retorno financeiro no curto prazo, quando comparada com produtos financeiros, mesmo aqueles de perfil conservador, pois apresenta um período de retorno relativamente longo. Contudo aqui cabem algumas considerações sobre aspectos que normalmente não são levados em conta em análises estritamente financeiras de empreendimentos deste porte, que na maioria das vezes devem ser patrocinados total ou majoritariamente pelo poder público em razão dos benefícios sociais e ambientais que eles produzem. Tais benefícios até podem ser quantificados, mas não foram objeto do presente trabalho.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

O presente resumo foi elaborado pelo bolsista sob a supervisão do professor orientador e sintetiza o atual estágio do projeto que ainda poderá sofrer algumas alterações em razão do aprofundamento de pesquisas sobre os custos de instalação, operação e manutenção de usinas no Brasil. Ambos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

REFERÊNCIAS

GHG Protocol. **Wri Brasil**, 2015. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/projetos/ghg-protocol>. Acesso em: 26 out. 2023.

IPCC. Mudança do clima e terra. **IPCC**, p. 1-40, jan. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/srcl-port-web.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

ROSS, K.; WASKOW, D.; GE, M. Como as emissões de metano contribuem com as mudanças climáticas. **Wri Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-emissoes-de-metano-contribuem-com-mudancas-climaticas>. Acesso em: 26 out. 2023.

ENGIE. São Paulo ganha nova usina de biogás para minigeração distribuída. 17 ago. 2020. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/sao-paulo-ganha-nova-usina-de-biogas-para-minigeracao-distribuida/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

VALOR presente líquido (VPL): o que é, como calcular e principais vantagens. **Capital now**, [s. l.], 13 fev. 2020. Disponível em: <https://capitalresearch.com.br/blog/valor-presente-liquido-vpl/>. Acesso em: 30 out. 2023.

VASQUES, E. Preços de energia não devem voltar aos níveis de 2021. **Diário do comércio**, [s. l.], 06 jan. 2022. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/precos-de-energia-nao-devem-voltar-aos-niveis-de-2021/#gref>. Acesso em: 10 ago. 2023.

WARREN. Taxa Interna de Retorno (TIR): o que é, por que importa e como calcular. **Warren Magazine**, [s. l.], 26 ago. 2021. Disponível em: <https://warren.com.br/magazine/taxa-interna-de-retorno-tir/#:~:text=A%20Taxa%20Interna%20de%20Retorno,a%20TIR%20uma%20taxa%20hipot%C3%A9tica>. Acesso em: 30 out. 2023.