

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS PARA APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM NAVIOS MERCANTES

Stéfany Larissa Dantas Nascimento¹

Diego Leon da Silva Monteiro¹

Kevin Harley Ferreira Moura¹

Pedro Rodrigues Bozi Ferrete¹

Reinaldo José de Aguiar Grana²

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos.

RESUMO

Em navios mercantes, especialmente os de passageiros, há uma grande quantidade de resíduos orgânicos descartados, provenientes de esgoto e de alimentos. A matéria orgânica disponível pode ser melhor aproveitada, evitando-se seu descarte no mar. O Biogás é uma fonte de energia alternativa que pode ser obtida a partir da biodegradação anaeróbica dessa matéria orgânica. Este gás é constituído principalmente de metano, gás atóxico e inflamável. O presente artigo traz o desafio para que essa energia se torne viável e aproveitada em navios de passageiros ou, ainda, em outros tipos de navios mercantes. A geração de biogás pode ser projetada em um espaço reduzido dentro dos navios, reduzindo os custos com gás liquefeito de petróleo e podendo ser utilizada em outros compartimentos que utilizam eletricidade como fonte de energia. A metodologia empregada baseou-se na pesquisa de dados de resíduos orgânicos gerados em navios mercantes, correlacionando-os com dados sobre a quantidade de biogás gerada por matéria orgânica, tendo como embasamento experimentos semelhantes realizados em terra. A associação dos dados disponíveis com as especificações explicitadas nos experimentos revela a viabilidade econômica e estrutural da planta de produção de biogás a bordo e seu potencial de aproveitamento.

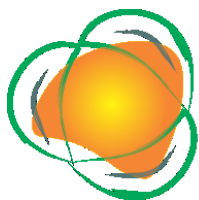
Palavras Chave: biogerador; esgoto; meio ambiente; geração de metano.

INTRODUÇÃO

Navios mercantes, em especial os navios cruzeiros, de passageiros e de carga viva, produzem uma grande quantidade de resíduos orgânicos, sendo restos de alimentos e esgoto os mais relevantes. O gerenciamento desses resíduos a bordo, em geral, consiste no tratamento de uma pequena parcela do material para descarte no mar e na recepção do restante pelos portos, conforme estabelecido nos Anexos IV e V da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL, 73/78). Tamanha disponibilidade de matéria

¹ Curso de Bacharel em Ciências Náuticas do Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA), stefanydantasnascimento@gmail.com, diiegoleoon@gmail.com, kevin_mengo@outlook.com, pferrete27@gmail.com;

² Professor MSc. no Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar, reinaldograna@hotmail.com.



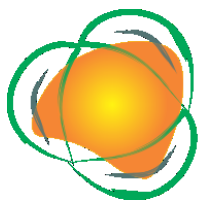
orgânica pode, no entanto, ser aproveitada de forma a gerar economia para o navio, sendo utilizada na produção de biogás, fonte de energia.

A geração de biogás vem, ao longo dos anos, crescendo como fonte de energia alternativa e diversos segmentos produtivos têm adotado esta opção. Entretanto, vários fatores necessitam ser avaliados para a máxima obtenção de biogás a partir da matéria orgânica, com rendimentos aproveitáveis e o menor custo possível. A qualidade e a quantidade de biogás produzido requerem o controle de vários parâmetros físico-químicos, e o tipo de matéria orgânica utilizada na sua obtenção é de fundamental importância. Durante o processo de produção, ocorre a obtenção de outros gases que não contribuem com o processo, considerados impurezas. Estes gases necessitam ser removidos para que o gás principal, metano, tenha aproveitamento energético satisfatório, ou seja, seu poder calorífico mantenha-se no valor basal, em torno de 8 a 9 mil kcal/m³ de gás. A proporção de gás metano em relação ao gás carbônico produzido no reator também depende das características do composto orgânico a ser degradado.

Nos sistemas anaeróbicos, verifica-se que a maior parte do material orgânico biodegradável presente no despejo é convertida em biogás (cerca de 70 a 90%), que é removido da fase líquida e deixa o reator na forma gasosa. Apenas uma pequena parcela do material orgânico é convertida em biomassa microbiana (cerca de 5 a 15%), vindo a constituir o lodo excedente do sistema. O material não convertido em biogás ou em biomassa deixa o reator como material não degradado (10 a 30%), podendo ser armazenado a bordo para posterior direcionamento ao porto.

O metano produzido no processo de digestão anaeróbica é rapidamente separado da fase líquida, devido à sua baixa solubilidade em água, resultando num elevado grau de degradação dos despejos líquidos, uma vez que o gás deixa o reator com a fase gasosa. O dióxido de carbono, por sua vez, é bem mais solúvel em água que o metano, saindo do reator parcialmente como gás e parcialmente dissolvido no efluente líquido.

A quantidade de resíduos orgânicos sólidos biodegradáveis nas atividades a bordo dos navios e a quantidade de esgoto produzido e as suas respectivas misturas são parâmetros fundamentais no dimensionamento de um reator compacto para navios mercantes. O controle do pH, temperatura e a carga de resíduos orgânicos no interior do reator anaeróbico são



fatores importantes na geração do biogás. O presente trabalho se propõe a analisar tais parâmetros e fatores, a fim de viabilizar a utilização do biogás como fonte de energia a bordo.

METODOLOGIA

A metodologia empregada na pesquisa baseou-se em levantamento bibliográfico, em livros, relatórios técnicos de resíduos a bordo, analisando-se estudos e documentos e utilizando dados do Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), tomando por base método já empregado na Universidade de São Paulo (COELHO, VELASQUEZ; SILVA, 2006), adaptando-se o dimensionamento do sistema para um navio mercante.

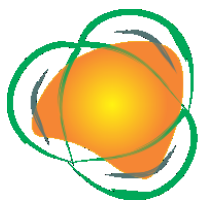
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de energia obtida a partir do Biogás a bordo de navios mercantes dependerá da quantidade de resíduos orgânicos biodegradáveis e também do esgoto gerado e produzido. Estes fatores, por sua vez, dependem do tipo da quantidade de passageiros e tripulantes, da duração da viagem e, conseqüentemente do tipo de navio. A tabela 1 apresenta as quantidades de esgoto geradas em diferentes tipos de navios, com diferentes tecnologias.

Tabela 1: Quantidade de esgoto produzida por tipo de navio

Tipo de navio	Tipo de tecnologia	Quantidade gerada	Período	Fonte
Cruzeiro	MSD II	114 m ³ por pessoa	Por semana	Friends of the Earth, 2009
	AWTS	0,004-0,1m ³ por pessoa	Por dia	EPA, 2008
<i>Ferries</i>	-	0,1 m ³ por pessoa	Por dia	HELCOM, 2014
Pesqueiro	The Tank MSD®	0,02 m ³ de águas escuras por pessoa	Por dia	OCNMS, 2011
	Ahead Tank®	0,03 m ³ de águas escuras por pessoa	Por dia	OCNMS, 2011
	Orca®	0,11 m ³ de águas escuras por pessoa	Por dia	OCNMS, 2011

A tecnologia do sistema sanitário do navio deve ser levada em consideração, uma vez que o sistema a vácuo produz menos água efluente. Uma grande quantidade de águas cinzas pode ser gerada, dependendo do sistema utilizado. Dependendo da sua constituição química, essas águas também podem ser empregadas no processo de produção de biogás. A tabela 2



mostra a quantidade de restos de alimentos produzidos em diferentes tipos de navios mercantes.

Tabela 2: Quantidade de restos de alimentos gerados a bordo

Tipo de navio	Restos de alimentos gerados	Fontes
Cruzeiro	12 m ³ por navio por semana	(EPA, 2008)
<i>Work vessel</i>	175 kg/0,35 m ³ por navio por semana (0,3 kg por pessoa por semana)	(Tidy Planet, 2015)
Cruzeiro	3.5 kg por passageiro por dia	(HPTI, 2007)
Cruzeiro	18 to 32 kg por pessoa por semana	(ASCI, 2000)

Comparando-se navios mercantes de transporte de cargas e de passageiros de grande porte, as diferenças de resíduos sólidos e esgoto produzidos a bordo são enormes, e, como consequência, a geração de biogás também. A matéria orgânica que deveria ser descartada (seja a parcela despejada no mar, seja a entregue ao porto) pode ser aproveitada para a geração de biogás em um reator anaeróbico. A quantidade de matéria orgânica disponível é suficiente para gerar um volume satisfatório de biogás. De acordo com Smith (2013), 10 kg de matéria orgânica são suficientes para produzir 3m³ de biogás, o que resulta em energia suficiente para 24h de refrigeração ou 3h de iluminação.

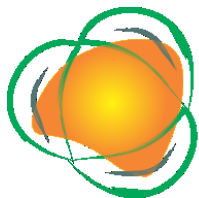
Navios de carga viva, especialmente navios boiadeiros, também produzem um grande aporte de matéria orgânica proveniente de fezes e urina dos animais, podendo também receber a bordo a tecnologia do biogerador.

CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados, levando em consideração a quantidade de resíduos orgânicos gerados em navios e a consequente quantidade de biogás disponível, pode-se concluir a viabilidade da utilização do reator anaeróbico a bordo de navios mercantes, sendo seu uso mais vantajoso em navios de passageiros.

REFERÊNCIAS

CE DELFT, CHEW. European Maritime Safety Agency. **The Management of Ship-Generated Waste On-board Ship**. [S. l. : s. n.]. 2017, 89 p.



15º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
Poços de Caldas

2018
25 A 28 DE SETEMBRO
ESPAÇO CULTURAL DA URCA

COELHO, Suani Teixeira; VELAZQUEZ, Sílvia Maria Stortini González; SILVA, Orlando Cristiano da *et al.* **Geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente do tratamento de esgoto.** In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. Proceedings online... Available from:

<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000100070&lng=en&nrm=abn>. Access on: 05 Aug. 2018.

SMITH, John E. **Biotechnology**. 5. ed. Cambridge University Press, 2009.

SOMMER, Sven G.; CHRISTENSEN, Morten L.; SCHMIDT, Thomas; JENSEN, Lars S. **Animal Manure Recycling: Treatment and Management**. Wiley, 2013.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Office of Wastewater Management. **Graywater Discharges from Vessels**. Washington, 2011. 27 p.