

METODOLOGIA PARA ESTIMAR A TAXA ANUAL DE EMISSÕES DE POLUENTES NO PORTO DE SALVADOR PARA O ANO DE 2015

Katty Santos da Silva Marques^{1,2}; Erick Giovani Sperandio Nascimento²; Anderson da Silva Palmeira²; Davidson Martins Moreira².

¹ Vínculo institucional: Doutorando em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial; Tipo de projeto: Agência de fomento; katty.silva@outlook.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; davidson.moreira@gmail.com

RESUMO

Este estudo busca analisar a contribuição dos transportes marítimos nas emissões de poluentes atmosféricos na região metropolitana de Salvador (RMS), sendo complementar às contribuições das fontes fixas e de veículos automotores. Para tal fim, foi utilizado o procedimento da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) que é baseado no modo de operação dos navios (atracação, aproximação, cruzeiro e operação). As emissões foram estimadas para o ano de 2015, a partir do tempo e da velocidade média de operação, além dos fatores de emissão dos poluentes e características específicas dos motores dos navios que transitaram pelos portos da RMS. Os resultados apresentaram os óxidos de nitrogênio (61%) como os poluentes em maior quantidade gerada, seguido do dióxido de enxofre (30%), material particulado (4%), monóxido de carbono (3%) e hidrocarbonetos (2%).

PALAVRAS-CHAVE: Região metropolitana de Salvador, USEPA, Portos, emissões.

1. INTRODUÇÃO

A Bahia tem a maior costa litorânea do Brasil, onde os portos baianos destacam-se na estrutura portuária nacional. O Porto de Salvador é responsável pela movimentação de 57% das exportações do estado, possuindo 2.092 m de cais acostáveis cuja profundidade varia de 8 m (armazéns 1 e 2) até 15 m (terminal de contêineres e no cais de ligação), com capacidade para atracação simultânea de oito navios. Além disso, está entre os terminais mais importantes do país, sendo um dos maiores do Norte/Nordeste.¹

Neste sentido, a operação portuária no Brasil é fiscalizada pela Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ)⁹, regulamentada pela Lei 10.233 de 05-06-2001, que é vinculada ao Ministério dos Transportes (MT) e à Secretaria dos Portos (SEP).² Em média, mensalmente, 75 navios aportam e a operação é facilitada por um moderno terminal de contêineres com portêineres, transtrêiner, empilhadeiras, rech-stackers e RTGs (Rubber Tyred Gantry). Por suas características naturais, o Porto de Salvador, localizado de forma excepcional na Baía de Todos os Santos - BTS, tem vocação para operar com cargas containerizadas, cargas gerais, trigo, celulose e recepção de navios de cruzeiro marítimo. Por essas características, com potencial e efetivo volume de tráfego marítimo, a movimentação de navios nos portos da RMS motivou o presente trabalho, cujo objetivo geral é investigar o total das emissões de poluentes atmosféricos (e.g. NO_x, CO, MP, HC e SO₂) provenientes de navios na etapa de aproximação no Porto de Salvador no ano de 2015.

Os resultados obtidos a partir desta investigação são fundamentais pois serão utilizados como inputs na modelagem atmosférica da região utilizando sistema integrado de modelagem WRF (Weather Research and Forecasting Model)-SMOKE (Sparse Matrix Operator Kernel Emissions)-CMAQ (The Community Multiscale Air Quality Modeling System).

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada refere-se as emissões de navios no Porto de Salvador na etapa de aproximação (os navios funcionam em marcha reduzida), para o ano de 2015, considerando o teor de 3% de enxofre no óleo combustível utilizado. A equação 1 foi utilizada para o cálculo das emissões, conforme metodologia da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), para inventários de navios e que representa o estado da arte neste tipo de investigação:^{3,6,7}

$$E = P(kW) \times F_c(\%) \times t_0(h) \times F_e((g / hp)h) \quad (1)$$

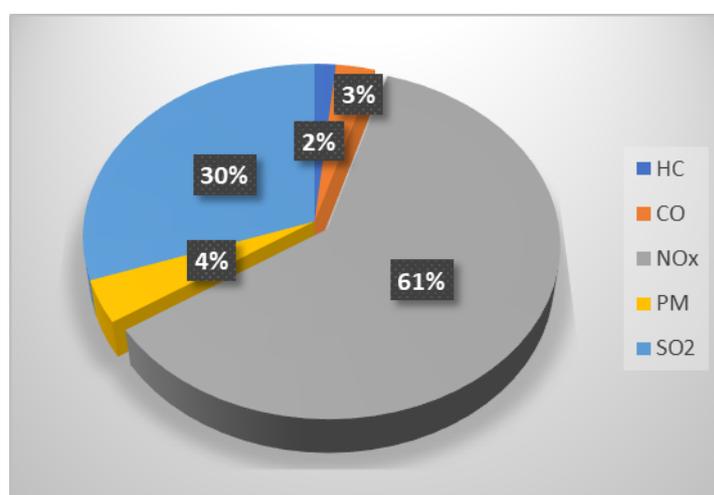
onde E é a emissão de poluentes, P é a potência do motor, F_c é o fator de carga, t_0 é o tempo de operação e F_e é o fator de emissão do poluente. Assim, na aplicação da equação 1, realizou-se o levantamento dos dados de registros no IMO (International Maritime Organization)^{4,10}, onde estão agregadas informações

referentes a cada embarcação e identificou-se a potência instalada dos motores (potência dos motores, velocidade, idade, vistorias e bandeiras). O fator de carga é adimensional, sendo um índice (entre zero e um) que demonstra se a utilização da energia é eficiente e se existem possibilidades de melhoria¹³. O tempo de operação dos motores foi considerado 2 horas, sendo 1 hora para entrada e 1 hora para saída da Baía⁸. O fator de emissão é a relação entre a quantidade de poluição gerada e a quantidade de matéria prima transformada ou queimada, de acordo com a sua especificidade, expresso em grama por horse power.hora. As emissões totais estimadas para cada poluente foram expressas em gramas e convertidas para toneladas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento das emissões atmosféricas oriunda de navios é prevista na legislação, conforme Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ) e o Protocolo MARPOL-1997, que regulam as emissões de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado (MP) e dióxido de enxofre (SO₂). A Figura 1 apresenta as taxas de emissões na etapa de aproximação dos navios no Porto de Salvador no ano de 2015, obtidas a partir da aplicação da equação 1.^{5,11}

Figura 1 - Emissões de navios no Porto de Salvador em 2015



Fonte: própria.

Conforme a Figura 1, as maiores taxas de emissões são de NO_x e SO₂, com 61% e 30%, respectivamente, e as menores taxas referem-se ao HC, CO e PM com 2%, 3% e 4%, respectivamente. Os motores desses navios têm propulsão através do uso de um combustível que é formulado a partir de uma fração do petróleo acrescida de uma mistura de diluentes, composta pelo óleo diesel pesado e óleo leve de reciclo (LCO), proveniente de processo do craqueamento catalítico. A comercialização desse combustível no mercado segue a especificação constante na norma ISO8217. Dessa forma, a utilização dessa mistura para o combustível que impulsiona os motores dos navios tem como consequência a geração dos principais gases causadores de poluição, ou seja, os principais poluentes que contribuem potencialmente para as mudanças climáticas e afetam negativamente a qualidade do ar em uma determinada região.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi investigar o total das emissões de poluentes atmosféricos provenientes de navios durante a etapa de aproximação no Porto de Salvador para o ano de 2015. Desta forma, utilizou-se a metodologia da USEPA que representa o estado da arte neste tipo de pesquisa, através da qual foi possível estimar a emissão de gases de efeito estufa que contribuem de forma significativa nas mudanças climáticas impactando diretamente a saúde pública. A atuação de órgãos reguladores neste setor vem conseguindo pequenos avanços na redução das emissões através da alteração dos padrões de operação dos navios e com medidas para controlar e melhorar a qualidade do combustível. Contudo, o grande potencial de emissão dos motores de navios, em função do combustível utilizado para propulsão, requer ações cujo impacto na redução das emissões sejam mais relevantes. Este trabalho de investigação das

emissões no porto de Salvador faz parte da obtenção de um inventário mais atual das emissões de fontes móveis e fixas na RMS e representa um avanço inicial no estudo da qualidade do ar local e servirá como input para modelagem atmosférica da região utilizando o sistema integrado de modelagem WRF-SMOKE-CMAQ.

Agradecimentos

Ao SENAI CIMATEC, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro (processo de concessão nº BOL0235/2018), ao Centro de Supercomputação para Inovação Industrial.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ CODEBA. Companhia Docas do estado da Bahia. Disponível em <<http://www.codeba.com.br/eficiente/sites/portalcodoba/pt-br/home.php>>. Acesso em 11 de junho de 2020.
- ² AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO – ANTAQ. **Raio X da frota brasileira na navegação de apoio marítimo – principais empresas e suas frotas**. 2011.
- ³ AERMOD. **Description of model formulation**. Desenvolvido por U.S. Environmental Protection Agency. Disponível em http://www.epa.gov/ttn/scram/7thconf/aermod/aermod_mfd.pdf. Acesso em 05 de setembro
- ⁴ International Maritime Organization - IMO. **Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships**, issue No. 2-31' by Marintek, Det Norske Veritas, Econ Centre for Economic Analysis and Carnegie Mellon University. 2000
- ⁵ International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL 73/78. **Regras para a prevenção da poluição do ar por navios**, Anexo VI. 1997
- ⁶ Environmental Protection Agency. **Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors**. 1995. Disponível em <<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>>. Acesso em 01 de novembro de 2020.
- ⁷ U.S. Environmental Protection Agency. **Nitrogen Dioxide Home**. Disponível em: <http://www.epa.gov/air/nitrogenoxides/>. Acesso em 01 de novembro de 2020.
- ⁸ SENES, **Review of Methods Used in Calculating Marine Vessel Emission Inventories. 2004**. Disponível em www.epa.gov/otaq/.../bp_portemissions.pdf. Acesso em 12 de setembro de 2020.
- ⁹ BRASIL. **Lei 10.233/ANTAQ**. Publicado no D.O.U. em 14/02/2002
- ¹⁰ BRASIL. **Resolução IMO. Decreto 52.493/63 de 23 de setembro de 1963**, Publicado no D.O.U. em 23/09/63.
- ¹¹ BRASIL. **RESOLUÇÃO/ CONAMA/Nº 003 de 28 de junho de 1990**, publicado no D.O.U. em 22/08/90, Seção I, p. 15.937 a 15.939.
- ¹² SCHILLER, Rodrigo Aquiles. **Análise da eficiência energética em navios mercantes e estudo de caso de consumo de combustível em navio aliviador do tipo Suezmax/R.A**. Schiller, Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Naval, 107 p., São Paulo, 2017.
- ¹³ TANIMOTO, A.H., SOUZA, C.R.B., WANDERLEY, R.G. **Estudos em Segurança, Meio Ambiente e Saúde** / Coordenação de Núbia Moura Ribeiro. Organização de Armando Hirohumi Tanimoto, Claudio Reynaldo Barbosa de Souza e Rafael Gomes Wanderley. - Salvador: IFBA, 2012. 224 p., 2012.