ESTIMATIVA DE POLUIÇÃO AMBIENTAL NO TRANSPORTE DE CARGAS POR RODOVIA E HIDROVIA

L. A. Brasileiro; C. A. Consoni Neto; F. A. C. Costa; G. Kitsandonis; I. de O. Zago; J. P. N. da S. Mosin; K. S. Masselani; L. A. Torres; L. B. Diederichsen; M. E. R. Rodrigues; M. S. R. da Cunha; M. S. Keller; N. S. Vaz; T. de Menezes; V. A. Figueiredo

UNESP – Universidade Estadual Paulista

PET Engenharia Civil, UNESP, Ilha Solteira, São Paulo

Palavras - chave: Meio ambiente; Navegação; Poluição

Introdução

O transporte de cargas é um sistema de vital importância para a economia de um país, em geral, e para segmentos da população, em particular: desde o produtor, passando pelas empresas de distribuição, até o consumidor final.

O modelo do transporte de cargas no Brasil surgiu pelo modo ferroviário alimentando os portos marítimos e, assim, fortalecendo, o transporte hidroviário (RIBEIRO, 2014).

A partir do processo de industrialização do Brasil, o modo ferroviário e aquaviário entraram em declínio, abrindo espaço para a indústria automobilística, que se tornou cada vez mais acessível, consolidando o modo rodoviário na matriz de transportes (SCHIMIDT, 2011). Atualmente, a movimentação de insumos e produtos ainda prioriza o modo rodoviário, como mostra a matriz do transporte de cargas no Brasil: rodovia 61,1%; ferrovia 20,7%; aquavia 13,6% (hidroviário e marítimo); dutovia 4,2% e aerovia 0,4% (CNT, 2018).

Entretanto, o grande volume da movimentação de cargas por modo rodoviário congestionam e causam desgaste nas rodovias, aumentando o tempo e o valor do produto final, pois eleva o custo de manutenção da infraestrutura, e diminui a qualidade do transporte (IPEA, 2016). O frete rodoviário apresenta custo elevado em relação aos modos ferroviário e hidroviário, segundo Ribeiro e Ferreira (2002),

podendo chegar a 60% das despesas logísticas. Além disto, o transporte rodoviário gera impactos ambientais, tais como: emissão de poluentes atmosféricos, aumento do nível de ruídos, proliferação de vetores e doenças, alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e aumento de material particulado (MENEZES, 2019).

O sistema intermodal do transporte de carga aumentará a competitividade dos produtos brasileiros no mercado mundial, pois haverá redução dos custos de transportes com a utilização do modo hidroviário (FELIPE JÚNIOR e SILVEIRA, 2008). Outras vantagens na escolha do modo hidroviário são: possibilidade de movimentação internacional de cargas, grande volume de cargas com baixo custo variável e tendência a menor poluição ao meio ambiente. Atualmente, a Hidrovia Tietê-Paraná permite o escoamento de insumos e produtos do Centro-Oeste em direção ao Porto de Santos, com um frete mais reduzido porque a carga transportada apresenta baixo valor agregado e menor consumo de energia. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise ambiental do transporte de cargas realizado pela rodovia paralela à Hidrovia Tietê – Paraná. A análise consiste no cálculo da emissão de Dióxido de Carbono pelo transporte atual por rodovia, verificação da possibilidade do transporte pela hidrovia e estimativa de redução da emissão.

Metodologia

O método utilizado para realizar a análise ambiental do transporte de cargas na hidrovia em estudo é denominado Top – Down, que é recomendado pelo MME (2014) para estimar as emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa), utilizando as seguintes equações:

$$CC = CA \times F_{\text{conv}} \times 45,2 \times 10^{-3} \times F_{\text{corr}} \quad (1)$$

Onde:

CC - Consumo de energia (TJ);

CA - Consumo de combustível (m^3);

Fconv - Fator de conversão da unidade física da quantidade de combustível para tEP (tonelada Equivalente de Petróleo); e

Fcorr - Fator de correção do PCS (Poder Calorífico Superior) para PCI (Poder Calorífico Inferior).

$$QC = CC \times Femiss \times 10^{-3}$$

(2)

Onde:

QC - Conteúdo de carbono (GgC);

CC - Consumo de energia (TJ); e

Femiss - Fator de emissão de carbono (tC/TJ).

$$ECO_2 = QC \times 44/12$$

(3)

Onde:

ECO₂ - Emissão de CO₂ (GgC); e

QC - Conteúdo de carbono (GgC).

O Quadro 1 apresenta os valores dos fatores utilizados nas equações para o cálculo da emissão de Dióxido de Carbono (CO₂) e suas respectivas fontes. Os valores são iguais para os modos rodoviários e hidroviários porque ambos utilizam o mesmo combustível (óleo diesel).

Quadro 1: Fatores utilizados no cálculo da emissão de dióxido de carbono

FATOR	F _{CONV}	F _{CORR}	F _{EMISS}
VALOR	0,848	0,95	20,2
FONTE	(MME, 2014)	(MME, 2014)	(MMA, 2011)

É fundamental observar que o gás analisado (Dióxido de Carbono) é um dos principais causadores da intensificação do efeito estufa, uma vez que este possui capacidade de absorção de radiação infravermelha. O Dióxido de Carbono mantém o calor nas camadas mais baixas da atmosfera, causando um desequilíbrio no clima e aumentando a temperatura, podendo resultar em desastres naturais.

Resultados e discussão

Segundo DER (2018), atualmente, há um volume de cargas pela rodovia paralela à Hidrovia Tietê – Paraná igual a 249.392.272,5 ton/ano, gerando um tráfego pesado de 7.917.215 caminhões/ano.

O transporte de cargas por essa frota de caminhões apresenta consumo médio de combustível igual a 1.840.217.540,5 m³/ano; o fator de conversão do Diesel é 0,848 tEP/m³ e o fator de correção para combustível líquido é 0,95 (MME, 2014).

Substituindo estes valores na Equação 1, determina-se que o consumo de energia para o transporte atual de cargas por rodovia é $CC = 67.008.062,1$ TJ/ano.

Substituindo o consumo de energia $CC = 67.008.062,1$ TJ/ano e o fator de emissão do Diesel = 20,2 tC/TJ (MMA, 2011) na Equação 2, calcula-se o conteúdo de carbono $QC = 1.353.562,8$ GgC/ano que é gerado no transporte atual de cargas por rodovia.

E, finalmente, substituindo o conteúdo de carbono $QC = 1.353.562,8$ GgC/ano na Equação 3, determina-se que a emissão de CO_2 (Dióxido de Carbono) devido ao transporte atual de cargas por rodovia é 4.963.063,6 GgC/ano.

Segundo AHRANA (2018) a Hidrovia Tietê – Paraná, mostrada na Figura 1, apresenta capacidade de 13.100.000 ton/ano, mas transporta apenas aproximadamente 3.100.000 ton/ano; portanto há uma capacidade ociosa de 10.000.000 ton/ano.

Figura 1: Mapa temático da Hidrovia Tietê - Paraná

Fonte: AHRANA (2018)

Se a capacidade ociosa da hidrovia fosse utilizada transferindo parte da carga transportada por rodovia, haveria uma diminuição do tráfego pesado igual a 317.460 caminhões/ano. Aplicando o método Top – Down na operação da frota de 317.460 caminhões/ano; calcula-se uma emissão de CO_2 (Dióxido de Carbono) igual a 393.384,2 GgC/ano por rodovia.

Mas, se essa quantidade de carga equivalente à operação de 317.460 caminhões/ano fosse transportada por hidrovia, pela aplicação do método Top – Down, haveria apenas uma emissão de CO₂ (Dióxido de Carbono) igual a 58.220,8 GgC/ano por hidrovia.

Resumidamente, As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da análise da carga total transportada por rodovia e da carga parcial que pode ser transportada por hidrovia, respectivamente.

Tabela 1: Resultados da emissão de CO₂ para o transporte da carga total por rodovia

RODOVIA		CA (m ³ /ano)	CC (TJ/ano)	QC (GgC/ano)	ECO ₂ (GgC/ano)
Carga total	7.917.215	1.840.217.540	67.008.062,1	1.353.562,8	4.963.063,6

Tabela 2: Resultados da emissão de CO₂ pela carga parcial por rodovia e hidrovia

CARGA	PARCIAL	CA (m ³ /ano)	CC (TJ/ano)	QC (GgC/ano)	ECO ₂ (GgC/ano)
RODOVIA	317.460	145.860.000	5.311.217,7	107.286,6	393.384,2
HIDROVIA	317.460	21.587.280	786.060,2	15.878,4	58.220,8

Conclusões

Os resultados alcançados demonstram que se utilizar a hidrovia em sua capacidade há uma diminuição na emissão de CO₂ (Dióxido de Carbono) aproximadamente igual a 8% gerada atualmente pelo tráfego rodoviário de cargas nos trechos analisados. O transporte da carga transferida para a hidrovia gera uma emissão de CO₂ (Dióxido de Carbono) aproximadamente igual 1%; pois cada caminhão contribui com o equivalente a 190 comboios hidroviários na emissão deste tipo de poluente. Portanto, como resultado final teria uma diminuição de aproximadamente 7% de poluentes no meio ambiente devido à utilização da hidrovia para o transporte de apenas 4% do volume de cargas atualmente transportado pela rodovia.

Ao analisar a emissão do Dióxido de Carbono, é fato que o transporte hidroviário, comparativamente ao modo rodoviário, gera menor impacto ambiental e se apresenta como uma boa alternativa ecológica para o transporte de cargas.

Referências

AHRANA – Administração da Hidrovia Tietê Paraná. *Cadernos de Navegação*. Departamento Nacional Infraestrutura Transportes, Volumes I-IV. São Paulo, 2018.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. *Boletim Estatístico Nº 08*. Revista Transporte Atual. Ano XXIV, Nº 276, SEST – Serviço Social do Transporte / SENAT – Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, 84 p. Brasília, 2018.

DER - Departamento de Estradas de Rodagem. *Volume Médio Diário das Rodovias - VDM*. www.der.sp.gov.br, 2018.

FELIPE JÚNIOR, N. F. e SILVEIRA, M. R. *A Hidrovia Tietê-Paraná e as Redes Intermodais*. Revista Formação, Nº 15, Volume 1, pp. 97-107, 2008.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Logística e Transportes no Brasil*. Relatório Técnico, 30 p. Rio de Janeiro, 2016.

MENEZES, V. S. *Impactos Ambientais do Transporte Rodoviário*. UFF – Universidade Federal Fluminense, 13 p. Rio de Janeiro, 2019.

MME – Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 282 p. Rio de Janeiro, 2014.

RIBEIRO, L. O. M. *A Intermodalidade e o Transporte de Carga no Brasil*. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, FGV – Fundação Getúlio Vargas, pp. 1-14. São Paulo, 2014.

RIBEIRO, P. C. C. e FERREIRA, K. A. *Logística e Transportes: Uma discussão sobre os Modais de Transporte e o Panorama Brasileiro*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ABEPRO, 2002, p. 8. Curitiba, 2002.

SCHMIDT, E. L. *O Sistema de Transporte de Cargas no Brasil e sua Influência sobre a Economia*. Monografia – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 88p. Florianópolis. 2011.