



QUÍMICA AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO DO IMPACTO CAUSADO POR TRANSPORTE COLETIVO DE ESTUDANTES

Josália Liberato Rebouças Menezes ¹

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas com o crescimento da população nas grandes cidades e o desenvolvimento e interiorização de atividades de produção, iniciou-se a necessidade de constantes deslocamentos gerando o aumento no consumo de combustíveis derivados do petróleo (MATTOS, 2011; RIBAS; BILOTTA, 2016).

De acordo com Ribas e Bilotta (2016), os veículos automotores colaboram com parcela significativa no comprometimento da qualidade do ar. A queima desses combustíveis fósseis é responsável pela liberação de uma série de poluentes para o meio ambiente prejudicando a qualidade do ar, dentre eles cabe-se destacar o lançamento de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e os Gases de Efeito Estufa (GEE), tais como o próprio CO₂, CH₄, N₂O, O₃, Perfluorcarbonetos e Hexafluoreto de Enxofre (SF₆).

O lançamento desses poluentes para o meio atmosférico, além das consequências ambientais, como o favorecimento de fenômenos como *smog* fotoquímico, *smog* industrial e inversão térmica, ou intensificação de processos naturais a exemplo da chuva ácida e efeito estufa, trazendo prejuízos para o equilíbrio ambiental, impactam negativamente na saúde humana, causando uma série de transtornos (BRAGA, 2005; BAIRD; CANN, 2011).

É importante educar a população quanto ao impacto das atividades cotidianas em questões ambientais. Sendo assim, a química ambiental é de suma importância, visto que o ensino de química tem como objetivos, preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso de informações básicas necessárias para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive (SANTOS; SCHNETZLER, 2003) e na sua formação como cidadão. Assim, para cumprir sua função social, a escola deve estar comprometida com o desenvolvimento da conscientização dos estudantes quanto aos seus direitos e deveres e com o desenvolvimento de valores éticos, para que estes assumam uma postura comprometida com seu país, com a tomada

¹ Professora do Curso de Química da Universidade Estadual do Ceará- UECE, josalia.mene@uece.br



de decisões e com a resolução de problemas da sociedade (SÁ; VICENTIN; CARVALHO, 2010).

A cidade de Quixadá-CE, além de ser a maior cidade do Sertão Central do Estado do Ceará, é um pólo universitário que atrai estudantes tanto da região, quanto das regiões vizinhas. Contando com quatro grandes instituições de ensino superior, em média 17 municípios ofertam transporte público escolar de modo regular aos universitários, o que favorece o processo de formação continuada aos estudantes da região. Entretanto, o transporte escolar, somado aos demais veículos que trafegam pela cidade, contribuem para uma elevada taxa de emissão de poluentes nocivos para a saúde e para o meio ambiente. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar os impactos ambientais da poluição causada pelo transporte de estudantes, nas emissões de Gases do Efeito Estufa emitidos diariamente por meio dos processos de combustão do óleo diesel utilizados nos veículos.

METODOLOGIA

Para verificar a taxa de emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) lançados diariamente na atmosfera por meio da queima do óleo diesel S10 utilizados pelos veículos foi considerado o período de 12 meses, para o cálculo. A amostragem foi estimada por meio de um inventário de emissões atmosféricas, considerando os poluentes exalados pela queima do diesel focando nos seguintes poluentes: Dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O).

A pesquisa foi realizada em quatro etapas: pesquisa bibliográfica sobre os impactos da emissão de GEE na atmosfera; quantificação do número de ônibus públicos da região central e circunvizinhas que fazem o transporte de universitários para as instituições de nível superior de Quixadá-CE; elaboração e aplicação de um questionário para entrevista realizada com os motoristas e análise dos dados e conversão dos valores para estimar as taxas de GEE emitido.

Após a realização da pesquisa bibliográfica sobre os efeitos do lançamento de contaminantes durante a queima de óleo diesel na atmosfera, efetivou-se o levantamento do número de transportes públicos que conduzem universitários para as instituições públicas de ensino superior do Sertão Central. O levantamento foi realizado por ação de questionamentos à alguns grupos de estudantes, onde obteve-se a informação que o corpo estudantil dessas instituições é formado por discentes oriundos de 17 municípios que ofertam aos discentes



ônibus escolares regulares (em todos os dias letivos) ou apenas duas vezes por semana, sendo que estes alunos precisam morar na cidade de Quixadá-CE.

Em entrevista com 11 dos 17 motoristas que realizaram o trajeto diariamente, obteve-se a distância média entre o ponto de origem até o destino final (universidades de Quixadá-CE), o número de rotas realizadas ao dia, dias de funcionamento, média do consumo de combustível por viagem e tipo de combustível utilizado, no caso, todos informaram utilizar o óleo diesel S10. Mediante a obtenção dessas informações pode-se então calcular a taxa de emissões de gás carbônico (CO₂) óxido nítrico (N₂O) e metano (CH₄) componentes liberados através da queima deste combustível. Para realização dos referidos cálculos utilizou-se como fonte o Guia de implementação: gestão de emissões e remoções de Gases de Efeito Estufa (ABNT, 2015) que dispõe às equações para realização dos cálculos para estimativa de emissões de GEE, conversão dessas emissões em toneladas de CO₂ equivalente, bem como PAG (Potencial de aquecimento Global) e os fatores de emissão do diesel, necessário para obter os respectivos valores.

É válido ressaltar que não é possível obter um valor exato do consumo por viagem, uma vez que a quantidade de combustível utilizado sofre interferência de fatores como: velocidade, tipo de transporte (pequeno, médio ou grande porte), tipo de motor, problemas com manutenção, dentre outros. Deste modo, optou-se em realizar a análise apenas pela leitura do medidor de combustível, considerando o transporte de grande porte (ônibus) e desconsiderando a influência de outros fatores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cálculo do consumo de combustível dos ônibus universitários de grande porte, de modelo VW 15190 (escolar amarelo), considerou-se a média repassada pelos motoristas, onde afirmaram que para cada 100 km percorrido é consumido aproximadamente 40 L de Diesel S10. A partir da média de combustível gasto por Km (0,400 L de Diesel S10 por Km), efetivou-se o cálculo do consumo por viagem (ida e volta), onde multiplicou-se a distância pelo respectivo valor encontrado.

Considerando o consumo de combustível diário para Itapiúna (56 L), Ibaretama (40,8 L), Milhã (100 L), Pedra Branca (68 L), Quixadá (55,2 L), Quixeramobim (120 L), Califórnia/Juá/ São Bernardo (22 L), Choró (26 L), Banabuíu (54 L), Morada Nova (60 L), Ocara (189 L em 3 viagens) e a partir da obtenção da taxa média de Diesel S10 gasto pelos transportes



diariamente, efetivou-se o cálculo para obter o resultado do consumo mensal de cada município, onde se multiplicou a quantidade de óleo diesel consumido diariamente pelo período de dias letivos em um mês (21 dias). Nessa perspectiva, obteve-se um consumo mensal de 16.611L; considerando-se 4 meses como sendo o período letivo por semestre, obteve-se o consumo anual de combustível diesel S10 de 132.888L.

A partir da conversão dos valores para escala anual, pode-se estimar as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), por meio do modelo de equação fornecido pelo “Guia de Implementação de Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa” (ABNT ISO 14.064), onde: *Emissões = dados da atividade x fator de emissão*

Neste caso, os dados da atividade mencionado na equação, refere-se ao volume (L) de diesel consumido, enquanto o fator de emissão está relacionado a quantidade de material emitido por quantidade de material processado. No contexto da pesquisa, esse fator de emissão refere-se aos poluentes emitidos pela queima do diesel (CO₂, N₂O, CH₄), onde este valor é tabelado em: CO₂ = 2,63 Kg/L, CH₄ = 0,00011 Kg/L, N₂O = 0,00002 Kg/L (ABNT, 2015).

Aplicando a equação para estimar as emissões dos referidos poluentes, tem-se: *Emissões = dados da atividade (volume anual de diesel S10 consumido) x fator de emissão*

Logo, para emissão de CO₂, 132888 L x 2,63 Kg/L = 349495,44 Kg; para emissão de CH₄, 132888 L x 0,00011 Kg/L = 14,617 Kg e para emissão de N₂O, 132888 L x 0,00002 Kg/L = 2,657 Kg. Todavia, a ABNT (2015) ressalta que cada atividade tem suas especificidades. Deste modo, para uma medição mais precisa, outras dimensões e variáveis devem ser consideradas e incorporadas nesta equação básica. Levando em consideração a queima de óleo diesel pelos veículos automotivos, cálculos mais precisos devem levar em consideração o poder calorífico, bem como a densidade do diesel, além da porcentagem de biodiesel presente. Entretanto, como o objetivo da pesquisa visa apenas realizar uma amostragem das poluições de trajeto, o uso da equação simplificada pode ser adotado sem maiores necessidades de informações adicionais.

Após obter a estimativa das emissões do GEE, o próximo passo foi identificar o Potencial de Aquecimento Global (PAG), onde efetivou-se a conversão dos valores encontrados na etapa anterior (Equação 01) para encontrar a quantidade de CO₂ equivalente fornecido em toneladas (tCO₂e). O Guia de implementação (ABNT ISO 14.064) também disponibiliza a equação para conversão dos poluentes emitidos pelo diesel em tCO₂ e. A Equação para



converter as emissões de GEE em toneladas de CO₂ equivalente é: *Emissões de GEE* = \sum (*Emissões do GEE* x *Potencial de aquecimento global*).

O Guia de implementação orienta que os resultados obtidos nos cálculos realizados devem ser reportados em toneladas para cada tipo de GEE e também em tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) correspondente, utilizando os potenciais de aquecimento global (PAG ou GWP) apropriados para essa conversão (ABNT, 2015).

Assim como na equação para o cálculo da estimativa das emissões de GEE, cada poluente tem seu próprio valor de Potencial de Aquecimento Global (PAG) fixados no guia: CO₂ = 1Kg/L, CH₄ = 25, N₂O = 298 (ABNT, 2015). Logo, a realização do cálculo das emissões de CO₂ equivalente é realizado mediante somatório da multiplicação do valor encontrado para estimativa da taxa de emissão dos poluentes analisados pelos seus respectivos valores de PAG:

Emissões de CO₂e = (*Emissões de CO₂* x *Potencial de aquecimento global CO₂*) + (*Emissões de CH₄* x *Potencial de aquecimento global CH₄*) + (*Emissões de N₂O* x *Potencial de aquecimento global N₂O*).

Emissões de CO₂ = (34945,44 x 1) + (14,617 Kg de CH₄ + 25) + (2,657 Kg de N₂O x 298) = 36102,87 kg de CO₂e.

Para transformar em toneladas (t CO₂e), basta dividir o valor por 1000, logo:

Emissões de CO₂ = 36102,87 kg de CO₂e ÷ 1000 = 36.10287 toneladas de CO₂ equivalente

O fator do PAG, indica o quanto uma molécula do composto analisado corresponde em emissão de gás carbono equivalente (CO₂e), que é a medida usada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa, baseando-se no potencial de aquecimento global (PAG) de cada poluente. Logo, o CO₂ equivalente consiste no resultado da multiplicação das toneladas emitidas de GEE pelo seu potencial de aquecimento global.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da Química Ambiental através da discussão sobre os impactos ambientais provocados pelo lançamento de Gases do Efeito Estufa (GEE), utilizando um inventário sobre a emissão desses gases por ônibus universitários de Quixadá-CE foi importante para a conscientização dos estudantes e o levantamento da problemática. Verificou-se que embora os transportes coletivos sejam umas das alternativas mais viáveis para atender as necessidades de locomoção da população, estes ainda possuem um impacto bastante significativo no lançamento



de compostos prejudiciais ao meio ambiente e a saúde humana. Desta forma, a necessidade de um novo olhar para adoção de medidas corretivas ou preventivas, como a utilização de combustíveis menos poluentes, bem como a educação ambiental da população, tornam-se imprescindíveis para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Química ambiental. Poluição. Gases do Efeito Estufa. Educação.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **Guia de implementação:** gestão de emissões e remoções de gases de efeito estufa. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Rio de Janeiro: ABNT; Sebrae, 2015.
- BAIRD, C; CANN, M. **Química ambiental.** 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental:** o desafio do desenvolvimento sustentável. 2°. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- MATTOS, L.B.R. **A importância do setor de transportes na emissão de gases do efeito estufa: o caso do município do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- RIBAS, W. F, BILOTTA et al. Influência do combustível (diesel e biodiesel) e das características da frota de veículos do transporte coletivo de Curitiba, Paraná, nas emissões de NOx. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 437-445, 2016.
- SÁ, M. B. Z.; VICENTIN, E. M.; CARVALHO, E. **A História e a Arte Cênica como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Química - Uma Questão Interdisciplinar.** Química Nova na Escola, vol. 32, nº 1, 2010.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, P. R. **Educação em Química:** Compromisso com a Cidadania, 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2003.