

Levantamento de emissões veiculares na Cidade de Balsas – MA

Survey of vehicle emissions in the City of Balsas – MA

Encuesta de emisiones vehiculares en la Ciudad de Balsas – MA

Recebido: 01/06/2021 | Revisado: 11/06/2021 | Aceito: 20/06/2021 | Publicado: 04/07/2021

Luciana Pereira Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3710-2911>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: luciana.pb@discente.ufma.br

Ezequiel Vieira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1063-1618>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: ezequiel.vieira@gmail.com

Hermon de Sousa Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5938-8826>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: hermonlima@hotmail.com

Gislane Pinho de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0360-5617>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: gislane.oliveira@ufma.br

Othavio Henrique Queiroz de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0233-1546>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: othavio_h10@hotmail.com

Valéria Pereira de Abreu

<https://orcid.org/0000-0002-0037-725X>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: valeriapereiradeabreu1@gmail.com

Resumo

Este trabalho apresenta um levantamento de emissões veiculares realizado a partir da coleta de dados em campo, através de estimativas de emissões veiculares locais com o auxílio de estudos levantados em bibliografia, levantamentos nos sites do Departamento de Trânsito do Maranhão – DETRAN MA de Balsas e de dados fornecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Dessa forma realizou-se o levantamento de dados sobre a frota circulante na cidade de Balsas – MA, foram calculadas as emissões locais totais em algumas vias da cidade e compararam-se com a quantidade de veículos, suas possíveis emissões e poluentes liberados por tipo de veículo. Foram avaliadas emissões de Dióxido de carbono (CO₂), Gás metano (CH₄), Monóxido de carbono (CO), Hidrocarbonetos não metanos (NMHC), Oxidos de nitrogênio (NO_x), Áldeídos (RCHO) e Material particulado (MP). No levantamento das emissões nas vias Luís Gomes e São Pedro os veículos que apresentaram maiores quantidades foram as motocicletas seguidos dos automóveis. As maiores quantidades de emissões de (CO₂) e (CO) foram provenientes das motocicletas. Enquanto os caminhões foram os maiores responsáveis das emissões de NMHC e os automóveis de (NO_x). Espera-se que com esse trabalho a problemática das emissões veiculares tenham mais relevância perante os órgãos ambientais da cidade para e propiciem incentivos fiscais para possibilitar o estudo e mitigações sobre a poluição atmosférica de Balsas.

Palavras-chave: Estimativas; Emissão veiculares; Poluição atmosférica.

Abstract

This paper presents a vehicle data survey carried out from field data collection, through the transfer of local vehicle data with the help of studies collected in the bibliography, surveys on the websites of the Traffic Department of Maranhão (DETRAN - MA) of Balsas and data transported by the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB). Thus, a survey of data on the circulating fleet in the city of Balsas - MA was carried out, total locations were calculated as provided in some roads in the city and compared with the number of vehicles, their possible and pollutants released by type of vehicle. They were evaluated free of carbon dioxide (CO₂), methane gas (CH₄), carbon monoxide (CO), non-methane hydrocarbons (NMHC), nitrogen oxides (NO_x), aldehydes (RCHO) and particulate matter (MP). In the survey of exits on the Luís Gomes and São Pedro roads, the vehicles with the greatest aggregates were motorcycles, followed by automobiles. The largest amounts of diversion (CO₂) and (CO) came from motorcycles. While trucks were the main responsible for the NMHC bases and NO_x cars. It is hoped that with this work the problem of vehicular bases will get more presented to the city's environmental agencies for and provide tax incentives to enable the study and mitigations about the atmospheric of Balsas.

Keywords: Estimates; Vehicle issuance; Atmospheric pollution.

Resumen

Este trabajo presenta una encuesta de emisiones vehiculares realizado a partir de la recolección de datos en campo a través de estimaciones de emisiones vehiculares locales con la ayuda de estudios recogidos en la bibliografía, relevamientos en los sitios de DETRAN - MA en Balsas y datos proporcionados por CETESB. Así, se realizó un relevamiento de datos sobre la flota circulante en la ciudad de Balsas - MA, se calculó el total de emisiones locales en algunas vías de la ciudad y se comparó con el número de vehículos, sus posibles emisiones y contaminantes liberados por tipo de vehículo. Se calcularon las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄); Monóxido de carbono (CO); NMHC: hidrocarburos distintos del metano (NMHC); óxidos de nitrógeno (NO_x); RCHO: aldehídos (RCHO) y material particulado (MP). En la encuesta de emisiones en las carreteras Luís Gomes y São Pedro, los vehículos con mayores cantidades fueron las motocicletas, seguidas de los automóviles. Las mayores cantidades de emisiones (CO₂) y (CO) provinieron de las motocicletas. Si bien los camiones fueron los principales responsables de las emisiones de NMHC y NO_x de los automóviles, se espera que con este trabajo el tema de las emisiones de los vehículos tenga más relevancia para que las agencias ambientales de la ciudad brinden incentivos tributarios que permitan el estudio y mitigación de la contaminación atmosférica en Balsas.

Palabras clave: Estimados; Emisiones de los vehículos; Contaminación atmosférica.

1. Introdução

A necessidade de suprir as demandas globais ocasionadas pelo crescimento populacional, atividades industriais, êxodo rural, a falta da implementação de transporte coletivo e de sua melhoria, atrelado com o aumento de automóveis individuais tem ocasionado a redução da qualidade do ar. Os principais países que sofrem com a deterioração da qualidade do ar são China, Estados Unidos, Índia e Rússia (Russo, 2004).

A poluição do ar ocorre com a entrada na atmosfera de qualquer matéria ou energia que cause alterações nas suas propriedades, podendo afetar o funcionamento biológico de animais ou espécies vegetais e provocando diversos impactos ambientais (Camargo Vilodres, Costa, Bezerra, & Miraglia, 2011). De acordo com Ferreira e Carvalho (2015) esse tipo de poluição é responsável por um grande número de infecções respiratórias, agravando condições alérgicas e doenças cardiovasculares, além de estar associada a doenças oncológicas. Outro agravante desse problema são as políticas de estímulo à economia brasileira, com um incentivo à compra de veículos automotores.

As emissões veiculares são provenientes do processo de combustão e exaustão dos combustíveis e da deterioração dos pneus por conta da ação dos freios. A força de atritos entre os pneus e a superfície da via produzem partículas referente a composição do pneu, quanto do solo. Esses tipos de emissões podem intensificar diversos impactos ambientais referente a poluição do ar como: os precursores de ozônio (CO e NO_x), intensificadores do efeito estufa (CO₂ e CH₄), compostos com características acidificantes (NH₃ e SO₂) e Material Particulado (MP e RCHO) (EMEP/EEA, 2016). De acordo com Zhang e Batterman (2013) diferentes fatores podem influenciar na emissão de poluentes emitidos pelo veículo, como por exemplo o tipo de veículo e tempo de utilização, o uso do combustível e a condição estrutural das avenidas ou ruas.

As grandes metrópoles são os principais locais que concentram grande quantidade dessa poluição proveniente das emissões veiculares. Entretanto, a qualidade do ar também pode ser afetada quando os centros urbanos se localizam perto indústrias. De acordo com Kampa e Castanhas (2007) o desenvolvimento econômico relacionado ao aumento de bens de consumos provocou a implementação de diversos tipos de industriais próximos a esses centros, e segundo a Companhia Ambiental de São Paulo, as emissões de veículos e das atividades industriais são os principais causadores da poluição do ar no cenário nacional (Câmera et al., 2015). Outros fatores podem agravar a poluição do ar como os incêndios florestais e as queimadas, de acordo com casos estudados na região Sul da Europa, e Califórnia (Bo et al., 2019; Trigo et al., 2006).

A poluição do ar causada pelas queimadas é frequente nas áreas mais afastadas da cidade, mas também são comuns em áreas urbanas. A combinação de calor, baixa umidade do ar e tempo seco acabam favorecendo para o aumento no número de focos de incêndios na região, algumas ações antrópicas também contribuem para o aumento destes números e os resultados são sérios problemas respiratórios na saúde humana e diversos impactos ambientais como por exemplo a intensificação do efeito estufa (Minayo et al., 2000).

As queimadas e focos de calor apuradas pelo Instrumento de Identificação de Municípios de Risco (IIMR) aponta, que o estado do Maranhão apresentou, em 2013, um total de 163.240 focos de calor. Sendo Balsas (4.208), Alto Parnaíba (2.896) e Mirador (2.901) os municípios com maiores frequências. A contaminação do ar tem fonte nas queimadas que é ocasionada pela combustão incompleta ao ar livre, e varia de acordo com o vegetal que está sendo queimado. Sua densidade, umidade e condições ambientais, e a velocidade dos ventos, liberam poluentes que atuam não só no local, mas que são facilmente transportadas através do vento para regiões distantes das fontes primárias de emissão, aumentando a área de dispersão (Ribeiro & Assunção, 2002).

O monitoramento de poluentes atmosféricos é ferramenta importante para que órgãos públicos e a sociedade civil possam atuar na verificação, planejamento e aplicação de políticas para melhoria da qualidade do ar em detrimento das mudanças climáticas intensificadas pelas atividades antrópicas (Derísio, 2017). De acordo com a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Pesca - SAGRIMA (2016), Balsas é considerada uns dos polos agrícolas mais importante da região Nordeste, o que faz da cidade ser atraente para pessoas de todas as regiões do país, tornando o processo de crescimento da cidade significativamente acelerado. Nesse contexto, a melhora econômica da cidade contribuiu com o aumento do número de veículos por pessoa e aumento de emissões de poluentes na atmosfera, além de outros fatores que contribui para o desgaste da qualidade do ar, como as indústrias e atividade agrícola.

É perceptível que a poluição do ar pode ocasionar e agravar diversas doenças respiratórias na saúde humana, além do impacto ambiental no meio ambiente. É extremamente importante a necessidade de um estudo voltado para a aplicação de políticas públicas para o controle dessas emissões veiculares, que é estabelecido pela resolução CONAMA 418 de 26 de novembro de 2009 (Conama, 2009). Portanto, o presente estudo visa quantificar a emissão de poluentes veiculares através de dados como a quantidade de carros da cidade de Balsas – MA.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na cidade de Balsas no estado do Maranhão (Figura 1), sendo o maior município em área total com 13.141.637 km² de área e a quinta maior em território urbanizado. Balsas localiza-se na mesorregião Sul Maranhense, sendo uns dos maiores polos do agronegócio regional, possui uma população estimada de 93.511 habitantes - MA IBGE/2019 tendo o terceiro maior Produto Interno Bruto (PIB) do estado com valor de 36.852,56 R\$ per capita, atrás apenas de São Luís e Imperatriz.

Figura 1: Mapa de Localização da Cidade de Balsas- Maranhão.



Fonte: Autores.

2.2 Metodologia de pesquisa

Para a construção desse trabalho foi realizada uma pesquisa com bases estatísticas que consistiu no levantamento de dados disponível no site do Departamento de Trânsito do Maranhão (DETRAN) o que possibilitou conhecer a quantidade de veículos existentes e que circula na cidade de Balsas, e a estimativa de emissões veiculares provenientes. Para que, em seguida, fossem comparados com os parâmetros fornecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), para posterior análise e construção de gráficos em ferramentas computacionais como o EXCEL. Toda a metodologia referente aos cálculos para estimar as emissões veiculares foi através de Cancelli e Dias (2014).

Também se realizou uma pesquisa de campo que englobou a coleta de dados de veículos que transitavam por algumas vias da cidade durante um período de tempo para cálculo de emissões locais, segundo a metodologia BREVE. Isso possibilitou uma pesquisa descritiva que objetivou a obtenção e registro dos dados coletados e analisados durante o estudo, permitindo estimar a quantidade de poluentes emitidos na cidade.

Para o cálculo das emissões veiculares foi utilizada a fórmula disponível no inventário LEMMA da Universidade Federal do Paraná, tendo suporte dos autores Cancelli e Dias (2014), segundo o método BREVE:

$$E_i = \sum_j \sum_k \frac{N \times Fe_{i,j,k} \times L}{\Delta t} \quad (\text{Equação 1})$$

- Δt – Intervalo de tempo das medições de tráfego.
- N_j – Número de veículos da categoria j observados durante Δt em uma via de comprimento L .
- $Fe_{i,j,k}$ – Fator de emissão do poluente i pela categoria j de veículos com idade na faixa k .
- E_i – Emissão total em $g\ s^{-1}$ do poluente i .

Deve-se ressaltar que para os cálculos das emissões veiculares realizados para a cidade de Balsas não foi possível o uso do parâmetro k referente a faixa idade dos veículos contabilizados na pesquisa. Quando não se possui dados sobre a faixa de idade da frota dos veículos, usam-se fatores alternativos listados em Cancelli e Dias (2014), como mostra a Tabela 1:

Tabela 1. Fatores de emissão de cada poluente.

Categoria/poluentes (g/km)	CO	NO_x	RCHO	NMHC	CH₄	MP	CO₂
Motocicleta	3,00	0,15	-	0,50	0,10	0,01	210,00
Automóveis e veículos comerciais							
Leves	1,20	0,40	0,01	0,40	0,15	0,02	210,00
Caminhão	1,00	0,40	-	5,00	-	0,15	445,00
Ônibus	1,10	0,50	-	9,00	-	0,20	445,00

Fonte: Cancelli e Dias (2014).

A Tabela 1 refere-se ao fator de emissão (categoria de cada poluente g/km) atrelado com o tipo de automóvel. As emissões veiculares para a cidade de Balsas foram calculadas fazendo as seguintes considerações, por causa da indisponibilidade de dados:

1. A correção da frota veicular que efetivamente circula na cidade de Balsas foi realizada baseando-se na curva de sucateamento proposta por Lopes et al. (2010), considerando a quantidade de veículos e faixa de idade, disponibilizados pelo DETRA-MA. Como não há informações da idade em função da categoria, o cálculo do percentual de sobrevivência foi realizado desconsiderando a variação de sucateamento por categoria. Obteve-se um percentual de sobrevivência de 64%.
2. A intensidade de uso foi estimada calculando-se uma média das intensidades de uso por ano, disponibilizadas pelo CETESB.
3. Os fatores de emissão utilizados foram considerados segundo Cancelli e Dias (2014), estimados a partir de médias dos fatores de emissão do INEA, considerando uma divisão simplificada de categorias de veículos.

3. Resultados e Discussão

De acordo com o método Breve, foi realizado o quantitativo de emissão para alguns poluentes, estes resultados estão apresentados nas Tabelas a seguir. Onde, na Tabela 2, apresenta a quantidade de veículos que trafegavam a Rua Luís Gomes (horário de pico) e na Rua São Pedro (metade da manhã). A partir desta quantidade, foi possível quantificar as emissões em linha neste curto espaço de tempo.

Tabela 2. Número e percentual de veículos por hora em cada rua.

Quantidade de veículos contabilizados por hora					
Quantidade	Motocicleta	Automóveis	Caminhão	Ônibus	Trator
Rua Luís Gomes	533 (74,1%)	171 (23,7%)	9 (1,25%)	1 (0,83%)	-
Rua São Pedro	168 (78,8%)	41 (19,24%)	3 (1,40%)	-	1 (0,46%)

Fonte: Autores (2021).

Os dados da Tabela 2 mostram que a frota de veículos na Rua Luís Gomes durante o período de uma hora foi de 533 motocicletas (74,13%); 171 automóveis (23,7%); 9 caminhões (1,25%) e 1 ônibus (0,83%). Quanto na rua São Pedro a frota foi de 168 motocicletas (78,8%); 41 automóveis (19,24%); 3 caminhões (1,40%) e 1 trator (0,46%). Estima-se que as motocicletas sejam a maior parte da frota veicular da cidade de Balsas por apresentar um custo mais acessíveis na região em comparação aos automóveis.

A cidade de Balsas possui 55.049 veículos registrado no site, entre várias categorias, dentre elas temos motocicleta, automóvel, caminhão, caminhonete, semirreboque, caminhão e trator. Com a imigração de pessoas a cidade Balsas/MA, destaca também a contribuição da poluição atmosférica, o crescimento da frota de veículos, com placas de outras cidades e estados que não são devidamente registrados, no DETRAN-MA. Não há estatísticas exatas, pois, muitos moradores não transferem seus veículos para a cidade de Balsas por pagarem menos tributos em outras localidades (Detran, 2019). As estimativas da emissão dos poluentes atmosféricos na Rua Luís Gomes e São Pedro estão listadas na Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Emissões Veiculares da Rua Luís Gomes.

Tipo de Poluente	Motocicleta	Automóveis	Caminhão	Ônibus
CO	3549,78	455,544	19,98	19,98
NO_x	177,489	151,848	7,992	6,66
RCHO	0	3,7962	0	0
NMHC	591,63	151,848	99,9	11,988
CH₄	118,326	56,943	0	0
MP	11,8326	7,5924	2,997	1,998
CO₂	248484,6	79720,2	8891,1	5927,4

Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 3 as motocicletas e os automóveis foram os maiores responsáveis pelas emissões veiculares em g/h, por apresentarem maior quantidade em relação aos transportes pesados. Os poluentes mais emitidos na Rua Luís Gomes foram o CO₂, 248484,6 g/h pelas motocicletas e 79720, 2 g/h pelos automóveis, seguido por CO, as quantidades obtidas fora 3549,78 g/h pelas motocicletas e 455.544 g/h pelos automóveis. Esses valores apresentaram maiores quantidades por também estarem relacionados ao horário de pico da avenida. Hung et al. (2012) realizaram um inventário de emissões veiculares em Taiwan e obtiveram resultados que as motocicletas podem emitir cerca de 12 vezes mais hidrocarbonetos (HC) e CO que os outros tipos de veículos. A grande concentração de CO₂ na atmosfera pode intensificar a ação do efeito estufa e enquanto o CO apresenta alta concentração em centros urbanos por apresentar maior distribuição e circulação de veículos, já que o mesmo é proveniente de combustão incompleta, sendo um gás incolor, inodoro e altamente tóxico (Guimarães, 2011).

Tabela 4: Emissões Veiculares Rua São Pedro (g/h).

Tipos de Poluentes	Motocicleta	Automóveis	Caminhão	Trator
CO	876,96	85,608	5,22	-
Nox	43,848	28,536	2,088	-
RCHO	-	0,7134	-	-
NMHC	146,16	28,536	26,1	-
CH4	29,232	10,701	-	-
MP	2,9232	1,0701	0,783	-
CO ₂	61387,2	14981,4	2322,9	-

Fonte: Autores.

A Tabela 4 apresenta os dados dos poluentes em relação a rua São Pedro. As motocicletas e os automóveis também foram os principais responsáveis pelo um maior número de poluentes em relação ao CO e CO₂. Tanto para a rua Luís Gomes e São Pedro, (MP) apresentou os menores valores de poluentes emitidos por praticamente todos os veículos mencionados, umas das razões deve-se ao (MP) apresentar uma taxa de fator de emissão aquém aos outros tipos de poluentes. A Tabela 5 apresenta a estimativa da emissão de poluentes na cidade de Balsas.

Tabela 5: Estimativa de emissão de poluentes da cidade de Balsas.

Tipos de poluentes	Emissões (ton/ano)						
	CO	NO _x	RCHO	NMHC	CH ₄	MP	CO ₂
Automóveis e veículos comerciais leves	140,72	46,91	1,17	46,91	17,59	1,76	24626,49
Motocicletas	666,65	33,33	0,00	111,11	22,22	2,22	46665,58
Caminhões leves, médios e pesados	45,64	18,26	0,00	228,21	0,00	6,85	20310,35
Ônibus urbanos e rodoviários	4,26	1,93	0,00	34,83	0,00	0,77	1722,03
Total	857,27	100,43	1,17	421,05	39,81	11,60	93324,45

Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 5, percebe-se que as motocicletas e automóveis e veículos comerciais leves são as maiores emissões de gases poluentes na cidade de Balsas. Uns dos principais fatores é por apresentarem maiores quantidades em relação aos outros tipos de veículos. Em um inventário de emissões veiculares realizado em Manaus – AM por Pinheiro et. al (2013), as motocicletas também apresentaram maior quantidade de emissão de (CO) comparado aos outros veículos, os autores também justificam que é relacionado a grande quantidade desse veículo na frota de Manaus e ao seu fato de emissão. Quanto a frota de ônibus e rodoviários, os menores valores de emissões veiculares foram apresentados em relação a esse tipo de veículos. Uma das justificativas é devido a cidade de Balsas não possuir uma alta população e infraestrutura urbana necessária para a implementação de um sistema de transporte coletivo.

As emissões de NMHC e NO_x também tiveram valores estimados significativos. De acordo com Aguiar e Albuquerque (2012), os órgãos de controle ambiental necessitam dar mais importância quanto as emissões anuais de NMHC e em e NO_x geral por intensificarem a produção do gás ozônio na troposfera, sendo um poluente que está relacionado com a qualidade do ar nas zonas urbanas, além disso os NO_x é um composto com características acidificante e em contato com outros gases da atmosfera propiciam o aparecimento da chuva ácida.

Em uma estimativa das emissões veiculares na região metropolitana de Fortaleza no ano de 2010 feita por Lopes et al. (2010), apresentou valores de emissões totais de CO, NMHC, NOx, MP e RCHO, respectivamente, de: 89.646; 10.150; 17.907; 11.604 e 161 toneladas. Comparando estes resultados aos estimados para a cidade de Balsas observa-se que as emissões em da cidade são muito menores: a frota veicular total na cidade de Balsas é de 53 mil veículos e na cidade de Fortaleza é de 869 mil, aproximadamente.

Em decorrência da intensificação da atividade industrial e do número de automóveis, a concentração de poluentes na atmosfera aumenta. A agressão desses poluentes é bastante prejudicial ao meio ambiente e a tendência é que se agrave cada vez mais. Têm-se discutido técnicas que visam o controle e a redução da poluição atmosférica e muitas dessas técnicas estão associadas aos cumprimentos dos padrões da qualidade do ar. Os padrões de qualidade do ar segundo de acordo com a abordagem especificada para balancear os riscos, considerações econômicas, sociais e ambientais dos poluentes e sua consequência ao meio ambiente e aos seres vivos (Governo do Estado do Maranhão, 2014).

4. Considerações Finais

As categorias que mais contribuem nas emissões de NMHC está associada aos veículos pesados, o que é de se esperar devido os fatores de emissão deste poluente para caminhões leves, médios e pesados e ônibus urbanos e rodoviários. A categoria que mais contribui nas emissões de CO é a de motocicletas, devido ao seu fator de emissão, que é o maior de todas as categorias e o número de motocicletas, que corresponde a aproximadamente 65% da frota total circulante na cidade. Também é a categoria que mais contribui para as emissões de NOx. Neste caso, apesar da categoria possuir o menor fator de emissão, o grande número de motocicletas justifica o resultado estimado.

Logo, o cálculo das emissões veiculares para os poluentes atmosféricos não se aplicou com eficiência para a cidade de Balsas em função de que não há nenhuma estimativa com os mesmos tipos de dados e cálculos realizados no trabalho, já que as tabelas utilizadas na realização do trabalho foram estimadas por meio de literatura que serviram para subsídio do trabalho.

Em trabalhos futuros sugere-se o estudo e a aplicação de um inventário de emissões veiculares na cidade de Balsas-MA, pois o mesmo pode auxiliar na identificação e caracterização de fontes poluentes, possibilitar o estudo de tendências relacionadas ao aumento e diminuição dos mesmos na atmosfera e principalmente em épocas de queimadas que atingem o cerrado sul maranhense e assim propor formas de controlar as emissões veiculares através dos órgãos públicos por meio de inspeção, fiscalização e até o estudo da implantação de transporte coletivo.

Referências

- Aguiar, A. M. F., & de Albuquerque, É. L. (2012). Inventário de emissões veiculares da região metropolitana de Salvador para o ano de 2010. *Safety, Health and Environment World Congress*.
- Bo, M., Meralli, L., Pognant, F., Berro, D. C., & Clerico, M. (2020). Urban air pollution, climate change and wildfires: The case study of an extended forest fire episode in northern Italy favoured by drought and warm weather conditions. *Energy Reports*, 6, 781-786.
- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002) Resolução CONAMA nº 418, de 26 de novembro de 2009.
- Cancelli, D. M., & Dias, N. L. (2014). BREVê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 19(SPE), 13-20.
- Camara, V. F. (2015). Avaliação da efetividade dos limites de concentração de emissão de poluentes atmosféricos da indústria cerâmica na proteção da qualidade do ar. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Maranhão, Santa Catarina, SC, BR.
- CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2019).
- Derisio, J. C. (2017). *Introdução ao controle de poluição ambiental*. Oficina de textos.
- DETRAN – Departamento Estadual de Trânsito, (2016). Balsas, Maranhão. <http://servicos.detran.ma.gov.br/Estatisticas/EstatisticasVeiculos>.
- EMEP; EEA (2016). Air pollutant emission inventory guidebook n. 12. Copenhagen: European Environmental Agency.

- Ferreira, N. N., & Carvalho, H. (2015). Análise da relação entre aumento da frota de veículos e o número de internações hospitalares relacionadas a doenças respiratórias em Recife. Sepec (Semana de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura). Recife, Pernambuco.
- Guimarães, P. R. B. (2011). Estudo sobre as relações entre as doenças respiratórias e a poluição atmosférica, variáveis climáticas e áreas verdes, na Cidade de Curitiba, Paraná, Brasil. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, PR, BR.
- Governo do Estado do Maranhão : Boletim Vigiante Maranhão. São Luís, novembro de 2014. Nº002. (2014). <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/30/Maranh--o.pdf>
- Hung, L. J., Chan, T. F., Wu, C. H., Chiu, H. F., & Yang, C. Y. (2012). Traffic air pollution and risk of death from ovarian cancer in Taiwan: fine particulate matter (PM_{2.5}) as a proxy marker. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 75(3), 174-182.
- IBGE, (2019). - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível na internet via WWW URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas>. Acesso em 12 maio 2019.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental pollution*, 151(2), 362-367.
- Lopes, T. F. A., Policarpo, N. A., Vasconcelos, V. M. R., & Oliveira, M. L. M. D. (2018). Estimativa das emissões veiculares na região metropolitana de Fortaleza, CE, ano-base 2010. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 23(5), 1013-1025.
- Minayo, M. C. D. S., Hartz, Z. M. D. A., & Buss, P. M. (2000). Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. *Ciência & saúde coletiva*, 5, 7-18.
- Pinheiro, C. L., da Rocha, K. L. S., & dos Santos, D. G. (2017). Inventário de Emissões Veiculares do Município de Manaus. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 3(4), 0647-0655.
- Ribeiro, H., & Assunção, J. V. D. (2002). Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estudos avançados*, 16(44), 125-148.
- Russo, P. R. (2004). Poluição atmosférica: Refletindo sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas.
- SAGRIMA (2016). Perfil da Agricultura Maranhense. < <https://sagrima.ma.gov.br/files/2017/01/boletim-final-18-01.pdf>>.
- São Paulo. Decreto Nº 59.113, de 23 de abril de 2013. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 2013.
- Trigo, R. M., Pereira, J. M., Pereira, M. G., Mota, B., Calado, T. J., Dacamara, C. C., & Santo, F. E. (2006). Atmospheric conditions associated with the exceptional fire season of 2003 in Portugal. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 26(13), 1741-1757.
- Vilodres, N., Costa, N. R., Bezerra, A. Y. W., & Miraglia, S. G. E. K. (2011). Poluição Atmosférica: Análise sobre as medidas de controle da poluição atmosférica e o sistema de informação do Parque do Ibirapuera. *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, (2), 87.
- Zhang, K., & Batterman, S. (2013). Air pollution and health risks due to vehicle traffic. *Science of the total Environment*, 450, 307-316.