

**X-039 - ESTUDO DA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES VEICULARES GERADAS
NO EIXO DA AVENIDA ALMIRANTE BARROSO NO MUNICÍPIO DE
BELÉM – PA**

Waddle Almeida Nascimento⁽¹⁾

Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental. Instituto Federal do Pará - IFPA

Ilka Suely Dias Serra⁽²⁾

Mestra em Engenharia Civil com ênfase em Saneamento. Professora do Instituto Federal do Pará - IFPA

Jaqueline Maria Soares⁽³⁾

Mestra em Engenharia Civil. Professora do Instituto Federal do Pará – IFPA

Ivan Roberto Santos Araujo⁽⁴⁾

Mestre em Ciências Ambientais. Professor da Universidade da Amazônia - UNAMA

Endereço⁽¹⁾: Av. Marechal Deodoro, 359 Residencial Ponta Porã. Bl 01 Apt 204 - Ipanetama - Castanhal - Pará
- CEP: 68745-011 - Brasil - Tel: +55 (91) 980266763 - e-mail: **waddle_almeida@hotmail.com**

RESUMO

Este trabalho foi realizado a fim de qualificar os poluentes atmosféricos gerados em três pontos no eixo da Avenida Almirante Barroso localizada no município de Belém/Pa. Tal avenida é uma via de grande importância de entrada e saída da cidade, e por onde trafega inúmeros tipos de veículos, os quais contribuem para a poluição do ar. Para a realização do estudo foi realizado levantamento bibliográfico, em que observou-se a falta de pesquisas direcionadas às condições e a qualidade do ar em Belém, e a escolha de 3 (três) pontos de monitoramento, sendo o 1º em frente a Assembléia Paraense (bairro do Souza), o 2º em frente ao Instituto Federal do Pará – IFPA (bairro do Marco) e o último próximo ao Clube Monte Líbano (bairro de São Brás), no município de Belém. Com a utilização de um software livre desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná, foi realizado o cálculo da emissão veicular, de CO, NOx, CH₄, MP e CO₂ totais e emissão horária geradas no eixo da Avenida, chegando a uma quantidade média de produção horária de CO₂ dos três pontos de 7068.32 kg.km⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Emissões, Veículos, Estudo.

INTRODUÇÃO

Ao contrário da preocupação que apresentada em relação à água que se bebe e sua qualidade, não é muito comum pensar sobre as condições e a qualidade do ar que se respira.

A partir da Revolução Industrial, o processo de produção dos bens provocou mudanças significativas no meio ambiente natural causando desequilíbrio e degradação no mesmo, contribuindo para o aumento da poluição, dentre elas a poluição do ar.

A partir deste desenvolvimento industrial a degradação ambiental passou a ficar mais acentuada, como consequência do novo modo de produção instalado que visava gerar mais conforto e progresso a sociedade, havendo assim um aumento da emissão de poluentes, sejam eles no meio aquático, terrestre ou atmosférico.

Uma das principais degradações ambientais que passou a ocorrer a partir deste período foi a degradação do meio atmosférico, onde após a queima dos combustíveis fósseis para a geração de energia, o material resultante desta combustão era lançado na atmosfera, prejudicando assim a qualidade do ar destes meios urbanos.

Além da crescente industrialização, após alguns anos há o aperfeiçoamento do motor automotivo e sua utilização passa a se espalhar pelo mundo. Surge um novo ator neste contexto, os veículos automotores.

Sendo o veículo um objeto de desejo de muitos indivíduos, tem havido um crescente aumento na frota veicular, que associado a fatores meteorológicos como a temperatura do ar, pressão, a precipitação pluviométrica, os ventos e umidade, têm contribuído para a concentração de poluentes em suspensão na atmosfera, gerando nas

idades um clima poluído e propício a desencadear diversos tipos de doenças aos habitantes dos grandes centros urbanos (ALVES, ALVES E SILVA, 2009). De acordo com BRAGA (2003), os efeitos da exposição dos poluentes atmosféricos nos seres vivos, principalmente no homem, têm sido marcantes e plurais quanto à abrangência. Em países desenvolvidos e em desenvolvimento, crianças, adultos e idosos, previamente doentes ou não, sofreram e ainda sofrem seus malefícios.

Além do que, o crescimento da frota veicular também leva a uma menor capacidade de fluidez no trânsito, o que acarreta maior tempo despendido em congestionamentos e, conseqüentemente, aumenta a queima de combustíveis, gerando mais poluição.

Na cidade de Belém há poucos estudos relacionados a esta temática. Sendo assim, este projeto tem como embasamento este tema, analisando quantitativamente e qualitativamente os poluentes lançados pela frota veicular que circula na Avenida Almirante Barroso, uma das principais vias de escoamento da cidade.

Por se tratar de um assunto relativamente novo na região e possuir poucos estudos que objetivem analisar os poluentes lançados na atmosfera considerou-se relevante realizar esse tipo de estudo, de modo que contribua de alguma forma para aprofundamento no assunto em questão.

Especificamente, os objetivos pretendidos foram: Estimar as emissões veiculares de poluentes gerados no eixo da Avenida Almirante Barroso no município de Belém – PA; Calcular a emissão total veicular gerada nesta Avenida; Calcular a emissão horária.

METODOLOGIA UTILIZADA

Inicialmente, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o assunto e levantamento documental. No site do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN obteve-se planilhas no formato do software Excel referentes à frota do município de Belém, dados estes que foram atualizados todos os meses.

Foi realizada a contagem manual veicular, baseada no método descrito no Manual de Estudo de Tráfego (Ministério dos Transportes, 2006), com o preenchimento das fichas de contagem manual I (Anexos A), dispostas no mesmo manual (P.104). A contagem realizou-se em 3 (três) pontos distintos da Avenida Almirante Barroso (figura 1), ponto A em frente a Assembleia Paraense, ponto B em frente a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará e ponto C próximo ao Clube Monte Líbano no bairro de São Brás. Em um eixo de aproximadamente 4,5km de comprimento.

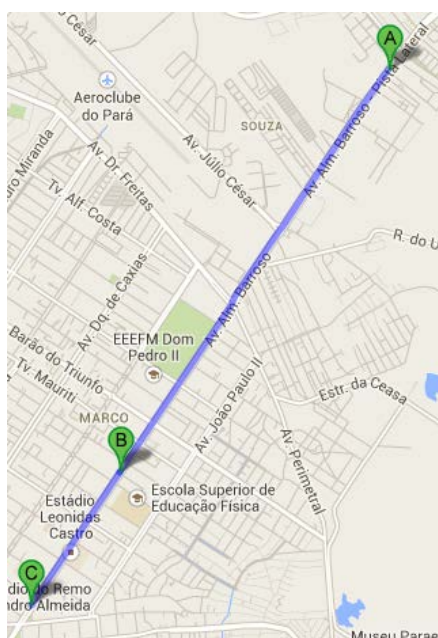


Figura 1 - Eixo da Avenida Almirante Barroso. Fonte: Google Maps (2013).

A partir dos dados levantados nas fichas preenchidas, foram realizados os cálculos relativos aos poluentes atmosféricos gerados por veículos. Os cálculos foram realizados por meio de um software livre desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná. Este software é chamado *Breve.py*, e utiliza linguagem de programação *Phyton* para realização dos seus cálculos. O programa tem opção para cálculo de fonte em área ou em linha e para distribuição de frota completa ou geral e calcula as emissões de CO (monóxido de carbono), NO_x (óxido de nitrogênio), RCHO (Aldeídos), NMHC (Hidrocarbonetos não-metano), CH₄ (gás metano), MP (material particulado) e CO₂ (dióxido de carbono).

A partir da obtenção da amostra quantitativa de poluentes, foi realizada a comparação entre os dias de maior tráfego de veículos em cada ponto e o dia de menor tráfego; entre os pontos de contagem e a quantidade de poluentes nestes geradas.

Visto que o software não abrange o poluente SO₂, decidiu-se por se analisar a quantidade de CO, NO_x, CH₄, MP e CO₂ lançados na atmosfera da região desta avenida. Tais poluentes são os mais que influenciam nos problemas ambientais a saber: CO (doenças, podendo levar até a morte), NO_x (chuva ácida), CH₄ (contribui com o aquecimento global), MP (doenças do sistema respiratório) e CO₂ (muito relacionado ao aquecimento global). Os cálculos abrangeram a quantidade total de emissão e a emissão horária de cada poluente.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

RELATIVOS À QUANTIDADE DE VEÍCULOS QUE TRAFEGAM PELOS (3) TRÊS PONTOS.

Dos três pontos coletados pode-se observar (Figura 2) a quantidade máxima de veículos que trafegaram em cada ponto no intervalo de 1 hora de contagem. No ponto A o número máximo de veículos foi: 849 autos (veículos leves), 597 ônibus e 216 caminhões/caminhonetes. No ponto B passaram: 842 autos, 640 ônibus e 208 caminhões/caminhonetes. Já no ponto C o número máximo que trafegaram foi: 591 autos, 623 ônibus e 157 caminhões/caminhonetes.

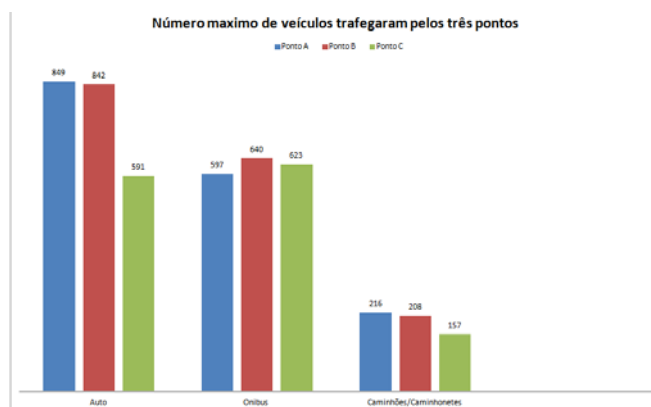


Figura 2 - Número máximo de veículos que trafegaram por cada ponto.

Na figura 3 observa-se a menor quantidade de veículos que trafegaram pelos três pontos estudados. Para o ponto A temos: 279 autos, 178 ônibus e 10 caminhões/caminhonetes. Para o ponto B temos: 331 autos, 329 ônibus e 17 caminhões/caminhonetes. E para o ponto C têm-se: 220 autos, 203 ônibus e 7 caminhões/caminhonetes.

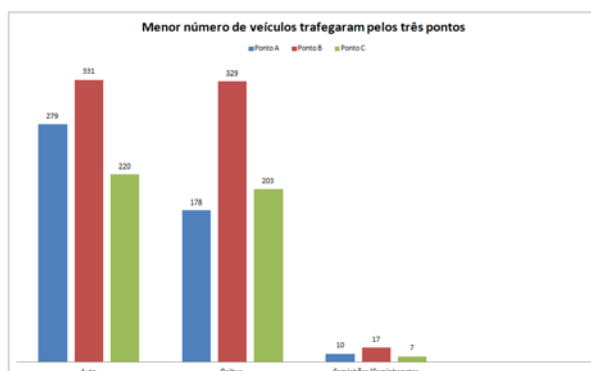


Figura 3 - Menor número de veículos que trafegaram pelos três pontos

Para se obter o número médio de veículos que trafegaram pelos três pontos somou-se a quantidade total de cada veículo e dividiu-se pela quantidade total de horas que foram realizadas as contagens ($T = 15\text{hs}$), obtendo para o ponto A uma média de: 475,66 autos, 369 ônibus e 41,86 caminhões/caminhonetes. Para o ponto B: 604,86 autos, 383,53 ônibus e 57,66 caminhões/caminhonetes. Para o ponto C: 446,66 autos, 335,53 ônibus e 45,53 caminhões/caminhonetes.

RELATIVOS À QUANTIDADE DE POLUENTES GERADAS NO EIXO

Atribuiu-se para o transporte ônibus a sigla OURO e para caminhões/caminhonetes a sigla CLMP. O resultado dos cálculos para cada poluente é dado em kg.km^{-1} .

Pode-se verificar (tabela 1) a quantidade máxima por poluentes gerados no ponto A.

Tabela 1 Quantidade total por poluentes gerados no ponto A

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	2,547	0,849	0,318	0,032	445,725
CLMP	0,540	0,216	0,000	0,081	240,300
OURO	1,642	0,746	0,000	0,298	664,163

Pode-se verificar (tabela 2) a quantidade máxima por poluentes gerados no ponto B.

Tabela 2 Quantidade total por poluentes gerados no ponto B

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	2,526	0,842	0,316	0,032	442,050
CLMP	0,520	0,208	0,000	0,078	231,400
OURO	1,760	0,800	0,000	0,320	712,00

Pode-se verificar (tabela 3) a quantidade máxima por poluentes gerados no ponto C.

Tabela 3 Quantidade total por poluentes gerados no ponto C

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	1,773	0,591	0,22	0,022	310,275
CLMP	0,393	0,157	0,000	0,059	174,662
OURO	1,713	0,779	0,000	0,311	693,087

A quantidade de emissão horária é a soma das quantidades emitidas de cada poluente dividida pelo número de horas de contagem.

Pode-se verificar (tabela 4) a quantidade de emissão horária no ponto A.

Tabela 4 Quantidade de emissão horária para o ponto A

Poluente kg/hora	
CO	4.729
NOx	1.811
CH4	0.318
MP	0.411
CO2	1350.188

Pode-se verificar (tabela 5) a quantidade de emissão horária no ponto B.

Tabela 5 Quantidade de emissão horária para o ponto B

Poluente kg/hora	
CO	4.806
NOx	1.850
CH4	0.316
MP	0.430
CO2	1385.450

Pode-se verificar (tabela 6) a quantidade de emissão horária total para o ponto C.

Tabela 6 Quantidade emissão horária para o ponto C

Poluente kg/hora	
CO	3.879
NOx	1.527
CH4	0.222
MP	0.393
CO2	1178.025

Pode-se verificar (tabela 7) a quantidade de máxima por poluentes gerados no ponto A, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 7 Quantidade de poluentes no ponto A

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	0,837	0,279	0,105	0,010	146,475
CLMP	0,025	0,010	0,000	0,004	11,125
OURO	0,489	0,223	0,000	0,089	198,025

Pode-se verificar (tabela 8) a quantidade de máxima por poluentes gerados no ponto B, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 8 Quantidade de poluentes no ponto B

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	0,993	0,331	0,124	0,012	173,775
CLMP	0,043	0,017	0,000	0,006	18,913
OURO	0,905	0,411	0,000	0,165	366,012

Pode-se verificar (tabela 9) a quantidade de máxima por poluentes gerados no ponto C, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 9 Quantidade de poluentes no ponto C

Cat/Pol	CO	NOx	CH4	MP	CO2
AUTOS	0,660	0,220	0,083	0,008	115,500
CLMP	0,018	0,007	0,000	0,003	7,787
OURO	0,558	0,254	0,000	0,102	225,838

Pode-se verificar (tabela 10) a quantidade de emissão horária no ponto A, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 10 Quantidade de emissão horária para o ponto A

Poluente kg/hora	
CO	1.351
NOx	0.512
CH4	0.105
MP	0.103
CO2	355.625

Pode-se verificar (tabela 11) a quantidade de emissão horária no ponto B, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 11 Quantidade de emissão horária para o ponto B

Poluente kg/hora	
CO	1.940
NOx	0.759
CH4	0.124
MP	0.183
CO2	558.700

Pode-se verificar (tabela 12) a quantidade de emissão horária no ponto C, com tráfego em menor quantidade.

Tabela 12 Quantidade de emissão horária para o ponto C

Poluente kg/hora	
CO	1.236
NOx	0.481
CH4	0.083
MP	0.112
CO2	349.125

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Percebe-se que o ponto que detém, em média, a maior quantidade de veículos que trafegaram no dia de máximo tráfego é o ponto B, entretanto, este ponto não demonstra ser o que emitiu o maior número de poluentes por tipo de veículo.

Para emissões horárias, o ponto B emitiu a maior quantidade de poluentes por hora, comparado com os outros 2 (dois) pontos.

Não foi possível a comparação do índice de qualidade do ar a partir dos resultados obtidos, visto que a tabela de índice de qualidade do ar dispõe os resultados em μm^3 , que é uma unidade de volume, e o programa BReve obtém os resultados em kg.km^{-1} , que é uma unidade de espaço, o que tornou inviável a comparação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Karine Messias da Silva. ALVES, Adriano Eduardo Lívio. SILVA, Fernando Moreira da. **POLUIÇÃO DO AR E SAÚDE NOS PRINCIPAIS CENTROS COMERCIAIS DA CIDADE DE NATAL/RN**. Natal, 2009.
2. BRAGA, A. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**, USP, São Paulo, 2003.
3. CCDRC, Comissão de coordenação e desenvolvimento regional do centro. Disponível em: <https://www.ccdrc.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=260%3Afontes-e-efeitos-dos-poluente-atmosfericos&catid=275%3AAr&Itemid=183&lang=pt> Acesso: 15 de junho de 2014.
4. CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa/?es-B?sicas/21-Poluente>> Acesso: 13 de junho de 2014.
5. DETRAN, Números do Detran indicam que Belém tem uma frota superior à média nacional. Disponível em: <http://agenciapara.com.br/noticia.asp?id_ver=77259>. Acesso: 23 de maio de 2014.
6. FERNANDES, Juliana Santana. CARVALHO, Afrânio Martins de. CAMPOS, Júlia Faria. COSTA, Leandro de Oliveira. FILHO, Geraldo Brasileiro. **Poluição atmosférica e efeitos respiratórios, cardiovasculares e reprodutivos na saúde humana**. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
7. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. Brasília, 2011.
8. MINISTERIO DOS TRANSPORTES. **Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes**. Brasília, 2006.
9. MARQUES, Rodrigo. **A poluição atmosférica em Cuiabá – MT: a água de chuva, deposição seca e material particulado inalável**. Dissertação de mestrado. Cuiabá, 2006.