



EIXO TEMÁTICO:

- Desastres, Riscos Ambientais e a Resiliência Urbana
- Drenagem Urbana Sustentável
- Engenharia de Tráfego, Acessibilidade e Mobilidade Urbana
- Habitação e a Gestão Territórios Informais
- Infraestrutura, Espaços Públicos e Ambiência Urbana
- Intervenções e Requalificações da Cidade Contemporânea
- Patrimônio Histórico: Temporalidade e Intervenções
- Políticas Públicas, Justiça Social e o Direito a Cidade
- Saneamento Ambiental
- Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil

Comparação entre as Estimativas de Emissão de Poluentes Veiculares dos Municípios de São Carlos (SP) e Ilha Solteira (SP)

Comparison Between the Estimated Emission of Vehicle Pollution in Sao Carlos and Ilha Solteira

Comparación entre la Estimación de Emisión de Contaminantes de Vehículos de los Municipios de São Carlos (SP) e Ilha Solteira (SP)

Juliana Mitsuyama Cardoso

Aluno de Graduação em Engenharia Civil, UFSCar Brasil
juliana.mitsuyama@gmail.com

Caio A. Rabello Gobbo

Aluno de Graduação em Engenharia Civil, UFSCar Brasil
caio.gobbo@gmail.com

Rochele Amorim Ribeiro

Professor Doutor, Engenharia Civil, UFSCar Brasil
rochele@ufscar.br



RESUMO

Estudos recentes relacionam as emissões veiculares com a qualidade do ar e seus efeitos na saúde da população. No estado de São Paulo, a (CETESB) realiza o monitoramento dessa qualidade e determina os níveis aceitáveis de emissão, de acordo com os padrões nacionais vigentes. Logo, este artigo apresenta uma comparação entre os resultados da estimativa de emissões veiculares nos municípios de São Carlos e Ilha Solteira, cidades de médio e pequeno porte, respectivamente, localizados no estado de São Paulo. A partir de uma pesquisa de tráfego realizada em cada município foram aplicados métodos de estimativa de poluentes para quantificar estas emissões. Foi verificado que o município de Ilha Solteira, apesar de possuir uma população dez vezes inferior à de São Carlos, apresenta emissões de monóxido de carbono apenas cinco vezes inferior à São Carlos. Isto evidencia uma concentração de emissões veiculares em áreas urbanas com intenso uso misto do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Emissão veicular. Qualidade do ar. Padrões de Qualidade.

ABSTRACT

Recent studies relate vehicle emissions to air quality and their effect on the exposed people's health. In Sao Paulo, the Environmental Protection Agency (CETESB) monitors this quality and defines acceptable levels of emission, according to the national standards. Along these lines, this article shows a comparison of the estimated results of vehicular emissions between São Carlos (SP), a medium town, and Ilha Solteira (SP), a small one. Based on traffic researches in those cities, estimation methods were applied to quantify vehicle emissions. The result indicates that Ilha Solteira town presents CO emissions 5 times smaller than Sao Carlos town despite being 10 times smaller. This highlight that a vehicular emission concentration in urban areas with intense mixed land use.

KEYWORDS: Vehicular Emission. Air Quality. Quality Standards.

RESUMEN

Estudios recientes relacionan emisiones de los vehículos con la calidad del aire y sus efectos sobre la salud de la población. En el estado de São Paulo, la Agencia de Protección del Meio Ambiente (CETESB), lleva a cabo la monitoración de esa calidad y determina el nivel aceptable de emisión de acuerdo con las normas nacionales aplicables. Por lo tanto, este artículo presenta una comparación entre los resultados de la estimación de las emisiones de vehículos en los municipios de São Carlos e Ilha Solteira, ciudades de tamaño medio t pequeño, respectivamente, situadas en el estado de São Paulo. A partir de una encuesta de tráfico realizada en cada municipio, se aplicaron métodos de estimación de contaminantes para cuantificar estas emisiones. Se encontró que el municipio de Ilha Solteira, a pesar de tener una población diez veces menor que la ciudad de São Carlos, presenta emisiones de monóxido de carbono sólo cinco veces menor que el otro municipio. Esto demuestra una concentración de emisiones de vehículos en áreas urbanas con intensa utilización mixta de suelo.

PALABRAS CLAVE: Emisión de vehículos, Calidad del aire, Normas de calidad.



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um acelerado incremento da frota brasileira de veículos. No período de 2005 a 2015, a frota nacional cresceu 116% passando de 42 para 90 milhões de veículos (DENATRAN, 2005, 2015), ocasionando congestionamentos e poluição atmosférica nas cidades. Dentro do contexto urbano a poluição oriunda dos veículos corresponde a cerca de 90 % das emissões totais (MMA, 2013). O transporte motorizado, baseado na queima de combustíveis fósseis, é responsável pela emissão de vários poluentes globais e locais nocivos à saúde e que degradam o ambiente urbano. Os poluentes globais, como o dióxido de carbono (CO₂) e o gás metano (CH₄) contribuem para o agravamento do efeito estufa, e os poluentes locais, com destaque para o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), os materiais particulados (MP), e os óxidos de nitrogênio (NO_x) afetam especificamente as áreas de abrangência do transporte urbano, desenvolvendo ou agravando doenças respiratórias e cardiovasculares na população exposta.

Com o aumento da taxa de motorização nos municípios brasileiros, o Governo Federal lançou em 1986, o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE (BRASIL, 1986), que visava à redução das emissões de poluentes pelos automóveis e veículos comerciais leves vendidos no país. Foram estabelecidos, de forma gradativa, limites máximos de emissões. Entretanto, o grande desafio foi o aumento da frota brasileira nesse período, o que diminuiu a eficácia dessas medidas, surgindo, assim, a necessidade de um controle mais rigoroso das emissões veiculares e o desenvolvimento de novas tecnologias de combustíveis menos poluentes.

Em 2003, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares – PROMOT (BRASIL, 2002) estabeleceu limites de emissões para motocicletas, fazendo com que a indústria desenvolvesse veículos mais limpos, com uma tecnologia inédita para esse modal. As emissões dos veículos ciclo diesel como os caminhões e ônibus também sofreram restrições mais rigorosas ao longo dos anos, reduzindo suas emissões em mais de 20%. No ano de 2003 também ocorreu a introdução dos veículos flex fuel, no mercado brasileiro. Esses automóveis tem a particularidade de serem abastecidos com gasolina C ou etanol hidratado, em diferentes proporções, dando autonomia ao consumidor e possibilitando a substituição dos combustíveis em um curto período de tempo, alterando, dessa forma, os fatores de emissão desses veículos.

Uma análise quantitativa das emissões veiculares possibilita a mensuração dos riscos ao qual a população local está exposta, bem como a definição dos planos de mitigação das emissões, sejam eles por meio de um maior controle tecnológico das emissões veiculares ou por meio do incentivo de modos alternativos de deslocamento, com um plano de mobilidade em que o transporte coletivo e o não motorizado ganhem destaque.



Logo, este artigo apresenta uma comparação entre os resultados da estimativa de emissões veiculares nos municípios de São Carlos e Ilha Solteira, cidades de médio e pequeno porte, respectivamente, localizados no estado de São Paulo. A partir de uma pesquisa de volume de tráfego realizada em cada município foram aplicados métodos de estimativa de poluentes para quantificar as emissões. O artigo apresenta a seguinte organização: Seção 2: breve revisão bibliográfica acerca dos poluentes atmosféricos e métodos de estimativa; Seção 3: descrição dos métodos de coleta e de tratamento dos dados; Seção 4: apresentação dos resultados; Seção 5: considerações finais sobre a investigação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Poluentes Atmosféricos: Legislação

Os padrões de qualidade do ar definem legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente na atmosfera que garanta a proteção e o bem estar da população. No estado de São Paulo, a CETESB é responsável pelo monitoramento da qualidade do ar. Estas medições possuem como principais objetivos: (i) obter dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica; (ii) avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas; (iii) acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devido às alterações nas emissões dos poluentes. (CETESB, 2006)

No Brasil, os padrões foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e aprovados pela Resolução CONAMA nº 03/1990 (BRASIL, 1990). Estes padrões de qualidade do ar foram fixados em padrões primários e secundários.

- a) Padrões Primários: determinam os níveis toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos que quando ultrapassados, poderão afetar a saúde da população, sendo metas de curto e médio prazo;
- b) Padrões Secundários: determinam as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à flora, fauna e ao meio ambiente em geral. Definem-se como níveis desejados de concentração de poluentes a longo prazo.

Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados pela resolução CONAMA nº 03/1990 são apresentados na Tabela 1.



Tabela 1: Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA nº03 de 28/06/1990)

| Poluente | Tempo de Amostragem | Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--------------------------------|-----------------------|---|---|
| Partículas totais em suspensão | 24 horas ¹ | 240 | 150 |
| | MGA ² | 80 | 60 |
| Partículas inaláveis | 24 horas ¹ | 150 | 150 |
| | MAA ³ | 50 | 50 |
| Dióxido de nitrogênio | 1 hora ¹ | 320 | 190 |
| | MAA ³ | 100 | 100 |
| Monóxido de Carbono | 1 hora ¹ | 40.000 | 40.000 |
| | 8 horas ¹ | 10.000 | 10.000 |

1 - Não deve ser excedido mais de uma vez ao ano; 2 - Média geométrica anual; 3- Média aritmética anual
Fonte: CETESB, 2015

Poluentes Atmosféricos e saúde humana

A relação entre poluição atmosférica e os danos que estes causam à saúde humana foi estabelecida a partir de episódios de contaminação do ar. Na década de 70 acreditava-se que os limites estabelecidos pelos poluentes eram seguros. No entanto, com o desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas a análise da relação entre poluição do ar e saúde em diversos centros urbanos tem sido estudada. Esses estudos vêm mostrando que mesmo em baixas concentrações os poluentes atmosféricos estão associados a alterações na saúde da população urbana.

Segundo Freitas et al. (2004) foram detectadas associações entre níveis diários de poluentes atmosféricos e mortes em idosos, internações por doenças respiratórias na infância, internações e mortes por doenças cardiovasculares, e também mortes fetais tardias.

Estudos mais recentes mostram que podemos encontrar efeitos graves sobre a saúde mesmo quando os poluentes se encontram dentro dos padrões de segurança. A maior incidência de patologias, tais como asma e bronquite, está associada com as variações das concentrações de vários poluentes atmosféricos. No Quadro 1 são apresentados alguns impactos que os gases poluentes podem causar à saúde humana.

Quadro 1: Efeitos nocivos dos principais poluentes veiculares locais

| Poluente | Impacto |
|---|---|
| Monóxido de Carbono (CO) | Atua no sangue reduzindo sua oxigenação, podendo causar a morte após determinado período de exposição |
| Óxidos de Nitrogênio (NO _x) | Formação de dióxido de nitrogênio, smog fotoquímico e da chuva ácida. É um precursor do O ₃ que causa vários problemas respiratórios na população |
| Material Particulado (MP) | Pode penetrar na defesa do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e causar irritações, asma, bronquite e câncer de pulmão. Sujeira e degradação de imóveis próximos aos corredores de transporte |

Fonte: CARVALHO, 2011



Braga *et al.* (2001) defendem que a implementação de medidas que visem diminuir a poluição do ar terá um custo e, além disso demanda disposição dos órgãos públicos em priorizar a saúde e coragem para enfrentar todos os geradores da poluição. Por outro lado os custos sociais e financeiros ocasionados pelas doenças e mortes oriundos da poluição atmosférica são muito mais dispendiosos.

Método Brevê

O método BRevê, é uma metodologia Bottom-up desenvolvida por Cancelli e Dias (2011, 2014), que propõe uma simplificação para a estimativa das emissões de poluentes por veículos automotores. Esse método foi baseado no Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (INEA). Nesta proposta de metodologia foram estudados sete poluentes atmosféricos cujos limites de emissão são regulamentados pelas resoluções CONAMA. O INEA, com base nessas resoluções considera que, diferentes poluentes são emitidos de acordo com o tipo de combustível utilizado.

Os fatores de emissão sugeridos no INEA são divididos por ano de fabricação, tipo de combustível e consideram a quilometragem rodada para veículos leves. Dados mais específicos referentes à frota de veículos nos municípios são difíceis de obter, por isso o resultado das estimativas não é muito preciso. Sabendo da dificuldade existente em obter os dados da frota de veículos por ano e tipo de combustível, Cancelli e Dias (2011, 2014) apresentam uma alternativa aos fatores de emissão. Para os casos em que não estiverem disponíveis as características da frota de veículos em circulação na via ou área de interesse, sugere-se a utilização de uma divisão simplificada de categorias de veículos e seus fatores de emissão, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Fatores de emissão alternativos para casos em que houver somente o número total de veículos por categoria (g/km/veículo)

| Categorias / Poluentes | CO | Nox | RCHO | NMHC | CH ₄ | MP | CO ₂ |
|--|-----|------|------|------|-----------------|-------|-----------------|
| Automóveis e Veículos Comerciais Leves | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 0,4 | 0,15 | 0,015 | 210,0 |
| Motocicletas | 3 | 0,15 | - | 0,5 | 0,10 | 0,010 | 210,0 |
| Caminhões Leves, Médios e Pesados | 1 | 0,4 | - | 5,0 | - | 0,15 | 445,0 |
| Ônibus Urbanos e Rodoviários | 1,1 | 0,5 | - | 9,0 | - | 0,20 | 445,0 |

Fonte: CANCELLI E DIAS, 2014

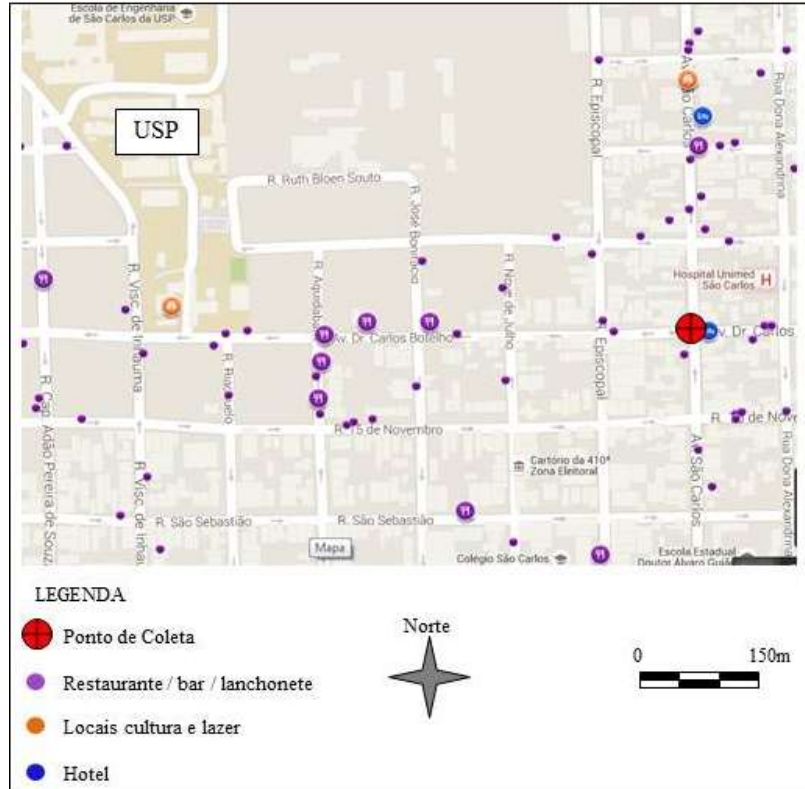
METODOLOGIA

O município de São Carlos/SP conta com 241.389 habitantes em seu território de aproximadamente 1.136,907 km², em que 67,25 km² são referentes ao perímetro urbano (IBGE, 2016a). Sua economia é baseada fundamentalmente no terceiro setor, considerada

como a capital da tecnologia por seu grande fomento e desenvolvimento nesta área. Já o município de Ilha Solteira/SP possui 26.344 habitantes e 653 km², sendo desses apenas 4,2 km² de área urbana (IBGE, 2016b). Está localizado no interior do estado de São Paulo, fazendo divisa com o estado do Mato Grosso do Sul e se destaca fundamentalmente no setor secundário pela produção energética de grande porte no Rio Paraná, além de atividades ligadas ao turismo. Ambos os municípios se assemelham por apresentarem um forte cenário universitário, contando com a presença de campi universitários: USP e UFSCar em São Carlos e UNESP no município de Ilha Solteira.

Para as comparações das emissões entre os dois municípios, foram selecionados cruzamentos viários com expressivo volume veicular, localizados em áreas com uso predominantemente comercial e de serviço. Em São Carlos o ponto considerado se encontra no cruzamento da Av. Dr. Carlos Botelho com a Av. São Carlos, no entanto somente a movimentação na Av. São Carlos no sentido CENTRO-BAIRRO foi analisada. Já em Ilha Solteira o ponto de coleta se encontra na rotatória próxima a Alameda Minas Gerais na Av. Brasil Sul, também considerando o sentido CENTRO-BAIRRO. A Figura 1 e a Figura 2 ilustram a localização dos pontos coletados em cada cidade e a configuração simplificada de seus arredores.

Figura 1: Localização do ponto de coleta em São Carlos



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

Figura 2: Localização do ponto de coleta no município de Ilha Solteira



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA

A pesquisa de volume de tráfego horária foi realizada em três períodos distintos, de manhã, à tarde e à noite, que são os horários com um maior volume de tráfego, e entre terça e quinta-feira, pois os demais dias da semana apresentam variações significativas no tráfego veicular dos municípios. Com os fatores de emissão veicular e a medição de veículos automotores foi realizada a estimativa de poluentes atmosféricos. Essa estimativa foi realizada multiplicando os fatores de emissão de cada categoria de veículos (conforme Tabela 2) pela quantidade de veículos automotores que circularam no ponto de coleta.

Como os padrões nacionais de qualidade do ar (Tabela 1) são expressos em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e a estimativa de emissão de poluentes está na unidade g/km (Tabela 2), esta pesquisa adotou o volume de um prisma hipotético para estimar a concentração de poluentes veiculares nestes cruzamentos. Para dimensionar o prisma foram considerados a largura da via, o comprimento de um quarteirão urbano e a altura aproximada de um ser humano. Desta forma, a estimativa da concentração do poluente adotada nesta pesquisa está expressa na Equação 1:

$$C_p = \frac{Et}{Lv \times h \times Q} \times 10^5 \quad (1)$$



em que: C_p = Concentração de poluente ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

E_t = Estimativa das emissões totais (g/km)

L_v = Largura da via, considerando faixa de rolamento e calçada

h = Altura aproximada de um ser humano

Q = comprimento de um quarteirão urbano.

Para esta pesquisa, foi adotada $L_v = 14\text{m}$, $h = 2\text{m}$, e $Q = 100\text{m}$.

RESULTADOS

As emissões mais expressivas observadas foram dos automóveis e veículos comerciais leves, devido a grande quantidade de veículos dessa categoria modal que circularam na região estudada. Os resultados mostram concentrações de emissões veiculares próximas aos padrões aceitáveis pelos padrões nacionais. Isto pode ser observado nas estimativas de concentração de monóxido de carbono (CO) evidenciam valores próximos ou acima dos $40.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definidos pela Resolução CONAMA nº03/1990 (BRASIL, 1990).

Os resultados das estimativa para o ponto coletado de cada município são apresentados na Tabela 4. Já a Tabela 5 apresenta os resultados das emissões totais por período em cada ponto.



Tabela 4: Estimativa das emissões de gases poluentes

| Município | Período | Categoria | Veículos | CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Nox ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | RCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NMHC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | CH ₄ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | CO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|---------------|---------|-------------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| São Carlos | Manhã | Automóvel | 788 | 33.771 | 11.257 | 2.814 | 11.257 | 4.221 | 422 | 5.910.000 |
| | | Motocicleta | 142 | 15.214 | 761 | - | 2.536 | 507 | 51 | 1.065.000 |
| | | Ônibus | 51 | 2.004 | 911 | - | 16.393 | - | 364 | 810.536 |
| | | Caminhão | 12 | 429 | 171 | - | 2.143 | - | 64 | 190.714 |
| | Tarde | Automóvel | 1.130 | 48.429 | 16.143 | 4.036 | 16.143 | 6.054 | 605 | 8.475.000 |
| | | Motocicleta | 173 | 18.536 | 927 | - | 3.089 | 618 | 62 | 1.297.500 |
| | | Ônibus | 41 | 1.611 | 732 | - | 13.179 | - | 293 | 651.607 |
| | | Caminhão | 8 | 286 | 114 | - | 1.429 | - | 43 | 127.143 |
| | Noite | Automóvel | 1.278 | 54.771 | 18.257 | 4.564 | 18.257 | 6.846 | 685 | 9.585.000 |
| | | Motocicleta | 215 | 23.036 | 1.152 | - | 3.839 | 768 | 77 | 1.612.500 |
| | | Ônibus | 45 | 1.768 | 804 | - | 14.464 | - | 321 | 715.179 |
| | | Caminhão | 9 | 321 | 129 | - | 1.607 | - | 48 | 143.036 |
| Ilha Solteira | Manhã | Automóvel | 147 | 6.300 | 2.100 | 525 | 2.100 | 788 | 79 | 1.102.500 |
| | | Motocicleta | 36 | 3.857 | 193 | - | 643 | 129 | 13 | 270.000 |
| | | Ônibus | 2 | 79 | 36 | - | 643 | - | 14 | 31.786 |
| | | Caminhão | 1 | 36 | 14 | - | 179 | - | 5 | 15.893 |
| | Tarde | Automóvel | 208 | 8.914 | 2.971 | 743 | 2.971 | 1.114 | 111 | 1.560.000 |
| | | Motocicleta | 54 | 5.786 | 289 | - | 964 | 193 | 19 | 405.000 |
| | | Ônibus | 1 | 39 | 18 | - | 321 | - | 7 | 15.893 |
| | | Caminhão | 5 | 179 | 71 | - | 893 | - | 27 | 79.464 |
| | Noite | Automóvel | 240 | 10.286 | 3.429 | 857 | 3.429 | 1.286 | 129 | 1.800.000 |
| | | Motocicleta | 80 | 8.571 | 429 | - | 1.429 | 286 | 29 | 600.000 |
| | | Ônibus | 4 | 157 | 71 | - | 1.286 | - | 29 | 63.571 |
| | | Caminhão | 4 | 143 | 57 | - | 714 | - | 21 | 63.571 |

Tabela 5: Emissões totais por período nos municípios

| Município | Período | CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Nox ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | RCHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NMHC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | CH ₄ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | CO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|---------------|---------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|--|
| São Carlos | Manhã | 51.418 | 13.100 | 2.814 | 32.329 | 4.729 | 901 | 7.976.250 |
| | Tarde | 68.861 | 17.916 | 4.036 | 33.839 | 6.671 | 1.003 | 10.551.250 |
| | Noite | 79.896 | 20.341 | 4.564 | 38.168 | 7.614 | 1.131 | 12.055.714 |
| Ilha Solteira | Manhã | 10.271 | 2.343 | 525 | 3.564 | 916 | 111 | 1.420.179 |
| | Tarde | 14.932 | 3.364 | 74 | 5.721 | 1.307 | 172 | 2.060.357 |
| | Noite | 19.157 | 3.986 | 86 | 6.857 | 1.571 | 207 | 2.527.143 |

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os fatores de emissão veicular sofreram reduções significativas, devido à preocupação em monitorar e manter a qualidade do ar dentro dos padrões da Resolução CONAMA nº 03/1990 e dos padrões da CETESB. Desta forma, é possível deduzir que, nesta investigação, as emissões poderão estar superdimensionadas, pois o método aplicado considera apenas o tipo de veículo, desconsiderando o ano e o combustível usado, simplificando o cálculo das emissões.

Como exemplo, pode ser citada a emissão de monóxido de carbono (CO), que segundo a Tabela 1, para um tempo de amostragem de 1 hora, os padrões primário e secundário são de 40.000 µg/m³. Com a análise dos dados pode-se notar que o município de Ilha Solteira apresenta uma população e uma frota de veículos 10 vezes inferior à do município de São Carlos, entretanto na pesquisa de volume de tráfego realizada na Av. São Carlos e na Av. Brasil Sul é possível perceber que essa relação não se mantém a mesma. A estimativa dos poluentes emitidos em Ilha Solteira é 5 vezes inferior à quantidade verificada em São Carlos nos pontos analisados. Portanto, sugere-se para futuras pesquisas considerar a evolução da frota veicular nos dois municípios e o tipo de combustível utilizado nos veículos, fatores importantes para se obter uma estimativa mais detalhada da emissão de poluentes.

Quanto à estimativa de concentração de poluentes usada por esta investigação, vale salientar que é foi adotado um método simplificado de cálculo, apenas com objetivo de obter um parâmetro de comparação com os padrões nacionais de concentração de poluentes. Portanto, sugere-se para futurar investigações um aprofundamento de pesquisas nesta área urbana, com um número maior de pontos de coleta, a fim de possibilitar uma modelagem de concentração de poluentes por meio de modelos de dispersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Braga, A.; Bohm, G.M; Pereira, L.A.A; Saldiva, P. (2001) Poluição atmosférica e saúde humana. **Revista USP**, São Paulo, n. 51, pág 58-71.
- BRASIL (1986) **Resolução CONAMA nº 18/1986**, de 6 de maio de 1986. Publicado no D.O.U de 17 de junho de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>. Acesso em: 30 de abril de 2016.
- BRASIL (1990) **Resolução CONAMA n.º 003/1990**, de 28 de junho de 1990. Publicada no D.O.U, de 22 de agosto de 1990, Seção I, Págs. 15.937 a 15.939. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>. Acesso em 30 de abril de 2016.
- BRASIL (2002) **Resolução CONAMA nº 297/2002**, de 26 de fevereiro de 2002. Publicada no D.O.U. nº 51, de 15 de março de 2002, Seção 1, páginas 86-88. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=294>. Acesso em: 30 de abril de 2016.
- CETESB (2006) **Relatório Anual de Qualidade do Ar no estado de São Paulo – 2005**. São Paulo: CETESB, 2006.
- CETESB (2015) **Qualidade do ar no Estado de São Paulo – 2014**. São Paulo: CETESB, 2015.



Cancelli, D.M.; Dias, N.L. (2011) **BRevê: Uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota de veículos brasileira.** Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Estudos em Monitoramento e Modelagem Ambiental (Lemma), Curitiba.

Cancelli, D.M.; Dias, N.L. (2014) BRevê: uma metodologia objetiva de cálculo de emissões para a frota brasileira de veículos, **Eng Sanit Ambient**, págs 13-20.

Carvalho, C.H.R.(2011) **Emissões relativas de poluentes do transporte urbano**, IPEA, jun.2011

DENATRAN (2005), **Frota de veículos por tipo e com placa** Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2005.htm> Acesso em: 29 de maio de 2016.

DENATRAN (2015), *Frota de veículos por tipo e com placa* Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/frota2015.htm> Acesso em: 29 de maio de 2016.

FREITAS, C., BREMNER, S.A., GOUVEIA, N., PEREIRA, L. A. A., SALDIVA, P. H.N (2004) Interações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Rev Saúde Pública** 2004; 38 (6): pág 751-757.

IBGE (2016a) **Informações São Carlos** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354890&search=sao-paulo|sao-carlos>. Acesso em: 16 de maio de 2016.

IBGE (2016b) **Informações Ilha Solteira** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=352044&search=sao-paulo|ilha-solteira>. Acesso em: 16 de maio de 2016.

MMA (2013) **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2013** Disponível em: http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2016.