

## ANÁLISE DO FLUXO E ESTIMATIVA DA EMISSÃO VEICULAR NA RODOVIA PRESIDENTE DUTRA EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

Érica Rangel Leal<sup>1</sup>, Francisco G. O. Pereira<sup>2</sup>, Prof. Msc. Jójhy Sakuragi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univap/Graduada em Geografia, [ericarangell@hotmail.com](mailto:ericarangell@hotmail.com)

<sup>2</sup>Univap/Graduado em Geografia, [fgopereira@terra.com.br](mailto:fgopereira@terra.com.br)

<sup>3</sup>Univap/IP&D, [jojhy@univap.br](mailto:jojhy@univap.br)

**Resumo-** Este trabalho tem por objetivo analisar o fluxo de veículos e apresentar uma estimativa da emissão veicular da Rodovia Presidente Dutra, uma das rodovias mais movimentadas do país, dentro dos limites do município de São José dos Campos, importante pólo industrial tecnológico do Estado de São Paulo. Para tanto foi realizada uma contagem dos veículos que trafegam pela rodovia em dois pontos distintos, para analisar o tráfego existente num período de onze horas, período em que se captaram imagens com maior nitidez, devido à limitação dos equipamentos utilizados em relação à iluminação ambiente. A metodologia de pesquisa se deu por meio de filmagem para facilitar a contabilização dos veículos e foram utilizados dados de emissões veiculares da CETESB para se estimar a emissão veicular da rodovia. Os resultados obtidos demonstraram que são necessárias medidas para controlar a qualidade do ar no entorno da rodovia e também que existem trechos que necessitam de urgente intervenção do poder público para mitigar os efeitos dos congestionamentos freqüentes devido ao excesso de veículos que circulam pela rodovia diariamente.

**Palavras-chave:** Emissão. Veículos. Fluxo. Dutra.

**Área do Conhecimento:** Geografia.

### Introdução

A partir da década de 1940, o Brasil, através de políticas públicas de desenvolvimento de indústrias de base, como a Companhia Siderúrgica Nacional, Companhia Vale do Rio Doce, Fábrica Nacional de Motores, Petrobrás e o Banco Nacional de Desenvolvimento Social, complementando-se com o Plano de Metas, lançado em 1956, pelo então Presidente Juscelino Kubitschek, aplicou 70% de seus investimentos no setor de transportes e energia, que aliado ao lobby das fabricantes de veículos multinacionais, direcionou a matriz de transportes para o modal rodoviário, abandonando a opção ainda vigente no país, que era o modal ferroviário, com a justificativa de que o governo teria de assumir um alto custo para a aquisição de locomotivas, vagões e construção de ferrovias (MORAIS, 1999). E desde esta época até os dias atuais, as rodovias passaram a ser o principal fator de integração nacional.

Com população estimada em 594.948 habitantes (IBGE – 2007) e uma frota de 258.706 veículos (IBGE – 2008), o município de São José dos Campos possui quase um veículo a cada dois habitantes (a proporção é de 0,45 veículos/pessoa). Como se sabe, quanto maior é o fluxo de veículos em uma determinada região ou cidade, aliado a necessidade cotidiana de se chegar aos lugares destinados mais rapidamente, mais problemas relacionados a esse fluxo irão

surgir, o que torna a questão da via de acesso algo bastante importante na vida das pessoas, pois caso essa via não consiga suportar a quantidade de veículos que passam por ela a consequência será a criação dos temidos congestionamentos, isso é um problema que precisa ser analisado pelo poder público, além da questão da poluição veicular que se cria, aumentando os riscos de doenças respiratórias e outros males causados por ela. É nesse sentido que esse estudo visa estimar qual a contribuição da Via Dutra no grau de poluição da cidade, tendo em vista que cerca de cem mil veículos passam diariamente pelos limites de São José dos Campos.

Essa estimativa se faz necessária porque as emissões industriais são monitoradas e conhecidas pelos órgãos públicos de fiscalização, porém o mesmo não ocorre com a rodovia, que não possui pontos de monitoramento da emissão veicular.

### Metodologia

Para contabilizar os veículos que passaram pela Via Dutra, foram definidos dois pontos estratégicos de observação da rodovia: um no Km 143, próximo a fábrica da GM e, outro no Km 150, próximo ao Vale Sul Shopping, como pode ser visto na Figura 1. Esta observação objetivou filmar os veículos que passavam pela rodovia.



**Figura 1.** Imagem com a localização dos pontos de observação, sendo os quilômetros 143 e 150 da Rodovia Presidente Dutra.

**Fonte:** Programa Google Earth, 2009.

A filmagem da Dutra iniciou-se às 7 horas do dia 21 de Julho de 2009, uma terça-feira, e foi encerrada às 18 horas do mesmo dia, devido à limitação dos equipamentos para a gravação de imagens com iluminação reduzida.

Para a contagem dos veículos, foi utilizado um software multimídia que permite alterar a velocidade dos quadros da filmagem, diminuindo-a ou aumentando-a conforme a necessidade. A contagem foi totalizada para períodos de uma hora e dividida em quatro classes de veículos, sendo: automóveis, motos, caminhões e ônibus.

Após a contagem dos veículos, que teve duração de cerca de 2 meses, devido a quantidade de veículos e ao tempo escasso para a realização da mesma, foi feita a estimativa da emissão veicular e as análises do fluxo da rodovia.

Para se obter a estimativa dos veículos leves, multiplicou-se o número total de veículos divididos por classe (automóveis e motos), com o valor da emissão média do poluente, com a distância entre os pontos de observação (sete quilômetros), com a estimativa da emissão para um dia inteiro (vinte e quatro horas dividido por onze horas – 24/11) e com o valor da projeção para um ano (365 dias). Depois de efetuado esse cálculo, converteu-se o

valor para toneladas, dividindo o resultado por um milhão, pois o mesmo é apresentado na Tabela 1 em gramas, porém a melhor visualização e compreensão da quantidade emitida se deram em toneladas.

Ou seja, a emissão total por hora é dada por:

$$ET = NV * EM * 7 * (24/11) * 365 / 1.000.000.$$

Onde:

ET → emissão total do poluente em toneladas por ano;

NV → maior volume de veículos divididos por classe;

EM → emissão média do poluente em g/km;

7 → distância entre os pontos de observação da rodovia;

365 → projeção para um ano;

1.000.000 → conversão de grama para toneladas.

No caso dos veículos pesados (caminhões e ônibus), foi necessário introduzir um elemento a mais no cálculo da emissão, pois como a medida



da emissão realizada pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) se dá em grama por kilowatt-hora (g/kWh), que é uma medida de energia e se refere à potência produzida para se mover uma massa, fica um tanto quanto incompreensível para a proposta deste trabalho, com isso fez-se a conversão dessa medida para grama por quilômetro (g/km), acrescentando na fórmula o valor 0,84, que é o valor indicado pelo conversor de medidas *ESBunit Freeware unit conversion utility V7.10* (Esbalc, 2009).

Sendo assim, o cálculo da emissão veicular nos veículos pesados se dá pela fórmula:

$$ET = NV * EM * 7 * 0,84 * (24/11) * 365 / 1.000.000$$

Onde:

0,84 → conversão de g/kWh para g/km.

A Lei Federal nº 8723 de 28 de outubro de 1993 (republicada no Diário Oficial da União em 29 de outubro de 1993) definiu os limites de emissão para veículos leves e pesados, conforme apresentados nas Tabelas 1 e 2, que foram adaptadas para permitir uma melhor visualização do valor médio de emissão.

**Tabela 1 - Limites Máximos de Emissão para Veículos Leves Novos**

<b>(Leia-se Carros e Motos)</b>								
<b>Ano Fabricação</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>RCHO</b>	<b>MP</b>	<b>EVAP.</b>	<b>CÁRTER</b>	<b>CO-ML</b>
	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/teste)		(% vol)
89 – 91	24	2,1	2	-	-	6	Nula	3
92 – 96	24	2,1	2	0,15	-	6	Nula	3
92 – 93	12	1,2	1,4	0,15	-	6	Nula	2,5
mar/94	12	1,2	1,4	0,15	0,05	6	Nula	2,5
jan/97	2	0,3	0,6	0,03	0,05	6	Nula	0,5
mai/03	2	0,3	0,6	0,03	0,05	2	Nula	0,5
jan/05(40%)	2	0,165	0,257	0,03	0,05	2	Nula	0,57
jan/06(70%)	2	Ou	ou	0,03	0,05	2	Nula	0,57
jan/07(100%)	2	0,306	0,603	0,03	0,05	2	Nula	0,57
jan/09	2	0,05	0,12	0,02	0,05	2	Nula	0,57
jan/09	2	0,306	0,253	0,02	0,05	2	Nula	0,57
<b>Valor Médio</b>	<b>7,818</b>	<b>0,886</b>	<b>1,012</b>	<b>0,064</b>	<b>0,05</b>	<b>3,818</b>		<b>1,35</b>

1 - Medições de acordo com a NBR6601 (US-FTP75), e conforme as Resoluções CONAMA  
Fonte: Adaptado de CETESB, 2009

**Tabela 2 - Limites de Emissões para Veículos Pesados**

<b>(Leia-se Caminhões e Ônibus)</b>		<b>g/kWh</b>				
<b>Veículos</b>	<b>TIPO DE ENSAIO REALIZADO</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NOx</b>	<b>MP</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>
<b>Fabricados</b>	<b>ESC / ELR</b>	2,1	0,7	5	0,1	-
<b>até Janeiro</b>	<b>ETC</b>	5,45	0,8	5	0,2	1,6
<b>de 2006</b>	<b>Valor Médio</b>	<b>3,78</b>	<b>0,7</b>	<b>5</b>	<b>0,2</b>	<b>1,6</b>

1 - Conforme a Resolução CONAMA nº 315/02.

2 - Todos os tipos de veículos pesados novos estão compreendidos nesta tabela.

**Fonte:** Adaptado de CETESB, 2009.

## Resultados

Os resultados são apresentados em duas etapas, uma com o resultado da contagem dos veículos e a outra com a emissão veicular.

O resultado da contagem dos veículos nos quilômetros 143 e 150 da Rodovia Presidente

Dutra, na terça-feira, dia 21 de julho de 2009, entre as 07 e 18 horas, é apresentado nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Cada tabela contém as classes de veículos contabilizados, e por sua vez, cada classe está dividida nos dois sentidos do tráfego (SP-RJ e RJ-SP).

**Tabela 3 - Contagem de Veículos na Via Dutra em 21/07/09**

**Trecho da cidade de São José dos Campos próximo à fábrica da GM - Km 143**

Hora	Automóveis		Motos		Caminhões		Ônibus	
	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP
7-8	1964	1458	115	123	515	464	68	76
8-9	1868	1156	110	107	620	438	36	29
9-10	1800	1398	114	83	518	518	35	32
10-11	1608	1365	149	99	535	534	38	32
11-12	1603	1222	135	86	515	448	25	22
12-13	1443	1294	137	94	461	475	26	24
13-14	1636	1352	145	109	516	473	33	32
14-15	1618	1400	136	135	482	535	36	42
15-16	1607	1599	132	106	454	522	48	54
16-17	1916	1629	138	97	578	562	65	48
17-18	2551	1976	250	159	596	544	115	81
<b>Total</b>	<b>19614</b>	<b>15849</b>	<b>1561</b>	<b>1198</b>	<b>5790</b>	<b>5513</b>	<b>525</b>	<b>472</b>
<b>SOMA</b>			<b>GERAL</b>		<b>50.522</b>			

**Tabela 4 - Contagem de Veículos na Via Dutra em 21/07/09**

**Trecho da cidade de São José dos Campos próximo ao Vale Sul Shopping - Km 150**

Hora	Automóveis		Motos		Caminhões		Ônibus	
	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP	SP-RJ	RJ-SP
7-8	2700	2314	268	264	602	407	87	127
8-9	2459	2207	154	151	532	409	66	101
9-10	2255	1899	94	80	493	389	61	89
10-11	1695	1708	65	72	378	377	53	62
11-12	1757	1703	73	78	391	392	48	68
12-13	2053	2062	89	203	418	401	52	64
13-14	2208	1965	92	172	433	423	65	72
14-15	2311	987	99	101	569	486	78	84
15-16	2448	867	176	84	800	587	102	81
16-17	2028	807	113	78	530	498	100	78
17-18	1844	893	118	112	361	397	56	64
<b>Total</b>	<b>23758</b>	<b>17412</b>	<b>1341</b>	<b>1395</b>	<b>5507</b>	<b>4766</b>	<b>768</b>	<b>890</b>
<b>SOMA</b>			<b>GERAL</b>		<b>55.837</b>			

Os totais de veículos contabilizados no Km 143 e Km 150 foram de 50.522 e 55.837, respectivamente. A diferença de 5.315 veículos a mais observada no Km 150 pode ser atribuída ao fluxo do centro da cidade para bairros como Jardim das Indústrias, Parque Industrial e Limoeiro e, também, para as cidades de Jacareí e São Paulo, devido a concentração populacional e de fábricas nesta região.

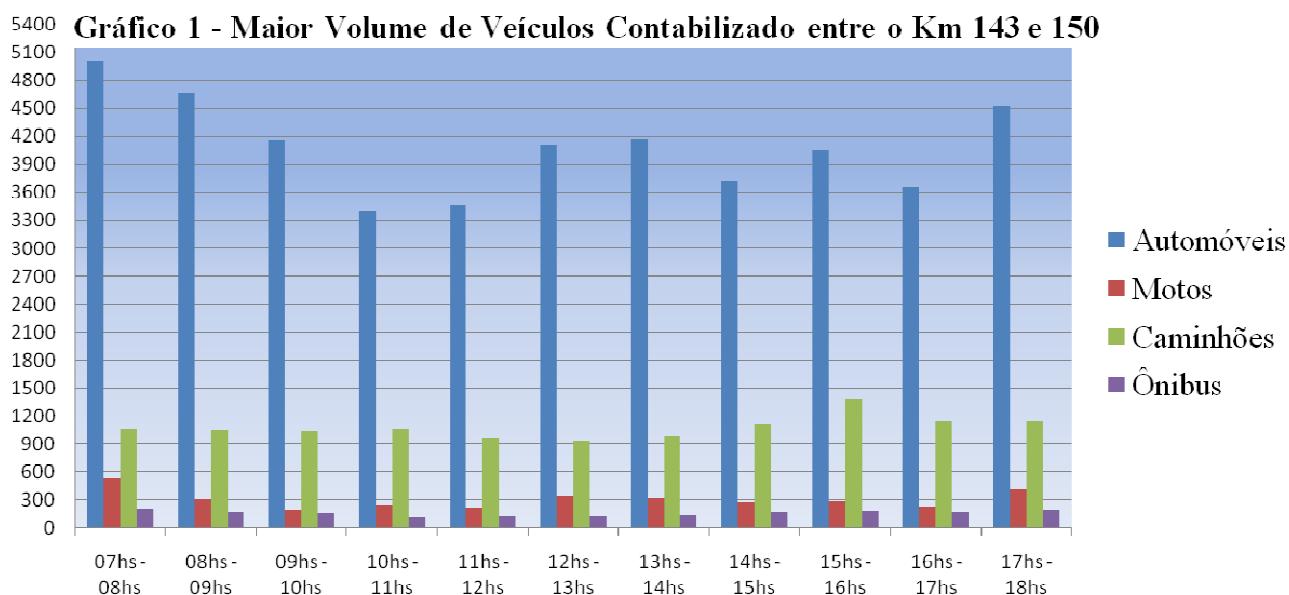
Para visualizar melhor o volume de veículos que foram contabilizados, o Gráfico 1 apresenta os dados do maior volume de veículos divididos por classe.

Percebe-se que o volume de automóveis em relação às outras modalidades de transporte é bastante expressivo e, também, que os horários de maior volume estão concentrados entre as 07 e as 09 horas da manhã e depois das 17 às 18

horas da tarde, apesar de que se percebe que o fluxo continua bastante expressivo algumas horas após as 18 horas também, que são justamente os horários de entrada e saída da maioria do comércio, indústria e escolas da cidade.

O Gráfico 1 apresentado foi elaborado por meio dos dados da Tabela 5, que mostra o maior volume de veículos contabilizados entre o Km 143 e o Km 150 por divididos por classe.

Para a estimativa da emissão veicular por meio das Tabelas 1 e 2, foi assumido que o total de veículos da Tabela 5 seria o equivalente a 11/24 avos do fluxo diário, assim, pode-se estimar a emissão média horária e extrapolar à emissão de um ano. Portanto, a emissão total terá como unidade tonelada/ano e estará em concordância com as referências bibliográficas consultadas.



**Tabela 5 – Maior Volume de Veículos entre o Km 143 e Km 150**

Horário	Automóveis	Motos	Caminhões	Ônibus
07hs - 08hs	5014	532	1066	214
08hs - 09hs	4666	305	1058	167
09hs - 10hs	4154	197	1036	150
10hs - 11hs	3403	248	1069	115
11hs - 12hs	3460	221	963	116
12hs - 13hs	4115	340	936	116
13hs - 14hs	4173	317	989	137
14hs - 15hs	3711	271	1104	162
15hs - 16hs	4047	282	1387	183
16hs - 17hs	3657	235	1140	178
17hs - 18hs	4527	409	1140	196
<b>Total</b>	<b>44927</b>	<b>3357</b>	<b>11888</b>	<b>1734</b>

A Tabela 6 apresenta a emissão total estimada por classe de veículos para cada tipo de poluente: CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarbonetos), NO<sub>x</sub> (óxido nitroso), RCHO (aldeídos), MP (material particulado) e CH<sub>4</sub> (metano). No caso de automóveis e motos, não há emissão de metano. E para caminhões e ônibus a diesel, não há emissão de aldeídos.

emissão de poluentes da refinaria, conforme apresentado na Tabela 7.

**Conclusão**

Percebe-se que os valores de emissões da refinaria são bem superiores em quase todos os elementos, menos no poluente CO (monóxido de

**Tabela 6 - Estimativa da Emissão Veicular entre os Km 143 e 150  
Na cidade de São José dos Campos - SP**

<b>Emissão</b>	<b>Automóveis (t/ano)</b>	<b>Motos (t/ano)</b>	<b>Caminhões (t/ano)</b>	<b>Ônibus (t/ano)</b>	<b>Total (t/ano)</b>
CO (Monóxido de Carbono)	1.958,0	146,3	25,2	3,7	<b>2.133,2</b>
HC (Hidrocarbonetos)	221,9	16,6	4,8	0,7	<b>244,0</b>
NO <sub>x</sub> (Óxidos de Nitrogênio)	253,5	18,9	33,4	4,9	<b>310,7</b>
RCHO (Aldeídos)	16,0	1,2	--	--	<b>17,2</b>
MP (Material Particulado)	12,5	0,9	1,0	0,1	<b>14,5</b>
CH <sub>4</sub> (Metano)	--	--	10,7	1,6	<b>12,3</b>

A quantidade de monóxido de carbono emitida pelos automóveis e motos é significativa com mais de 2.100 toneladas por ano. E também as emissões de hidrocarbonetos e óxido nitroso chegam a mais de duas dezenas e meia de toneladas/ano.

carbono), cuja quantidade de veículos somada ultrapassa os valores de emissão da refinaria em mais de mil toneladas.

Segundo estudos do Dr. Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos (2007), o monóxido de carbono emitido pelos escapamentos dos

**Tabela 7 - Estimativa da Emissão da REVAP no ano de 2008  
Na cidade de São José dos Campos - SP**

<b>Emissão</b>	<b>Total (t/ano)</b>
CO (Monóxido de Carbono)	<b>987,66</b>
HC (Hidrocarbonetos)	<b>3.567,56</b>
NO <sub>x</sub> (Óxidos de Nitrogênio)	<b>5.107,08</b>
RCHO (Aldeídos)	--
MP (Material Particulado)	<b>534,73</b>
CH <sub>4</sub> (Metano)	--
SO (Enxofre)	--

**Fonte: Contato Informal**

Para efeito de comparação, foi relatado, por meio de conversa informal, entre o professor Msc. Jójhy Sakuragi, orientador deste trabalho, e pessoas que trabalharam na Refinaria Henrique Lage – Revap Petrobrás, alguns dados de

veículos, é o principal vilão do efeito estufa, pois ele não pode ser absorvido pelos vegetais nem pela água, como acontece com o gás carbônico, que é utilizado na fotossíntese das plantas.

Como o monóxido de carbono absorve radiação infravermelha, transformando-a em calor

e não é absorvida por nenhum outro elemento, a quantidade cada vez maior desse poluente na atmosfera é extremamente preocupante, pois pode provocar o aquecimento do planeta além de diversas doenças respiratórias, como bronquite e asma.

Isso certamente deve contribuir para a ocorrência de doenças respiratórias como as registradas no trabalho de Lima (2008). Porém, para se determinar o grau de contribuição das emissões da Dutra, é necessário um estudo mais aprofundado.

O presente trabalho fornece subsídios para um trabalho mais aprofundado sobre a emissão veicular e o seu transporte aéreo em conjunção com as emissões industriais. Através da modelagem atmosférica, é possível analisar as regiões que sofrem maior impacto e poderiam ser corroborados com análise química de campo para averiguar a contaminação por transporte aéreo persistente.

Em relação ao fluxo de veículos, o maior foi registrado no Km 150, no sentido RJ-SP, indicando uma interação maior entre São José dos Campos e a Dutra no sentido SP. É importante salientar que no Km 150 também existem duas marginais de acesso como opção para o tráfego dos veículos da própria cidade, o que indica que sem elas o volume de veículos que por ali passam que já é grande, seria muito maior.

Já no Km 143 não existem marginais de acesso, e apesar de apresentar um fluxo levemente menor em relação ao Km 150, ainda assim foi bastante significativo, apresentando saturação no final do dia e conseqüentes congestionamentos, indicando que existe a necessidade de melhorias na rodovia, por exemplo, a construção de acessos marginais também neste ponto.

## Referências

- CETESB (São Paulo). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Emissão Veicular / página online. CETESB, 2009. Disponível em <: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em 01 mai 2009.

- ESBunit Freeware unit conversion utility V7.10 .2009. Disponível em: <: [www.esbcalc.com](http://www.esbcalc.com) > Acesso em 26 nov 2009.

- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Dados do município de São José dos Campos, 2007 e 2008, Disponível em <: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> > Acesso em 01 mai 2009.

- LIMA, V. M; PERRELLA, A. C. F.; SAKURAGI, J. **“Estudo preliminar das áreas de maior incidência de doenças respiratórias em São José dos Campos”**, XV CBMET, Anais, 2008.

- MEDEIROS, J. S. **Mapeamento da poluição em São José dos Campos, uma abordagem metodológica abordando técnicas de geoprocessamento**. TCC, Univap, 1996.

- MELO, V. A. O automóvel, o automobilismo e a modernidade no Brasil (1891-1908). Revista Brasileira Científica de Esporte. Campinas, v. 30, n. 1, p. 187-203, set 2008. Disponível em: < [http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang\\_pt&id=vD\\_TDJS3KOgC&oi=fnd&pg=RA1-PA87&dq=o+primeiro+automovel+no+brasil&ots=7C3pdEGvWY&sig=bPa\\_eilg9edTExnqOtRxfR0KA#v=onepage&q=&f=true](http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=vD_TDJS3KOgC&oi=fnd&pg=RA1-PA87&dq=o+primeiro+automovel+no+brasil&ots=7C3pdEGvWY&sig=bPa_eilg9edTExnqOtRxfR0KA#v=onepage&q=&f=true) > Acesso em 07 set 2009.

- MORAIS, J. L. **Randon meio século de trabalho – 1949-1999: da pratica a teoria, lições de historia, economia e administração, com acerto e erros na cultura empresarial brasileira**, Artigo. Porto Alegre: Edições EST, 1999.

- SANTOS, L. S. F “Produto do Núcleo José Reis de Divulgação Científica da ECA/USP” - São Paulo - Setembro/Outubro 2007 - Ano 7 - Nº39. Disponível em <: [http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/voxscentiae/leonardo\\_sioufi\\_41b.htm](http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/voxscentiae/leonardo_sioufi_41b.htm). Acesso em 23 mai 2010.

- VINHAL, M. **Poluição do ar e mortes por causas respiratórias e cardiovasculares**. Revista Vigor, 2009. Disponível em <: [www.revistavigor.com.br/2009/02/27/poluicao-do-ar-e-mortes-por-causas-respiratorias-e-cardiovasculares](http://www.revistavigor.com.br/2009/02/27/poluicao-do-ar-e-mortes-por-causas-respiratorias-e-cardiovasculares) >. Acesso em 15 set 2009.