

# CUSTO DA POLUIÇÃO GERADA PELOS ÔNIBUS URBANOS NA RMSP

Vivian Mac Knight<sup>1</sup>  
Carlos Eduardo Frickmann Young<sup>2</sup>

## RESUMO:

A importância atribuída à degradação ambiental e a preocupação em não extinguir os recursos naturais para gerações futuras vêm tornando crescente a necessidade de estudos técnicos na área de Economia Ambiental com o objetivo de valorar monetariamente tais recursos. É um momento de conscientização mundial sobre a importância desses recursos e da sua preservação, seguindo o conceito de desenvolvimento sustentável, através do qual não se deve degradar para atender as necessidades antrópicas. O objetivo deste trabalho é mensurar monetariamente o quanto que se perde com a poluição do ar pelo MP10 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) devido à utilização do óleo diesel como combustível no transporte coletivo. A metodologia utilizada será baseada em técnicas de valoração dos recursos ambientais como o método indireto da produtividade marginal e da produção sacrificada, consagradas na literatura de Economia do Meio Ambiente. Na conclusão são avaliados os custos da poluição emitida pelos veículos a diesel na RMSP.

**Palavras-Chave:** Valoração, Economia Ambiental, Material Particulado

## ABSTRAT:

The importance attributed to environmental degradation and the concern in avoiding the depletion of natural resources for future generations are increasing the necessity of technical studies in Environment Economics, aiming at the monetary valuation of these resources. It is a time of worldwide awareness about the importance of these resources and their preservation, in a context of sustainable development, in which one should not degrade in order to fulfill anthropic needs. The objective of this work is to evaluate how much the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP) loses with pollution of air, through PM 10 index, due to the massive use of diesel oil as transport fuel. The methodology used will be based on environmental resources valuation techniques, as indirect method of marginal productivity and sacrificed production, presented in the Environment Economics literature. In the conclusion, the costs of pollution generated by diesel vehicles in the RMSP are evaluated.

**Palavras-Chave:** Valuation, Environmental Economics, Particulated emissions

Área ANPEC: Economia Agrícola e do Meio Ambiente

Classificação JEL: Q01, Q48, Q52.

1- Mestrado em Planejamento Ambiental – Programa de Planejamento Energético – COPPE – UFRJ

2- Professor Adjunto do Instituto de Economia da UFRJ

## Introdução

A Economia Ambiental se desenvolve através de estudos que visam relacionar os efeitos da degradação ambiental sobre o bem-estar-social, assim como seus efeitos sobre a atividade produtiva, e mensurar monetariamente o valor dos recursos naturais e da degradação ambiental. Para calcular esses valores são aplicadas técnicas de Valoração Econômica de Recursos Ambientais.

Uma das formas de degradação ambiental mais presentes na realidade contemporânea é a poluição do ar, que pode gerar diversos malefícios à saúde humana e ao meio ambiente.

Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais à fauna ou à flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Os poluentes podem ser classificados em primários e secundários. Os primários são aqueles que são emitidos diretamente pelas fontes emissoras e os secundários são formados na atmosfera como resultado de reações químicas envolvendo os poluentes primários.

A poluição do ar tem início com a emissão dos poluentes primários. Estes poluentes podem ser emitidos tanto por fontes naturais como é o caso da queima das florestas ou erupções vulcânicas, quanto podem ser emitidos através das atividades humanas. Entre as principais atividades humanas poluidoras podem-se destacar os escapamentos dos automóveis e as emissões industriais.

*“A poluição do ar é definida como a presença de um ou mais contaminantes da natureza, em quantidades que podem comprometer a qualidade deste recurso, tornando-o impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.” (Mendes. 1994. p.7)*

Os principais poluentes do ar são:

- Compostos de Enxofre – SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, Sulfatos;
- Compostos de Nitrogênio – NO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, Nitratos;
- Compostos Orgânicos de Carbono – Hidrocarbonetos (HC), Álcoois, Aldeídos, Cetonas, Ácidos Orgânicos;
- Monóxido de Carbono (CO) e Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>);
- Compostos Halogenados – HCl, HF, Cloretos, Fluoretos;
- Material Particulado (MP) – Partículas Inaláveis (PI).

Os veículos automotores são considerados as principais fontes de poluição dos grandes centros urbanos. Essas regiões são as que mais sofrem com a poluição atmosférica, pois é onde existem maiores números de veículos circulando em áreas restritas.

No transporte, a preocupação ambiental se manifesta através de imposição de limites às emissões. Os principais poluentes, aqueles que freqüentemente excedem os padrões mínimos aceitáveis pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), são os materiais particulados (MP), o ozônio (O<sub>3</sub>) que tem como precursores os hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>).

Os veículos que utilizam o GNV não poluem tanto quanto os veículos a diesel, pois a combustão de GNV libera menos poluentes. Segundo os dados da CETESB (2005), os veículos pesados movidos a Gás Natural emitem apenas 38% das emissões de CO e 13% das emissões de HC em relação aos veículos movidos a diesel. A emissão de MP, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub> são consideradas desprezíveis pelos veículos movidos a gás.

As emissões evitadas com a utilização do GNV têm impactos positivos ambientais globais e locais. Com relação ao ganho global podemos associar a redução da emissão do carbono com a redução nas variações climáticas, pois a emissão de carbono tem impacto nas mudanças climáticas aumentando a temperatura média global.

O ganho ambiental local é observado através da qualidade do ar e da redução da morbidade e mortalidade resultadas da poluição do ar nos grandes centros urbanos. Ou seja, diminuindo a concentração local da poluição, a qualidade de vida dos moradores dos grandes centros melhora.

O objetivo geral do trabalho é identificar o quanto se perde com a morbidade gerada pela poluição urbana emitida pelos ônibus urbanos a diesel.

O valor do recurso ambiental, embora muitas vezes este não tenha preço, pode ser calculado à medida em que o seu uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade.

O conceito de externalidade será usado para mostrar como a poluição gera danos para a sociedade, uma vez que tais custos não são internalizados pelos seus produtores. Assim, considerando a poluição como uma externalidade ao sistema econômico e, portanto, um custo para a sociedade, o benefício do Gás Natural seria a redução desta externalidade.

Na seção I são introduzidos o conceito de externalidade negativa e os principais efeitos dos poluentes emitidos por um veículo a diesel sobre a saúde humana.

Em seguida é explicada a metodologia de valoração ambiental através da produção sacrificada. Na seção III, a metodologia de valoração ambiental é aplicada para calcular a redução da morbidade caso os ônibus fossem convertidos para o GNV.

## **I - Externalidade negativa: Poluição do ar**

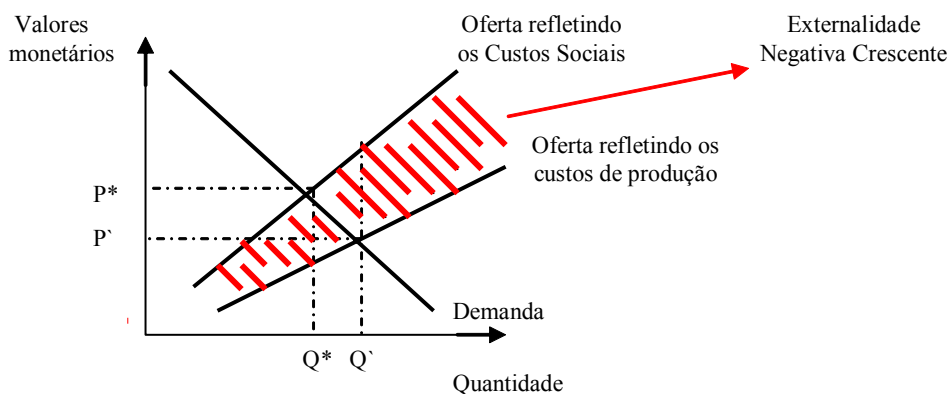
Externalidade é quando as ações de alguns agentes interferem no bem estar dos demais, sem que haja a devida incorporação dos benefícios ou custos criados por parte dos responsáveis por essas ações. No primeiro caso a externalidade é dita positiva e no segundo é negativa.

A poluição atmosférica gera externalidades negativas, pois o seu efeito exprime um custo aos demais agentes que têm seu bem-estar reduzido devido à poluição do ar.

A combustão dos combustíveis fósseis provoca externalidades adversas sendo destacadas a poluição do ar nos grandes centros urbanos e mudanças climáticas. A poluição do ar provoca danos à saúde, além de provocar outros custos ambientais como perda da biodiversidade, de sistemas ecológicos, do patrimônio cultural e estético.

No gráfico 1, a externalidade pode ser demonstrada como a área entre a curva de oferta, que reflete apenas os custos privados de produção, e a curva de oferta que reflete os custos totais, incluindo os custos sociais das externalidades negativas. Deve-se lembrar que, quando a externalidade é negativa, ela representa um custo social. As emissões veiculares, por exemplo, geram custos sociais devido aos seus impactos maléficis sobre a saúde de todos os indivíduos da sociedade, mesmo que não tenham se beneficiado desses meios de transporte.

**Gráfico 1 : Externalidade da Poluição gerada pelos veículos a diesel**



Fonte: Elaboração própria com base em Perman *et. Al.* 2001

Os custos sociais não são facilmente observáveis. Para calcular as externalidades em forma monetária são necessários estudos de valoração dos recursos naturais que atualmente não possuem preço de mercado. Assim sendo, os produtores tendem a assumir a curva de oferta que reflete os seus custos de produção não levando em conta os custos sociais associados à poluição do ar.

Dessa forma, quando se estima o custo do transporte público urbano levando em consideração o preço do combustível, dos pneus, óleos e manutenção em geral, esse custo está subestimado. Não são levados em conta todos os custos sociais como o aumento da morbidade, gastos hospitalares e mortalidade associados à poluição do ar.

Considerando que o setor de transporte é responsável pela maior parcela da concentração de poluentes na atmosfera, pode-se dizer que o valor do custo do transporte público urbano está subestimado. Dentro deste contexto, a transição do diesel para o gás natural veicular representa um benefício, pois reduz o custo social uma vez que reduz as emissões de poluentes e, por conseguinte a concentração atmosférica de poluentes (reduz a área vermelha).

Em suma, os custos associados à poluição do ar são crescentes. Quanto mais se poluir o ar, maior será o custo social manifestado através de doenças respiratórias, morbidade e mortalidade precoce da população exposta. Assim, a avaliação econômica das alternativas existentes que reduzam o custo social (área vermelha), como o uso de um combustível mais limpo, deve incorporar o valor do benefício social de se reduzir tais externalidades.

### **Poluição emitida e os efeitos da degradação ambiental**

A poluição gerada pela combustão do diesel gera externalidades negativas que podem ser classificadas em três categorias:

- Efeitos nocivos à saúde humana: a exposição ao material particulado, em níveis elevados, causa mortes prematuras e doenças do aparelho respiratório.
- Efeitos nocivos locais, como redução da visibilidade, “smog” (quando os hidrocarbonetos reagem com o dióxido de nitrogênio em presença de radiação solar), chuva ácida (derivadas da emissão de óxidos de enxofre e de nitrogênio que se transformam na atmosfera em ácidos sulfúrico e nítrico, sulfatos e nitratos)

- Efeitos ambientais globais, como alterações do clima, quando o nível de emissão de CO<sub>2</sub> é elevado.

O estado de São Paulo mantém uma rede integrada e automática de monitoramento do ar com medições de diversos poluentes para a RMSP e Cubatão. A análise aqui apresentada, por conseguinte, será baseada apenas nas informações consolidadas pela CETESB.

Os efeitos da poluição do ar são classificados como:

- Efeitos agudos: podem ser de caráter temporário, e originam-se de episódios em que os poluentes ultrapassam os níveis regulares de sua concentração gerando efeitos imediatos como irritação nos olhos, tosse e até efeitos graves, como o aumento da mortalidade. Os efeitos são, em geral, reversíveis e ocorrem quando há condições climáticas adversas, com conseqüente aumento da concentração de poluentes.
- Efeitos crônicos: de caráter permanente podendo ocasionar prejuízos à vegetação, à visibilidade e à saúde dos seres humanos causando incômodos e desconforto (danos sociais); em longo prazo pode provocar a corrosão de estruturas e o desgaste de materiais de construções e obras de arte. O quadro 1 resume os principais efeitos sobre a saúde humana dos poluentes emitidos.

**Quadro 1: Efeitos dos poluentes à saúde humana**

Monóxido de Carbono (CO)	A exposição ao CO resulta numa redução do suprimento do oxigênio para os tecidos do corpo devido a menor quantidade de oxigênio transportado dos pulmões para os tecidos. Os danos são causados pela intoxicação por CO devido à diminuição da liberação de oxigênio para os tecidos e células. Assim, o cérebro e outras partes do sistema nervoso são afetados rapidamente pela intoxicação por CO. Atua no sangue reduzindo a sua oxigenação.
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	A exposição ao CO <sub>2</sub> torna a respiração rápida e profunda, transpiração e dor de cabeça. Pode ocasionar perda de consciência ou até mesmo morte.
Ozônio (O <sub>3</sub> )	A exposição ao O <sub>3</sub> danifica os tecidos pulmonares diminuindo a resistência às doenças infecciosas. Estima-se que a exposição crônica a altos níveis de Ozônio pode levar ao envelhecimento prematuro dos tecidos pulmonares. Provoca irritação nos olhos e nas vias respiratórias e diminuição da capacidade pulmonar. Associam-se exposições ao O <sub>3</sub> com o aumento de admissões hospitalares.
Óxidos de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	NO <sub>2</sub> é um intenso irritante dos brônquios e alvéolos. Podem aparecer conjuntivites, tosse, asma e bronquite. Dependendo do nível de exposição pode resultar em edema pulmonar e morte prematura. É o responsável pela formação do “smog”

	fotoquímico.
Óxidos de Enxofre (SO <sub>x</sub> )	Em altas concentrações causa inflamações graves nas mucosas e das vias respiratórias, podendo ser fatal em alguns casos. Especula-se que a exposição ao SO <sub>2</sub> diminua a resistência ao câncer.
Material Particulado (MP)	As partículas grossas são filtradas pelo organismo e não chegam a atingir o pulmão. As partículas Inaláveis, pelo contrário, chegam até os pulmões e podem ser absorvidas na superfície das células agravando os quadros alérgicos e de bronquite. Geram mal-estar, asma, irritação nos olhos, pele, dor de cabeça e câncer pulmonar.
Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)	Provocam irritação nos olhos, nariz, pele e aparelho respiratório. Alguns desses compostos podem provocar danos celulares, sendo alguns cancerígenos. Dentre os mais críticos estão o Benzeno e alguns aldeídos.

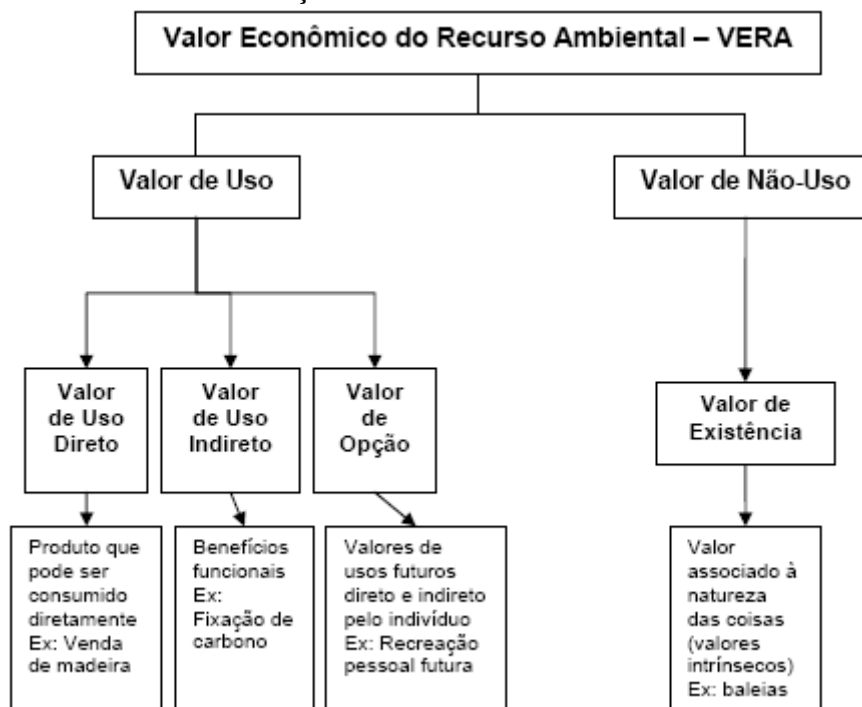
Fonte: Elaboração própria a partir de NTU (2004)

Os principais poluentes que afetam a saúde são: Material Particulado (MP), Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>), Monóxido de Carbono (CO), os Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e o Ozônio (O<sub>3</sub>). As emissões dos outros gases atmosféricos como o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) e Monóxido de Carbono (CO), além dos Compostos Nitrogenados, Ozônio e Clorofluorcarbonos (CFCs), também podem gerar mudanças climáticas futuras significativas.

## II - Valoração Econômica Ambiental

O valor de um recurso ambiental pode ser subdividido em valor de uso e valor de não uso. O valor de uso pode ser subdividido em valor de uso direto e valor de uso indireto e valor de opção. O valor de não uso pode também ser chamado de valor de existência.

Gráfico 2: Classificação dos valores de um recurso ambiental



Fonte: Seroa da Motta (1997)

O valor de uso direto é obtido pela utilização direta do recurso. É o valor obtido com o consumo do ar: a respiração humana, por exemplo.

O valor de uso indireto é obtido com o consumo indireto do recurso, como as funções ecológicas providas por este recurso. Caso o atributo ambiental seja o ar, pode-se dizer que o valor de uso indireto para os seres humanos é o fato do ar limpo ter a capacidade de permitir que os raios de luz cheguem à esfera terrestre e sejam refletidos novamente sem interferir nas condições de temperatura na qual se encontra a terra inicialmente.

Valor de opção está associado ao montante que as pessoas estariam dispostas a pagar para preservar o ar para o futuro. Neste caso, o recurso ambiental pode até não estar sendo usado no momento, mas se imagina que ele venha a ser usado no futuro.

Valor de não uso, ou valor de existência está associado ao fato de o ser humano dar valor a um recurso simplesmente por saber que ele existe. O indivíduo não utiliza o recurso direta nem indiretamente, mas o simples fato de ele existir já lhe proporciona satisfação. No caso do atributo ambiental ser o ar, diz-se que um indivíduo pode até não respirar um ar límpido e puro, mas o simples fato de saber que existe algum lugar onde isso é possível, já lhe dá satisfação.

Existem diversos métodos de valoração ambiental, que podem ser classificados em dois grupos. Os métodos que estudam o valor do recurso através das funções de demanda e os que estudam a valoração ambiental através das funções de produção. No presente trabalho, serão utilizados os métodos que analisam a valoração ambiental pelo lado da oferta.

## **Método Indireto da Produtividade Marginal**

Os métodos de função de produção (indiretos) utilizam os preços de mercado do bem para estimar o valor do insumo ambiental. Através de variações nos preços dos bens (que utilizam o recurso ambiental como insumo) ou variação nos preços dos insumos substitutos, pode-se estimar o preço (valor) do atributo ambiental pelos preços-sombra. A partir do preço do recurso natural, podem-se calcular os benefícios e custos da sua utilização.

Os métodos de valoração de função de produção derivam o valor do recurso ambiental pela sua contribuição como insumo na produção de um bem, isto é, o impacto do uso do recurso ambiental na atividade econômica. É possível calcular, via função de produção do bem, quanto variou a produção de acordo com as variações nos fatores de produção. Para explicar matematicamente este método será utilizada a abordagem de Serôa da Motta (1997).

Supondo a função de produção de C, tal que:

$$C = f(X, R)$$

Onde X é um conjunto de insumos formado por bem e serviços privados e R representa um bem ou serviço ambiental gerado por um atributo ambiental que é utilizado gratuitamente (como é o caso do ar) o que significa que o preço de mercado do R é zero.

Se  $P_c$  e  $P_x$  são os preços, respectivamente, do produto final C e do insumo X, a função lucro ( $\pi$ ) na produção de C seria:

$$\pi = P_c \cdot C - P_x \cdot X - P_r \cdot R = P_c \cdot f(X, R) - P_x \cdot X$$

O lucro é em função de preço e quantidade de C. Para se estimar um preço para o atributo ambiental R, basta saber quanto varia o lucro quando varia apenas o R. Para isso será considerado que a variação no lucro quando varia X é zero conforme fórmulas abaixo, dado que nem a disponibilidade, nem o preço de X variam:

$$\partial \pi / \partial X = P_c \cdot \partial f / \partial X - P_x = 0$$

$$\partial \pi / \partial R = P_c \cdot \partial f / \partial R$$

Para saber qual é o valor do atributo ambiental R basta saber quanto que a produção de C variou quando variou a disponibilidade de R. Essa variação no lucro, dado o preço de C que é conhecido, pode ser considerado como o valor do recurso ambiental R.

Este método possui algumas desvantagens, tais como:

- Os métodos indiretos subestimam o valor do recurso ambiental quando os valores de opção e existência são significativos;
- No método de produtividade marginal o valor do recurso enquanto insumo somente reflete as variações na produção de C quando seu uso é direto e indireto
- O aumento significativo do preço  $P_x$  induz valores equivocados de R enquanto variação do bem-estar, supervalorizando ou subestimando-o.

## **Produção Sacrificada**

*“Técnica da produção sacrificada: Mede o dano ambiental a partir da perda de produção por ele causada. Por exemplo, o custo da poluição da água é pelo menos*



*equivalente à perda de recursos pesqueiros decorrentes do vazamento de efluentes em rios, lagoas ou baías.” (Feijó et al. 2001, p.332)*

Neste estudo, o valor do ar será estimado levando em consideração os efeitos do ar poluído sobre a saúde humana. Dentre eles estão as internações hospitalares, os dias de trabalho perdidos considerando os efeitos da poluição sobre a morbidade apenas. Quando as pessoas aumentam os seus gastos com as internações hospitalares ou perdem-se dias de trabalho devido a mal estar, há uma produção sacrificada que poderia ser evitada.

Ao invés de se gastar em hospitais, podia-se estar investindo numa atividade produtiva ou no aumento do bem estar. Ao invés de se perder um dia de trabalho, podia-se estar produzindo. É dentro deste contexto, que o será mensurado o custo da poluição do ar.

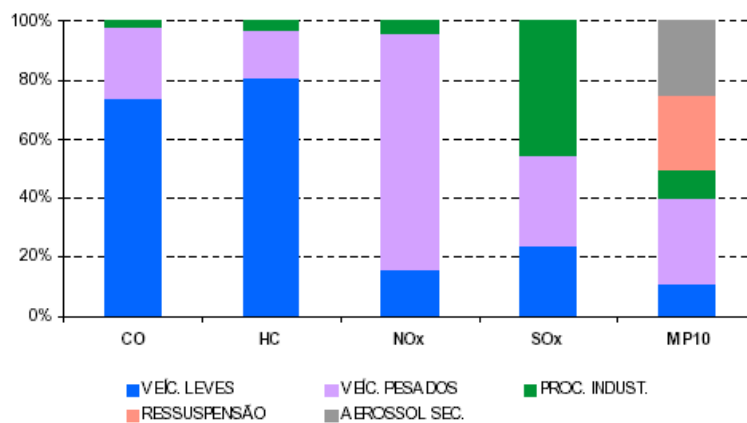
A perda de qualidade de vida representada pelo aumento da morbidade depende da concentração de MP<sub>10</sub> na atmosfera. A seção abaixo expõe a concentração atual de MP<sub>10</sub> proveniente dos ônibus urbanos.

### III - Concentração dos principais poluentes

Nos grandes centros urbanos as principais fontes de poluição do ar são os veículos automotores e outras fontes móveis; os processos industriais de extração e transformação; os processos de geração de calor industrial, a queima de resíduos, e as operações de transporte, estocagem e transferência de combustíveis e outros produtos voláteis.

No gráfico 3 é feita a divisão dos poluentes pelas fontes emissoras na RMSP. Pode-se observar que os veículos pesados emitem um percentual significativo de Material Particulado, Óxidos de Nitrogênio e Óxidos de Enxofre.

**Gráfico 3: Emissões relativas de poluentes por tipo de fonte**



Fonte: CETESB 2005 - Relatório da Qualidade do Ar

Na tabela 1 é dado o quanto que cada fonte contribui para a poluição do ar na RMSP. As fontes são separadas em fontes móveis e fixas, com destaque para as emissões dos veículos a diesel. Observa-se que os veículos a diesel emitem a maior parcela de MP<sub>10</sub> entre as fontes móveis.

**Tabela 1: Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP em 2004**

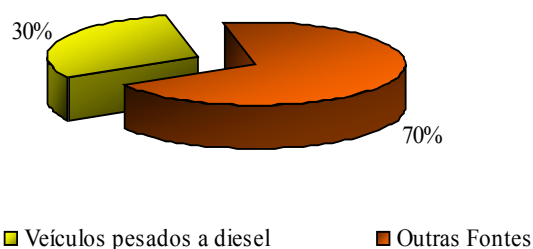
FONTE DE EMISSÃO		POLUENTES (%)					
		CO	HC	NO <sub>x</sub>	So <sub>x</sub>	MP <sub>10</sub> <sup>1</sup>	
M Ó V E I S	Tubo de escapamento de veículos	Gasolina C <sup>1</sup>	46,5	20,6	12,3	21,4	9,6
		Álcool	12,5	5,8	3,5	-	-
		<b>Diesel<sup>2</sup></b>	<b>23,7</b>	<b>16,2</b>	<b>79,8</b>	<b>31,4</b>	<b>29</b>
		Táxi	0,1	0,1	0,1	0,8	0,2
		Motocicleta e similares	15	8,5	0,4	1,3	1,2
	Cárter e evaporativa	Gasolina C	-	33,5	-	-	-
		Álcool	-	4,3	-	-	-
		Motocicleta e similares	-	5	-	-	-
	Operações de transferência de combustível	Gasolina C	-	2,9	-	-	-
		Álcool	-	0,1	-	-	-
F I X A S	Operação de Processo Industrial (1990)	2,2	3	3,8	45,1	10	
	Ressuspensão de partículas	-	-	-	-	25	
	Aerossóis secundários	-	-	-	-	25	
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

1 - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis. A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre veículos a gasolina e diesel de acordo com os dados de emissão disponíveis (tabela 1).

Fonte: CETESB 2005 – Relatório da Qualidade do ar

Baseado no gráfico 3 e na tabela 1, percebe-se que os veículos a diesel são responsáveis por, em média, 30% da concentração de MP<sub>10</sub>.

**Gráfico 4: Concentração de MP10 na RMSP em 2004**



Fonte: Elaboração própria a partir de CETESB 2005.

### **Concentração de MP<sub>10</sub>**

Para se estimar o dano social e econômico gerado devido a elevada concentração de MP<sub>10</sub>, é necessário estimar o quanto da concentração deste poluente é oriundo dos ônibus urbanos. Pelo gráfico acima sabe-se que os veículos a diesel são responsáveis por 30% da concentração de MP<sub>10</sub>, mas queremos isolar deste grupo os ônibus urbanos. Para tanto será utilizada uma relação entre emissões e concentração. A relação entre concentração e emissão é complexa e em si mesma exige um trabalho de pesquisa. Como uma primeira simplificação, neste trabalho será assumida uma correlação linear e proporcional entre as variáveis emissão e concentração. Ou seja, a concentração de MP<sub>10</sub> vai reduzir na mesma proporção que a emissão do poluente.

A frota de veículos a diesel na RMSP é composta por ônibus, micro-ônibus, caminhonetes e caminhões como pode ser detalhado na tabela 2.

**Tabela 2: Caracterização da frota a diesel**

Regiões ou Municípios	ônibus	micro-ônibus	caminhões	caminhonetes
<b>RMSP</b>	45.187	29.320	213.008	554.320
<b>São Paulo</b>	33.570	26.426	118.254	435.501
<b>Campinas</b>	3.053	2.243	12.287	41.509
<b>Sorocaba</b>	1.026	815	5.634	17.332
<b>Estado de São Paulo</b>	94.358	48.367	458.429	1.238.087

Fonte: Colombo, 2002

Todos os tipos de veículos destacados na tabela acima são responsáveis pela concentração de  $11,4\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CETESB 2005). Para a análise do custo gerado pelas emissões e, conseqüentemente, da concentração, será necessário saber o quanto da concentração total de  $\text{MP}_{10}$  deve-se aos ônibus urbanos.

Para isso, será feita uma aproximação com o consumo de diesel supondo que a quantidade emitida pelos ônibus urbanos seja linearmente proporcional à quantidade consumida de diesel. Sabe-se que o total de diesel consumido na RMSP é de 2,7 bilhões de litros (Branco, 2004) e que os ônibus urbanos consomem um total aproximado de 1,5 bilhões (ver tabela 6), ou seja, 56% do total de diesel consumido pelo setor de transportes na RMSP.

**Tabela 3: Consumo de diesel pelos ônibus urbanos na RMSP por ano**

Distância percorrida em km	80.000	Sarkosy <i>et a</i> , 2005.
Autonomia dos ônibus (km/l)	2,40	
Consumo por ônibus	33.333	Monteiro, 1998
Consumo de diesel pelos ônibus urbanos	1.506.233.333	

Assim, se os veículos movidos a diesel são responsáveis por uma concentração de  $11,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ , os ônibus urbanos, que consomem 56% do diesel total consumido pelo setor de transporte, são responsáveis por uma concentração de  $6,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### III – Morbidade Evitada

Nesta seção será estimado qual seria o impacto na morbidade caso a poluição do ar pelo  $\text{MP}_{10}$  fosse reduzida. Para calcular o quanto poderia ser esse ganho será utilizada a metodologia desenvolvida pelo Banco Mundial por Lvovsky (2000), sintetizada pela fórmula abaixo:

$$\Delta S = b * \Delta C * P$$

Em que  $\Delta S$  é a o impacto na saúde,  $b$  é a função dose-resposta,  $\Delta C$  é a variação na concentração do poluente  $\text{MP}_{10}$  e  $P$  é a população exposta a tal concentração.

#### **Internações por problemas do Aparelho Respiratório**

Conforme Lvovsky (2000), o parâmetro  $b$  é igual a 0,000012, significando o quanto das internações hospitalares é devido a concentração de  $\text{MP}_{10}$ . Essa relação exprime para cada  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentração, ocorrem 0,000012 internações por problema respiratório. A variação na concentração já foi calculada anteriormente e é igual a  $6,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Por fim, a população exposta é a da RMSP equivalente a, aproximadamente, 17.000.000 (CETESB, 2005).

Seguindo essa metodologia, é possível chegar ao resultado de 1.306 internações ( $\Delta S$ ). Multiplicando esse número de internações pelo custo médio de cada internação (DATASUS, 2005), chega-se ao custo médio de R\$751.076,86.

**Tabela 4: Impacto nas Internações Hospitalares na RMSP**

<b>Redução na Concentração</b>		
6,4		
<b>Redução nas internações</b>	<b>Custo por internação</b>	<b>Custo</b>
1.306	575,27	R\$ 751.076,86

Fonte: Elaboração própria a partir de DATASUS (2005) e Serôa da Motta *et al* (2000)

### **Dias de Trabalho Perdidos**

Dias de trabalho perdidos são aqueles em que as pessoas não puderam comparecer aos seus postos de trabalho por problemas relacionados à poluição excessiva. Os problemas variam desde indisposições até internações por problemas cardiovasculares ou do aparelho respiratório. Ao irem aos consultórios médicos ou ao serem internadas, as pessoas sacrificam dias de trabalho que poderiam gerar rendimentos. Isso representa um custo à sociedade, que deixa de gerar uma produção por problemas de saúde associados à poluição do ar.

A metodologia desenvolvida pelo Banco Mundial, por Lvovsky (2000), permite estimar quanto que esses dias perdidos são decorrentes da concentração elevada de  $MP_{10}$ . Para tanto é aplicada a mesma fórmula da seção anterior, mas com o parâmetro  $b$  igual a 0,0575.

Na tabela abaixo segue o custo estimado de dias perdidos dada uma concentração de  $6,4\mu g/m^3$ . O custo estimado por dia de trabalho perdido foi calculado com base no rendimento médio mensal de R\$2.551,28 (Serôa da Motta *et al* 2000).<sup>1</sup> Dividindo esse valor por 30, chega-se a um rendimento médio diário de R\$85,04. Para calcular o custo associado à redução nos dias perdidos, basta multiplicar 6.256.000 dias vezes R\$85,04 chegando a um montante de R\$532.027.611,91 para o ano de 2004.

**Tabela 5: Impacto no custo dos dias perdidos na RMSP**

<b>Concentração</b>		
6,4		
<b>Dias perdidos</b>	<b>Custo por dia perdido</b>	<b>Custo</b>
6.256.000	85,04	R\$ 532.027.611,91

Fonte: Elaboração própria a partir de DATASUS (2005) e Serôa da Motta *et al* (2000)

Nota-se que o número de dias perdidos é bem maior que o de internações, pois muitas pessoas deixam de comparecer aos postos de trabalho por problemas respiratórios, mas não necessariamente são internadas por isso.

Levando em consideração apenas esses dois impactos na morbidade, internações por doenças do aparelho respiratório e dias de atividade perdidos, estima-se um custo da ordem de R\$511.967.021,24 com as morbidades.

<sup>1</sup> Não houve preocupação em reajustar o valor do rendimento médio visto que o PIB per capita de 1997, usado por Serôa da Motta *et al* (2000), é praticamente idêntico ao de 2003, última informação oficial das Contas Nacionais Brasileiras disponível à época de conclusão deste trabalho.

Existem outras formas de morbidade que poderiam ser aplicadas neste trabalho, no entanto, opinou-se por utilizar apenas essas duas por serem as mais expressivas e pela razoável disponibilidade de dados estatísticos referentes a elas.

## **Conclusão**

É importante salientar as diversas limitações deste estudo. Em primeiro lugar, deve-se dizer que a relação linear entre emissões e poluição, assumida neste trabalho, é bastante questionável. Modelos mais sofisticados de dispersão de poluentes, levando em consideração outras variáveis, como vento, temperatura, relevo, etc., são necessários para estimativas mais acuradas dos efeitos sobre a saúde humana causada por um determinado poluente atmosférico.

Outro aspecto que necessita uma análise mais cuidadosa é a estimativa da população afetada pelas emissões. Tal como no caso anterior, é necessária uma modelagem mais sofisticada para tal estimativa.

É importante ressaltar que a metodologia desenvolvida pelo Banco Mundial oferece um referencial da magnitude do dano, sendo uma aproximação. Ela não reflete fielmente a realidade do Brasil, pois os estudos epidemiológicos geradores das funções doses-resposta (coeficientes b) foram realizados em outros países com outras condições climáticas diferentes das do Brasil. No entanto, diversas regiões adotam esta metodologia como forma de estimar o dano gerado pela degradação do ar pela sua facilidade de manuseio e pelos seus resultados satisfatórios apesar de aproximados.

Uma questão bastante complicada refere-se à utilização de coeficientes técnicos de emissão constantes para os veículos a diesel. As crescentes pressões ambientais induzem ao aprimoramento tecnológico constante na performance dos motores, e é bastante provável que uma nova geração de motores a diesel seja bem menos poluente do que a atual, reduzindo o volume de emissão de material particulado e outros contaminantes.

Apesar das limitações deste artigo, é possível observar que a perda social e econômica gerada pela degradação do ar na RMSP é significativa chegando a mais de 500 milhões de reais por ano. Considerando que apenas a morbidade foi calculada e que todos os impactos sobre a mortalidade prematura foram desconsiderados, pode-se concluir que a questão da melhoria da qualidade do ar deve ser prioridade no desenvolvimento de novas políticas. As políticas públicas deveriam ser voltar para a conversão dos veículos pesados para o GNV que emite menos poluentes que o diesel.

## Bibliografia:

- ADTP (Agência de Desenvolvimento Tietê – Paraná). **GNV só tende a crescer**. São Paulo. 2005. Disponível em <http://www.adtp.org.br/artigo.php?idartigo=97> acessado em 29/04/2005.
- AEA 2005. Associação Brasileira de Engenharia Automotiva. Combustíveis, lubrificantes e aditivos: Panorama automotivo do Brasil. **Gás Natural expandindo o uso no Mercado Automotivo**. São Paulo. 2005. 40 p. Disponível em [http://www.aea.org.br/docs/seminarios2005/combustiveis/05\\_Oswaldo\\_C\\_Filho.pdf](http://www.aea.org.br/docs/seminarios2005/combustiveis/05_Oswaldo_C_Filho.pdf) acessado em 03/05/2005.
- \_\_\_\_\_. **Evolução dos Combustíveis alternativos no Brasil**. São Paulo. 2005. 49p. Disponível em [http://www.aea.org.br/docs/seminarios2005/combustiveis/02\\_Ricardo\\_Dornelles.pdf](http://www.aea.org.br/docs/seminarios2005/combustiveis/02_Ricardo_Dornelles.pdf) acessado em 03/05/2005.
- AHOUISSOUSSI, N. B. C. WETZSTEIN, M. E. A comparative cost analysis of biodiesel, compressed natural gas, methanol, and diesel for transit bus systems. **Resources and Energy Economics**. Volume 20, número 1, p. 1-15. Março 1998.
- ANP 2003. **Gás Natural Veicular, mercado em expansão**. Superintendência de Comercialização e Movimentação de Gás Natural. Agosto de 2003. Acessado em 04/10/2004. Disponível em [www.anp.gov.br/doc/gas/nota\\_tec\\_023.PDF](http://www.anp.gov.br/doc/gas/nota_tec_023.PDF)
- ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos). **Custo da energia e da tarifa**. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em [http://www.antp.org.br/semana\\_antp/noticia35.htm](http://www.antp.org.br/semana_antp/noticia35.htm) acessado em 14/05/2005.
- AWAZU, L. **A utilização do gás natural no transporte coletivo nas regiões metropolitanas de São Paulo**. In: Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. Comissão de Serviços e Obras Públicas. 2003.
- BALDASSARRI, L. T. BATTISTELLI, C. L. CONTI, L. CREBELLI, R. BERARDIS, B. D. IAMICELI A, L. GAMBINO, M. IANNACCONE, S. Evaluation of emission toxicity of urban bus engines: Compressed natural gas and comparison with liquid fuels. **Science of The Total Environment**. 2005
- BEER, T. GRANT, T. WATSON, H. Fuel-cycle greenhouse gas emissions from alternative fuels in Australian heavy vehicles. **Atmospheric Environment**. Volume 36, número 4, p. 753-763. Fevereiro 2002.
- BIBLIOTECA VIRTUAL DE ENGENHARIA DO PETRÓLEO. **Notícias**. Unicamp. São Paulo. 2004. Disponível em [http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE54/out\\_25\\_1.htm](http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE54/out_25_1.htm) acessado em 14/05/2005.
- BRANCO. G. M. **Benefícios Ambientais da Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso**. Gestão da Qualidade do Ar: Benefícios para a Saúde Pública e Mudanças Climáticas. Iniciativa do Ar Limpo para a América Latina e Caribe. São Paulo. Julho. 2004. Acessado em 27/07/2005 disponível em: [http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/noticias/sec/meio\\_ambiente/2004/Gabriel-Murgel\\_Branco\\_port\\_beneficios\\_ambientais\\_do\\_IM.pdf](http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/noticias/sec/meio_ambiente/2004/Gabriel-Murgel_Branco_port_beneficios_ambientais_do_IM.pdf)
- \_\_\_\_\_. **Impacto Ambiental da Frota Diesel até 2030. Estudo de Caso: RMSP**. 3º Seminário Internacional AFEEVAS. Brasília. Junho. 2004
- \_\_\_\_\_. **Impacto ambiental das emissões dos veículos pesados**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por [vivian.macknight@gmail.com](mailto:vivian.macknight@gmail.com) em 27 de Julho de 2005.
- CASELLI, B.C., CAMPOS, J.O.K., SEQUEIRA, K.B.F., MARTINS, N. O futuro do GNV no Brasil. **Firjan**, março 2004. disponível em <http://www.firjan.org.br/notas/media/Gnv.pdf> acessado em 13/04/2005.
- CELIS, F. ARAGÃO, J.J.C. **"Identificação e priorização das necessidades de informação de transporte urbano de passageiros para a montagem de um sistema de inteligência estratégica"**. In: **Anais Eletrônicos do XI Congresso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano**.

- CLATPU, La Habana, 2001. Disponível em <http://www.reset.coppe.ufrj.br/portugues/frame.html> Acessado em 28/04/2005.
- CETESB. **Ar: Emissão Veicular.** acessado em 11/08/2005 disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/introducao2.asp> (2005)
- \_\_\_\_\_. **Ar: Relatórios.** Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo – 2004. disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/relatorios/relatorios.asp> acessado em 09/11/2005.
- \_\_\_\_\_. **Caracterização das Estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar na RMSP.** Estação Cerqueira César. São Paulo. Abril. 2005
- COHEN, J. T. Diesel vs. compressed natural gas for school buses: a cost-effectiveness evaluation of alternative fuels. **Energy Policy.** Volume 33, número 13, p. 1709-1722. Setembro 2005.
- COLOMBO, O. F. As possibilidades da evolução do uso do gás natural como combustível veicular no Brasil. ABGNV 2002. Acessado em 10/01/2006. Disponível em [www.gasenergia.com.br/portage/port/te/download/possibilidades\\_p1.pdf](http://www.gasenergia.com.br/portage/port/te/download/possibilidades_p1.pdf)
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução 003/1990.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html> acessado em 10/11/2005.
- CONPET (Programa Nacional da Racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural). **Projetos.** 2004. Disponível em <http://www.conpet.gov.br/projetos/onibus.php?segmento=corporativo> acessado em 14/05/2005.
- \_\_\_\_\_. Projetos e Parcerias. Projetos. Projeto Economizar. Conheça os projetos do CONPET. **Projeto Ônibus a gás.** Acessado em 15/01/2006. Disponível em <http://www.conpet.gov.br/projetos/onibus.php?segmento=corporativo>
- \_\_\_\_\_. Projetos e Parcerias. Projetos. **Projeto Economizar.** Acessado em 15/01/2006. Disponível em [http://www.conpet.gov.br/projetos/economizar\\_01.php?segmento=corporativo](http://www.conpet.gov.br/projetos/economizar_01.php?segmento=corporativo)
- CUNHA, O. F. Financiamento no Transporte Público no Brasil. NTU. 2002.
- CTgás (Centro de Tecnologia do gás) 2006. Informações. Notícias. **AEA aposta no uso do gás natural em veículos.** Acessado em 16/01/2006. Disponível em <http://www.ctgas.com.br/template02.asp?parametro=6389>
- Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE) 2005. Clean Cities Program. **EPAct and Clean Cities: What is connection?** Acessado em 04/10/2004. Disponível em <http://www.eere.energy.gov/cleancities/pdfs/35899.pdf>
- FEIJÓ, C. A. *et al.* **Contabilidade Social: O novo sistema de contas nacionais de Brasil.** Rio de Janeiro. Editora Campus. 2001.
- FILHO, O.C. **O GNV no mundo.** ABGNV (Associação Brasileira de Gás Natural Veicular). Rio de Janeiro. 2005. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/gnv.html> acessado em 14/05/2005.
- FOSS M.M. Global Natural Gas issues and challenges: A commentary. (column). **The Energy Journal.** Volume 26 número 2. p. 111. Março 2005.
- GASNET. **Entendendo o GNV.** Rio de Janeiro. 2005. Disponível em [http://www.gasnet.com.br/gasnet\\_br/gnv/entendendognv.asp](http://www.gasnet.com.br/gasnet_br/gnv/entendendognv.asp) acessado em 14/05/2005.
- GHOSE, M. K. BANERJEE, S. K. Assessment of the impacts of vehicular emissions on urban air quality and its management in Indian context: the case of Kolkata (Calcutta). **Environmental Science & Policy.** Volume 7, número 4, p. 345-351. Agosto, 2004.
- GOYAL, P. Present scenario of air quality in Delhi: a case study of CNG implementation. **Atmospheric Environment,** Volume 37, número 38, p. 5423-5431. Dezembro 2003.
- HEKKERT, M.P. HENDRIKS, F.H.J.F. FAAIJ, A.P.C. NEELIS, M. Natural gas as an alternative to crude oil in automotive fuel chains well-to-wheel analysis and transition strategy development. **Energy Policy.** Volume 33, numero 5, p. 579-594 Março 2005.

- IBGE 2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sumário das tabelas disponíveis**. Acessado em 22/11/2005. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme\\_nova/defaulttab\\_hist.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/defaulttab_hist.shtm)
- \_\_\_\_\_. 2005. **Pesquisa Mensal de Emprego**. Acessado em 22/11/2005 Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme\\_nova/defaulttab\\_hist.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/defaulttab_hist.shtm)
- IANGV BIENNIAL CONGRESS AND EXHIBITION – NGV 2004. IX, 2004. Buenos Aires. **Clean Transportation for a Livable World “Gas Buses in a Sub-Tropical City”**. Brisbane City Council. Austrália. Acessado em 09/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>
- \_\_\_\_\_. **Diffusion of Natural Gas Vehicles in Italy**. NGV System Italy. Italian Consortium on Natural Gas Vehicles. Acessado em 09/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>
- \_\_\_\_\_. **With perhaps the best economic case for NGVs in the world, how is it that the UK has so few?** Roy James. Managing Director of Chive Fuels Limited Chairman of the UK NGVA. Acessado em 09/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>
- \_\_\_\_\_. **Economic and Financial Issues**. Capítulo 4. Pág 12. Acessado em 09/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>
- \_\_\_\_\_. **Development of CNG Distribution Infrastructure in Delhi**. Indraprastha Gas Limited. Mr. A.K. De, Managing Director. Acessado em 09/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>
- \_\_\_\_\_. **Argentina: Regulatory Experience and the NGV Development in Argentina**. Acessado em 13/01/2006. Disponível em <http://www.iangv.org/jaytech/default.php?PageID=42>
- IPEADATA, 2005. **Dados Macroeconômicos**. Câmbio. Taxa de Câmbio anual. Acessado em 28/12/2005. Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?1098357203>
- JOHANSSON, B. The economy of alternative fuels when including the cost of air pollution. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. Volume 4, número 2, p. 91-108. Março 1999.
- KARLSTROM, M. Local environmental benefits of fuel cell buses - case study. **Journal of Cleaner Production**. Volume 13. número 7, p. 679-685, 2005.
- LOUREIRO, L. N. **Panorâmica sobre Emissões Atmosféricas. Estudo de caso: Avaliação do inventário emissões atmosféricas da região metropolitana do Rio de Janeiro para fontes móveis**. 2005. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- LVOVSKY, Kseniya *et. Al.* (2000). **Environmental Costs of Fossil Fuels**. Paper nº 78 da Pollution Management Series. Banco Mundial. Acessado em 07/07/2005. Disponível em <http://lnweb18.worldbank.org/SAR/sa.nsf/Countries/India/729C363672AE053E85256C23007ACF62?OpenDocument>
- MENDES, A. P. F. **Uma avaliação do impacto ambiental no Brasil: Poluição do ar e mortalidade**. 1993. Dissertação de mestrado em Planejamento Energético. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema Único de Saúde**. Morbidade Hospitalar do SUS - por local de internação - São Paulo. Acessado em 22/11/2005. Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/misp.def>
- MONTEIRO, A. G. **Estratégia de redução de emissões de poluentes no setor de transportes por meio da substituição modal na Região Metropolitana de São Paulo**. 1998. 187p. Dissertação de mestrado em Planejamento Energético. COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Acessado em 02/01/2006. disponível em [www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/amonteiro.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/amonteiro.pdf)
- NATURAL GAS VEHICLES COALITION (NGVC) 2005. **About NGVs**. Acessado em 13/01/2006. Disponível em <http://www.ngvc.org/ngv/ngvc.nsf/bytitle/fastfacts.htm>



- NTU (Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano). Utilização do gás natural no transporte público urbano. **Relatório**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <http://www.ntu.org.br/publicacoes/gnv.pdf>. acessado em 13/04/2005.
- OLIVEIRA, J. A. J. **A Utilização de Cenários Normativos para formulação de Políticas Públicas: A adoção do gás natural veicular – GNV no sistema de transporte público por ônibus no município de Fortaleza**. 2005. 368p. Tese de Doutorado em Engenharia dos Transportes. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ORTIZ, R. A. **Valoração Econômica Ambiental. Economia do Meio Ambiente**. Cap. 3. Ed Campus. Rio de Janeiro. 2003
- PAPAGIANNAKIS, R.G.; HOUNTALAS, D.T. Combustion and exhaust emission characteristics of a dual fuel compression ignition engine operated with pilot Diesel fuel and natural gas. **Energy Conversion and Management**. Boston. Volume 45, número 18-19, p. 2971-2987, fevereiro 2004.
- PASCOLI, S. FEMIA, A. LUZZATI, T. **Natural gas, cars and the environment. A (relatively) ‘clean’ and cheap fuel looking for users**. Ecological Economics. Volume 38, número 2, p. 179-189. Agosto 2001.
- PEARCE, 1998. Valuing Statistical Lives *in* **Planejamento e Políticas Públicas**. IPEA. Dezembro de 1998. número 18. p. 71.
- PERMAN, R et al. **Natural Resource and Environmental Economics**. Ed. Pearson. 3ª Edição. 2003.
- PGE 2004. Pacific Gas and Electric Company. **Tell me more about natural gas. Natural gas vehicles**. Acessado em 04/10/2004. Disponível em [http://www.pge.com/microsite/safety\\_esw\\_ngsw/ngsw/more/vehicles.html](http://www.pge.com/microsite/safety_esw_ngsw/ngsw/more/vehicles.html)
- RABL, A. Environmental benefits of natural gas for buses. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**. Volume 7, número 6, p. 391-405. Novembro 2002.
- REDE GÁS ENERGIA (RGE). **Re: custo de conversão de um ônibus**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por [vivian.macknight@gmail.com](mailto:vivian.macknight@gmail.com) em 19 de Janeiro de 2006.
- SARKOSY, A., FONSECA, D. J. ROCHA, P. R. L. **A trocalização como indutora da qualidade ambiental**. Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A – EMTU/SP 2005. Acessado em 10/01/2006. Disponível em [www.stm.sp.gov.br/artigos\\_tecnicos/022.pdf](http://www.stm.sp.gov.br/artigos_tecnicos/022.pdf)
- SAUER, I. **Projeto para substituir frotas de ônibus por veículos a gás ainda não saiu do papel**. Globo Online. Acessado em 10/10/2004. disponível em [http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE54/out\\_25\\_1.htm](http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE54/out_25_1.htm)
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ar, PCPV**. São Paulo. acessado em 10/08/2005 disponível em [http://www.ambiente.sp.gov.br/relatorio\\_ambiental/2004\\_2005/3\\_ar.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/relatorio_ambiental/2004_2005/3_ar.pdf)
- SEROA DA MOTTA, R. da. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. IPEA/MMA/PNUD/CNPq. Rio de Janeiro, 1997.
- \_\_\_\_\_; Ortiz, R. and Freitas, S. **Health and economic values for mortality and morbidity cases associated with air pollution in Brazil**, in: Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation, OECD/RFF, Paris, 2000.
- \_\_\_\_\_. YOUNG, C. E. F. Projeto Instrumentos Econômicos para a Gestão Ambiental. **Relatório Final**. Rio de Janeiro. Dezembro. 1997
- SILVA, C. S. **Um Panorama sobre os desafios do uso de GNV em veículos pesados: Um relato a partir da conferência mundial de GNV 2004 – Buenos Aires, 26 a 28 de outubro de 2004**. Acessado em 15/01/2006. Disponível em [http://www.gasnet.com.br/novidades/novidades\\_view2.asp?cod=441](http://www.gasnet.com.br/novidades/novidades_view2.asp?cod=441)
- SIMPÓSIO DE ESPECIALISTAS EM PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO E EXPANSÃO ELÉTRICA. IX. 2004. Rio de Janeiro. **Geração distribuída através de veículos elétricos**

- híbridos.** Rio de Janeiro. UERJ. 2004. 6 p. Disponível em <http://www.inee.org.br/download/PortalVE/GDVEHixsepopo.pdf> acessado em 04/05/2005.
- SIVIERI, R. O Futuro do GNV. **CEGÁS** (Companhia de gás do Ceará). 26/12/2005. Entrevista concedida à Cristiane Ramos. Acessado em 15/01/2006. Disponível em [http://www.cegas.com.br/notdetalhes.asp?Art\\_ID=203](http://www.cegas.com.br/notdetalhes.asp?Art_ID=203)
- SUS, 2005. **Datasus. Morbidade.** Acessado em 19/10/2005. Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/miSP.def>
- SZWARCFITER, L. **Opções para o aprimoramento do controle de emissões de poluentes atmosféricos por veículos leves no Brasil: Uma avaliação do potencial de programas de inspeção e manutenção e de renovação acelerada da frota.** 2004. Dissertação de mestrado em Planejamento Energético. COOPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, L.M. Ônibus, vans ou automóveis? Por uma utilização do GNV nos centros urbanos. Possibilidades de utilização do GNV no transporte público Urbano. **Rio Ônibus.** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html> acessado em 10/11/2005
- U.S.DEPARTMENT OF LABOR - BUREAU OF LABOR STATISTICS. 2005. **Inflation & Consumer Spending. Inflation Calculator.** Acessado em 28/12/2005. disponível em <http://www.bls.gov/>
- V Encontro Brasileiro dos Profissionais do Gás. 17 de junho de 2004. São Paulo. Roberto Brederode Sihler. Secretaria Municipal dos Transportes. Prefeitura de São Paulo. SP Trans.
- \_\_\_\_\_. Vantagens Ambientais na Substituição dos ônibus urbanos diesel por GNV. Renato Linke. CETESB.