

ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL POR GÁS NATURAL VEICULAR EM ÔNIBUS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

*COST-BENEFIT ANALYSIS OF FUEL SUBSTITUTION FROM DIESEL TO
NATURAL GAS IN URBAN BUSES IN SAO PAULO METROPOLITAN
REGION*

Vivian Mac Knight

Economista pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestre em Planejamento Energético pela UFRJ. Desde 2006, atua como pesquisadora em economia dos recursos naturais nos grupos de pesquisa Gema/IE/UFRJ e Lima/Coppe/UFRJ.

Av. Pedro Calmon, 550 – Rio de Janeiro – RJ – CEP 21941-901

E-mail: vivian.macknight@gmail.com

Carlos Eduardo Frickmann Young

Professor-associado do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde coordena o Grupo de Economia do Meio Ambiente (Gema). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial –

Av. Pasteur, 250 – Botafogo – Rio de Janeiro – RJ – CEP 22290-240

E-mail: carloseduardoyoung@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta uma análise do custo-benefício ambiental de um hipotético projeto de conversão dos ônibus urbanos de diesel para gás natural veicular (GNV) na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Para calcular os benefícios gerados pela melhoria na qualidade do ar na RMSP, técnicas de valoração de recursos ambientais foram usadas para estimar os benefícios sociais alcançados pela redução da concentração de material particulado (PM_{10}). Os custos considerados foram os das conversões dos veículos de diesel em GNV. Os resultados alcançados mostram que os benefícios sociais do projeto são consideravelmente maiores que os custos de conversão, indicando que sua execução contribuiria significativamente para o bem-estar da população afetada.

Palavras-chave: Valoração ambiental; Poluição do ar; Gás natural veicular.

Abstract

This paper presents a cost-benefit analysis of a hypothetical project for converting urban diesel buses into compressed natural gas (CNG) in the Metropolitan Region of São Paulo (MRSP). Environmental valuation techniques were used to estimate the benefits of the air quality improvement due to fuel switch, due to the reduction of particulate matter (PM_{10}) concentration. The costs of the project were calculated by the costs of converting diesel buses into CNG. The results show that the social benefits from the project largely exceed the conversion costs, thus indicating that it would contribute significantly to the welfare of the affected population.

Keywords: Environmental valuation; Air pollution; Compressed natural gas.

1

INTRODUÇÃO

A crescente importância atribuída à degradação ambiental e a preocupação em não extinguir os recursos naturais para as gerações futuras vêm aumentando a necessidade de estudos técnicos na área de Economia Ambiental com o objetivo de valorar monetariamente tais recursos. Este é um momento de conscientização mundial sobre a importância desses recursos e de sua preservação, em que a contextualização está relacionada ao desenvolvimento sustentável, uma vez que não é preciso degradar para atender às necessidades humanas.

A Economia Ambiental se desenvolve por meio 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.

O trabalho é desenvolvido com base na metodologia de análise custo-benefício das conversões dos veículos pesados em GNV.

2

ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

Para comparar os custos com os benefícios da conversão, é preciso defini-los com clareza. Os custos serão associados à conversão dos veículos; os benefícios serão estimados por meio do ganho de produtividade caso a poluição do ar seja reduzida.

■ 2.1 Custos de conversão

Atualmente, o custo de um ônibus novo a gás chega a ser 30% a mais que um ônibus a diesel (NTU, 2004), mas existem estudos (COHEN, 2005) que provam que o custo de produção de um ônibus a gás pode se tornar menor se esses veículos forem produzidos no mesmo volume que os ônibus a diesel. No Brasil, o preço unitário de um novo ônibus a gás já chegou a custar 250 mil reais desde que fossem compradas 500 unidades (SAUER, 2004).

Os valores dos *kits* variam de acordo com as especificações técnicas que eles atendem; os equipados com tecnologia avançada como controle eletrônico e catalisadores são mais caros e atendem a padrões melhores que o Euro V. No entanto, essas especificações ainda não são obrigatórias no Brasil, o que faz o custo das conversões ser mais baixo, mas, em geral, não se utilizam tecnologias tão limpas (BRANCO, 2005).

Pode-se assumir que o custo de conversão atualmente fica entre R\$ 22.000,00 e R\$ 27.000,00 por veículo. Para trabalhar com uma margem de segurança conservadora, vai ser utilizado como custo de conversão o valor superior a R\$ 27.000,00, o que multiplicado pela frota de 45.000 veículos dá um total de R\$ 1.215.000.000,00.

Como forma de simplificação, supôs-se que os custos operacionais com a frota de ônibus após a conversão (especialmente combustível e manutenção) não sejam muito diferentes dos custos com os veículos a diesel, e foi negligenciada a necessidade de investimentos em infraestrutura para aumentar a rede de abastecimento de GNV.

É importante ressaltar que o GNV enfrenta dificuldades para ser utilizado em grande escala pelos veículos a diesel, sobretudo pelo elevado risco tecnológico da conversão. Os motores do ciclo diesel são complicados de ser convertidos. Existem duas maneiras de fazer a conversão. A primeira é transformar o ciclo diesel em ciclo Otto, chamado de ottoização, em que o ônibus passa a usar o GNV em proporções variadas, mas ainda necessitando do diesel. A segunda forma de conversão é a dedicada, que exige um motor previamente desenvolvido para utilizar o GNV. Para os frotistas, esse risco tecnológico é considerado muito elevado e eles não vêm incentivos suficientes que motivem a conversão.

A instabilidade de preços do GNV perante o diesel também é vista, pelos frotistas, como uma barreira à conversão, assim como a dificuldade de venda dos ônibus a GNV para as cidades do interior onde não existe a difusão do uso do GNV.

■ 2.2 Benefícios da conversão

A conversão dos ônibus urbanos em gás natural vai reduzir as emissões de MP_{10} e, conseqüentemente, a concentração desse poluente. A relação entre concentração e emissão é complexa e exige um trabalho de pesquisa. Como uma primeira simplificação, neste trabalho, será assumida uma correla-

ção linear e proporcional entre as variáveis emissão e concentração. Ou seja, a concentração de MP_{10} será reduzida na mesma proporção que a emissão do poluente.

Sabe-se que os veículos a GNV emitem apenas 3,7% das emissões de MP_{10} dos veículos a diesel (COHEN, 2005) e que a concentração de MP_{10} na RMSP é da ordem de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo 30% ($11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) oriundos dos veículos a diesel, de acordo com dados da Cetesb (2005b). Para a análise do benefício gerado pela redução das emissões e, conseqüentemente, da concentração, será necessário saber quanto da concentração total de 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. É possível estimar que o volume de diesel consumido pelos ônibus urbanos corresponde a 56% do total de diesel consumido pelo setor de transportes na RMSP (MAC KNIGHT, 2006).

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 $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nesse caso, a conversão desses veículos ao GNV reduziria consideravelmente a concentração de MP_{10} , pois os veículos a GNV passariam a emitir apenas 3,7% do que emitem os veículos a diesel. Portanto, a concentração referente aos veículos a diesel iria declinar para $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0,037 \times 6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Haveria uma redução na concentração de MP_{10} de $6,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que, sobre um total inicial de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, representa uma queda de 16,2% na concentração inicial de MP_{10} , o que traria impactos positivos para a saúde humana. Esses impactos positivos podem ser divididos em redução da mortalidade e da morbidade.

Com a utilização de funções dose-resposta, é possível estimar quanto de mortalidade precoce por doenças do aparelho respiratório ocorre por causa da concentração de MP_{10} . De acordo com Mendes (1993), a relação estimada da elasticidade entre o número de óbitos e a concentração de MP_{10} é de 0,14.

A conversão dos veículos reduz a concentração em $6,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que representa uma queda de 16,18% do total inicial de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Multiplicando 16,18% por 0,14, chega-se a uma redução de 2,27% no número de óbitos. Se houver redução do número de mortes precoces, é possível afirmar que haverá um ganho de produtividade.

Para estimar esse ganho com a redução da mortalidade, será utilizada a metodologia do Valor Estatístico da Vida, considerando taxas de desconto de 3% e 10% e determinando um intervalo.

Dessa forma, de acordo com cálculos realizados em Mac Knight (2006), pode-se concluir que o benefício social da utilização do GNV em ônibus urbanos na RMSP por um ano (2004) é dado pelo intervalo de [17,9; 36,8] milhões de reais.

Pode-se afirmar que o benefício social com a redução da mortalidade precoce teria ficado, no mínimo, entre 17,9 e 36,8 milhões de reais em 2004. Trata-se de um valor bastante conservador, visto que, segundo Pearce (1998), o VEV (valor estatístico da vida) por pessoa varia entre 2,9 e 4,6 milhões de libras para os Estados Unidos e entre 2,4 e 2,9 milhões de libras no Reino Unido.

O efeito da poluição do ar sobre a saúde humana também é refletido na incidência de doenças não fatais do aparelho respiratório. As pessoas perdem dias de trabalho para cuidar dessas doenças, são internadas em hospitais, o que significa custos que poderiam ser evitados.

Dessa forma, é possível estimar qual seria o impacto na morbidade quando a poluição do ar pelo MP_{10} for reduzida. Utilizando a metodologia desenvolvida pelo Banco Mundial, é possível subdividir os ganhos de acordo com os efeitos gerados (cf. LVOVSKI et al., 2000). Nos hospitais, seriam menos 1.255 internações, representando um custo evitado em torno de R\$ 722.000,00 por ano (CETESB, 2005c).

Dias de trabalho perdidos são aqueles em que as pessoas não podem comparecer aos seus postos de trabalho por problemas relacionados à poluição excessiva. Os problemas variam de indisposições a 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 para a sociedade, que deixa de gerar uma produção por problemas de saúde associados à poluição do ar.

Seguindo a mesma metodologia proposta pelo Banco Mundial, é possível identificar a redução de dias perdidos quando a qualidade do ar melhora. Essa redução de dias perdidos é da ordem de 6.011.625 dias. Considerando que o custo estimado por dia de trabalho perdido, calculado com base no rendimento médio mensal de R\$ 2.551,28 (SEROA DA MOTTA; ORTIZ; FREITAS, 2000), é da ordem de R\$ 85,04, calcula-se que o ganho associado à redução dos dias perdidos chega a um montante de mais de R\$ 511 milhões para o ano de 2004.

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 estes dois impactos na morbidade – internações por doenças do aparelho respiratório e dias de atividade perdidos –, estima-se um ganho da ordem de R\$ 511.967.021,24 com a redução dessas morbidades.

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

■ 2.3 Análise dos resultados

Os benefícios anuais associados à redução da morbidade e mortalidade são da ordem de R\$ 512 milhões e R\$ 27,3 milhões, respectivamente (considerando a média do intervalo calculado), enquanto os custos de conversão de 100% da frota ficam em torno de R\$ 1,2 bilhão, conforme calculado anteriormente.

Considerando um período de oito anos, que é a idade média da frota de ônibus na RMSP (SIHLER, 2004), pode-se estimar que o impacto acumulado sobre a saúde humana será de R\$ 4,4 bilhões ($539.279.421,00 \times 8$). Assim sendo, se toda a frota de ônibus urbano fosse convertida e utilizada durante oito anos, o benefício gerado seria 361% maior do que o custo. O Quadro 1 explicita melhor esses valores, indicando que a conversão de ônibus a diesel em GNV geraria benefícios para a população bastante superiores ao seu custo.

Quadro 1

Análise de custo-benefício da conversão dos ônibus urbanos da RMSP

	Custo da conversão	Benefícios com a conversão	
Frota de ônibus	R\$ 45.000,00	R\$ 721.737,92	Redução nas internações
Custo unitário da conversão	R\$ 27.000,00	R\$ 511.245.283,32	Redução dos dias de trabalho perdidos
Custo total	R\$ 1.215.000.000,00	R\$ 511.967.021,24	Morbidade
		R\$ 36.769.361,25	
		R\$ 17.855.438,26	
		R\$ 27.312.399,75	Mortalidade
		R\$ 539.279.421,00	Benefício total anual
Custo-benefício acumulado nos oito anos	R\$ 1.215.000.000,00	R\$ 4.314.235.367,98	
		361%	Relação custo-benefício

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 Limitações do estudo

Primeiramente, deve-se destacar 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 causados por um determinado poluente atmosférico.

Outro aspecto que necessita de 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. Além disso, a função dose-resposta utilizada para estimar o impacto sobre a mortalidade retirada de Mendes (1993) pode estar defasada.

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 assim o volume de emissão de material particulado e de outros contaminantes.

3 CONCLUSÃO

É importante ressaltar que a análise feita neste trabalho é simplificada, considerando apenas os benefícios causados pela redução de um dos poluentes emitidos pelo diesel e apenas o custo de conversão, quando, na realidade, ambos, benefícios e custos, são muito mais abrangentes.

Existem os benefícios sociais de redução das tarifas:

Diversas cidades estudam a adoção do GNV nas frotas de ônibus público coletivo. Com preços abaixo e mais estáveis dos que os cobrados pelo diesel, este, se usado em toda a frota, poderia gerar inclusive a redução de até 10% do valor da passagem (CTgás, 2006).

Existem também os benefícios associados à questão energética do país:

A substituição de toda a frota de ônibus urbano a diesel por veículos a gás representaria uma redução de aproximadamente 55 milhões de barris por ano no volume de importações de petróleo, o que significa uma queda superior a U\$ 2 bilhões (considerando o preço do barril em U\$ 40,00) nas importações brasileiras e conseqüentemente melhoria das condições macro-econômicas do país (NTU, 2004).

Existem outros benefícios ambientais não calculados neste trabalho, como o impacto da redução dos demais poluentes sobre a saúde e sobre o meio ambiente ou a redução da poluição sonora. No caso das emissões dos óxidos de carbono, poderia ser estimado um ganho associado aos certificados transacionáveis de carbono estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto, por exemplo.

Mesmo assim, conclui-se que, apesar de os benefícios sociais com a redução da morbidade e da mortalidade estarem subestimados, eles ainda correspondem a três vezes mais o valor dos custos de conversão dos veículos ao GNV. Enquanto os custos correspondem a R\$ 1.215.000.000,00, os benefícios são da ordem de R\$ 4.314.235.367,98. A análise custo-benefício ambien-

tal recomenda, portanto, que esse projeto seja levado adiante, e tal ferramenta deverá ser levada em conta quando os governos promoverem políticas públicas de forma a aumentar o bem-estar social da população nos grandes centros urbanos.

Tal resultado é consistente com as políticas adotadas em outros países para uma maior difusão do GNV. Uma política clara de preços é considerada fundamental para dar base às conversões. Observa-se que, praticamente em todos os países onde o GNV é utilizado por veículos pesados, a política de preço é favorável ao GNV e consistente. Em países como Alemanha e Itália, a redução da carga tributária sobre o GNV cria um diferencial de preços atraente aos frotistas. No Reino Unido, a adoção do princípio poluidor-pagador também permite um preço mais baixo do GNV em relação ao diesel.

Incentivos em pesquisa para desenvolver tecnologias de motores e de equipamentos de abastecimento também são importantes. Dessa forma, o custo de conversão de um ônibus poderá ser muito alto se forem utilizados os cilindros importados. No entanto, se houvesse um programa nacional de desenvolvimento de tecnologias limpas, seria possível desenvolver o conhecimento nacional neste âmbito e obter ganhos de escala com a produção de motores a GNV futuramente.

Os incentivos para a construção de postos de abastecimento também são vistos como necessários para a difusão do GNV, assim como os subsídios às conversões.

Por fim, mas não menos importante, há a necessidade de expansão dos gasodutos no país para permitir a revenda dos ônibus para as cidades do interior e também difundir os benefícios ambientais.

Referências

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, jul. 2004. Disponível em: <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/noticias/sec/meio_ambiente/2004/Gabriel-Murgel_Branco_port_beneficios_ambientais_do_IM.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2005.

_____. Impacto ambiental da frota diesel até 2030. Estudo de caso: RMSP. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL AFEEVAS, 3., 2004, Brasília. *Resumos...* Brasília, 2004.

BRANCO, G. M. Impacto ambiental das emissões dos veículos pesados. [S. l.: s. n.], 2005.

CETESB. Ar: *emissão veicular* – 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/introducao2.asp>>. Acesso em: 11 ago. 2005a.

_____. 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>> Acesso em: 09 nov. 2005b.

_____. Caracterização das Estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar na RMSP Estação Cerqueira César. São Paulo, abr. 2005c.

COHEN, J. T. Diesel vs. compressed natural gas for school buses: a cost-effectiveness evaluation of alternative fuels. *Energy Policy*, v. 33, n. 13, p. 1709-1722, Sept. 2005.

COLOMBO, O. F. *As possibilidades da evolução do uso do gás natural como combustível veicular no Brasil*. ABGNV 2002. Disponível em: <www.gasenergia.com.br/portatge/port/te/download/possibilidades_p1.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2006.

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>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

CTgás (Centro de Tecnologia do gás). *AEA aposta no uso do gás natural em veículos*. Disponível em: <http://www2.ctgas.com.br/templates/template02.asp?parametro=6389>. Acesso em: 2009.

FEIJÓ, C. A. et al. *Contabilidade social: o novo sistema de contas nacionais do Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

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*, v. 7, n. 4, p. 345-351, Aug. 2004.

GOYAL, P. Present scenario of air quality in Delhi: a case study of CNG implementation. *Atmospheric Environment*, v. 37, n. 38, p. 5423-5431, Dec. 2003.

IANGV BIENNIAL CONGRESS AND EXHIBITION – NGV 2004. 9., 2004, Buenos Aires. Clean transportation for a livable world “gas buses in a sub-tropical city”. Australia: Brisbane City Council. Disponível em: <<http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>>. Acesso em: 9 jan. 2006.

_____. Diffusion of natural gas vehicles in Italy. NGV System Italy. Italian Consortium on Natural Gas Vehicles. Disponível em: <<http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>>. Acesso em: 9 jan. 2006.

_____. 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. Disponível em: <<http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>>. Acesso em: 9 jan. 2006.

_____. Economic and financial issues. Disponível em: <<http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>>. Acesso em: 9 jan. 2006. Cap. 4, p. 12.

IANGV BIENNIAL CONGRESS AND EXHIBITION – NGV 2004. Development of CNG distribution infrastructure in Delhi. Indraprastha Gas Limited. Mr. A.K. De, Managing Director. Disponível em: <<http://www.iangv.org/default.php?PageID=173>>. Acesso em: 9 jan. 2006.

_____. Argentina: Regulatory Experience and the NGV Development in Argentina. Disponível em: <<http://www.iangv.org/jaytech/default.php?PageID=42>>. Acesso em: 13 jan. 2006.

IPEADATA. *Dados macroeconômicos*. Câmbio. Taxa de câmbio anual. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?1098357203>>. Acesso em: 28 dez. 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 (Mestrado)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

LVOVSKY, K. et. al. *Environmental Costs of Fossil Fuels*. Paper n° 78 da Pollution Management Series. Banco Mundial, 2000. Disponível em: <<http://lnweb18.worldbank.org/SAR/sa.nsf/Countries/India/729C363672AE053E85256C23007ACF62?OpenDocument>>. Acesso em: 7 jul. 2005.

MAC KNIGHT, V. *Análise custo benefício da substituição do diesel pelo Gás Natural Veicular em ônibus na região metropolitana de São Paulo*. 2006. Monografia (Graduação)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MENDES, A. P. F. *Uma avaliação do impacto ambiental no Brasil: poluição do ar e mortalidade*. 1993. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Sistema Único de Saúde*. Morbidade Hospitalar do SUS — por local de internação – São Paulo. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/misp.def>>. Acesso em: 22 nov. 2005.

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. 187 p. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/amonteiro.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2006.

NATURAL GAS VEHICLES COALITION (NGVC). *About NGVs*. 2005. Disponível em: <<http://www.ngvc.org/ngv/ngvc.nsf/bytitle/fastfacts.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2006.

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>>. Acesso em: 13 abr. 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. 368 p. Tese (Doutorado)—Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ORTIZ, R. A. *Valoração econômica ambiental*. In: _____. *Economia do meio ambiente*. Rio de Janeiro: Campus, 2003. Cap. 3.

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, v. 45, n. 18-19, p. 2971-2987, Feb. 2004.

PASCOLI, S.; FEMIA, A.; LUZZATI, T. Natural gas, cars and the environment. A (relatively) "clean" and cheap fuel looking for users. *Ecological Economics*, v. 38, n. 2, p. 179-189, Aug. 2001.

PEARCE, D. Valuing statistical lives. *Planejamento e Políticas Públicas*. Ipea, n. 18, p. 71, dez. 1998.

PERMAN, R. et al. *Natural resource and environmental economics*. 3. ed. New Jersey: Pearson, 2003.

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. Disponível em: <www.stm.sp.gov.br/artigos_tecnicos/022.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2006.

SAUER, I. *Projeto para substituir frotas de ônibus por veículos a gás ainda não saiu do papel*. Globo Online. Disponível em: <http://www.dep.fem.unicamp.br/boletim/BE54/out_25_1.htm>. Acesso em: 10 out. 2004.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Ar, PCPV*. São Paulo. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/relatorio_ambiental/2004_2005/3_ar.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2005.

SEROA DA MOTTA, R. da. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Rio de Janeiro: Ipea, MMA, PNUD, CNPq, 1997.

SEROA DA MOTTA, R. da.; ORTIZ, R.; 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*. Paris: OECD, RFF, 2000.

SEROA DA MOTTA, R. da.; YOUNG, C. E. F. Projeto e instrumentos econômicos para a gestão ambiental. Relatório Final. Rio de Janeiro, dez. 1997.

SIHLER, R. B. In: ENCONTRO BRASILEIRO DOS PROFISSIONAIS DO GÁS, 5., 2004. São Paulo. *Anais...* A retomada do programa de ônibus a gás em São Paulo. São Paulo: Secretaria Municipal dos Transportes, Prefeitura de São Paulo, SP Trans, 2004.

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. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/novidades/novidades_view2.asp?cod=441>. Acesso em: 15 jan. 2006.

SUS. Datasus. morbidade. 2005. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/miSPdef>>. Acesso em: 19 out. 2005.

U.S. DEPARTMENT OF LABOR — BUREAU OF LABOR STATISTICS. 2005. Inflation & consumer spending. *Inflation calculator*. Disponível em: <<http://www.bls.gov/>>. Acesso em: 28 dez. 2005.