



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

A Eficácia das Políticas Públicas na Redução das Emissões Veiculares na Cidade de São Paulo

PEDRO LUIZ CORTES

Universidade Nove de Julho - Uninove
cortespl@gmail.com

VANESSA VICTOR DA CRUZ DE SOUZA

Osasco
nessavictor@yahoo.com.br

THAÍS DE BIASI CUEVAS

thais.biasi@hotmail.com

A Eficácia das Políticas Públicas na Redução das Emissões Veiculares na Cidade de São Paulo

Resumo

A quantidade de veículos na cidade de São Paulo apresentou um crescimento de 259% desde 1998 e hoje já ultrapassa sete milhões de unidades. Apesar disso, houve uma redução da quantidade de poluentes no ar devido às políticas públicas em curso desde o final da década de 1980, rejuvenescimento da frota, com veículos que poluem menos e melhorias na qualidade dos combustíveis e restrição à circulação de veículos pesados em determinadas áreas da cidade. Concebido como um estudo descritivo, desenvolvido a partir de dados obtidos junto ao programa Qualar de qualidade do ar da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), ligada à Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, e apoiado em farta revisão bibliográfica, este trabalho discute, para os principais poluentes (monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado inalável e óxidos de nitrogênio) a importância de diversas iniciativas como o Proconve (Programa de Controle de Poluição do Ar Por Veículos Automotores), melhoria nos combustíveis, inspeção veicular, restrição à circulação de veículos e investimentos em infraestrutura.

Palavras-Chave: poluição do ar, cidade de São Paulo, políticas públicas.

The Effectiveness of Public Policy on Reduction of Vehicle Emissions in São Paulo city

Abstract

The number of vehicles in the city of São Paulo increased by 259% since 1998 and today already exceeds seven million of units. Nevertheless, there was a reduction in the amount of pollutants in the air due to the ongoing public policies since the late 1980s, rejuvenation of the fleet with vehicles that pollute less, improvements in fuel quality and restrictions on the movement of trucks in certain areas of the city. Designed as a descriptive study, developed from data obtained from the Qualar (air quality program of Cetesb - The Environmental Company of São Paulo Estate) and supported by rich literature review, this work discusses, for the main pollutants (carbon monoxide, sulfur dioxide, inhalable particulate matter and nitrogen oxides) the importance of various initiatives such as the Proconve (Pollution Control Program Air On Vehicles), improvements in fuel, inspection of vehicles, trucks circulation restriction and infrastructure investments.

Key Words: air pollution, the city of São Paulo, public policies.

Introdução

A quantidade de veículos na cidade de São Paulo apresentou um crescimento de 259% desde 1998 e hoje já ultrapassa sete milhões de unidades. Diante desse cenário, é fundamental considerar como tem se comportado os principais poluentes (monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado inalável e óxidos de nitrogênio) que têm importante repercussão na qualidade de vida e na saúde da população. Em face ao crescimento da frota, será que as políticas públicas e as iniciativas de redução das emissões veiculares têm conseguido mitigar o problema? Motivado por essa questão de pesquisa, este trabalho foi desenvolvido com base em dados de poluição do ar obtidos junto ao programa Qualar de qualidade do ar da Cetesb (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), entre 1998 e 2015, os quais foram analisados em face às políticas públicas desenvolvidas e com o suporte de ampla revisão da literatura.

Revisão Bibliográfica

A poluição do ar vem causando preocupações na comunidade científica desde a publicação do estudo Logan (1953) em que ficou comprovada sua repercussão no aumento da mortalidade. Desde então, vários trabalhos científicos têm se preocupado com esse tema, abordando diferentes aspectos, como prejuízos à saúde (Miller, et al., 2013; Molle, Mazoué, Géhin, & Ionescu, 2013; André, Veras, Miraglia, & Saldiva, 2012), estratégias para a redução de poluentes a partir da elevação do preço de combustíveis (Barnett & Knibbs, 2014), medidas emergenciais de restrição à circulação (Grange & Troncoso, 2011) ou medidas mais convencionais no mesmo sentido (Han, Yang, & Wang, 2010). Há também trabalhos sobre a criação de zonas de restrição permanente à circulação de veículos (Qadir, Abbaszade, Schnelle-Kreis, Chow, & Zimmermann, 2013) ou relacionados à utilização de veículos não motorizados (Rahul & Verma, 2013; Tight, et al., 2011) ou que utilizem motores elétricos (Jones, Cherry, Vu, & Nguyen, 2013).

Há pesquisas que também versam sobre a substituição de combustíveis (Alleman, McCormick, & Yanowitz, 2015; Leinert, Daly, Hyde, & Gallachóir, 2013; Mena-Carrasco, et al., 2012; Liu, Chen, Zhang, Bu, Bi, & Yu, 2012) ou discorrem sobre a substituição de modais (Pereira, Campos Jr., Lima, Barrozo, & Morelli, 2014; Sellitto, Borchardt, Pereira, & Sauer, 2013; Carrus, Passafaro, & Bonnes, 2008; Winter & Koger, 2004). Ainda dentro das considerações sobre alternativas, o uso de bicicletas também foi analisado (MacNaughton, Melly, Vallarino, Adamkiewicz, & Spengler, 2014). Também há pesquisas sobre renovação da frota, com veículos mais modernos e menos poluentes (Szwarcfiter, Mendes, & La Rovere, 2005). Ao longo da revisão da literatura, foram encontrados trabalhos que discorrem sobre a melhoria nos combustíveis (Adilakshmi, Venkatesan, & Tamilmani, 2014; André, Veras, Miraglia, & Saldiva, 2012), desenvolvimento de inovações pela indústria automobilística (Alleman, McCormick, & Yanowitz, 2015; Bonilla, Bishop, Axon, & Banister, 2014; Dunham, Martins, & Fleck, 2011) e programas de restrição à circulação de veículos (Grange & Troncoso, 2011; Han, Yang, & Wang, 2010) também foram verificados. Há, portanto, extenso arcabouço científico que abrange diferentes aspectos da poluição do ar de origem automotiva, favorecendo o desenvolvimento deste trabalho, conforme relatado na sequência.

Metodologia

Este trabalho, que assume uma característica descritiva, foi elaborado a partir de séries de dados coletados pelo programa QUALAR da Cetesb, com os níveis de monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado inalável, óxidos de nitrogênio e ozônio entre 1998 e 2015. Os dados relativos à evolução da frota no estado de São Paulo e na cidade de São Paulo foram obtidos junto ao Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). Os resultados foram interpretados à luz da literatura existente e também das políticas públicas e iniciativas em âmbito nacional e local. A estratégia metodológica empreendida conteou com o apoio de bibliografia especializada (Woodside, 2010; Gerring, 2006; Hancock & Algozzine, 2006; George & Bennett, 2005).

Apresentação e Análise dos Resultados

O crescimento da frota de veículos automotores tem sido uma constante no estado de São Paulo e em sua capital, o que é um reflexo dos problemas com o transporte público de passageiros (Almeida Motta, Silva, & Sequeira Santos, 2013) e das facilidades e opções de financiamento existentes (Moita & Silva, 2014). Conforme pode ser visto na Figura 1, no estado o total de veículos licenciados ultrapassou 25 milhões em 2014, sendo que mais de sete milhões apenas na capital. Isso causa uma grande preocupação com o aumento da poluição do ar e seus impactos na saúde da população (Zhou, Hammitt, Fu, Gao, Liu, & Levy, 2014;

Molle, Mazoué, Géhin, & Ionescu, 2013; Solis-Soto, Patiño, Nowak, & Radon, 2013; Jasinski, Pereira, & Braga, 2011).

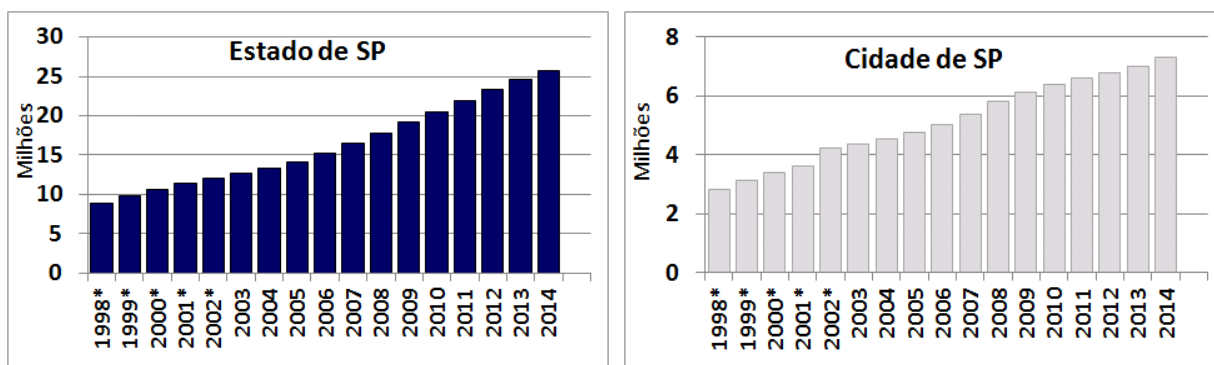


Figura 1 – Crescimento da frota de veículos automotores no Estado de São Paulo e na Cidade de São Paulo entre 1998* e 2015

Notas: fonte DENATRAN (2015). *Os valores para os anos de 1998, 1999 e 2000 foram estimados com base nas respectivas taxas médias de crescimento entre 2003 e 2014.

Buscando mitigar esse problema, diversos programas têm sido desenvolvidos pelo menos desde o final dos anos 1980, tanto pelo governo federal, quanto pelos municípios, contribuindo para a redução das emissões veiculares (Carvalho, Freitas, Martins, Martins, Mazzoli, & Andrade, 2015; Lima, Demarchi, & Gimenes, 2011; Sánchez-Ccoyllo, Martins, Ynoue, & Andrade, 2007; Szwarcfiter, Mendes, & La Rovere, 2005). Para essa redução também concorre as evoluções tecnológicas promovidas pelas empresas do setor automotivo com a possibilidade de uso de veículos movidos tanto à gasolina quanto etanol (veículos flex) em diferentes proporções (Alleman, McCormick, & Yanowitz, 2015; Samanez, Ferreira, & do Nascimento, 2014; Suarez-Bertoa, Zardini, Keuken, & Astorga, 2015; Suarez-Bertoa, et al., 2015). Ao ampliar as opções dos motoristas, essa tecnologia amplia a participação do etanol na matriz energética automotiva, com reflexos na redução de emissões (Yoon & Lee, 2012; Winther, Møller, & Jensen, 2012; Yoon, Ha, Roh, & Lee, 2009).

A Tabela 1 mostra os programas de redução de emissões que têm impactado as emissões na cidade de São Paulo. O Proconve (Carvalho, Freitas, Martins, Martins, Mazzoli, & Andrade, 2015) é um programa desenvolvido na década de 1980 pelo Governo Federal e vem determinando mudanças tecnológicas nos veículos automotivos com níveis cada vez menores de redução de poluentes, em diferentes fases distribuídas ao longo de mais de 25 anos de existência. Outro programa de abrangência nacional foi a melhoria da qualidade dos combustíveis a partir da redução da quantidade de enxofre a partir de 2009. Enquanto esses dois programas foram desenvolvidos a partir de ações diretas do Governo Federal, a produção de veículos bicombustível (flex) foi uma ação desenvolvida pelas indústrias do setor automotivo como decorrência da disponibilidade do etanol para uso automotivo, iniciado com o Proálcool (Dunham, Martins, & Fleck, 2011).

Os programas de âmbito local, também listados na Tabela 1, foram a inspeção veicular para verificação de emissões, iniciada em 2009 e encerrada em janeiro de 2014 e a restrição ao trânsito de veículos pesados. Esta última iniciativa teve como principal motivação garantir uma maior fluidez ao trânsito, com proibição à circulação de caminhões de 2ª a 6ª feira das 5h às 21h e aos sábados das 10h às 14h. Ao permitir o tráfego de veículos pesados apenas à noite, essa medida faz com que ocorra uma redistribuição das emissões com menor concentração durante o período diurno. Essa restrição fez com que parte das cargas que antes eram transportadas em caminhões passasse a ser distribuída por veículos mais leves e menos poluentes. O rodízio existente para outros tipos de veículos, com restrição ao uso das 7h às

10h e das 17h às 20h foi implementado apenas para garantir a fluidez do tráfego. Ele não surte o mesmo efeito da restrição dos caminhões, pois como ele ocorre durante períodos mais curtos, as emissões são apenas adiadas por algumas horas. Estudo desenvolvido por Grange & Troncoso (2011) sobre a implantação de rodízio similar na cidade de Santiago (Chile) mostrou que não houve redução significativa no número de veículos circulando em Santiago. Esse mesmo trabalho mostra que houve um aumento pequeno no uso do metrô, mas não houve alteração no uso dos ônibus urbanos (Grange & Troncoso, 2011). Isso evidencia que rodízios mais curtos apenas postergam por algumas poucas horas o uso do automóvel, sem impactos significativos na redução de poluentes (Han, Yang, & Wang, 2010). Por essa razão, ele não foi considerado na Tabela 1.

A cidade de São Paulo se caracteriza, dentre outras peculiaridades, pela interligação de importantes rodovias nacionais (Regis Bitencourt, para o Sul do país, Fernão Dias, para Minas Gerais, Dutra para o Rio de Janeiro, Castelo Branco e Bandeirantes para o Norte do Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Sudoeste de Minas Gerais, dentre outras). Em decorrência, um motorista que viesse do Sul do país e desejasse prosseguir para Minas Gerais acabaria cruzando parte da cidade de São Paulo, aumentando o tráfego e as emissões decorrentes. A construção de um anel viário ao redor da Região Metropolitana de São Paulo (denominado de Rodoanel Mário Covas) é um projeto antigo e tem como objetivo interligar, fora da cidade de São Paulo, as diversas rodovias que afluem à cidade. Além de reduzir o tráfego de passagem na cidade, isso reduziria as emissões veiculares. Essa obra tem sido concluída em diferentes fases, e foi também contemplada na Tabela 1.

Tabela 1 – Linha do tempo das principais políticas e iniciativas públicas para redução das emissões veiculares com repercussão da cidade de São Paulo entre 1988 - 2015

ANO		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
NACIONAIS	PROCONVE	L1																													
		L2																													
		L3																													
		L4																													
		L5																													
		L6																													
		L6																													
	P1-2																														
	P3																														
	P4																														
	P5																														
	P6																														
	P7																														
		Redução Enxofre																													
	Veículos Flex																														
LOCAIS		Inspeção Veicular																													
		Restrição Caminhões																													
	Rodoanel	F1																													
		F2																													
F3																															

Notas: fonte – dados da pesquisa. L1 a L5 refere-se às fases do Proconve para os veículos leves. P1 a P7 referem-se às fases do Proconve para veículos pesados.

As diversas medidas tomadas têm feito com que haja uma redução na emissão de poluentes como o monóxido de carbono, conforme disponível na Figura 2. Isso ocorreu pelas melhorias determinadas pelo Proconve, especialmente a partir da fase L3 (a partir de 1997), levando à evolução tecnológica dos motores, utilização de injeção eletrônica, uso de conversores catalíticos (catalisadores) e outros avanços. Paralelamente ao crescimento da frota também houve o seu rejuvenescimento, fato que acabou reduzindo as emissões monóxido de carbono, conforme analisado por Fameli & Assimakopoulos (2015), Zamboni, Capobianco, & Daminelli (2009) e também por Szwarcfiter, Mendes, & La Rovere (2005). Outro programa que, provavelmente, teve influencia na redução das emissões do monóxido de carbono foi a inspeção veicular, iniciada de maneira parcial em 2008 e encerrada em janeiro de 2014, conforme disponível na Tabela 1.

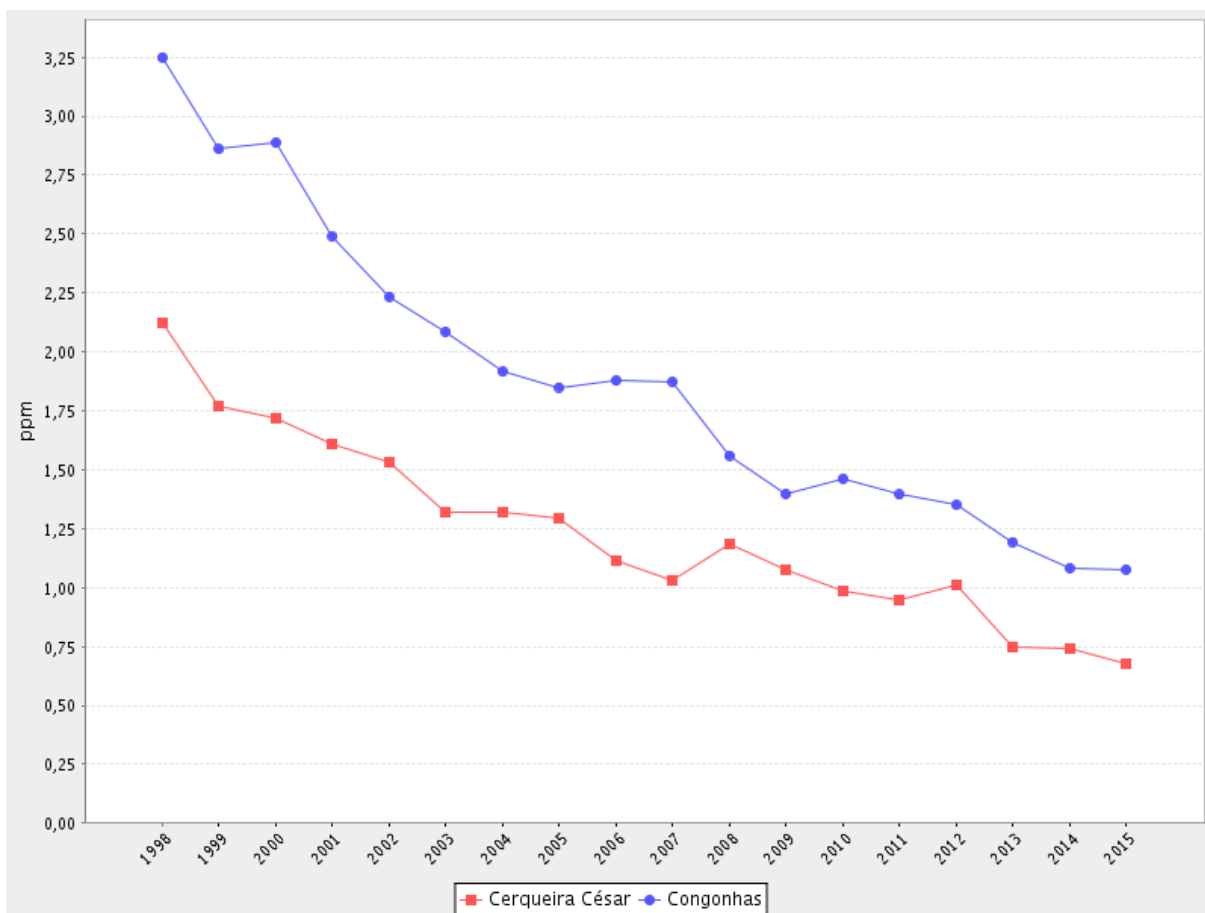


Figura 2 – Comportamento das emissões de CO (monóxido de carbono) na cidade de São Paulo entre 1998 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

Outro poluente que tem apresentado tendência de redução no ar da cidade de São Paulo é o SO₂ (dióxido de enxofre), que é formado a partir da queima de combustíveis que contenham enxofre, como óleo diesel, gasolina e óleo combustível. Além dos problemas causados à saúde e à contribuição para a geração de chuvas ácidas, o dióxido de enxofre prejudica o funcionamento dos conversores catalíticos, que é responsável pela redução de outros poluentes (Proconve, 2010). Para que os parâmetros determinados pelo Proconve para redução das emissões de SO₂ fosse atingida, a partir de 2005 foi necessária a redução da quantidade de enxofre no diesel vendido nas cidades do interior, passando para 2000 ppm (partes por milhão), ante a um valor que chegava a 13000 ppm. Esse novo diesel foi denominado de S 2000. Para as regiões metropolitanas foi determinada a redução para 500

ppm (diesel denominado de S 500). Em 2009, segundo Proconve (2010), o S 500 substituiu o S 2000 no interior e as regiões metropolitanas passaram a contar com o diesel S 50 (50 ppm de enxofre). Essa redução é importante, pois as emissões de dióxido de enxofre estão associadas a um aumento de mortalidade (Chanel, et al., 2014; Tong, et al., 2014). Analisando a Figura 3 fica evidente a eficácia dessas medidas, com uma redução significativa a partir de 2005 e outra também relevante a partir de 2009, o que é analisado na literatura por Adilakshmi, Venkatesan, & Tamilmani (2014). Para a cidade de São Paulo, também se deve considerar a influência das restrições impostas à circulação de caminhões a partir de 2007, contribuindo para que a redução de dióxido de enxofre se acentuasse. A partir de 2010, a inauguração de trechos do Rodoanel Mário Covas passou a contribuir para a diminuição do tráfego de veículos pesados na cidade de São Paulo.

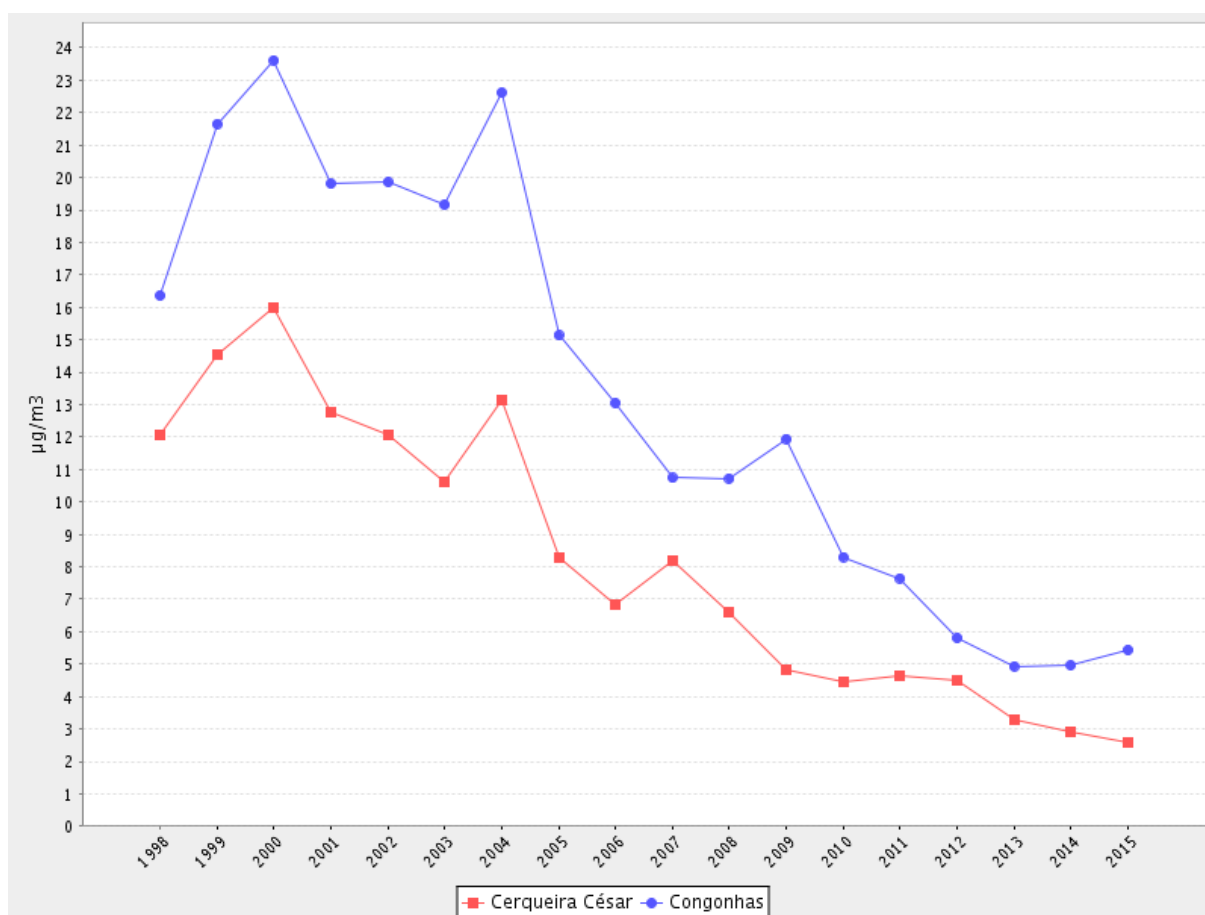


Figura 3 – Comportamento das emissões de SO₂ (dióxido de enxofre) na cidade de São Paulo entre 1998 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

Outro poluente importante e que tem sido alvo de reduções é o material particulado com dimensão igual ou superior a 10 µm (MP₁₀), gerado especialmente pelos veículos de transporte de passageiros e carga. As reduções nas emissões desse poluente, conforme disponível na Figura 4, têm sido obtidas a partir da melhoria na queima dos combustíveis e com o uso de sistemas pós-combustão, como sistemas catalíticos e de recirculação de gases (Tadano, et al., 2014). O Proconve teve um papel importante nessa redução, pois a fase P5, desenvolvida a partir de 2003 (Tabela 1), determinou a redução na emissão de material particulado, situação que se manteve nas fases P6 (a partir de 2009) e P7 (2012). Como

resultado adicional, mas não menos importante, verifica-se uma redução do material particulado mais fino, com dimensões de até $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2,5}$), conforme mostrado na Figura 5 a partir de 2011. As medidas de redução de emissões de material particulado têm reflexos importantes para a saúde, conforme evidenciam os estudos de Tau, Novaes, Matsuda, Tasat, Saldiva, & Berra (2013) e André, Veras, Miraglia, & Saldiva (2012). Além de soluções tecnológicas, essas medidas incluem o redirecionamento do tráfego, com a redução do trânsito de veículos pesados em áreas urbanas mais congestionadas a partir da criação de rotas alternativas ou utilização de veículos menores para transporte de cargas e prestação de serviços.

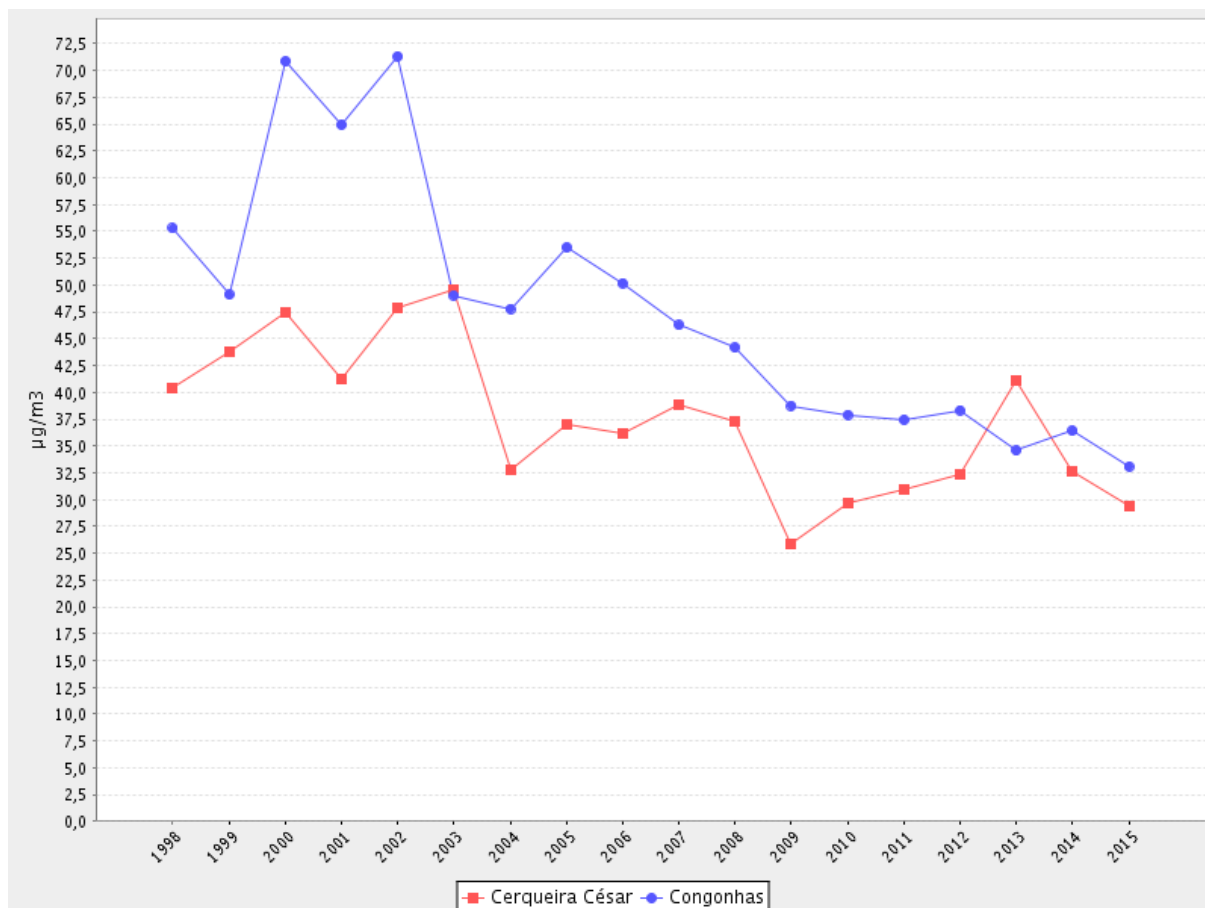


Figura 4 – Comportamento das emissões de material particulado inalável (MP_{10}) na cidade de São Paulo entre 1998 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

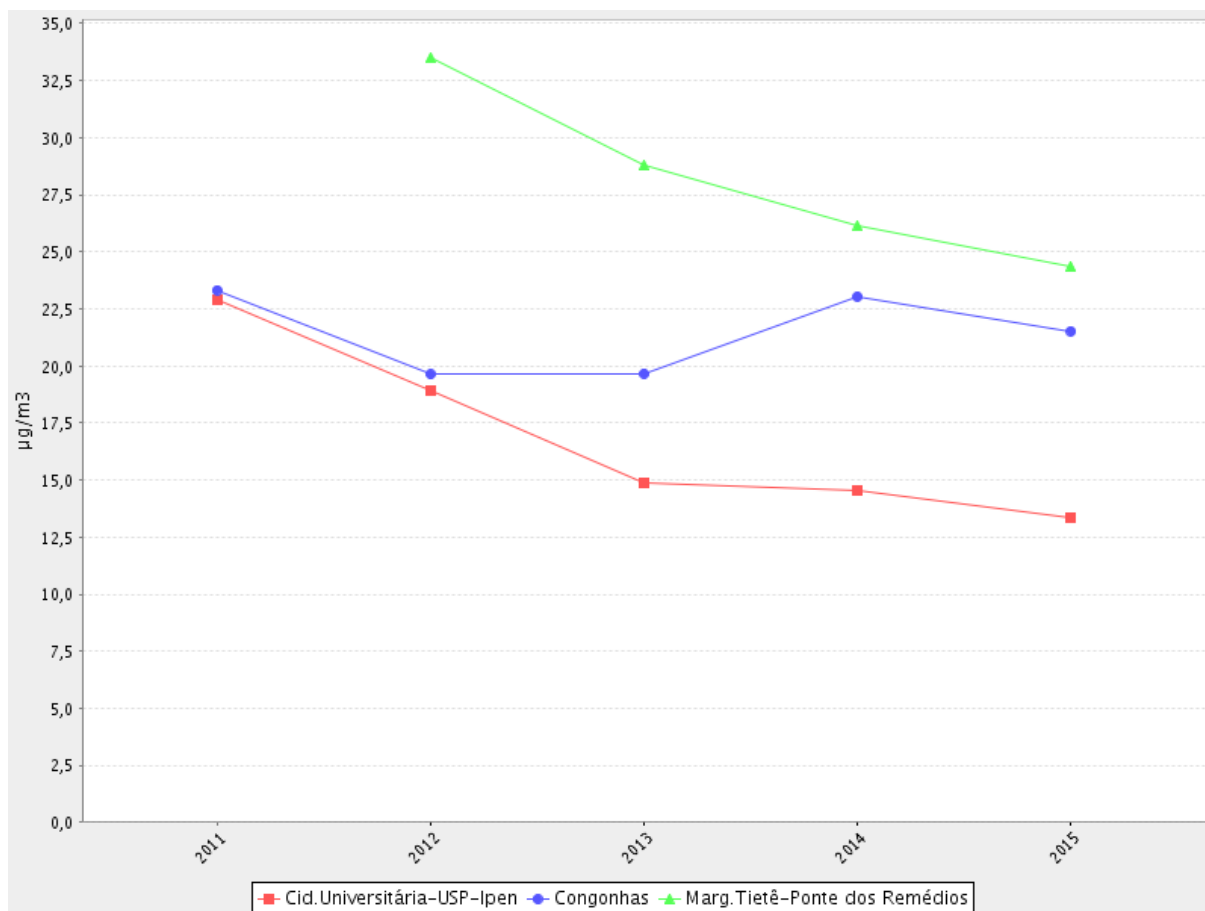


Figura 5 – Comportamento das emissões de material particulado inalável fino (MP_{2,5}) na cidade de São Paulo entre 2011 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

A preocupação com os óxidos de nitrogênio têm levado ao desenvolvimento de vários trabalhos (Réquia, Koutrakis, & Roig, 2015; Gavinier & Nascimento, 2014; Santos, de Medeiros, de Lima, & Nascimento, 2014; Agudelo-Castaneda & Teixeira, 2014; Borsari & de Assunção, 2012). O Proconve, em suas sucessivas fases, vem determinando redução nas emissões de óxidos de nitrogênio, tanto para veículos leves quanto pesados. Isso é importante, pois além dos danos que ele causa diretamente à saúde, esses óxidos são um dos precursores do Ozônio (O₃). A Figura 6 mostra que os níveis de óxidos de nitrogênio NO_x têm passado por uma redução ao longo dos últimos anos. Para os veículos a gasolina essa redução já fora determinada desde a fase L1 do Proconve, enquanto para os veículos a diesel as reduções tiveram início a partir da fase P3 (Proconve, 2010). Embora as duas linhas da Figura 6 mostrem uma tendência de queda, nota-se que ela foi mais acentuada para a estação Congonhas (localizada na região do aeroporto de mesmo nome) a partir de 2007. Isso se explica pelo início da maior restrição à circulação de caminhões em algumas das vias próximas. Na estação de Cerqueira César, mais central, esse tipo de restrição já existia há mais tempo, resultando em níveis mais baixos desses poluentes.

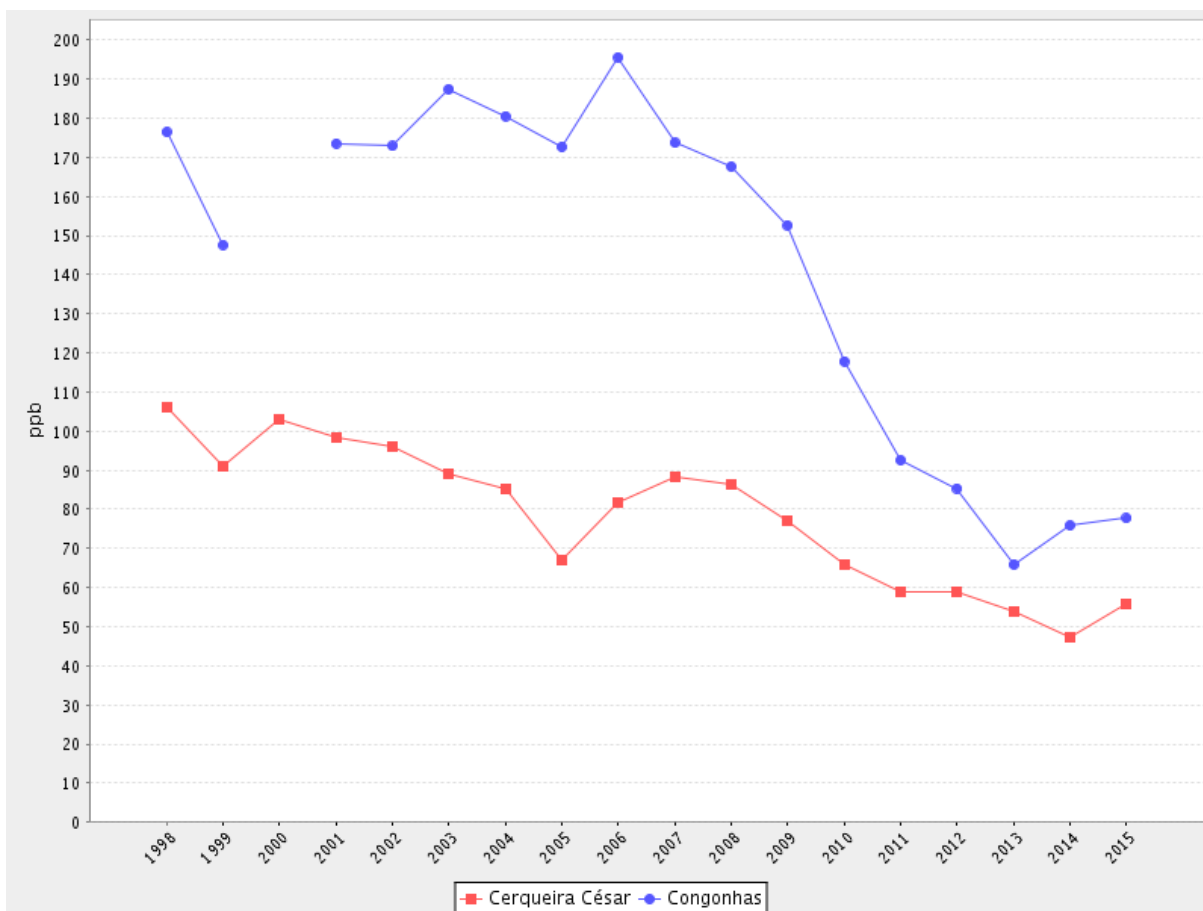


Figura 6 – Comportamento das emissões de NOx (óxidos de nitrogênio) na cidade de São Paulo entre 1998 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

Enquanto os outros poluentes apresentam tendência à redução, o ozônio (O₃) mostra comportamento oposto, conforme disponível na Figura 7. Ele é gerado em reações que ocorrem na atmosfera, portanto fora do sistema de combustão e exaustão dos veículos. É um poluente que se manifesta especialmente em dias mais secos e ensolarados, tendo como precursores óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos. Esse aumento reflete a ampliação da frota, e tem motivado a geração de estudos (Carvalho, Freitas, Martins, Martins, Mazzoli, & Andrade, 2015; Santos, de Medeiros, de Lima, & Nascimento, 2014; Carvalho C. H., 2011). O Proconve vem determinando a redução das emissões de hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio desde a fase L1 (para veículos leves) e da fase P2 (veículos pesados).

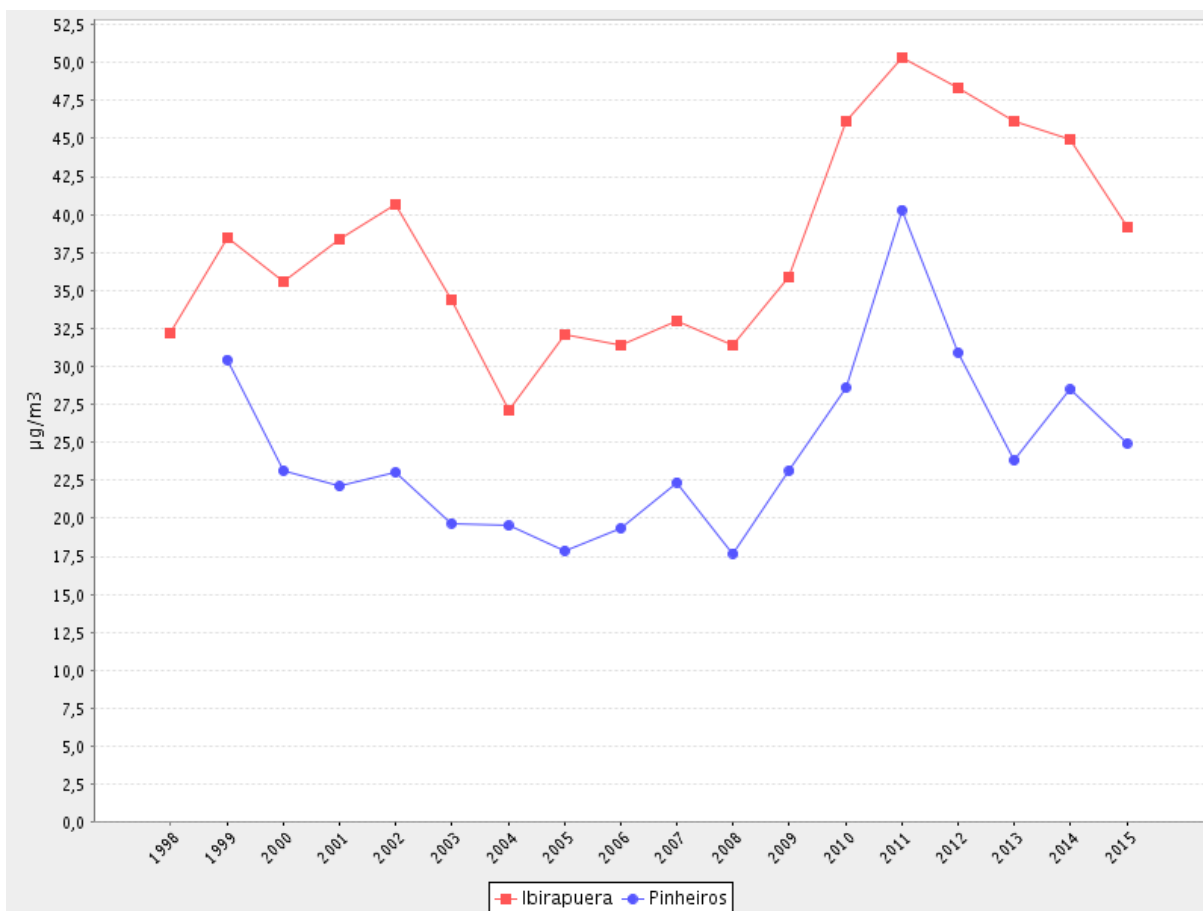


Figura 6 – Comportamento das emissões de O₃ (ozônio) na cidade de São Paulo entre 1998 e 2015

Notas: fonte CETESB (2015).

Conclusões

Os resultados apresentados evidenciam que as políticas públicas voltadas para a redução de emissão, como o Proconve e melhoria nos combustíveis (Adilakshmi, Venkatesan, & Tamilmani, 2014; André, Veras, Miraglia, & Saldiva, 2012), têm surtido efeito ao reduzir as emissões de monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado inalável e óxidos de nitrogênio. Os 17 anos de medições desses poluentes mostram que é necessário persistir com essas políticas, ampliando as exigências e demandando de maneira razoável o desenvolvimento de inovações pela indústria automobilística (Alleman, McCormick, & Yanowitz, 2015; Bonilla, Bishop, Axon, & Banister, 2014; Dunham, Martins, & Fleck, 2011). Políticas de redistribuição dos modais também surtem efeito, como a restrição à circulação de caminhões ou investimentos em rotas alternativas. Programas de restrição à circulação de veículos por apenas algumas horas e em determinados dias da semana, entretanto, não repercutem na redução de emissões (Grange & Troncoso, 2011; Han, Yang, & Wang, 2010). Para que esses resultados sejam permanentes e não dependam da renovação constante da frota (Fameli & Assimakopoulos, 2015), é necessário que a adequada manutenção dos veículos seja efetuada. Isso demanda a existência de programas permanentes de inspeção veicular, aferindo se os veículos permanecem suas emissões dentro do que determina a legislação.

Referências

- Adilakshmi, A., Venkatesan, V., & Tamilmani, V. (2014). Blending ratio of low sulphur diesel a key to lower emissions . *30* (1), pp. 139-145.
- Agudelo-Castaneda, D., & Teixeira, E. (2014). Time-series analysis of surface ozone and nitrogen oxides concentrations in an urban area at Brazil . *5* (3), pp. 411-420.
- Alleman, T., McCormick, R., & Yanowitz, J. (2015). Properties of Ethanol Fuel Blends Made with Natural Gasoline . *29* (8), pp. 5095-5102.
- Almeida Motta, R., Silva, P., & Sequeira Santos, M. (2013). Crisis of public transport by bus in developing countries: A case study from Brazil. *8* (3), pp. 348-361.
- André, P. d., Veras, M., Miraglia, S., & Saldiva, P. (2012). Lean diesel technology and human health: A case study in six Brazilian metropolitan regions. *67* (6), pp. 639-645.
- Barnett, A. G., & Knibbs, L. D. (2014). Higher fuel prices are associated with lower air pollution levels. *Environment International* , *66*, 88-91.
- Bonilla, D., Bishop, J. D., Axon, C. J., & Banister, D. (2014). Innovation, the diesel engine and vehicle markets: Evidence from OECD engine patents. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* , *27*, 51-58.
- Borsari, V., & de Assunção, J. (2012). Nitrous oxide emissions from gasohol, ethanol and CNG light duty vehicles . *111* (3), pp. 519-531.
- Carrus, G., Passafaro, P., & Bonnes, M. (2008). Emotions, habits and rational choices in ecological behaviours: The case of recycling and use of public transportation. *Journal of Environmental Psychology* , *28*, pp. 51–62.
- Carvalho, C. H. (2011). *Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado nos grandes centros urbanos brasileiros*. IPEA. Brasília: IPEA.
- Carvalho, V., Freitas, E., Martins, L., Martins, J., Mazzoli, C., & Andrade, M. (2015). Air quality status and trends over the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil as a result of emission control policies . *47*, pp. 68-79.
- CETESB. (09 de 09 de 2015). *Qualar - Qualidade do Ar*. Acesso em 09 de 09 de 2015, disponível em CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo: <http://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>
- Chanel, O., Henschel, S., Goodman, P., Analitis, A., Atkinson, R., Le Tertre, A., et al. (2014). Economic valuation of the mortality benefits of a regulation on SO₂ in 20 European cities . *24* (4), pp. 631-637.
- DENATRAN. (09 de 09 de 2015). *Frota de Veículos*. Acesso em 09 de 09 de 2015, disponível em DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito: <http://www.denatran.gov.br/frota.htm>

- Dunham, F. B., Martins, J. V., & Fleck, D. L. (2011). A estruturação do sistema de produção e inovação sucroalcooleiro como base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação* , 10 (1), pp. 35-72.
- Fameli, K., & Assimakopoulos, V. (2015). Development of a road transport emission inventory for Greece and the Greater Athens Area: Effects of important parameters . 505, pp. 770-786.
- Gavinier, S., & Nascimento, L. (2014). Air Pollutants and Hospital Admissions due to Stroke . 9 (3), pp. 390-401.
- George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. Cambridge: MIT Press.
- Gerring, J. (2006). *Case Study Research: Principles and Practices*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grange, L. d., & Troncoso, R. (2011). Impacts of vehicle restrictions on urban transport flows: The case of Santiago, Chile. *Transport Policy* , 18, 862-869.
- Han, D., Yang, H., & Wang, X. (2010). Efficiency of the plate-number-based traffic rationing in general networks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* , 46, 1095-1110.
- Hancock, D. R., & Algozzine, R. (2006). *Doing Case Study Research: A Practical Guide for Beginning Researchers*. New York: Teachers College Press.
- Jasinski, R., Pereira, L. A., & Braga, A. L. (2011). Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004. *Caderno de Saúde Pública* , 27 (11), pp. 2242-2252.
- Jones, L. R., Cherry, C. R., Vu, T. A., & Nguyen, Q. N. (2013). The effect of incentives and technology on the adoption of electric motorcycles: A stated choice experiment in Vietnam. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* , 57, 1-11.
- Leinert, S., Daly, H., Hyde, B., & Gallachóir, B. Ó. (2013). Co-benefits? Not always: Quantifying the negative effect of a CO2-reducing car taxation policy on NOx emissions. *Energy Policy* , 63, 1151-1159.
- Lima, E., Demarchi, S., & Gimenes, M. (2011). Adaptation of CMEM modal emission model to the fleet of the city of Maringá, Paraná State, Brazil . 33 (1), pp. 17-25.
- Liu, B., Chen, C., Zhang, B., Bu, M., Bi, J., & Yu, Y. (2012). Fuel use pattern and determinants of taxi drivers fuel choice in Nanjing, China. *Journal of Cleaner Production* , 33, 60-66.
- Logan, W. (1953). Mortality In The London Fog Incident, 1952. *The Lancet* , 261 (6755), pp. 336-338.

- MacNaughton, P., Melly, S., Vallarino, J., Adamkiewicz, G., & Spengler, J. D. (2014). Impact of bicycle route type on exposure to traffic-related air pollution. *Science of the Total Environment*, 490, 37-43.
- Mena-Carrasco, M., Oliva, E., Saide, P., Spak, S. N., de la Maza, C., Osses, M., et al. (2012). Estimating the health benefits from natural gas use in transport and heating in Santiago, Chile. *Science of the Total Environment*, 429, 257-265.
- Miller, M. R., McLean, S. G., Duffin, R., Lawal, A. O., Araujo, J. A., Shaw, C. A., et al. (2013). Diesel exhaust particulate increases the size and complexity of lesions in atherosclerotic mice. *Particle and Fibre Toxicology*, 10.
- Moita, R. M., & Silva, D. B. (2014). Follow the Leaders: competition in the Brazilian Auto Financing Sector. *Estudos Econômicos*, 44 (3), pp. 527-552.
- Molle, R., Mazoué, S., Géhin, É., & Ionescu, A. (2013). Indoor-outdoor relationships of airborne particles and nitrogen dioxide inside Parisian buses. *Atmospheric Environment*, 69, 240-248.
- Pereira, B. B., Campos Jr., E. O., Lima, E. A., Barrozo, M. A., & Morelli, S. (2014). Biomonitoring air quality during and after a public transportation strike in the center of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil by *Tradescantia* micronucleus bioassay. *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 3680-3685.
- Proconve. (2010). *Proconve: Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Qadir, R. M., Abbaszade, G., Schnelle-Kreis, J., Chow, J. C., & Zimmermann, R. (2013). Concentrations and source contributions of particulate organic matter before and after implementation of a low emission zone in Munich, Germany. *Environmental Pollution*, 175, 158-167.
- Rahul, T. M., & Verma, A. (2013). Economic impact of non-motorized transportation in Indian cities. *Research in Transportation Economics*, 38, 22-34.
- Réquia, W., Koutrakis, P., & Roig, H. (2015). Spatial distribution of vehicle emission inventories in the Federal District, Brazil. *112*, pp. 32-39.
- Samanez, C., Ferreira, L., & do Nascimento, C. (2014). Valuation of the switch input option embedded in the Brazilian flex car: A study of a geographical region using a real options approach and stochastic simulation. *24* (3), pp. 628-643.
- Sánchez-Ccoyllo, O., Martins, L., Ynoue, R., & Andrade, M. (2007). The impact on tropospheric ozone formation on the implementation of a program for mobile emissions control: A case study in São Paulo, Brazil. *7* (2), pp. 95-119.

Santos, V., de Medeiros, A., de Lima, T., & Nascimento, L. (2014). The effect of air pollutants on birth weight in medium-sized towns in the state of São Paulo . *32* (4), pp. 306-312.

Sellitto, M. A., Borchardt, M., Pereira, G. M., & Sauer, M. B. (2013). Perception of users on the environmental impact caused by public transport operation. *Chemical Engineering Transactions* , *35*, 793-798.

Solis-Soto, M. T., Patiño, A., Nowak, D., & Radon, K. (2013). Association between environmental factors and current asthma, rhinoconjunctivitis and eczema symptoms in school-aged children from Oropeza Province - Bolivia: A cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* , *12*.

Suarez-Bertoa, R., Zardini, A., Keuken, H., & Astorga, C. (2015). Impact of ethanol containing gasoline blends on emissions from a flex-fuel vehicle tested over the Worldwide Harmonized Light duty Test Cycle (WLTC) . *143*, pp. 173-182.

Suarez-Bertoa, R., Zardini, A., Platt, S., Hellebust, S., Pieber, S., El Haddad, I., et al. (2015). Primary emissions and secondary organic aerosol formation from the exhaust of a flex-fuel (ethanol) vehicle . *117*, pp. 200-211.

Szwarcfiter, L., Mendes, F., & La Rovere, E. (2005). Enhancing the effects of the Brazilian program to reduce atmospheric pollutant emissions from vehicles . *10* (2), pp. 153-160.

Tadano, Y., Borillo, G., Godoi, A., Cichon, A., Silva, T., Valebona, F., et al. (2014). Gaseous emissions from a heavy-duty engine equipped with SCR aftertreatment system and fuelled with diesel and biodiesel: Assessment of pollutant dispersion and health risk . *500-501*, pp. 64-71.

Tau, J., Novaes, P., Matsuda, M., Tasat, D., Saldiva, P., & Berra, A. (2013). Diesel exhaust particles selectively induce both proinflammatory cytokines and mucin production in cornea and conjunctiva human cell lines . *54* (7), pp. 4759-4765.

Tight, M., Timms, P., Banister, D., Bowmaker, J., Copas, J., Day, A., et al. (2011). Visions for a walking and cycling focussed urban transport system. *Journal of Transport Geography* , *19*, 1580-1589.

Tong, H., Rappold, A., Caughey, M., Hinderliter, A., Graff, D., Berntsen, J., et al. (2014). Cardiovascular effects caused by increasing concentrations of diesel exhaust in middle-aged healthy GSTM1 null human volunteers . *26* (6), pp. 319-326.

Winter, D. D., & Koger, S. M. (2004). *The psychology of environmental problems*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Winther, M., Møller, F., & Jensen, T. (2012). Emission consequences of introducing bio ethanol as a fuel for gasoline cars . *55*, pp. 144-153.

Woodside, A. (2010). *Case Study Research: Theory, Methods and Practice*. Bingley: Emerald Group Publishing.

Yoon, S., & Lee, C. (2012). Effect of undiluted bioethanol on combustion and emissions reduction in a SI engine at various charge air conditions . 97, pp. 887-890.

Yoon, S., Ha, S., Roh, H., & Lee, C. (2009). Effect of bioethanol as an alternative fuel on the emissions reduction characteristics and combustion stability in a spark ignition engine . 223 (7), pp. 941-951.

Zamboni, G., Capobianco, M., & Daminelli, E. (2009). Estimation of road vehicle exhaust emissions from 1992 to 2010 and comparison with air quality measurements in Genoa, Italy . 43 (5), pp. 1086-1092.

Zhou, Y., Hammitt, J., Fu, J. S., Gao, Y., Liu, Y., & Levy, J. I. (2014). Major factors influencing the health impacts from controlling air pollutants with nonlinear chemistry: An application to China. *Risk Analysis* , 34, 683-697.