

# **O IMPACTO AMBIENTAL DA INTRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS DIESEL**

FORCETTO, A. L. S.<sup>1</sup>, ABRANTES, R. de<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

E-mails: [aforcetto@sp.gov.br](mailto:aforcetto@sp.gov.br), [rabrantes@sp.gov.br](mailto:rabrantes@sp.gov.br)

## **RESUMO**

Enquanto na Europa uma grande quantidade de veículos leves de passageiros (VLP) utiliza o óleo Diesel como combustível, no Brasil o uso em VLP é proibido. No entanto, está em tramitação no Congresso Nacional Projeto de Lei 1013/2011, que extingue esta proibição, baseado nas premissas que o automóvel Diesel terá menor emissão de CO<sub>2</sub> e menor poluição. Assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação do impacto ambiental da emissão de gases poluentes e CO<sub>2</sub> que haveria em metrópoles como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), caso seja liberado o uso de óleo Diesel em VLP. Este estudo baseia-se nos resultados dos ensaios de homologação de veículos que possuem motorização similar Otto (gasolina e flex) e Diesel, bem como em dados de estudos de campo, analisados segundo a metodologia da CETESB para o cálculo do inventário de emissões veiculares. Os resultados apontam, para o automóvel Diesel em relação aos Otto, para forte aumento nas emissões de NO<sub>x</sub> e pequena redução na emissão de CO<sub>2</sub> total, porém com aumento significativo do CO<sub>2</sub> fóssil (descontados os biocombustíveis), resultados que são multiplicados ao se considerar as emissões reais de NO<sub>x</sub> e ao se projetar o impacto ambiental sobre a RMSP.

## **INTRODUÇÃO**

No Brasil o óleo Diesel recebe menor carga tributária em relação à gasolina, com o objetivo de reduzir os custos do frete de mercadorias por caminhões e das tarifas de ônibus para o transporte urbano de massa [1]. Deste modo, os veículos leves de passageiros (VLP) são proibidos por lei de o utilizarem como combustível, situação oposta a da Europa, onde há significativa presença de VLP movidos a Diesel nas ruas.

Está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei (PL) 1013/2011 [2], que libera a venda de automóveis Diesel no Brasil, surgindo daí a polêmica: os defensores do PL argumentam que o veículo Diesel é mais eficiente, portanto tem menor consumo e menor emissão de CO<sub>2</sub>. Quanto à emissão de poluentes, a alegação é que os veículos com sistemas antipoluição são pouco poluentes e assim trariam pouco impacto ambiental para o nosso país. Esta posição é contraposta pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Conselho Internacional para Transporte Limpo (*International Council on Clean Transportation* – ICCT) [3, 4, 5], entre outras instituições, assim vê-se que o assunto é polêmico, mas deve ser discutido à luz dos fatos, para que se tenha uma visão mais precisa.

Deste modo, o objetivo deste artigo é avaliar qual o impacto ambiental haveria na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) quanto à geração de poluentes e de gases de efeito estufa, caso seja liberado a venda de automóveis Diesel no Brasil.

## 1. OS VEÍCULOS COMO FONTE DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

A RMSP, semelhante a outros grandes centros urbanos, está sujeita aos problemas relacionados à poluição, como a degradação do solo, água e ar. Desde o final dos anos 1960 começaram a surgir na imprensa relatos de episódios agudos de poluição do ar, que levou o governo paulista a criar em 1972 a rede de monitoramento da qualidade atmosférica, que fica sob a responsabilidade da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e faz o controle de material particulado inalável (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub> – combinação de NO e NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC), além de diversos parâmetros meteorológicos [6].

As principais fontes de poluição atmosférica são os processos industriais e a frota veicular, com participação também da queima de biomassa, processos de ressuspensão de particulado e emissões com origem na cadeia de produção e distribuição de combustível [7], como mostra a Figura 1.

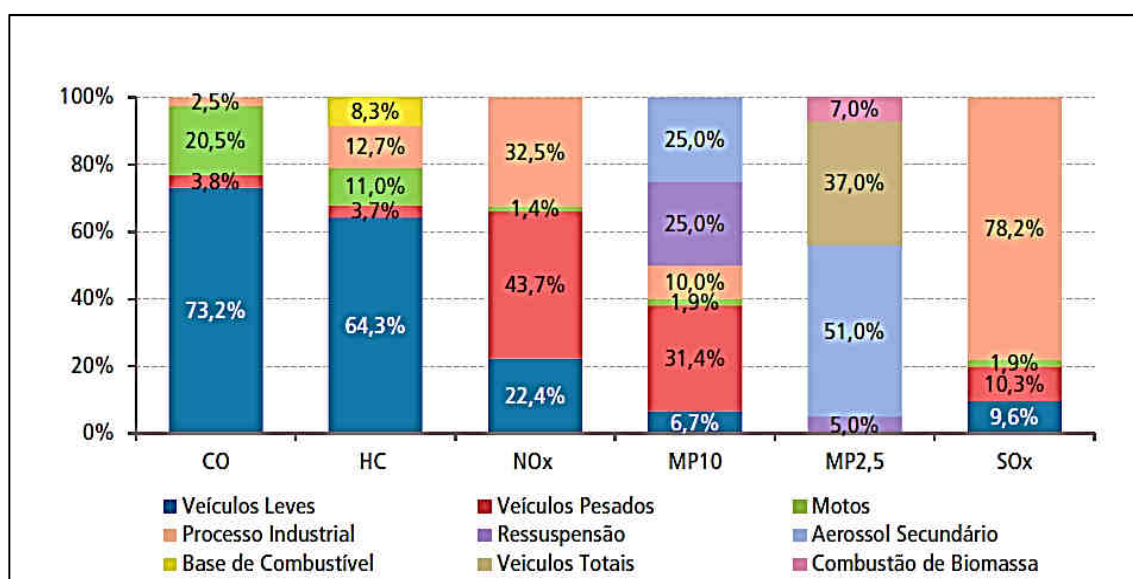


Figura 1 – Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP [7]

A CETESB vem continuamente atuando em programas para a redução da emissão de poluentes atmosféricos; em relação às fontes fixas é desenvolvido no Estado de São Paulo o Plano para Redução de Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE) [8]. Quanto às fontes móveis, a CETESB participa ativamente do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), como agente técnico conveniado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão do Ministério do Meio Ambiente, que gerencia este programa.

O PROCONVE é baseado em programas similares da Europa e Estados Unidos, onde o princípio fundamental é estabelecer, para os veículos novos, limites de emissão de poluentes

que são periódica e progressivamente reduzidos, sendo comprovado o atendimento por meio de ensaios padronizados na certificação do protótipo e do acompanhamento estatístico da produção [9].

Os esforços aplicados nestes programas produziram resultados positivos, através da introdução de tecnologias para redução e controle de emissão de poluentes pelas indústrias e pelos fabricantes de veículos e motores. Assim, mesmo com o aumento da frota, houve redução significativa das emissões de  $\text{SO}_2$ , CO e  $\text{MP}_{10}$  na RMSP e consequente melhora dos índices de qualidade do ar [6], porém ainda há altos níveis de ozônio, devido principalmente às emissões veiculares, e de  $\text{MP}_{2,5}$  proveniente dos veículos, ressuspensão de partículas e pela formação de aerossóis secundários [7].

O ozônio atualmente é o principal poluente atmosférico da RMSP, com grande quantidade de dias de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar, como mostra a Figura 2. Sua formação está fortemente influenciada pelas emissões de CO,  $\text{NO}_x$  e compostos orgânicos voláteis (COV), além de variáveis meteorológicas como índice de radiação ultravioleta, pluviosidade e intensidade dos ventos [7; 10; 11]. Não pode ser esquecida também a importância da emissão de gases de efeito estufa (GEE),  $\text{CO}_2$  principalmente, onde a frota veicular da RMSP é responsável pela produção de mais de 13 mil toneladas de  $\text{CO}_2$  equivalente por ano, sendo que os VLP respondem por 54% deste total [12].

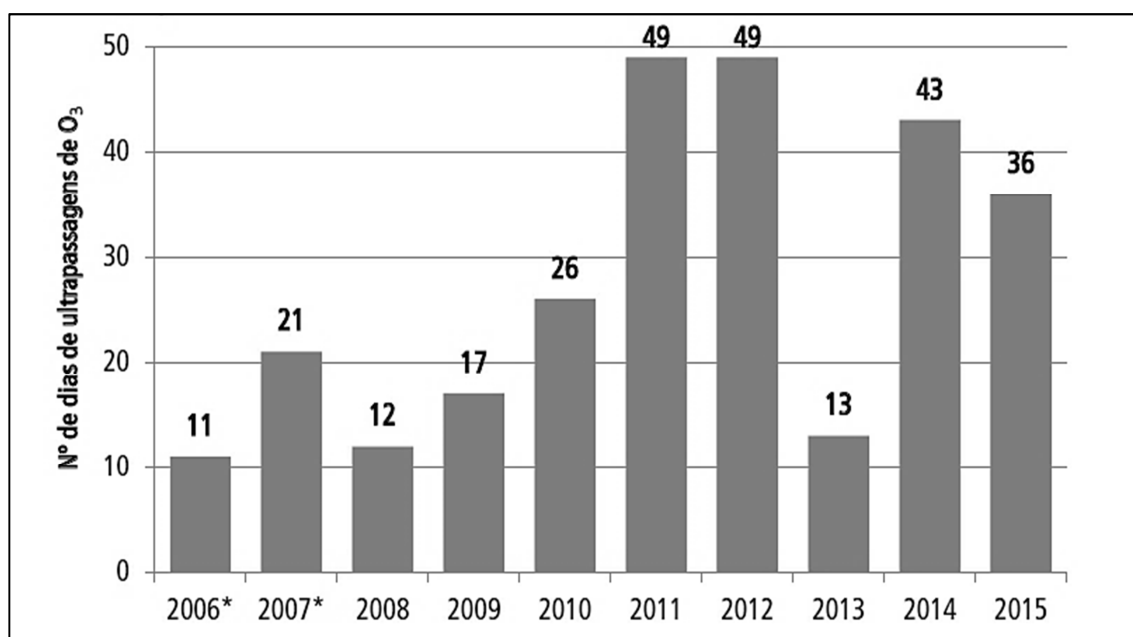


Figura 2 – Número de dias de ultrapassagem do padrão estadual de  $\text{O}_3$  – RMSP [7]

O  $\text{NO}_x$  tem participação importante não apenas na formação de ozônio, mas também é em si um gás poluente, que causa irritação nos olhos, nariz e mucosas, com potencial para causar doenças respiratórias como enfisema pulmonar, bronquites e câncer [13]. Outros efeitos da presença de  $\text{NO}_x$  na atmosfera são a formação de particulado fino ( $\text{PM}_{2,5}$ ) e de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), que resulta em chuva ácida, além da eutrofização de corpos de água [14; 15].

## 2. MÉTODO

O processo de análise de dados consistiu em pesquisa na base de dados do setor de Homologação de Veículos (ETHV) da CETESB, coletando os resultados de emissões de CO<sub>2</sub> e NOx em ensaios de homologação de veículos realizados no período de 2011 a 2016, portanto abrangendo as fases PROCONVE L5 e L6. Foram analisados 147 ensaios de 16 modelos diferentes de veículos leves comerciais (VLC), particularmente esportivos utilitários (SUV), vans e picapes. Cada modelo estudado deveria ter motorização similar para Diesel e gasolina e/ou flex, sendo que os critérios de similaridade utilizados foram de que os motores deveriam ter o mesmo número de cilindros, com deslocamento volumétrico e níveis de potência próximos entre si.

Esta base de dados resultou em valores típicos de emissões em ensaios de homologação para Diesel, gasolina e etanol. Também foi considerado a emissão de NOx “real”, ou seja, de valores típicos obtidos em testes de rodagem em ruas (*Real Driving Emissions* – RDE). Diversos estudos apontam emissão de NOx de 2 a 25 vezes acima dos limites legais [16; 17; 18; 19; 20; 21]; portanto, foi adotado para o NOx “real” um indexador de 4 vezes em relação ao valor obtido em testes de laboratório, baseado no estudo realizado pela CETESB e apresentado pelo IBAMA em seu endereço eletrônico [22] referente ao caso conhecido como “Dieselgate”, onde foram testados veículos brasileiros.

Os dados foram então aplicados em cálculos para inventário de emissões veiculares, de acordo com a metodologia utilizada pela CETESB [12], considerando uma projeção de 6 anos de vendas de VLP a Diesel, que é a idade média da frota de VLP na RMSP, nas proporções de 50% e de 90% das vendas totais desta categoria.

### 3. RESULTADOS

Os resultados obtidos dos ensaios de homologação foram os seguintes:

Tabela 1 – Valores típicos de emissões em ensaios de homologação

	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Etanol</b>
CO <sub>2</sub> “bruto” (sem desconto do biocombustível)	231,9 g/km	245,5 g/km	221,4 g/km
Diferença:	-	- 5,5%	+ 4,8%
CO <sub>2</sub> “fóssil” (com desconto do biocombustível – gasolina com 22% de etanol e Diesel com 7% de biodiesel)	224,9 g/km	191,5 g/km	0
Diferença:	-	+ 14,9%	+ 100%
NOx	0,281 g/km	0,033 g/km	0,041 g/km
Diferença:	-	+ 760%	+ 579%
NOx “real”	1,124 g/km	-	-
Diferença:	4x	-	-

Estes valores então, aplicados às projeções sobre os cálculos de inventário de emissões, têm como resultado:

Tabela 2 – Projeção de emissões para RMSP, com 50% das vendas de VLP movidos a Diesel

	CO <sub>2</sub> eq	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> “real”
Atual (mil t/ano)	13,11	54,4	
Projetado (mil t/ano)	13,08	57,4	67,8
Diferença	-0,3%	+5,3%	+19,9%

Tabela 3 – Projeção de emissões para RMSP, com 90% das vendas de VLP movidos a Diesel

	CO <sub>2</sub> eq	NO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub> “real”
Atual (mil t/ano)	13,11	54,4	
Projetado (mil t/ano)	13,05	59,8	78,6
Diferença	-0,5%	+9,1%	+30,9%

Atualmente os VLP representam 16,5% das emissões do NO<sub>x</sub> veicular [12], porém se 90% dos veículos leves passarem a ser movidos a Diesel, em um prazo de 6 anos se chegará a um nível de acréscimo de 24,2 mil t/ano nas emissões deste poluente, onde os VLP responderiam por 42% do total emitido, com uma redução insignificante na produção de GEE.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos entram claramente em confronto com a ideia que a introdução no mercado brasileiro do veículo Diesel reduziria as emissões de GEE, pelo contrário, ainda mais ao se considerar que o uso de biocombustíveis já é prática corrente dentro da nossa realidade. O aumento de NO<sub>x</sub> seria significativo, colocando os VLP a um nível de contribuição próxima à dos veículos pesados, portanto não há justificativa ambiental para se implantar esta tecnologia no Brasil, ainda mais quando se viabiliza cada dia mais alternativas como o uso de biocombustíveis e os veículos híbridos e elétricos.

## REFERÊNCIAS

- [1] PETROBRÁS **Composição de preços ao consumidor – óleo Diesel**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos/diesel/>> . Acesso em 06/Abril/2017.
- [2] CÂMARA DOS DEPUTADOS **Projeto de Lei 1013/2011**. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=498116>> . Acesso em 06/Abril/2017.
- [3] CETESB **Posicionamento acerca do projeto de Lei nº 1013, de 2011 que dispõe sobre a fabricação e venda, em território nacional, de veículos utilitários movidos a óleo diesel, e dá outras providências** - Informação técnica 01/16/ETH/ET. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2016/02/Informa%C3%A7%C3%A3o-T%C3%A9cnica.pdf>> . Acesso em 06/Abril/2017.
- [4] OMS – Organização Mundial da Saúde (*WHO – World Health Organization*) **International Agency for Research on Cancer – IARC: Diesel engine exhaust carcinogenic**. Informação à imprensa. Lion, França: 12/Junho/2012. Disponível em: <[http://www.vecc-mep.org.cn/eng/news/news\\_detail.jsp?newsid=50712](http://www.vecc-mep.org.cn/eng/news/news_detail.jsp?newsid=50712)> . Acesso em 10/Abril/2017.
- [5] ICCT – International Council on Clean Transportation. **The European real-driving emissions regulation**. Berlim, Alemanha. Disponível em: <ICCT – International Council on Clean Transportation. The european real-driving emissions regulation. Position Brief. Washington, DC, 2015. Disponível em: <[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTbrief\\_EU-RDE\\_201512.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTbrief_EU-RDE_201512.pdf)> . Acesso em 17/Outubro/2016.
- [6] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar**. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/>> . Acesso em 26/Novembro/2016.
- [7] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2015**. Relatório. Editoração: Roseli Arroio. São Paulo: 2016. 167 p. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>> . Acesso em 20/Maio/2016.
- [8] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Plano de redução de emissão de fontes estacionárias – PREFE 2014**. Coord.: Hércules Cerullo. São Paulo: 2014. 202 p. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/plano-de-reducao-de-emissao-de-fontes-estacionarias-prefe/>> . Acesso em 24/Novembro/2016.
- [9] IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. **Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores – Proconve/Promot/Ibama**, 3ª. Edição. Brochura. IBAMA/DIQUA: 2011. 584 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/programa-proconve>>. Acesso em 24/Junho./2015.
- [10] ALVIM, D. et. al. Estudo dos compostos orgânicos voláteis precursores de ozônio na cidade de São Paulo. Artigo técnico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, 13 p., 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522011000200013>> Acesso em 21/Janeiro/2017.
- [11] MARTINS, L. **Sensibilidade da formação do ozônio troposférico às emissões veiculares na Região Metropolitana de São Paulo**. 2006. 219 p. Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas). Universidade de São Paulo – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo.
- [12] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2015**. Relatório. Coord.: Marcelo Bales. São Paulo: 2016. 214 p. Disponível em: <<http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp->

content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-subst-011116.pdf> . Acesso em 23/Novembro/2016.

[13] CASTRO, A. H. S.; ARAÚJO, R. S. e SILVA, G. M. M. Qualidade do ar – parâmetros de controle e efeitos na saúde humana: uma breve revisão. **Holos**, ano 29, vol. 5, p. 107 a 121, Outubro/2013. ISSN: 1807-1600i

[14] EPA – *United States Environmental Protection Agency*. **Search results for Nitrogen Oxides**. Disponível em:

<[https://ofmpub.epa.gov/sor\\_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do?matchCriteria=Contains&checkedTerm=on&checkedAcronym=on&search=Search&term=Nitrogen%20Oxides#](https://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search.do?matchCriteria=Contains&checkedTerm=on&checkedAcronym=on&search=Search&term=Nitrogen%20Oxides#)> . Acesso em 04/Abril/2017.

[15] ALBUQUERQUE, T. T. A. **Formação e transporte das partículas finas inorgânicas em uma atmosfera urbana: o exemplo de São Paulo**. Tese (Doutorado em Meteorologia). 2010, 189 p. Universidade de São Paulo – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo.

[16] FRANCO, V. et al. **Real-world exhaust emissions from modern diesel cars – A meta-analysis of PEMS emissions data from EU (EURO 6) and US (Tier 2 bin 5/ulev II) Diesel passenger cars. Part 1: aggregated results**. Berlim, Alemanha: ICCT – International Council on Clean Transportation Europe, 2014, 59 p. Disponível em:

<[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_PEMS-study\\_diesel-cars\\_20141010.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_PEMS-study_diesel-cars_20141010.pdf)> . Acesso em 04/Janeiro/2017.

[17] KADIJK, G. et al. **TNO 2016 R10083 NOx emissions of Euro 5 and Euro 6 diesel passenger cars – test results in the lab and on the road**. Relatório. Delft, Holanda: TNO – Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, 2016, 33 p. Disponível em:

<<http://publications.tno.nl/publication/34620046/H95fkX/TNO-2016-R10083.pdf>> . Acesso em 23/Setembro/2016.

[18] GERMAN, J. **The emissions test defeat device problem in Europe is not about VW**. Berlim, Alemanha: ICCT – International Council on Clean Transportation Europe, 2016, 8 p. Disponível em: <<http://www.theicct.org/blogs/staff/emissions-test-defeat-device-problem-europe-not-about-vw>>, acesso em 25/Novembro/2016.

[19] KODJAK, D. et al. An international perspective on vehicle emissions compliance, testing and enforcement. In: US EPA COMPLIANCE SUMMIT, 2016, Ann Arbour, Estados Unidos. **Anais...** Estados Unidos: EPA, 2016, 22 p.

[20] MARNER, B. **Emission of nitrogen oxides from modern Diesel vehicles**. Relatório. Bristol, UK: Air Quality Consultants, 2016. 48 p. Disponível em:

<<http://www.aqconsultants.co.uk/getattachment/Resources/Download-Reports/Emissions-of-Nitrogen-Oxides-from-Modern-Diesel-Vehicles-210116.pdf.aspx>> . Acesso em 23/Setembro/2016.

[21] THOMPSON, G. et al. **In-Use Emissions Testing of Light-Duty Diesel Vehicles in the United States – final report**. Morgantown, Estados Unidos: CAFEE – Center for Alternative Fuels, Engines & Emissions – West Virginia University, 2014, 133 p. Disponível em:

<[http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/WVU\\_LDDV\\_in-use\\_ICCT\\_Report\\_Final\\_may2014.pdf](http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/WVU_LDDV_in-use_ICCT_Report_Final_may2014.pdf)> . Acesso em 11/Janeiro/2017.

[22] IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais **Auto de infração nº 9082389-E – Procedimento 02001.007032/2015-46 – Decisão de 1ª instância 191/2017 – Parecer DIQUA 000207/2017 – Relatório de avaliação de emissões de poluentes de veículos Amarok Diesel, CETESB, 01.2017**. Auto de infração. Brasília, DF: 21/março/2017. Disponível em:

<[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/noticias2017/oficio\\_volkswagen\\_e\\_anexo\\_s\\_.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/noticias2017/oficio_volkswagen_e_anexo_s_.pdf)> . Acesso em 06/Abril/2017.