

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DIREITO DA SAÚDE:
DIMENSÕES INDIVIDUAIS E COLETIVAS

OSWALDO LUÍS CAETANO SENER

ÔNIBUS ELÉTRICOS UTILIZADOS NO TRANSPORTE PÚBLICO COMO
PARADIGMA DE POLÍTICA PÚBLICA NO COMBATE À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
EM SANTOS

Santos – SP
Setembro de 2018

OSWALDO LUÍS CAETANO SENGER

**ÔNIBUS ELÉTRICOS UTILIZADOS NO TRANSPORTE PÚBLICO COMO
PARADIGMA DE POLÍTICA PÚBLICA NO COMBATE À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
EM SANTOS**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito da Saúde da Universidade Santa Cecília, como exigência parcial à obtenção do título de Mestre em Direito da Saúde, sob a orientação do Professor Dr. Marcelo Lamy

Santos
Setembro de 2018

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho,
por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos,
desde que citada a fonte.

344.046342 SENER, Oswaldo Luís Caetano.
S479o Ônibus elétricos utilizados no transporte público como paradigma de política pública no combate à poluição atmosférica em Santos / Oswaldo Luís Caetano Senger.
2018.
239 f.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Lamy.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós-Graduação em Direito da Saúde, Santos,
SP, 2018.

1. poluição do ar. 2. doenças respiratórias. 3. política pública transporte urbano. 4. ônibus elétrico. 5. Santos. I. LAMY, Marcelo. II. Ônibus elétricos utilizados no transporte público como paradigma de política pública no combate à poluição atmosférica em Santos.

**ÔNIBUS ELÉTRICOS UTILIZADOS NO TRANSPORTE PÚBLICO COMO
PARADIGMA DE POLÍTICA PÚBLICA NO COMBATE À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA
EM SANTOS**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito da Saúde: Dimensões Individuais e Coletivas da Universidade Santa Cecília – UNISANTA.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Doutor Marcelo Lamy (orientador, Universidade Santa Cecília)

Professora Doutora Consuelo Yatsuda Moromizato Yoshida (convidada, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo)

Professor Doutor Luciano Pereira de Souza (convidado, Universidade Santa Cecília)

Data da Defesa: Santos, 26 de setembro de 2018

Resultado:

Aos meus queridos filhos Mariella e Luís Filipe, pelo tempo de atenção que lhes foi subtraído; à minha irmã Ana Carolina, pela ajuda na elaboração da dissertação, e aos meus pais Marilene e Flávio, pelo apoio dado a mais essa jornada na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Para a elaboração deste trabalho, contei com o auxílio de muitas pessoas, razão pela qual registro os meus sinceros agradecimentos pela contribuição de cada uma delas, sobretudo: ao Professor Doutor Marcelo Lamy que despertou em mim o desejo do estudo de políticas públicas ligadas à saúde e ao transporte público, e ao Professor Doutor Luciano Pereira de Souza, pela disponibilidade de tempo em nossas reflexões sobre o meio ambiente. Às funcionárias do mestrado e da biblioteca da UNISANTA, pela maneira sempre cordial a mim dispensada.

“Queria dizer: Boa é a lei, quando executada com retidão. Isto é: boa será, em havendo no executor a virtude, que no legislador não havia. Porque só a moderação, a inteireza e a equidade, no aplicador das más leis, as poderiam, em certa medida, escoimar da impureza, dureza e maldade, que encerrarem. [...] Que extraordinário, que imensurável, que, por assim dizer, estupendo e sobre-humano, logo, não será, em tais condições, o papel da justiça! Maior que o da própria legislação. Porque, se dignos são os juizes, como parte suprema, que constituem, no executar das leis, em sendo justas, lhes manterão eles a sua justiça, e, injustas, lhes poderão moderar, se não, até, no seu tanto, corrigir a injustiça.”

Rui Barbosa

RESUMO

O presente trabalho tem como linha de pesquisa Estado e Planejamento Social da Saúde, tendo como tema a adoção de uma política pública de mudança da frota destinada ao transporte urbano, que elimine o uso de combustíveis poluentes, para uma alternativa ambientalmente saudável. A pesquisa apresenta uma proposta de diminuição dos níveis de poluição do ar em Santos, através da utilização de uma matriz energética baseada na eletricidade. Propõe-se que a Prefeitura de Santos dê o exemplo, implementando medidas de conscientização da população quanto à preservação ambiental e melhora da qualidade de vida. A metodologia utilizada para a realização da dissertação, foi a pesquisa de natureza qualitativa, de caráter exploratório, com base em dados bibliográficos e estatísticos. No estudo, discorre-se sobre a proteção do meio ambiente, em especial sobre as providências até então adotadas pelo município de Santos, quanto à melhora da qualidade do ar, bem como sobre uma política de transporte público que tenha esse fator como foco. Explana-se, também, sobre a qualidade do ar em Santos, com base em medições efetuadas pela CETESB. Foi feita uma abordagem sobre os impactos que a poluição do ar ocasiona ao sistema respiratório. A origem das diversas fontes poluidoras do ar na Baixada Santista foi estudada, e como paradigma para a mitigação dos seus efeitos, menciona-se o novo processo licitatório levado a efeito pelo Município de São Paulo, que impõe a troca progressiva da frota dos ônibus destinados ao transporte público urbano por uma outra, movida a energia elétrica, sendo feita uma análise dos impactos altamente positivos que essa mudança trará para a saúde. Também são sugeridas medidas no âmbito tributário, com incentivos fiscais que poderão ser concedidos pelas três esferas governamentais. Por derradeiro, defende-se um novo posicionamento por parte das instituições financeiras, no que tange à diminuição das taxas de juros cobrados nos futuros empréstimos concedidos para a aquisição dos ônibus elétricos, construindo-se um raciocínio de que essas mesmas instituições poderão ser responsabilizadas por eventuais danos ambientais que a atual emissão de gases pelos ônibus poderá causar, em especial à saúde humana. Conclui-se, portanto, que em razão da economia gerada pela queda do número de internações, atendimentos e morbidade causados pela poluição do ar, a verba que seria destinada à saúde migrará para o setor de transporte, num círculo virtuoso, obtido através da adoção de uma política municipal de mobilidade urbana baseada, principalmente, na utilização exclusiva de ônibus elétricos no transporte público de passageiros.

Palavras-chave: doenças respiratórias; ônibus elétrico; política pública de transporte urbano; poluição do ar; Santos.

ABSTRACT

The present work has as a research line State and Social Health Planning, having as its theme the adoption of a public policy to change the fleet destined to urban transport, which eliminates the use of polluting fuels, for an environmentally healthy alternative. The research presents a proposal to reduce the levels of air pollution in Santos, through the use of an energy matrix based on electricity. It is proposed that the City of Santos set the example, implementing measures to raise awareness of the population regarding environmental preservation and improved quality of life. The methodology used to carry out the dissertation was qualitative research, of an exploratory nature, based on bibliographical and statistical data. The study focuses on the protection of the environment, especially on the measures adopted until then by the municipality of Santos, regarding the improvement of air quality, as well as on a public transport policy that has this factor as focus. It is also explained about air quality in Santos, based on measurements made by CETESB. An approach was taken on the impacts that air pollution causes to the respiratory system. The source of the various sources of air pollution in Baixada Santista was studied, and as a paradigm for the mitigation of its effects, we mention the new bidding process carried out by the Municipality of São Paulo, which requires the progressive exchange of the fleet of buses destined to the urban public transport by another one, moved by electric power, being made an analysis of the highly positive impacts that this change will bring to health. Measures in the tax area are also suggested, with fiscal incentives that may be granted by the three governmental spheres. Lastly, it defends a new position on the part of the financial institutions, as far as the reduction of the interest rates charged in the future loans granted for the acquisition of the electric buses, constructing a reasoning that these same institutions can be held responsible for possible environmental damages that the current emission of gases by buses can cause, especially to human health. It is concluded, therefore, that due to the economy generated by the decrease in the number of hospitalizations, care and morbidity caused by air pollution, the money that would be destined for health will migrate to the transportation sector, in a virtuous circle, obtained through adoption of a municipal urban mobility policy based mainly on the exclusive use of electric buses in public passenger transport.

Keywords: air pollution; electric bus; respiratory diseases; Santos; urban public transport policy.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 CONTEXTO GERAL	22
1.1 Poluição do ar e saúde pública.....	22
1.2 Planos municipais de combate à poluição do ar	23
1.3 Mobilidade Urbana.....	26
1.4 Plano municipal de mobilidade urbana	29
1.5 Política de transporte público para a diminuição da poluição do ar	30
2 QUALIDADE DO AR EM SANTOS	41
2.1 Medições realizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	41
2.2 Poluição atmosférica decorrente da atividade portuária	63
3. CORRELAÇÃO ENTRE POLUENTES E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE	69
3.1 Estudo realizado por Bert Brunekreef e Stephen T Holgate	73
3.2 Níveis de poluição do ar de acordo com o meio de transporte	85
3.3 Poluição ambiental indoor e outdoor.....	93
3.4 Pesquisas realizadas pelo laboratório de poluição atmosférica da USP	95
3.5 Alternativas para a mitigação da emissão de substâncias poluentes	101
4 FONTES POLUIDORAS	103
4.1 A heterogeneidade das fontes poluidoras.....	103
4.2 Poluição gerada pelo transporte público urbano na baixada santista	105
4.3 Substituição da frota de ônibus no município de São Paulo	110
5 DESAFIO DA DIMINUIÇÃO DA MORBIDADE E DA MORTALIDADE	117
5.1 Relatórios da OMS.....	118
5.2 Estudos elaborados pelo Ministério da Saúde – EVIPNET.....	124
5.3 Relatórios do Instituto Saúde e Sustentabilidade	130
6. CUSTO-BENEFÍCIO	151
6.1 Benefícios mediatos e imediatos	151
6.2 Custo de aquisição e operacional de um ônibus movido a combustível fóssil	163
6.3 Custo de um ônibus movido a energia elétrica	164
6.4 Estimativa de gastos do SUS para o atendimento e tratamento das doenças causadas por agentes poluidores do ar	165
6.5 Vantagens e desvantagens da troca da frota de ônibus urbanos	167
6.5.1 Pesquisa encomendada pelo departamento de trânsito de Nova York.....	170
6.5.2 Dados do Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos EUA	186
6.5.3 Custos de manutenção de um ônibus movido a energia elétrica	190
6.5.4 – Estudo elaborado pela Associação Nacional de Transportes Públicos.....	193
6.6 Aspectos Tributários Envolvidos	199

6.7 Locais de carregamento das baterias	206
7. RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL DAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS ...	213
7.1 Política de Responsabilidade Socioambiental (PRSA)	220
7.2 Aplicação, pelas instituições financeiras, no financiamento para aquisição de ônibus	221
CONCLUSÕES	223
REFERÊNCIAS.....	226

INTRODUÇÃO

Apesar de eventos naturalísticos emitirem poluentes no ar, como, por exemplo, as recentes erupções vulcânicas, não há controvérsia acerca do maior causador da poluição do ar: o ser humano.

Com a evolução social e a industrialização, durante um século a sociedade serviu-se do petróleo e seus derivados como combustível gerador de energia para movimentar os automóveis; uma de suas criações mais importantes para facilitar o seu próprio transporte, e o dos seus bens. Ele foi, e ainda é, a principal fonte de energia inicialmente disponível e eficiente.

No entanto, além dela ser finita, sabe-se que a combustão necessária para gerar energia, produz elementos altamente poluentes que são lançados na atmosfera, tais como ozônio, dióxido de nitrogênio, material particulado e dióxido de enxofre.

Ao longo dos últimos anos, algumas ações mitigadoras da poluição do ar foram adotadas: emprego de tecnologias mais avançadas no desenvolvimento e fabricação dos motores, utilização obrigatória de catalizadores nos veículos e redução do teor de enxofre na produção de combustíveis, dentre outras.

Apesar dessas medidas, indaga-se se elas têm sido eficientes na eliminação ou, ao menos, diminuição dos índices de poluição do ar causada pelos automóveis. A resposta há que ser negativa, principalmente se considerarmos os impactos que esses poluentes causam na saúde da população.

A poluição do ar gerada pela queima de combustíveis fósseis, é mais acentuada em áreas urbanas. Como a população brasileira vive, predominantemente, nessas áreas, elas sofrem maiores impactos pela inalação dessas substâncias tóxicas.

Outra característica que impacta fortemente é o meio de transporte utilizado. Predomina a utilização do transporte individual, ou seja, por meio de automóveis que transportam, na maioria das vezes, somente um indivíduo.

O desejável, é a utilização de meios de transporte coletivos (ônibus, trens e barcos, por exemplo), utilização de bicicletas, deslocamentos a pé, como também do transporte por veículos de modo compartilhado (a denominada “carona”).

Mas esse (novo) mundo ideal depende de educação e conscientização das pessoas, pois, apesar de todas as medidas até então adotadas para minimizar os efeitos da poluição do ar, ela persiste e continua impactando fortemente na saúde e na qualidade de vida.

Por outro lado, é sempre bom lembrar que estamos diante de uma fonte de energia finita. Alternativas oriundas de fontes renováveis já são adotadas, como a utilização de etanol e biodiesel. Mas, ainda que em menor quantidade, a sua combustão ainda gera a emissão de poluentes.

Mais recentemente, foram empreendidas experiências com a utilização de veículos movidos a hidrogênio. Apesar de não emitirem poluentes, os custos para produção e desenvolvimento da tecnologia são elevados.

Deste modo, delimitado o tema, o objetivo do presente estudo propõe a utilização de um meio de transporte coletivo urbano, que seja eficiente e não emita poluentes no processo de geração e transferência de energia para movimentar os veículos. A alternativa ambiental e tecnologicamente mais adequadas, atualmente, é a utilização de ônibus autônomos movidos a energia elétrica (que não podem ser confundidos com os chamados trólebus: elétricos, mas dependentes de uma fonte elétrica constante e externa).

Esses modernos e eficientes meios de transporte urbanos, já são produzidos em escala industrial na China e nos Estados Unidos. No Brasil, há pelo menos duas montadoras.

Apesar da competência para estabelecer diretrizes para o transporte urbano ser da União, a Constituição atribuiu aos Municípios a de organizar e prestar o serviço público de transporte coletivo.

As ações das cidades acerca dos fatores que interferem na mudança do clima são muito importantes, pois servem como catalisador para o governo como um todo, visando dar apoio às políticas públicas, criando um círculo virtuoso. Deve-se avançar no conhecimento sobre gestão ambiental e sua interface na promoção da saúde pública.

No município de Santos, apesar de já existirem um Plano Municipal de Mudança do Clima e um Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana, ainda não há um

obrigatório Plano de Mobilidade Urbana e, muito menos, uma política pública de transporte.

A poluição do ar em Santos é medida pela CETESB em dois locais. Numa das estações, localizada no bairro da Ponta da Praia, os níveis de poluição apurados são sempre superiores aos da estação localizada no bairro do Boqueirão.

Estudos elaborados pela própria CETESB e em pesquisa acadêmica, apontaram que o motivo dessa diferença de nível é atribuído à movimentação das cargas de granéis sólidos nos terminais portuários, que ficam localizados na Ponta da Praia.

Impactantes à saúde, os materiais particulados finos MP2,5 e grossos MP10, durante vários anos, ultrapassaram os limites estipulados pela Organização Mundial da Saúde na estação medidora da Ponta da Praia, segundo relatórios emitidos pela própria CETESB.

Portanto, afora essa degradação ambiental que está sendo combatida tanto na via legislativa, como na via judicial, a Municipalidade há que adotar medidas que eliminem ou, ao menos, minimizem os efeitos maléficos à saúde causados pela emissão de poluentes.

Nessa linha de raciocínio, o Poder Público Municipal há que se espelhar nas medidas legislativas e administrativas implementadas pela Prefeitura de São Paulo.

Nessa cidade, uma lei de 2009 estabeleceu que os programas, contratos e autorizações municipais de transportes públicos deveriam considerar uma redução progressiva do uso de combustíveis fósseis, adotando-se uma meta de, pelo menos, dez por cento a cada ano, a partir de 2009 e a utilização, em 2018, de combustível renovável não-fóssil por todos os ônibus do sistema de transporte público municipal.

Como o prazo não seria cumprido, a lei foi alterada em janeiro de 2018 e o prazo para zerar a emissão de poluentes foi escalonado para ser implementado nos próximos vinte anos.

Sobre os efeitos que a poluição do ar causa na saúde do ser humano, pesquisas realizadas pela Universidade de São Paulo, pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade, e por instituições estrangeiras, apontaram que as substâncias tóxicas inaladas causam várias internações hospitalares e mortes.

Afora impactos no sistema cardiovascular, a poluição do ar gera, principalmente, inflamações nas vias áreas superiores e inferiores. Essas substâncias atingem o pulmão, alvéolos, bronquíolos e causam, também, danos celulares. Isso sem mencionar os casos já comprovados de câncer.

Um estudo desenvolvido pela Universidade de Columbia – EUA, a pedido do departamento de trânsito de Nova York, constatou a ocorrência dessas enfermidades (além das mortes) e, principalmente, o custo que o tratamento gera para o Poder Público.

No entanto, o valor unitário desse tipo de veículo é alto, muitas vezes superando o dobro do valor de um ônibus movido a óleo diesel. Mas há um fator relevante: os custos de manutenção e de aquisição de combustível são bem menores do que seus similares movidos a combustíveis fósseis. Há, também, financiamentos governamentais para viabilizar tal transição.

O estudo também aponta que o retorno financeiro do investimento realizado para a compra desses tipos de veículos, ocorre em aproximadamente sete anos. Partindo-se do princípio de que esses ônibus são projetados para ter uma vida útil de, no mínimo, doze anos, e que os custos de manutenção e a garantia estão embutidos no preço de aquisição de alguns fabricantes, essa mudança de paradigma compensa o investimento.

Além desses aspectos ambientais, projetou-se que a economia dos gastos com saúde pública naquele país, seriam drasticamente reduzidos com a adoção desse meio de transporte limpo. Portanto, seja sobre o aspecto de proteção ambiental, seja sobre a saúde e qualidade de vida da população, como também sob o viés orçamentário, essa política pública é altamente vantajosa.

No Brasil, os dados constantes no sistema DATASUS – Departamento de Informática do SUS (Sistema Único de Saúde), apontam o número de atendimentos ou internações causados por enfermidades no sistema respiratório superior e inferior, bem como os custos desses eventos. Também é possível aferir o número de mortes a eles relacionados.

Apesar de não ser possível e nem cientificamente aconselhável atribuir todos esses eventos registrados no sistema (tanto de morbidade, como de mortalidade por problemas respiratórios) à poluição do ar, por vários motivos esses dados podem ser cruzados com aqueles contidos na pesquisa americana. Isso vai demonstrar que, aqui,

também é melhor prevenir do que remediar. A médio e longo prazos, as despesas dos SUS relativas a esses eventos irão certamente diminuir.

Assim, com a economia gerada pela queda do número de internações, atendimentos e morbidade causados pela poluição do ar, a verba que seria destinada à saúde, poderá migrar para o setor de transporte, através de uma efetiva política municipal de mobilidade urbana, vez que o transporte público urbano é atribuição dos municípios.

Sob o enfoque tributário, a atuação governamental na aquisição, manutenção e abastecimento dos ônibus elétricos, poderá ocorrer com a chamada desoneração.

Na área federal, afora a atual não incidência do imposto de importação sobre aquisição dos ônibus vindos do exterior, isenções poderão ser concedidas pela sua fabricação no país (imposto sobre produtos industrializados), como também, sobre as operações financeiras a eles relacionadas.

A nível estadual, sem dúvida a desoneração deverá ocorrer sobre o imposto referente à circulação dos ônibus produzidos, sejam eles importados ou de fabricação nacional. Mas, principalmente, sobre a propriedade desses veículos.

Localmente, os municípios poderão conceder isenções para as prestações de serviços ligadas à manutenção, operação e abastecimento dos ônibus elétricos. Adicionalmente, do imposto sobre a propriedade dos imóveis onde se localizam as garagens desses veículos, como também dos locais das futuras estações de carregamento.

Por outro lado, como essa inovação provavelmente vai necessitar de financiamento bancário, é desejável uma redução dos juros nessas linhas de crédito. Além desse aspecto, não poderá ser esquecida eventual responsabilização socioambiental das instituições financeiras que concederem empréstimos para a aquisição de ônibus movidos a combustíveis fósseis, e que venham a causar danos ao meio ambiente e à saúde.

Finalizando, também há que ser considerada a responsabilização civil dos municípios, por não adotarem medidas mitigadoras ou eliminadoras dos poluentes do ar. Esse raciocínio é reforçado, quando se leva em consideração que o poder concedente para a prestação do serviço público de transporte urbano, é o Município.

1 CONTEXTO GERAL

Os efeitos que a poluição do ar causa nos sistemas respiratório e circulatório das pessoas, hoje já se tornou um fato incontroverso. Nessa vinculação, está inserida uma de suas formas mais impactantes na saúde: as emissões veiculares.

Dentre os poluentes oriundos da combustão do óleo diesel pelos ônibus urbanos, destacam-se os seguintes: material particulado fino (MP2,5), material particulado grosso (MP10) e ozônio (O³).

Os gastos com saúde pública para atendimento dessas doenças são elevados. Além disso, as informações registradas nos bancos de dados do Poder Público e os resultados de estudos científicos sobre o tema, não indicam uma diminuição do número de atendimentos por essa causa específica.

Assim, como cabe aos municípios a organização e prestação do serviço público de transporte urbano, surge a idéia de se instituir uma política pública de troca da frota de ônibus movidos a combustível fóssil, por uma outra fonte de energia mais limpa. Daí a contribuição para que isso seja implementado pela Prefeitura Municipal de Santos, do mesmo modo como foi feito recentemente pela Prefeitura do Município de São Paulo.

1.1 POLUIÇÃO DO AR E SAÚDE PÚBLICA

É indiscutível a importância de avançar no conhecimento sobre gestão ambiental e sua interface na promoção da saúde pública, da justiça social e da viabilidade econômica em espaços urbanos, sempre tendo a transparência como princípio permanente.

O próprio Ministério do Meio Ambiente (MMA)¹ pondera: mais carros nas ruas, maior consumo de energia, desmatamento e práticas agrícolas inadequadas. A atividade humana gerou um desequilíbrio que, segundo pesquisas científicas, pode elevar a temperatura média na Terra. Para combater e se adaptar a essas mudanças, o Brasil desenvolve uma série de ações a nível nacional.

¹ MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mudança de Clima**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima>. Acesso em 10/12/17.

Cabe ressaltar que um meio ambiente ecologicamente equilibrado, é essencial para uma sadia qualidade de vida, conforme mandamento constitucional. E isso passa pelo controle de emissão de poluentes, em especial os despejados no ar.

1.2 PLANOS MUNICIPAIS DE COMBATE À POLUIÇÃO DO AR

Atendendo um preceito constitucional, o Município de Santos elaborou seu Plano Municipal de Mudanças do Clima², que representa uma sinalização de como uma sociedade pode assumir compromissos com o futuro, principalmente quando esse futuro nos coloca diante de um desafio.

Esse Plano, desenhado por técnicos do Poder Público e a sociedade civil, tem como princípios a transparência, a inovação, a assertividade e a resiliência, e pode transformar problemas em oportunidades para todos.

A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, juntamente com a Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima, está encarregada de sua gestão, conjugando esforços para consolidar o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA 10/05/2016) e o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos, instituído pela Lei Complementar nº 821, de 27 de dezembro de 2013.

Esse Plano Municipal de Mudanças do Clima³ foi elaborado por uma comissão constituída pelo Decreto nº 7.293, de 30 de novembro de 2015⁴, cuja composição foi posteriormente alterada pelo Decreto nº 7.379, de 26 de fevereiro de 2016⁵, e pelo Decreto nº 7.757, de 22 de maio de 2017⁶.

No que toca à pertinência temática do presente trabalho, o plano menciona que as vias navegáveis da Região Metropolitana da Baixada Santista apresentam potencial para

² Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=projeto/plano-municipal-de-mudanca-do-clima-de-santos>
Acesso em 17/05/18

³ Disponível em:
http://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/pmmcs_plano_municipal_de_mudanca_do_clima_de_santos_15-12-2016_ii.pdf Acesso em 17/05/18

⁴ Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?down=5654> Acesso em 03/06/18

⁵ Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=5803> Acesso em 03/06/18

⁶ Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=6378&tid=105> Acesso em 03/06/18

aproveitamento hidroviário, tanto para cargas como para o transporte público de passageiros. Esse potencial, caso confirmado, será um importante recurso para desenvolvimento econômico da região e para a mobilidade urbana municipal e regional. Nesse sentido, qualquer estudo deverá prever a sustentabilidade do empreendimento, entendida como a harmonização entre os aspectos econômicos, ambientais e sociais pertinentes.

Dentre os objetivos específicos para o desenvolvimento urbano, há menção à necessidade de revisão do modelo de ocupação do solo, de forma a privilegiar o adensamento ao longo dos eixos de transporte público, potencializando-se a oferta de modos de transportes menos poluentes, com maior carregamento e melhor eficiência energética.

Também indica como objetivo o incentivo à implantação/expansão de modais de transporte com menor impacto ambiental e melhor eficiência energética, em relação ao rodoviário, com ênfase no ferroviário e hidroviário, tanto para cargas como para passageiros.

Com relação à energia, impõem-se ao Poder Público fomentar medidas que privilegiem padrões sustentáveis de atuação, com a consequente redução das emissões dos gases de efeito estufa, como o incentivo à utilização do transporte público.

Quando se refere ao transporte, o plano dispõe que a oferta de modais de transporte público confortáveis, eficientes, regulares e confiáveis, deve ser promovida tanto em nível local como regional, de forma a alterar a cultura atualmente vigente, que privilegia a utilização de veículos particulares.

A integração tarifária entre modais de transporte público, a utilização de tecnologias de propulsão de baixo impacto ambiental e melhor eficiência energética nos veículos utilizados no sistema, o incentivo à utilização de bicicletas e afins; e a fiscalização veicular, inclusive de veículos institucionais, comerciais e particulares também deve ser buscada e aprimorada, diz o plano.

Relevante, também, é a idealização de que se determinem critérios de sustentabilidade ambiental e de estímulo à mitigação de gases de efeito estufa, na aquisição de veículos da frota do Poder Público e na contratação de serviços de transporte. Nesse ponto é que se encaixa a necessidade da elaboração de uma efetiva

política pública para mudança do transporte urbano municipal, que imponha a utilização de ônibus autônomos movidos a energia elétrica.

O estabelecimento de compromisso de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE, é fundamental para que sejam definidas metas concretas, posteriores, para o governo local cumprir.

Para a consecução da Política, fica estabelecida a obrigatoriedade da assunção de compromissos de redução de emissões antrópicas agregadas oriundas do município, expressas em dióxido de carbono equivalente dos gases efeito estufa listados no Protocolo de Quioto.

O próprio município admite que o sistema de transportes é o maior responsável pela emissão de GEE, sendo necessária a criação do Inventário Municipal de GEE. A grande preponderância do modal rodoviário faz com que os principais combustíveis empregados nessa frota (óleo diesel, gasolina automotiva e etanol), tenham papel central na definição das categorias-chave do inventário. Qualquer alteração na dinâmica de preços desses combustíveis, surtirá efeitos significativos sobre os resultados das emissões de GEE, dada a forte dependência que o sistema de transportes tem em relação à frota rodoviária.

Por fim, o plano estabelece que ao Poder Público incumbir-se-á, juntamente com a sociedade civil, através de seus conselhos e comissões municipais, de contemplar diretrizes sustentáveis para o desenvolvimento de transporte, energia e gerenciamento de resíduos sustentáveis.

Santos será o piloto de um projeto do Ministério do Meio Ambiente (MMA), para a adaptação à mudança do clima. Uma parceria com o município paulista apoiará ações para reduzir e evitar os perigos associados à questão climática na cidade. Em abril de 2018, uma equipe do MMA visitou a região para verificar a situação local.⁷

O objetivo é estimular a resiliência climática em todo o país, por meio do projeto de Apoio ao Brasil na Implementação da Agenda Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (ProAdapta), financiado pelo governo alemão (Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável - GIZ). Além de Santos, outras regiões do país serão

⁷ Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=2918>
Acesso em 17/05/18.

contempladas pela iniciativa, que considera o estabelecimento de ações em nível local, além de sensibilizar o setor privado e a sociedade civil na busca de soluções.

Com os impactos ambientais tão presentes, a prefeitura santista já tem um plano para lidar com a mudança do clima. De acordo com a coordenadora-geral de Ações em Mudança do Clima do MMA, Celina Xavier, a produção de dados por parte do município demonstra o engajamento local com a agenda. “Santos pode ser um grande polo para disseminar essa experiência”, acrescenta a especialista em políticas públicas do MMA, Nelcilândia Pereira de Oliveira Kamber.

Com valor de 5 milhões de euros, o projeto é viabilizado a partir de um aporte financeiro assinado em junho de 2017. O ProAdapta tem o objetivo de contribuir para aumentar a resiliência no Brasil em um prazo de cinco anos, a contar de 2017. A iniciativa considera os riscos climáticos em políticas nas esferas federal, estadual e municipal, com o intuito de estabelecer ações em nível local.

1.3 MOBILIDADE URBANA

No título referente à Ordem Econômica e Financeira, o constituinte inseriu um capítulo que trata da Política Urbana. O artigo 182 da Constituição⁸ dispõe que:

“A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

§ 1º O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

§ 2º A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.”

Regulamentando esse dispositivo constitucional, o legislador nacional elaborou o denominado Estatuto da Cidade, consubstanciado na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.

⁸ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm#art183 Acesso em 02/06/18.

“O Estatuto foi essencial, particularmente na definição de instrumentos de desenvolvimento urbano e na obrigatoriedade de elaboração de planos diretores para municípios com mais de vinte mil habitantes. A nova lei, entretanto, tratou de forma marginal a mobilidade urbana, basicamente como transporte coletivo e o incluindo como uma das diretrizes do direito à cidade. Como obrigatoriedade, foi indicada apenas a necessidade de elaboração de plano de transporte urbano integrado para as cidades com mais de quinhentos mil habitantes.” (GOMIDE et al, 2013)⁹.

Após discorrer sobre a criação do então Ministério das Cidades em 2003, que significou um novo contexto institucional para a questão dos transportes urbanos, Gomide prossegue asseverando que o

“objetivo da formulação e implementação de políticas tão somente para o transporte coletivo não seria suficiente para o enfrentamento dos desafios que se colocavam para o desenvolvimento urbano. Desenvolveu-se, assim, um novo conceito que desse conta do novo desafio, o de mobilidade urbana, entendido como as condições de deslocamento das pessoas e bens nas cidades, independentemente do modo de transporte utilizado (coletivo ou individual, motorizado ou não motorizado). A mobilidade urbana, dessa maneira, seria sustentável quando promovesse o acesso universal das pessoas à cidade - e às oportunidades que ela oferece - contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico, sem agredir o meio ambiente e usando a infraestrutura viária de forma racional. Essa foi a base para a formulação do projeto de lei pelo Poder Executivo entre 2004-2006 (PL n.1.687/2007) que culminou com a promulgação da Lei de Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei n.12.587/2012)”^{10 11}.

Para concretizar uma das diretrizes dessa lei, há necessidade de se priorizar os modos de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado, democratizando o uso das vias públicas. Lembrando que um dos pilares para a mobilidade urbana sustentável se assenta na melhoria do transporte coletivo.

Em vários momentos, a lei dá atenção ao meio ambiente. Seu artigo 5º ressalta que a Política Nacional de Mobilidade Urbana está fundamentada no desenvolvimento sustentável das cidades e nas dimensões socioeconômicas e ambientais. Já o seu artigo

⁹ GOMIDE, Alexandre de Ávila; GALINDO, Ernesto Pereira. **A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi.** http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000300003&lng=pt&nrm=iso Acesso em 02/06/18.

¹⁰ idem

¹¹ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm#art28 Acesso em 02/06/18.

6º informa que uma das diretrizes dessa política é a mitigação dos custos ambientais. Por fim, no artigo 7º o legislador indica, como um dos objetivos dessa política, o de promover o desenvolvimento sustentável, com a mitigação dos custos ambientais.

Outro avanço dessa lei de política, foi a imposição de que, nos Municípios acima de 20.000 (vinte mil) habitantes e em todos os demais obrigados, na forma da lei, à elaboração do plano diretor, deverá ser elaborado o Plano de Mobilidade Urbana, integrado e compatível com os respectivos planos diretores ou neles inserido.

No entanto, essa lei impunha que esses municípios, caso não tivessem elaborado seus respectivos Planos de Mobilidade Urbana quando da sua entrada em vigor (13 de abril de 2012), deveriam fazê-lo, na redação original da lei, no prazo máximo de três anos, que se esgotou no ano de 2015. A sanção prevista pela lei, para o caso de descumprimento do prazo, é a de que tais Municípios ficarão impedidos de receber recursos federais destinados à mobilidade urbana até que seja elaborado o plano.

Nesse aspecto, cabe registrar os seguidos adiamentos autorizados pelo legislador para cumprimento desse prazo: em 2016, a Medida Provisória nº 748, de 11 de outubro (que teve vigência encerrada), fixou em sete anos (que venceria em 2019); posteriormente, por força da Lei nº 13.406, de 26 de dezembro de 2016, fixou-e em seis anos (que venceria neste ano de 2018); na sequência, a Medida Provisória nº 818, de 11 de janeiro de 2018, estabeleceu o prazo de sete anos (que venceria em 2019); por fim, a Lei nº 13.683, de 19 de junho de 2018, manteve esse prazo de sete anos (que findará no ano de 2019).

Detalhe que essa Medida Provisória nº 818/18 vigorou até o dia 1º de junho. Ela foi objeto de discussões no âmbito da Câmara dos Deputados, que acabou enviando ao Senado, no dia 24 de maio, o Projeto de Lei de Conversão nº 11, de 2018. No fim, conforme está registrado no sítio eletrônico do Governo Federal, a Lei nº 13.683/18 foi considerada como “conversão da Medida Provisória nº 818, de 2018”¹²

Cabe registrar as razões indicadas para a prorrogação desse prazo, e que estão

¹² Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13683.htm. Acesso em 21/06/18.

na exposição de motivos dessa medida provisória¹³:

“Quanto à Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, ao instituir a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), prevê atribuições e obrigações para todos os entes da federação. A referida Lei obriga os municípios acima de 20 (vinte) mil habitantes e as demais categorias de municípios obrigados à elaboração do Plano Diretor pelo Estatuto da Cidade à elaboração dos Planos de Mobilidade Urbana. A PNMU prevê que a União preste assistência técnica e financeira, além de capacitar pessoas e instituições de todas as esferas, dentre outras atribuições. Em atendimento aos referidos dispositivos, a Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana (SEMOB), do Ministério das Cidades, instituiu o Programa de Apoio à Elaboração do Plano de Mobilidade Urbana. Para que o referido Programa atue de modo efetivo, com planos consistentes e adequados às condições urbanas existentes e às necessidades da população, propõe-se a ampliação do prazo para a elaboração do Plano de Mobilidade Urbana. As alterações propostas pela Minuta de Medida Provisória aperfeiçoam as leis originais e permitem efetivar a política de planejamento local e regional, considerando a relevância dos temas para o país, o tamanho e diversidades do território nacional, no âmbito da política urbana.”

Essa nova lei também alterou a de número 13.089, de 12 de janeiro de 2015, que instituiu o Estatuto da Metrópole. No entanto, apesar de relevante, essa lei não menciona o transporte e, com relação ao meio ambiente, só descreve que, na sua aplicação, deverão ser observadas as regras que o disciplinam. Nada mais.

1.4 PLANO MUNICIPAL DE MOBILIDADE URBANA

No Município de Santos, segundo notícia divulgada em sua página na internet no dia 11 de abril de 2018:

“A Sedurb (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano) se prepara para elaborar o Plano Municipal de Mobilidade Urbana, que deverá ser integrado ao Plano Diretor de Santos e estimular modos sustentáveis de transporte, bem como o uso racional da infraestrutura viária, simultaneamente às perspectivas de desenvolvimento do município.”¹⁴

¹³ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Exm/Exm-MP-818-18.pdf Acesso em 02/06/18.

¹⁴ Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=institucional/mobilidade-urbana-0> Acesso em 02/06/18.

Nessa mesma notícia, há menção de que um estudo do Plano Municipal de Mobilidade Urbana foi apresentado em 24/06/2015, no Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano (CMDU)¹⁵.

No portal de legislação da Prefeitura Municipal de Santos, não foram encontrados registros sobre o Plano Municipal de Mobilidade Urbana, utilizando-se o descritor “mobilidade”¹⁶.

Quanto à Câmara Municipal de Santos, só há menção à tramitação do Projeto de Lei Complementar 70/2017, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana no Município de Santos¹⁷. Nele há menção a um Sistema Municipal de Mobilidade, a uma Política de Mobilidade e Acessibilidade Urbanas, a um Plano Municipal de Mobilidade e Acessibilidade Urbanas, assim como de um Sistema de Transporte Coletivo.

Para finalizar a análise sobre mobilidade urbana em Santos, cabe mencionar que no documento elaborado pela Prefeitura Municipal de Santos em dezembro de 2015¹⁸, intitulado “Documento Preliminar para a participação” no Plano Municipal de Mobilidade Urbana, não há registro, nas suas 221 páginas, à implementação de ônibus elétrico para o transporte público no município.

1.5 POLÍTICA DE TRANSPORTE PÚBLICO PARA A DIMINUIÇÃO DA POLUIÇÃO DO AR

Os veículos automotores são, em sua maioria, movidos pela queima de combustíveis fósseis, cuja origem é finita. Os propulsores são altamente eficientes, mas, ainda que atualmente utilizem catalizadores, continuam sendo um dos maiores causadores da poluição do ar.

¹⁵ Disponível em:

http://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/conteudo/Pag_Internas/apresentacao_PMMU_CMDU.pdf

Acesso em 02/06/18.

¹⁶ Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/results.php?words=mobilidade> Acesso em 02/06/18.

¹⁷ <http://www.camarasantos.sp.gov.br/publico/include/download.php?file=1439> – acesso em 02/06/18.

¹⁸ Disponível em:

http://www.santos.sp.gov.br/mobilidade/sites/default/files/Pre_PLANO_documento_discussao_30_12_2015.pdf Acesso em 05/06/18

Os de grande porte, há décadas, são movidos a óleo diesel; cuja combustão produz mais poluente do que os demais produtos derivados do petróleo e do etanol.

Vários estudos já demonstraram que nos grandes centros urbanos, aí incluída a cidade de Santos, a poluição do ar atingiu níveis preocupantes, ocasionando várias doenças no sistema respiratório e circulatório da população residente. Grande parte delas, são ocasionadas pela emissão de gás carbônico e enxofre na atmosfera.

Uma das formas de minimizar a emissão desses chamados gases de efeito estufa, inicia-se pela elaboração de políticas públicas que propiciem uma melhora na qualidade do ar.

Mas, para se alcançar tal meta, além desse planejamento visar a área de saúde pública, também terá que ser elaborado o plano municipal de transporte público.

As políticas públicas podem ser definidas como conjuntos de disposições, medidas e procedimentos que traduzem a orientação política do Estado e regulam as atividades governamentais relacionadas às tarefas de interesse público. São também definidas como todas as ações de governo, divididas em atividades diretas de produção de serviços pelo próprio Estado e em atividades de regulação de outros agentes econômicos. As políticas públicas em saúde integram o campo de ação social do Estado orientado para a melhoria das condições de saúde da população e dos ambientes natural, social e do trabalho. Sua tarefa específica em relação às outras políticas públicas da área social consiste em organizar as funções públicas governamentais para a promoção, proteção e recuperação da saúde dos indivíduos e da coletividade. (LUCHESE, 2004, p.1)¹⁹

Evidencia-se que as políticas públicas devem ser alvo da ação regulatória do Estado. Ademais, a promoção da saúde no Brasil deve remeter à reflexão sobre a elaboração e implementação de políticas públicas aplicáveis não somente para a área de saúde, como educação, habitação, transporte, cultura, lazer, inclusive aquelas que contemplem necessidades da população idosa.²⁰

Aith (2007) descreve que as políticas públicas podem ser executadas tanto exclusivamente pelos governos constituídos, quanto por estes em conjunto e parceria

¹⁹ SOUZA, Simone Letícia Severo e. **Direito à Saúde e Políticas Públicas – do ressarcimento entre os gestores públicos e privados da saúde**. 2015. Editora Del Rey, Minas Gerais. p. 107.

²⁰ Idem – p. 119

com a sociedade civil organizada. Ou seja, como implementadores de políticas públicas, temos os governos (Federal, Estaduais e Municipais), que podem desenvolver suas políticas de forma autônoma ou através de parcerias firmadas com outros entes políticos ou com a sociedade civil organizada, seja na forma de empresas, seja na forma de organizações não governamentais, seja na forma de movimentos sociais reconhecidamente relevantes para a transformação da sociedade.²¹

O autor prossegue afirmando que a normatização das políticas públicas representa também um avanço, pois obriga o Poder Executivo a se organizar e traçar planos e metas para as suas ações. A partir do momento em que a execução das políticas públicas é planejada e normatizada, o seu controle se torna mais eficaz e amplo.²²

Por outro lado, há quem prefira falar em governança, ao invés de políticas públicas, como no estudo elaborado pela UNICAMP, a pedido do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços: “O conceito de governança vai além do conceito de política, na medida em que se refere à coordenação necessária para alcançar determinadas metas – metas estas que dependem da articulação de iniciativas sociais que se efetivam tanto dentro quanto fora dos instrumentos de política (HILLMAN et al., 2011). Importa, ao empreender um estudo sobre governança, olhar para o arcabouço institucional dos países e para seus atores de forma a reconhecer a multiplicidade de interesses e os vários campos de disputa. Com isso, evita-se a visão simplista que “enxerga” a elaboração de políticas (*policy*) a partir de uma introdução consensual de elementos do tipo *top-down* que se articulam casualmente para o desenvolvimento de um sistema de inovação mais sustentável.”²³

Esse acalentado trabalho, que envolveu pesquisa sobre veículos elétricos em vários países, pondera que é “importante assinalar que, embora possam ser identificados alguns atores envolvidos na eletromobilidade no país, não é possível falar de uma articulação entre eles que permita definir um esquema de governança no Brasil. Não

²¹ AITH, Fernando. **Curso de Direito Sanitário – A proteção do Direito à Saúde no Brasil**. 2007. Editora Quartier Latin do Brasil, São Paulo. p. 377

²² Idem – p. 291

²³ Promobe-e: **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos**. 2018. Disponível em: <http://www.promobe.com.br/wp-content/uploads/2018/06/2018-06-04-PROMOB-e-Estudo-de-Governanca.compressed.pdf>. Acesso em 25/06/18

obstante, é a partir da identificação de tais atores e desta caracterização que se trazem elementos para pensar na composição de uma governança para os VEs no Brasil. Tal caracterização parte das cinco esferas que formam o coração deste sistema: indústria automobilística; setor elétrico; educação & pesquisa; ambiente político (governo); e ambiente de inovação (que permeia estas esferas).²⁴

Quando restringe seu foco aos veículos pesados, o estudo constatou “atividades de maior envergadura no mercado dos pesados, isto é, dos ônibus elétricos. Identificaram-se três empresas envolvidas com esta atividade: a brasileira Eletra, em São Bernardo do Campo (SP), a sueca Volvo, em Curitiba (PR), e a chinesa BYD, em Campinas (SP). Tratam-se de empresas pioneiras no setor de mobilidade elétrica voltado ao transporte público. Até 2016, somente a Eletra estava fabricando ônibus elétricos completos no país. A Volvo tem algumas ações na linha de montagem do tipo CKD. A BYD instalou sua fábrica no país e começou a realizar a montagem local do ônibus K9.

Este mercado ainda é pequeno e encontra-se em estágio embrionário de desenvolvimento. Existem aproximadamente 300 trólebus em operação e cerca de 100 ônibus elétricos/híbridos no Brasil. No setor de pesados, aponta-se que a principal demanda por ônibus elétricos nas frotas de transporte público justifica-se pela intenção das empresas de passar uma mensagem de responsabilidade social a seus usuários, em outras palavras, uma estratégia de marketing.

Somam-se a estes atores as empresas de autopeças como fornecedoras de componentes desta cadeia. Entre as mais atuantes neste segmento, destacam-se Moura e WEG, ambas empresas nacionais, produzindo baterias e motores elétricos, respectivamente. A Moura está claramente inclinada à produção de baterias de chumbo ácido para aplicação no setor de pesados. Ela produz baterias para tração veicular segundo a especificação do cliente, ou seja, sob encomenda. Seu principal cliente é a empresa Eletra de ônibus elétricos, híbridos e trólebus. Já a WEG apresenta um portfólio diversificado de motores e inversores para atender as demandas de dois segmentos: veículos pesados, representados pelos ônibus, e segmento leve, dos automóveis. Porém, o foco e a estratégia da WEG consistem em atuar no segmento pesado, área em que tem

²⁴ idem

concentrado grande parte do portfólio, devido ao atual posicionamento estratégico da empresa na área de mobilidade elétrica. Ainda que seja possível observar outras empresas de componentes, como Bosch, Magneti Marelli e ZF no Brasil, pouca ou nenhuma ação direcionada ao VE por parte delas foi identificada.”²⁵

Uma importante ponderação também foi feita pelos pesquisadores, no sentido de que um posicionamento mais proativo no que concerne à produção local de ônibus eletrônicos, conforme já foi ressaltado, encontra justificativa nas compras públicas como fortes indutores deste tipo de difusão de inovação. Não menos relevante é a constatação de que há maior robustez para o desenvolvimento local de produtos entre algumas das startups entrevistadas por esses estudiosos, como é o caso da Serttel e da Electric Dreams.

Ainda que objeto de concessão a empresas particulares, há que se impor, gradativamente e a médio prazo, que os ônibus destinados ao transporte público municipal em Santos sejam trocados por veículos autônomos, com propulsores movidos a energia elétrica. A denominada energia limpa. Tal atitude servirá de exemplo para os particulares.

Sem adentrar no estudo das implicações que essas alterações poderão gerar no âmbito do direito administrativo, pois, afora eventuais repactuações contratuais, um novo modelo de licitação terá que ser elaborado para a concessão do serviço de transporte público; o cerne da questão é eliminar ou, ao menos, minimizar os impactos negativos que a emissão dos gases de efeito estufa causam nos sistemas respiratório e circulatório da população que vive na área urbana do município.

O tema sobre a competência dos municípios para legislar sobre proteção ambiental, já foi apreciado pelo Supremo Tribunal Federal (STF). No bojo do Recurso Extraordinário nº 673.681, o Ministro Celso de Mello asseverou que “ao município é garantida competência constitucional para formular regras e legislar sobre proteção e defesa ambiental”. Tal decisão, monocrática, foi proferida em 15 de dezembro de 2014²⁶.

Mas foi no âmbito do Recurso Extraordinário nº 194.704, julgado em 29 de junho

²⁵ idem

²⁶ Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/downloadPeca.asp?id=289069154&ext=.pdf> Acesso em 02/06/18

de 2017 pelo plenário do STF, que foi reafirmada a competência dos municípios para legislar sobre meio ambiente²⁷.

Essa importante decisão foi objeto de notícia na Revista Consultor Jurídico no dia 1º de julho de 2017²⁸. A reportagem menciona o ministro Celso de Mello: “O decano do STF disse que a atuação dos municípios para suplementar as legislações estadual e federal sobre o tema não representa conflito de competência com as outras esferas da federação. Segundo ele, embora cumpra à União estabelecer planos nacionais e regionais de proteção ambiental, na eventualidade de surgirem conflitos de competência, a resolução deve se dar pelos princípios da preponderância de interesses e da cooperação entre as unidades da federação.

No caso dos autos, afirmou, como as normas estão relacionadas à fiscalização e controle da poluição atmosférica, as autoridades locais, por conhecerem melhor as características da localidade, reúnem amplas condições de fixar regras, pois são os primeiros a identificar eventuais problemas. Para Celso de Mello, entender que os municípios não têm competência ambiental específica é fazer interpretação literal e equivocada da Constituição.

Os municípios formam um elo fundamental na cadeia de proteção ambiental. É a partir deles que se pode implementar o princípio ecológico de agir localmente e pensar globalmente, resumiu. O ministro Marco Aurélio e a presidente do STF, ministra Cármen Lúcia, também votaram pelo desprovimento do recurso. Já o ministro Gilmar Mendes alinhou-se à corrente vencida, que dava provimento do recurso. Com informações da Assessoria de Imprensa do STF.”

Assim, uma possível solução para o problema deve priorizar a elaboração de uma política pública que englobe preservação ambiental, saúde e transporte público. Nela há que se estabelecer um cronograma, para que a empresa concessionária do transporte público municipal em Santos venha a substituir, integralmente e num prazo de até dez anos, toda a frota de ônibus movidos a óleo diesel, por outra com baterias recarregáveis elétricas.

²⁷ Disponível em: https://www.stf.jus.br/arquivo/diEletronico/DJE_20171116_261.pdf Acesso em 02/06/18

²⁸ CONJUR. **Por interesse local, município pode legislar sobre o meio ambiente, diz STF**. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-jul-01/interesse-local-municipio-legislar-meio-ambiente> Acesso em 02/06/18

Caso necessário, legislação municipal ambiental preservacionista e específica poderá ser criada, tendo como objetivo a sadia qualidade de vida da população local.

Como paradigma, a Prefeitura Municipal de Santos poderá se espelhar na política de transporte público que a Prefeitura de São Paulo vem adotando. A Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes (SMT), por meio da SPTrans, apresentou um ônibus elétrico alimentado por baterias inteiramente fabricado no Brasil. Trata-se de um veículo tipo Padron de 4 portas, com capacidade para 84 passageiros e até 300 km de autonomia.²⁹

O veículo traz o chassi da BYD, empresa chinesa de veículos elétricos e baterias, que instalou uma fábrica em Campinas (além da BYD, a Itaipu Binacional também desenvolveu um ônibus elétrico, cujo detalhamento está no capítulo 6.7). A sua capacidade de produção anual estimada é de quatrocentas unidades.

Suas baterias são de fosfato de ferro (LiFePO₄), que levam de 4 a 5 horas para serem totalmente recarregadas, são à prova de fogo, totalmente recicláveis e com vida útil de até 30 anos. Sua capacidade é de 324 KW. Além disso, o ônibus possui motores elétricos embutidos diretamente nas rodas e sistemas auxiliares hidráulicos e pneumáticos, integrados através de uma rede de controle. Foram desenvolvidos para causar o mínimo possível de sobrecarga à rede elétrica.

Isso significa que, em aceleração, o sistema consome energia das baterias tracionárias. Já nos momentos de frenagem, o sistema de tração transforma a energia cinética do ônibus em elétrica – e a armazena nas mesmas baterias. Removendo a transmissão, a embreagem e o motor de combustão, a simplicidade e durabilidade da propulsão reduzem os custos de manutenção dos operadores (dados da BYD)³⁰.

O novo modelo, que opera com baixo nível de ruído e emissões zero, atende todas as exigências de acessibilidade como piso baixo, rampas de acesso e espaço para cadeiras de rodas, além de ser equipado com ar-condicionado, tomadas USB, Wi-Fi, dentre outros itens.

²⁹ **SPTrans apresenta o primeiro ônibus elétrico movido a bateria totalmente fabricado no Brasil.** Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br/noticia/sptrans-apresenta-o-primeiro-onibus-eletrico-movido-a-bateria-totalmente-fabricado-no-brasil> Acesso em 15/05/18.

³⁰ **O primeiro ônibus elétrico de 12M e longa autonomia produzido em larga escala.** Disponível em: <http://en.byd.com/br/ebus/ebus.html> Acesso em 20/05/18.

A SPTrans foi responsável pela adequação técnica necessária para atender as especificações contidas nas normas brasileiras ABNT NBR 15.570, NBR 14.022 e NBR 15.646 e no Manual dos Padrões Técnicos de Veículos, elaborado pela própria SPTrans. Em julho de 2017, existiam dois ônibus em operação na cidade, que são totalmente movidos a bateria, ambos importados da China. Vale ressaltar que a SMT finalizou o edital de uma nova licitação para o sistema de transporte coletivo, que inclui metas claras para a adoção de energias renováveis na frota.

A SPTrans também estuda modelos mais adequados e factíveis de combustível limpo que devem ser adotados, conforme o cronograma de renovação da frota e a partir da licitação. Nessa mesma época, o então secretário de mobilidade e transportes disse que “Faz parte do plano de governo apresentado para sociedade no ano passado a transformação do nosso sistema de ônibus. Na licitação nós vamos contribuir para que ao longo do próximo contrato as empresas operadoras em São Paulo vão reduzindo paulatinamente as emissões que provocam doenças respiratórias, envelhecimento precoce e efeitos indesejáveis no clima global”.

A tarefa envolve um trabalho conjunto da Secretaria de Mobilidade e Transportes com outras pastas do governo, o Ministério Público e, também, diálogo com representantes da sociedade civil por meio do Conselho Municipal de Transporte e Trânsito.

Além da decisão do STF mencionada acima, a doutrina reforça que também compete aos municípios, conforme dispõe o artigo 23, VI da Constituição, proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas. Apesar do seu artigo 24, VI, dispor que a União, os Estados e o Distrito Federal poderão legislar concorrentemente sobre proteção do meio ambiente e controle da poluição, há quem sustente, numa interpretação sistemática da Constituição, que os Municípios também podem legislar sobre o tema, na forma do artigo 30, II.

Isso com base na aplicação dos princípios da força normativa da Constituição e o princípio da unidade da Constituição, os quais respectivamente significam que: “na solução dos problemas constitucionais, deve-se pautar a interpretação pela maior otimização possível dos preceitos constitucionais e o segundo no sentido de que a Constituição é um sistema integrado por diversas normas, reciprocamente implicadas,

que, dessa feita, devem ser compreendidas na sua harmoniosa globalidade”, conforme lecionam Nunes Junior et al (2013)³¹.

Antunes (2014) entende que é claro que o meio ambiente está incluído no conjunto de atribuições legislativas e administrativas municipais e, em realidade, os Municípios formam um elo fundamental na complexa cadeia de proteção ambiental. A importância dos Municípios é evidente por si mesma, pois as populações e as autoridades locais, reúnem amplas condições de bem conhecer os problemas e mazelas ambientais de cada localidade, sendo certo que são as primeiras a localizar e identificar o problema. É através dos Municípios que se pode implementar o princípio ecológico de agir localmente, pensar globalmente. Na verdade, entender que os Municípios não têm competência ambiental específica é fazer uma interpretação puramente literal da Constituição Federal.³²

Juntamente com o saneamento, os transportes são, dos serviços básicos, aqueles que podem impactar mais fortemente o meio ambiente, dependendo da opção de política pública adotada em todos os níveis da administração pública. O Brasil, na década de 50 do século XX fez a opção de construir a sua industrialização com base no automóvel e no transporte individual, agora, muitos anos depois, tal industrialização está cobrando o preço ambiental.³³

O tema mobilidade sustentável, está ligado ao urbanismo sustentável, que por sua vez vincula-se a cidades sustentáveis.³⁴ A questão da mobilidade urbana surge como um novo desafio às políticas ambientais e urbanas, num cenário de desenvolvimento social e econômico do país, no qual as crescentes taxas de urbanização, as limitações das políticas públicas de transporte coletivo e a retomada do crescimento econômico têm implicado num aumento expressivo da motorização individual (automóveis e motocicletas), bem como da frota de veículos dedicados ao transporte de cargas.

Em outras palavras, o padrão de mobilidade centrado no transporte motorizado individual mostra-se insustentável, tanto no que se refere à proteção ambiental quanto

³¹ NUNES JUNIOR, Vidal Serrano e ARAÚJO, Luiz Alberto David: **Curso de Direito Constitucional**. Editora Verbatim, São Paulo, 2013, página 125.

³² ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. Editora Atlas, São Paulo. 16ª edição, 2016. p. 106

³³ Idem – p. 674

³⁴ Ministério do Meio Ambiente. **Mobilidade Sustentável**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/mobilidade-sustentavel> Acesso em 17/05/18.

no atendimento das necessidades de deslocamento que caracterizam a vida urbana. A resposta tradicional aos problemas de congestionamento, por meio do aumento da capacidade viária, estimula o uso do carro e gera novos congestionamentos, alimentando um ciclo vicioso responsável pela degradação da qualidade do ar, aquecimento global e comprometimento da qualidade de vida nas cidades (aumento significativo nos níveis de ruídos, perda de tempo, degradação do espaço público, atropelamentos e stress).

A necessidade de mudanças profundas nos padrões tradicionais de mobilidade, na perspectiva de cidades mais justas e sustentáveis, levou à aprovação da lei nº 12.587/12, que trata da Política Nacional de Mobilidade Urbana e contém princípios, diretrizes e instrumentos fundamentais para o processo de transição. Dentre estes, vale destacar:

- integração (da Política Nacional de Mobilidade Urbana) com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos;
- prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado;
- integração entre os modos e serviços de transporte urbano;
- mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade;
- incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes;
- priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado;
- restrição e controle de acesso e circulação, permanente ou temporário, de veículos motorizados em locais e horários predeterminados;
- aplicação de tributos sobre modos e serviços de transporte urbano pela utilização da infraestrutura urbana, visando a desestimular o uso de determinados modos e serviços de mobilidade, vinculando-se a receita à aplicação exclusiva em infraestrutura urbana destinada ao transporte público coletivo e ao transporte não motorizado e no financiamento do subsídio público da tarifa de transporte público, na forma da lei;
- dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público coletivo e modos de transporte não motorizados;
- monitoramento e controle das emissões dos gases de efeito local e de efeito estufa dos modos de transporte motorizado, facultando a restrição de acesso a determinadas vias em razão da criticidade dos índices de emissões de poluição.”

Para atingir esses objetivos, em especial o incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes, há necessidade da elaboração de uma clara e eficiente política de transporte público.

Discorrendo sobre uma política pública de urbanismo sustentável, Bruna et al (2016) indica que “os modelos de urbanismo podem assimilar os padrões, formulados por planos, programas e projetos, mas respaldados por legislação adequada. Para tanto, é preciso contar com gestão urbana e ambiental, no sentido de que o governo local tenha legislações que fundamentem e imponham a obediência a suas políticas públicas, de um lado, e, de outro, que esse governo local se articule com as administrações estaduais e federais pertinentes. Cumpre também contar com ações de divulgação da importância dessas medidas, para que os cidadãos do município modifiquem seu comportamento, de modo que procurem manter sua cidade e seu bairro sustentáveis”.³⁵

³⁵ BRUNA, Gilda Collet e PHILIPPI Jr, Arlindo. **POLÍTICAS PÚBLICAS E SUTENTABILIDADE NO MEIO URBANO, Direito Ambiental e Sustentabilidade**, Editora Manole, São Paulo, 2016. p. 18/19.

2 QUALIDADE DO AR EM SANTOS

Respirar a Vida (BREATHELIFE, no original), é uma iniciativa da Coalização por um Clima e um Ar Limpos (Climate and Clean Air Coalition), liderada pela OMS e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Environment). Esta campanha global visa mobilizar cidades e indivíduos para proteger a saúde e nosso planeta dos efeitos da poluição do ar.³⁶

De acordo com seu último levantamento, a concentração de particulados PM_{2,5} na cidade de Santos atingia a média anual de 15 µg/m³. O que representa um índice de poluição 50% superior ao nível que a Organização Mundial de Saúde aponta como seguro para a saúde (10 µg/m³).³⁷

Conforme será demonstrado no próximo capítulo, durante vários anos, os níveis mundialmente recomendáveis de emissão de poluentes na cidade de Santos foram ultrapassados nos dois locais em que estão instaladas estações medidoras.

Os limites definidos pela OMS levam em conta os riscos para a saúde humana decorrentes da exposição a cada um dos poluentes atmosféricos considerados (particulado inalável, ozônio, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre), de acordo com o conhecimento científico disponível no momento da definição dos padrões de qualidade.³⁸

2.1 MEDIÇÕES REALIZADAS PELA COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Na cidade de Santos, o monitoramento da qualidade do ar ocorre desde a década de 1980, primeiramente com uma estação manual de monitoramento de fumaça e dióxido de enxofre, localizada na Policlínica do Embaré.

Em 2004, 2005 e 2008, foram realizadas campanhas de monitoramento manual de material particulado, na região da Ponta da Praia, próximo ao Porto, quando foi

³⁶ BREATHELIFE. Disponível em: <http://breathelife2030.org/>. Acesso em 27/06/18

³⁷ BREATHELIFE: Disponível em: <http://breathelife2030.org/city-data-page/?city=358>. Acesso em 27/06/18

³⁸ Projeto Respirando Vida - Em desenvolvimento na Universidade Santa Cecília – UNISANTA.

possível constatar a necessidade do monitoramento contínuo do parâmetro material particulado.

Desde 2011, o município conta com duas estações automáticas, localizadas no Bairro do Boqueirão e na Ponta da Praia³⁹.

Em razão de uma solicitação feita pelo Ofício nº 667/15-MP-PJCS-UMA, referente ao Inquérito Civil nº 14.0426.0000031/2011-6-UMA, a CETESB elaborou, em maio de 2015, um relatório que apresenta a avaliação da qualidade do ar resultante do monitoramento realizado no município de Santos, no período de 2011 a 2014, com um enfoque voltado, especialmente, para o material particulado.

Foram apresentadas, também, as principais características dos poluentes monitorados e os padrões de qualidade do ar aplicados no Estado de São Paulo (Decreto Estadual nº 59.113, de 23/04/2013), bem como os padrões nacionais (Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/1990). Em seguida, foi descrita a metodologia aplicada na avaliação da qualidade do ar e são apresentados os resultados das medições das variáveis meteorológicas e da concentração dos poluentes atmosféricos, bem como os resultados e conclusões obtidos a partir da análise desses parâmetros.

As características dos poluentes apontadas no relatório são as seguintes (Quadro 01):

³⁹ **Avaliação da qualidade do ar no município de Santos. 2011 a 2014.** Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relat%C3%B3rio-Santos-2015.pdf>
Acesso em 05/06/18

Quadro 01 – Características dos Poluentes

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uplo... cetesb.sp.gov.br

Tabela 1 – Características dos poluentes e principais fontes de emissão

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5})	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho $\leq 2,5$ micra.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Partículas Inaláveis (MP ₁₀)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho ≤ 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspenso, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e da água.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

15:17 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015. p. 8

Já com relação aos padrões estaduais de qualidade do ar, os dados são os seguintes (Tabela 01):

Tabela 01 – Padrões estaduais de qualidade do ar

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uplo... cetesb.sp.gov.br

Tabela 2 – Padrões estaduais de qualidade do ar
(Decreto Estadual nº 59113, de 23/04/2013)

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MI 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
partículas inaláveis (MP_{10})	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas inaláveis finas ($\text{MP}_{2.5}$)	24 horas	60	50	37	25
	MAA ¹	20	17	15	10
dióxido de enxofre (SO_2)	24 horas	60	40	30	20
	MAA ¹	40	30	20	-
dióxido de nitrogênio (NO_2)	1 hora	260	240	220	200
	MAA ¹	60	50	45	40
ozônio (O_3)	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas	120	100	75	50
	MAA ¹	40	35	30	20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas	-	-	-	240
	MGA ²	-	-	-	80
chumbo** (Pb)	MAA ¹	-	-	-	0,5

Obs.: padrões vigentes em vermelho.
1 - Média aritmética anual.
2 - Média geométrica anual.
* Fumaça e Partículas Totais em Suspensão - parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.
** Chumbo - a ser monitorado apenas em áreas específicas, a critério da CETESB.
As Metas Intermediárias devem ser atendidas em 3 (três) etapas, assim determinadas:

15:20 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015. p. 9.

Pelos padrões nacionais, os índices medidos pela CETESB são os seguintes:

Quadro 02 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar

https://www.cetesb.sp.gov.br/ar/vip-content/uploa... cetesb.sp.gov.br

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

oprescritos no tobo 3.

Tabela 3 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar
(Resolução CONAMA nº 3, de 28/06/1990)

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Medição
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
ozônio	1 hora ¹	160	160	quimiluminescência

1 – Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano;
2 – Média geométrica anual;
3 – Média aritmética anual;

1523 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 10

Para simplificar o processo de comunicação dos dados de poluição do ar de curto prazo para a população, a CETESB utiliza o Índice de Qualidade do Ar (IQAr), o qual é obtido através de funções lineares segmentadas que relacionam as concentrações dos poluentes com valores dos índices. Para cada poluente medido é calculado um índice, sendo que, para efeito de divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, isto é, embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, a sua classificação é determinada pelo maior índice (pior caso).

Na tabela 2 a seguir, pode ser visualizada a nova escala utilizada para classificar a qualidade do ar, em função dos padrões estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 50.133/2013:

Tabela 02 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Tabela 4 – Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 – Moderada	41-80	>50 - 100	>25 -50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40
N3 – Ruim	81-120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365
N4 – Muito Ruim	121-200	>150 - 250	> 75 - 125	>160 -200	>13-15	> 320 - 1130	> 365 - 800
N5 – Péssima	>200	> 250	>125	> 200	> 15	> 1130	>800

Quando a qualidade do ar é classificada como BOA os valores-guia para exposição de curto prazo, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, que são os respectivos Padrões Finais (PF) estabelecidos no Decreto

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 11

Quando a qualidade do ar é classificada como BOA, os valores-guia para exposição de curto prazo, estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde, que são os respectivos Padrões Finais (PF) estabelecidos no Decreto Estadual no 59.113/2013, estão sendo atendidos.

Comparando-se as tabelas, observa-se que a classificação de qualidade ruim, não indica obrigatoriamente a ultrapassagem dos padrões de curto prazo vigentes. A única exceção é o CO, para o qual, a qualidade moderada indica que o respectivo PQAr é ultrapassado.

Essa qualificação da qualidade do ar está associada a efeitos à saúde, portanto, independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor, e será sempre realizada conforme a tabela 3 a seguir:

Tabela 03 – Qualidade do ar e efeitos à saúde

Tabela 5 – Qualidade do ar e efeitos à saúde

Qualidade	Índice	Efeitos
N1 - Boa	0 - 40	
N2 – Moderada	41-80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
N3 – Ruim	81-120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121-200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Os níveis de qualidade do ar, bem como a previsão das condições meteorológicas de dispersão de poluentes, são

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 12

As duas estações automáticas que monitoram a qualidade do ar na cidade de Santos, possuem objetivos distintos: a estação localizada no Boqueirão, denominada estação Santos, visa avaliar o ar médio da região insular da cidade e as concentrações dos poluentes atmosféricos as quais a população, nessa parte da cidade, está exposta. Já a estação localizada na Ponta da Praia, denominada estação Santos-Ponta da Praia-EM, tem como objetivo avaliar os impactos das emissões de poluentes provenientes das atividades do Porto nessa parte da cidade.

A escala de representatividade espacial da estação de Santos, com relação aos poluentes MP10 e NOx, é classificada como bairro, escala essa que representa concentrações em áreas de bairros urbanos com atividade uniforme e dimensões entre 500 e 4.000 metros, uma vez que não existem emissões significativas de fontes fixas e móveis muito próximas à estação. Já para o poluente O3, a representatividade pode ser considerada como urbana, cujas concentrações medidas representam uma escala espacial entre 4 e 50 km.

Quanto às fontes de emissão, a estação é influenciada, basicamente, pelas emissões veiculares e de maneira mais difusa por outras fontes existentes na cidade e na região.

Com relação ao uso do solo e população exposta, o local pode ser classificado como comercial/residencial, estando associado à exposição da população em áreas urbanas centrais, áreas de comércio e de presença de veículos.

Já na estação da Ponta da Praia, o objetivo do monitoramento é avaliar os impactos das emissões de poluentes provenientes das atividades do Porto de Santos naquela região, contribuindo para estas emissões as oriundas do transporte e da movimentação de grãos e farelos, as resultantes da movimentação de veículos no entorno, principalmente os pesados, e da queima de combustível nos navios, dentre outras. Este setor do Porto está localizado a distâncias que variam de 650 a 900 metros a sudeste-nordeste (SE - NE) da estação de monitoramento.

A contribuição das emissões das atividades portuárias existentes na margem esquerda do Porto, situadas em local com a mesma posição geográfica em relação à região da Ponta da Praia, se dá em grau menor, uma vez que estão mais distantes do local de monitoramento. Essa estação sofre, também, influência das emissões veiculares e de outras fontes inerentes à cidade. O tráfego de caminhões é bastante intenso no Porto.

A delimitação da representatividade espacial das medições desta estação é complexa, porém, é de se esperar que as concentrações dos poluentes primários sejam da mesma ordem de grandeza das encontradas em áreas com a mesma configuração de fontes de emissão, a mesma distância destas fontes e com condições de relevo e dispersão atmosféricas parecidas.

Eis a configuração em relação aos parâmetros medidos nas duas estações, conforme tabela 04 a seguir:

Tabela 04 – Configurações das Estações em 2014

Configuração das Estações e Estações Pontas da Praia - EM

Tabela 6 – Configuração das Estações – 2014

UGRHI	ESTAÇÕES	PARÂMETROS											
		MP _{2,5}	MP ₁₀	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	UR	TEMP	VV	DV	P
7	Santos ¹		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Santos-Ponta da Praia - EM ²	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1 - Monitoramento a partir de 07/06/2011.	MP _{2,5}	Partículas inaláveis finas							UR	Umidade Relativa do Ar			
2 - Monitoramento a partir de 18/11/2011.	MP ₁₀	Partículas inaláveis							TEMP	Temperatura do Ar			
	SO ₂	Dióxido de enxofre							VV	Velocidade do vento			
	NO	Monóxido de nitrogênio							DV	Direção do vento			
	NO ₂	Dióxido de nitrogênio							P	Pressão atmosférica			
	NO _x	Óxidos de nitrogênio							RAD	Radiação Total e UVA			
	O ₃	Ozônio											

5 RESULTADOS

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 16

Esse acalentado estudo levou em consideração, também, que, de maneira geral, o regime de ventos das cidades litorâneas é fortemente afetado pelo sistema meteorológico de mesoescala denominado brisa. A brisa pode ser marítima, com o vento soprando do mar para o continente e cujo início se dá no final da manhã, atuando até o meio da noite, ou terrestre, cujos ventos sopram da terra para o mar, tendo seu início no final da noite até o início da manhã.

Dessa forma, os ventos medidos nas duas estações automáticas da CETESB em Santos são avaliados levando-se em conta, principalmente, a dinâmica deste sistema meteorológico. É importante esclarecer que quando há a atuação de sistemas meteorológicos de grande escala, tais como massas de ar (frio ou quente), sistemas frontais, entre outros, os efeitos da circulação dos ventos destes sistemas se superpõem aos das brisas.

Após a análise desse fator, observou-se a predominância de ventos da direção sul-sudoeste (SSW) e com intensidades maiores na estação de Santos-Ponta da Praia – EM, podendo-se afirmar que esta região da cidade apresenta boa condição de dispersão de poluentes. Entretanto, quando é feita a avaliação das concentrações das partículas

inaláveis (MP10) nesta estação, percebe-se que em condições de estabilidade atmosférica, ventos fracos e/ou calmos, entre outras variáveis, as concentrações deste poluente aumentam significativamente chegando, inclusive, a ultrapassar o padrão legal vigente, uma vez que há fontes no entorno que contribuem de maneira significativa para estas concentrações.

Na tabela 05, é possível verificar, num primeiro momento, que o poluente que ultrapassou a qualidade do ar foram as partículas inaláveis grossas (MP10):

Tabela 05 – Partículas Inaláveis – MP10 – 2011, 2012, 2013 e 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011						2012					
	Repres.	N	Média Aritm. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrap.	Repres.	N	Média Aritm. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h		Nº de Ultrap.
				1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$					1ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2ª $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Santos ¹	N	201	40	100	91	0	S	355	32	91	88	0
Santos - Ponta da Praia - EM ²	N	40	38	93	82	0	S	364	44	204	169	5

PQAr Nacional de Curto Prazo = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24h; PQAr Nacional de Longo Prazo = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

N: Número de dias válidos

EM: Estação Móvel

1. Início de operação - 07/06/2011

2. Início de operação - 18/11/2011

Tabela 8 – Partículas Inaláveis - MP₁₀ - 2013 e 2014

	2013								2014									
LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	N	Média Aritm. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h				Nº de Ultrapassagens	Repres.	N	Média Aritm. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximas 24h				Nº de Ultrapassagens		
				1º $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2º $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3º $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4º $\mu\text{g}/\text{m}^3$					PQAr Est.	PQAr Nac.	1º $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2º $\mu\text{g}/\text{m}^3$		3º $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4º $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Santos	S	363	29	100	82	80	79	0	0	S	361	29	83	71	69	67	0	0
Santos - Ponta da Praia - EM	S	365	48	202	186	174	172	14	8	S	363	49	204	172	166	141	10	3

PQAr Nacional de Curto Prazo = $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24h; PQAr Nacional de Longo Prazo = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

PQAr Estadual de Curto Prazo = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 24h; PQAr Estadual de Longo Prazo = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

N: Número de dias válidos

EM: Estação Móvel

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 21

Já na próxima tabela, pode ser verificado que o material particulado fino (MP2,5), também teve limites ultrapassados:

Tabela 06 – Partículas Inaláveis Finas – MP_{2,5} – 2011, 2012, 2013 E 2014

Tabela 9 – Partículas Inaláveis Finas - MP_{2,5} - 2011 e 2012

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011					2012				
	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h		Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h	
				1ª µg/m³	2ª µg/m³				1ª µg/m³	2ª µg/m³
Santos Ponta da Praia - EM ¹	-	-	-	-	-	S	298	16	51	42

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

N: Número de dias válidos

EM: Estação Móvel

1. Início de operação – 01/01/2012

Tabela 10 – Partículas Inaláveis Finas - MP_{2,5} - 2013 e 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2013								2014							
	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h				Nº de Ultrap. PQAr Est.	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h				Nº de Ultrap. PQAr Est.
				1ª µg/m³	2ª µg/m³	3ª µg/m³	4ª µg/m³					1ª µg/m³	2ª µg/m³	3ª µg/m³	4ª µg/m³	
Santos Ponta da Praia - EM	S	365	19	57	56	54	51	0	S	358	18	48	45	45	45	0

PQAr Estadual de Curto Prazo = 60 µg/m³- 24h; PQAr Estadual de Longo Prazo = 20 µg/m³

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

N: Número de dias válidos

EM: Estação Móvel

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 22

Quanto ao dióxido de enxofre, as medições não apontaram ultrapassagens dos limites, conforme tabela 07 a seguir:

Tabela 07 – Dióxido de Enxofre – SO² - 2011, 2012, 2013E 2014

https://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/... cetesb.sp.gov.br

Arquivo Editar In para Favoritos Ajuda

Em: Estação Móvel

Tabela 11 – Dióxido de Enxofre - SO₂ - 2011 e 2012

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011					2012						
	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrap. PQAr Nac.	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h		Nº de Ultrap. PQAr Nac.
				1ª µg/m³	2ª µg/m³					1ª µg/m³	2ª µg/m³	
Santos Ponta da Praia - EM ¹	-	-	-	-	-	-	S	364	13	41	40	0

PQAr Nacional de Curto Prazo = 365 µg/m³·24h; PQAr Nacional de Longo Prazo = 80 µg/m³
Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
N: Número de dias válidos
EM: Estação Móvel
1. Início de operação – 01/01/2012

Tabela 12 – Dióxido de Enxofre - SO₂ - 2013 e 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h				Nº de Ultrapassagens		Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 24h				Nº de Ultrapassagens	
				1ª µg/m³	2ª µg/m³	3ª µg/m³	4ª µg/m³	PQAr Est.	PQAr Nac.				1ª µg/m³	2ª µg/m³	3ª µg/m³	4ª µg/m³	PQAr Est.	PQAr Nac.
Santos Ponta da Praia - EM	S	357	10	37	37	32	32	0	0	S	342	12	31	31	31	31	0	0

PQAr Nacional de Curto Prazo = 365 µg/m³·24h; PQAr Nacional de Longo Prazo = 80 µg/m³
PQAr Estadual de Curto Prazo = 60 µg/m³·24h; PQAr Estadual de Longo Prazo = 40 µg/m³
Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
N: Número de dias válidos
EM: Estação Móvel

22 / 40

15:32 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 22

A exemplo do material particulado, o ozônio também ultrapassou os limites estabelecidos pelas normas. Veja a tabela 08 a seguir:

Tabela 08 – Ozônio – O₃ - 2011, 2012, 2013 e 2014

Relatório-Santos-2015.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Relatório-Santos-2... X

Fazer login

Tabela 14 – Ozônio - O₃ - 2013 e 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	N	2013						2014											
			Padrão Estadual (8h)				Nº de Ultrap.	Padrão Nacional (1h)		Padrão Estadual (8h)				Padrão Nacional (1h)						
			1ª	2ª	3ª	4ª		PQAr Est.	1ª	2ª	PQAr Nac.	1ª	2ª	3ª	4ª	PQAr Est.	1ª	2ª	PQAr Nac.	
Santos	S	366	117	117	115	114	0	200	179	2	N	265	128	115	110	108	0	176	153	1
Santos Ponta da Praia - EM	N	238	117	112	104	97	0	183	147	1	S	346	115	107	93	93	0	148	137	0

PQAr Nacional (1h) = 160 µg/m³.1h;
PQAr Estadual (8h) = 140 µg/m³.8h;
Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
N: Número de dias válidos
EM: Estação Móvel

Tabela 15 – Dióxido de Nitrogênio - NO₂ - 2011 e 2012

LOCAL DE AMOSTRAGEM	Repres.	N	2011				Nº de Ultrap. PQAr Nac.	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	2012		Nº de Ultrap. PQAr Nac.
			Máximas 1h	1ª	2ª	Máximas 1h					1ª	2ª	
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³					µg/m³	µg/m³	
Santos ¹	N	173	35	157	153	0	S	349	37	128	122	0	
Santos Ponta da Praia - EM ²	-	-	-	-	-	-	S	352	31	129	128	0	

PQAr Nacional de Curto Prazo = 320 µg/m³.1h; PQAr Nacional de Longo Prazo = 100 µg/m³
Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
N: Número de dias válidos
EM: Estação Móvel
1. Início de operação – 07/06/2011
2. Início de operação – 01/01/2012

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 23

O dióxido de nitrogênio também não ultrapassou os limites estabelecidos, de acordo com a tabela 09:

Tabela 09 – Dióxido de Nitrogênio – NO₂ - 2011, 2012, 2013 E 2014

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/ar/vip-content/uploa... cetesb.sp.gov.br

EM: Estação Móvel

Tabela 15 – Dióxido de Nitrogênio - NO₂ - 2011 e 2012

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011						2012					
	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 1h		Nº de Ultrap. PQAr Nac.	Repres.	N	Média Aritm. µg/m³	Máximas 1h		Nº de Ultrap. PQAr Nac.
				1ª µg/m³	2ª µg/m³					1ª µg/m³	2ª µg/m³	
Santos ¹	N	173	35	157	153	0	S	349	37	128	122	0
Santos Ponta da Praia - EM ²	-	-	-	-	-	-	S	352	31	129	128	0

PQAr Nacional de Curto Prazo = 320 µg/m³·1h; PQAr Nacional de Longo Prazo = 100 µg/m³
 Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
 N: Número de dias válidos
 EM: Estação Móvel
 1. Início de operação – 07/06/2011
 2. Início de operação – 01/01/2012

210 x 297 mm

Digite aqui para pesquisar

15:30 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP, 2015., p. 23

A Tabela 10 demonstra as medições dos óxidos de nitrogênio (Ox), apontando, mais uma vez, a superioridade da poluição na Ponta da Praia:

Tabela 10 – Monóxido de Nitrogênio (NO) e Óxidos de Nitrogênio (Nox) – 2011, 2012, 2013 e 2014

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uplo... cetesb.sp.gov.br

Tabela 17 – Monóxido de Nitrogênio – NO - 2011 a 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011				2012				2013				2014			
	Repres.	N	Média Antrm. µg/m³	Máximas 1h 1ª 2ª	Repres.	N	Média Antrm. µg/m³	Máximas 1h 1ª 2ª	Repres.	N	Média Antrm. µg/m³	Máximas 1h 1ª 2ª 3ª 4ª	Repres.	N	Média Antrm. µg/m³	Máximas 1h 1ª 2ª 3ª 4ª
Santos ¹	N	173	29	367 278	S	349	28	321 315	S	334	28	348 321 318 290	S	343	22	265 226 207 203
Santos Ponta da Praia - EM ²	-	-	-	-	S	352	28	499 372	N	257	31	644 594 546 508	S	343	30	368 362 352 327

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
 N: Número de dias válidos
 EM: Estação Móvel
 1. Início de operação – 07/06/2011
 2. Início de operação – 01/01/2012

Tabela 18 – Óxidos de Nitrogênio - NO_x – 2011 a 2014

LOCAL DE AMOSTRAGEM	2011				2012				2013				2014			
	Repres.	N	Média Antrm. ppb	Máximas horárias 1ª 2ª	Repres.	N	Média Antrm. ppb	Máximas horárias 1ª 2ª	Repres.	N	Média Antrm. ppb	Máximas horárias 1ª 2ª 3ª 4ª	Repres.	N	Média Antrm. ppb	Máximas horárias 1ª 2ª 3ª 4ª
Santos ¹	N	173	42	340 270	S	349	42	311 298	S	334	38	318 306 287 280	S	343	34	255 235 195 191
Santos Ponta da Praia - EM ²	-	-	-	-	S	352	39	466 364	N	257	40	572 514 473 460	S	343	40	315 315 311 290

Repres.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)
 N: Número de dias válidos
 EM: Estação Móvel
 1. Início de operação – 07/06/2011
 2. Início de operação – 01/01/2012

15:34 06/08/2018

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP, 2015., p. 24

A partir dos valores diários e dos índices de qualidade do ar, que tem por base os novos padrões de qualidade do ar do Estado de São Paulo, foram elaboradas as tabelas e gráficos a seguir, que mostram as distribuições percentuais da qualidade do ar nas estações, em 2013 e 2014, para os poluentes regulamentados:

Tabela 11 – Distribuição percentual da qualidade do ar – Santos 2013 e 2014

Tabela 19 – Distribuição percentual da qualidade do ar - Santos - 2013

Poluente	Total dias	Repr.	BOA		MODERADA		RUIM		MUITO RUIM		PÉSSIMA	
			dias	%	dias	%	dias	%	dias	%	dias	%
MP ₁₀	363	S	338	93,1	25	6,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
NO ₂	340	S	340	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
O ₃	364	S	357	98,1	7	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Repr.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

Obs.: Total de dias de monitoramento.

Tabela 20 – Distribuição percentual da qualidade do ar - Santos - 2014

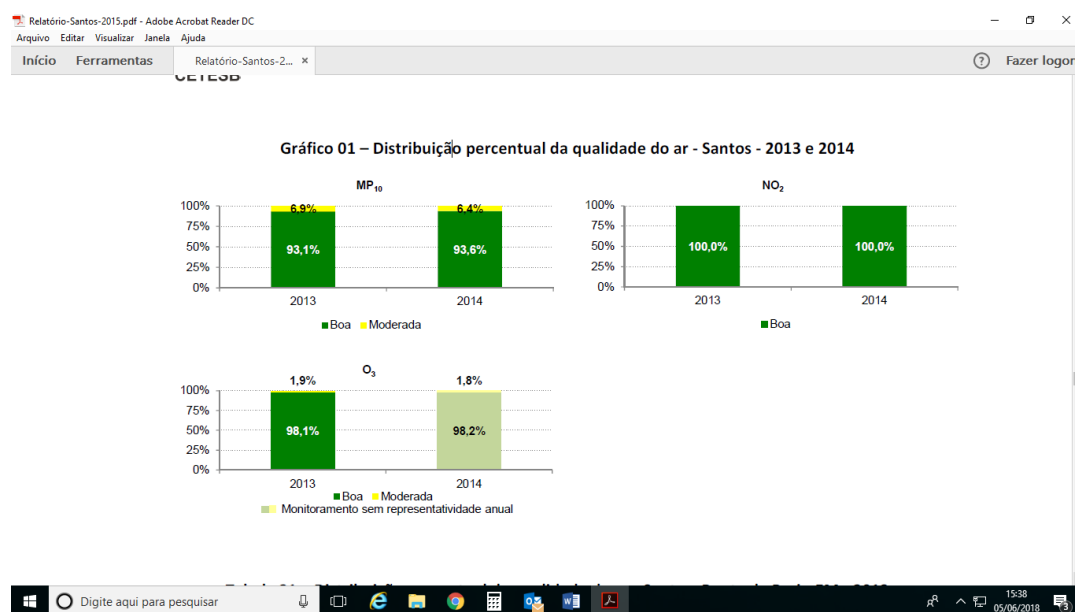
Poluente	Total dias	Repr.	BOA		MODERADA		RUIM		MUITO RUIM		PÉSSIMA	
			dias	%	dias	%	dias	%	dias	%	dias	%
MP ₁₀	361	S	338	93,6	23	6,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
NO ₂	356	S	356	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
O ₃	278	N	273	98,2	5	1,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Repr.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

Obs.: Total de dias de monitoramento.

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP, 2015., p. 24

Gráfico 01 – Distribuição percentual da qualidade do ar – Santos – 2013 e 2014



Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 25

Tabela 12 – Distribuição percentual da qualidade do ar – Santos – Ponta da Praia-EM 2013 e 2014

Tabela 21 – Distribuição percentual da qualidade do ar - Santos–Ponta da Praia-EM - 2013

Poluente	Total dias	Repr.	BOA		MODERADA		RUIM		MUITO RUIM		PÉSSIMA	
			dias	%	dias	%	dias	%	dias	%	dias	%
MP ₁₀	365	S	239	65,5	101	27,7	17	4,7	8	2,2	0	0,0
MP _{2,5}	365	S	278	76,2	83	22,7	4	1,1	0	0,0	0	0,0
NO ₂	259	N	259	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
SO ₂	357	S	318	89,1	39	10,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
O ₃	246	N	243	98,8	3	1,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Repr.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

Obs.: Total de dias de monitoramento.

Tabela 22 – Distribuição percentual da qualidade do ar - Santos–Ponta da Praia-EM - 2014

Poluente	Total dias	Repr.	BOA		MODERADA		RUIM		MUITO RUIM		PÉSSIMA	
			dias	%	dias	%	dias	%	dias	%	dias	%
MP ₁₀	363	S	229	63,1	109	30,0	22	6,1	3	0,8	0	0,0
MP _{2,5}	358	S	294	82,1	64	17,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
NO ₂	351	S	351	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
SO ₂	342	S	292	85,4	50	14,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
O ₃	353	S	351	99,4	2	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0

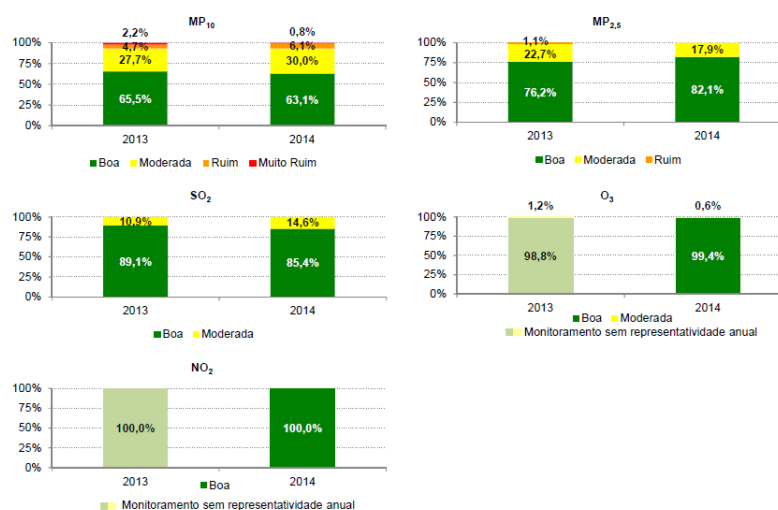
Repr.: atende ao critério de representatividade anual - S (sim) e N (não)

Obs.: Total de dias de monitoramento.

Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 25

Gráfico 02 – Distribuição percentual da qualidade do ar – Santos - Ponta da Praia-EM – 2013 e 2014

Gráfico 02 – Distribuição percentual da qualidade do ar - Santos–Ponta da Praia-EM - 2013 e 2014



Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 26

As características do material particulado em suspensão na atmosfera, variam muito em função de sua composição química e física, das fontes de emissão e do tamanho da partícula. Partículas com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 10 μm , denominadas partículas inaláveis (MP10), são de grande importância, já que são suficientemente pequenas para penetrar no trato respiratório.

As partículas são frequentemente classificadas como primárias (aquelas emitidas diretamente para a atmosfera), ou secundárias (aquelas formadas ou modificadas na atmosfera a partir da transformação de gases e vapores em particulados).

A distribuição do tamanho das partículas é ditada pelo processo que gera o aerossol, sendo que as partículas inaláveis (MP10) se concentram em 2 faixas de tamanho, comumente designadas partículas inaláveis finas (<2,5 μm) e partículas inaláveis grossas (2,5 μm a 10 μm). As partículas inaláveis finas (MP2,5) são, geralmente, emitidas por atividades de combustão industrial, exaustão de veículos automotores, queima de biomassa, dentre outras. Elas também se formam na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis, que são emitidos em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas no ar. As partículas inaláveis grossas (MP2,5-10) na atmosfera são, sobretudo, o resultado de processos mecânicos, como operações de moagem e ressuspensão de poeira. De maneira geral, materiais de origem geológica tendem a dominar essa faixa de tamanho.

As condições meteorológicas, durante o inverno, são mais desfavoráveis para a dispersão dos poluentes em função, por exemplo, da diminuição das chuvas, de ventos fracos e períodos de calmaria e ocorrência de inversões térmicas em baixa altitude, sendo que neste período são geralmente observadas as maiores concentrações de material particulado. As condições meteorológicas de dispersão dos poluentes em Santos durante os invernos de 2012, 2013 e 2014, de maneira geral, foram semelhantes.

Conforme já ressaltado, afora o inverno (em que as concentrações de MP10 registradas na estação de Santos-Ponta da Praia, foram maiores do que na estação de Santos, o que indica a presença de fontes de emissão específicas na Ponta da Praia), no período de outubro a março, quando é observada maior pluviosidade e maior ventilação, as concentrações nos dois locais são mais próximas.

Partículas de sal marinho, o chamado aerossol marinho, são observadas no mundo e já foram identificadas na Região Metropolitana de São Paulo. São provenientes das gotículas que se formam na arrebentação do mar que, ao se secarem na atmosfera, compõem a massa de material particulado da região. São constituídas, principalmente, do sal marinho ou cloreto de sódio. Dada a proximidade do mar, é de se aceitar que o aerossol marinho contribua para o material particulado em Santos.

A maior contribuição deste tipo de aerossol para o MP10 ocorre na faixa de tamanho das partículas inaláveis grossas, embora possa haver, também, contribuição para a faixa de tamanho das partículas inaláveis finas.

Como o aerossol marinho é produzido na superfície do oceano, pelo rompimento de bolhas de ar formadas a partir do arrastamento de ar induzido pela força do vento, sua concentração tende a ser maior sob condições de vento forte, quando as condições de dispersão são melhores e as concentrações de MP10 são geralmente mais baixas, do que em condições de vento mais fraco.

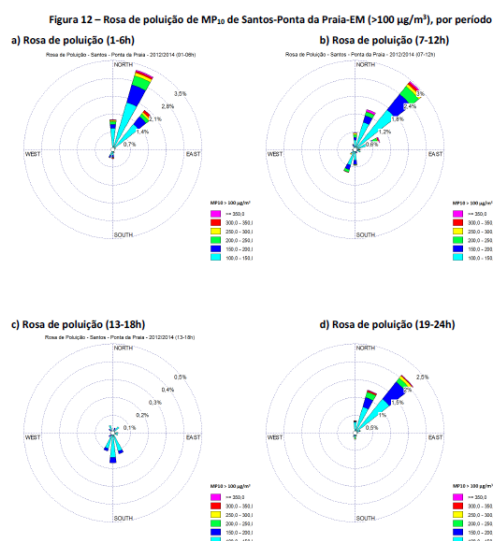
Pelos dados de literatura e considerando-se que, na estação Santos-Ponta da Praia, a maior parte das altas concentrações de material particulado é encontrada quando os ventos são fracos e provenientes de um quadrante específico (direções NE e NNE), conforme descrito anteriormente, a contribuição do aerossol marinho não deve ser significativa em dias de episódios de alta concentração de MP10.

Outro detalhe importante no relatório, aponta que os perfis médios horários de concentrações das partículas inaláveis por dia da semana, que são influenciadas tanto pelas variações das emissões, quanto pelas condições meteorológicas, apresentam semelhança de perfil, ou seja, entre o final da noite e início da manhã as concentrações são mais altas e durante o dia, devido ao aquecimento, há maior convecção e ventos mais fortes e as concentrações são mais baixas. Observa-se, também, que as concentrações são mais elevadas na estação da Ponta da Praia, onde as variações no perfil horário são de maior magnitude. As duas estações apresentam menores médias horárias no período da madrugada e início da manhã de segunda-feira.

Ao elaborarem as denominadas rosas de poluição (que são utilizadas para verificar as contribuições dos ventos para as concentrações de poluentes), os técnicos constataram que as maiores concentrações das partículas inaláveis, incluindo

Na sequência, na forma da figura 02, são apresentadas as rosas de poluição de MP10 por período: a) 1-6h, b) 7-12h, c) 13-18h e d) 19-24h, considerando as concentrações maiores do que $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Segundo o relatório, as maiores concentrações, que ocorreram entre o final da noite e o início da manhã, foram provenientes das direções NE e NNE, ou seja, quando ventava do Porto em direção à estação. As concentrações horárias maiores que $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ocorreram de madrugada e início da manhã, durante os períodos de calmaria ou com ventos provenientes da direção NNE.

Figura 02 – Rosa de poluição de MP10 de Santos-Ponta da Praia-EM ($>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), por período



Fonte: CETESB. Avaliação da qualidade do ar no município de Santos 2011 a 2014. SP: CETESB, 2015., p. 33

Dessa forma, os técnicos inferiram que esses episódios estão relacionados a emissões provenientes das atividades portuárias referentes à movimentação de grãos (soja e milho), incluindo a circulação de caminhões, ressuspensão de material particulado, quer por veículos, quer pelos ventos, uma vez que este setor se localiza entre nordeste e este (NE e E) da estação.

As partículas inaláveis finas (MP_{2,5}) são produzidas, principalmente, nos processos de combustão a partir de emissão direta, como a queima de combustível nos veículos e, também, a partir de gases precursores emitidos, como o dióxido de enxofre -

SO₂, os óxidos de nitrogênio - NO_x e os compostos orgânicos voláteis – COVs, que reagem na atmosfera. Partículas ressuspensas das vias, ou partículas provenientes de processos mecânicos, não são significativas neste tipo de material.

Essas partículas estão contidas nas partículas inaláveis (MP₁₀), sendo a relação média do MP_{2,5}/MP₁₀ em Santos – Ponta da Praia de 0,4, o que reflete condições locais diferentes das encontradas na região metropolitana de São Paulo, cuja relação média MP_{2,5}/MP₁₀ é de 0,6, com a fração fina, que é mais nociva à saúde, predominando sobre a fração grossa. Segundo a Organização Mundial de Saúde, a razão de 0,5 é característica de zonas urbanas de países em desenvolvimento e corresponde ao limite inferior da faixa encontrada em regiões urbanas de países desenvolvidos (0,5-0,8).

O comportamento das concentrações das partículas inaláveis e finas tem um perfil semelhante, ou seja, quando um aumenta o outro tem o mesmo comportamento, uma vez que as partículas finas representam em média 40% das partículas inaláveis. Entretanto, em alguns dias específicos há um maior aumento do MP₁₀, que não é acompanhado na mesma proporção pelo MP_{2,5}, sendo que nos dias em que a concentração de MP₁₀ é maior que 120 µg/m³, a relação MP_{2,5}/MP₁₀ é sempre menor que 0,4, indicando uma atuação mais significativa de fontes de material particulado de maior tamanho, geralmente associadas a processos mecânicos, como a transferência de grãos e a ressuspensão da poeira de rua.

Portanto, o relatório conclui que, além da contribuição das fontes de emissão inerentes à cidade e à região, parte significativa das concentrações das partículas inaláveis monitoradas na estação Santos-Ponta da Praia-EM, principalmente nos dias de episódios de altas concentrações, está associada às emissões provenientes das atividades do setor portuário, em especial a atividade de manipulação e movimentação de grãos/farelos, bem como a emissão de poluentes gerados pela queima do óleo diesel pelos caminhões, que também podem provocar a fragmentação mecânica de grãos/farelos que caem nas vias e são ressuspensos para a atmosfera pela ação dos ventos.

2.2 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DECORRENTE DA ATIVIDADE PORTUÁRIA

Em sua dissertação de mestrado, (BOMF, 2014)⁴⁰, antes mesmo da divulgação do relatório elaborado pela CETESB, apurou que as atividades portuárias, especificamente as de transporte e armazenagem de carga a granel sólido de origem vegetal, tem causado graves ameaças ao meio ambiente e à qualidade de vida da população litorânea ao Porto.

A cidade de Santos, sede do maior porto nacional, o qual também é considerado o maior porto em extensão e capacidade de exportação e armazenagem de carga da América Latina, vem sentindo os impactos ambientais decorrentes das atividades há alguns anos; a movimentação dos graneis sólidos efetuada nos terminais instalados na região do bairro da Ponta da Praia, é o grande responsável pela emissão e dispersão de material particulado na atmosfera, causando mau cheiro e problemas cardiorrespiratórios na população.

As partículas dispersas na atmosfera acabam por se depositar no solo, afetando o patrimônio público e particular, devido à sua composição química corrosiva. Segundo estudos da Cetesb, o quadro é preocupante, tendo em vista já terem sido constatadas ultrapassagens dos índices máximos dos padrões de qualidade do ar.

Com o objetivo de eliminar, ou ao menos minimizar os efeitos maléficos à qualidade do ar que essa movimentação de carga causa, foi editada a Lei Complementar nº 813, de 29 de novembro de 2013⁴¹, alterando dispositivos da Lei Complementar nº 730, de 11 de julho de 2011⁴², que dispõe sobre o ordenamento do uso e da ocupação do solo na área insular do município de Santos.

Pela nova disposição legal, o exercício de atividades portuárias e retroportuárias especializadas ou multiuso, de comércio e/ou armazenagem de materiais de grande

⁴⁰ BOMFIM, Juliana Campos: **A ATIVIDADE PORTUÁRIA DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE GRANEL NO PORTO DE SANTOS, A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULARIZADO E A RESPONSABILIZAÇÃO PELO DANO**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Católica de Santos (Unisantos) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Direito. 2014. Disponível em: <http://biblioteca.unisantos.br:8181/bitstream/tede/2382/2/Juliana%20Campos%20Bomfim.pdf> Acesso em 19/06/18

⁴¹ Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=4650&tid=90> Acesso em 02/06/18

⁴² Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=3538&tid=72> Acesso em 02/06/18

porte, a granel, exceto granel sólido, e/ou carga em geral – unitizada ou não, semovente ou não, perigosos ou não, sobre rodas ou não, dependem de expressa permissão do poder público municipal.

Como essa alteração legislativa representou um grande obstáculo para o Governo Federal licitar um terminal de grãos na região por 25 anos, a União ajuizou uma Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPF) no STF. O argumento principal utilizado foi o de que a restrição imposta pela municipalidade, interfere na administração de serviços portuários no município, podendo comprometer inclusive o processo licitatório de 26 áreas localizadas na cidade.

O Governo Federal sustentou ser necessária a concessão da liminar para revogar a expressão “exceto granel sólido” da lei municipal, para que não houvesse a suspensão de um processo licitatório iniciado em agosto de 2013, cujo objeto são 26 áreas do Município de Santos destinadas à exploração dessa atividade portuária.

No pedido, a União afirmou que a relocação dos terminais traria prejuízos, sugerindo, então, a elaboração de um programa de arrendamentos com a exigência de instalações de mitigação ambiental em suas licitações, como alternativa de redução do impacto.

Em dezembro de 2013, a liminar foi concedida monocraticamente pelo Ministro Ricardo Lewandowski e, em 25 de setembro de 2014, tal decisão foi confirmada pelo plenário do Tribunal.

No dia 28 de julho de 2015, o Procurador-Geral da República opinou pela procedência do pedido formulado pela União⁴³. De acordo com consulta formulada no sítio eletrônico do STF no dia 02 de junho de 2018, o processo encontra-se conclusos com o Ministro Relator desde o dia 04 de agosto de 2015⁴⁴.

Uma lição para reverter esse quadro, que até então é desfavorável à Municipalidade, é dada por Machado (2014):

“O zoneamento municipal terá a possibilidade de praticar uma política preventiva e/ou restauradora em matéria de poluentes atmosféricos. De outro lado, na execução das normas, através de um eficiente sistema de

⁴³ Disponível em: <http://stf.jus.br/portal/processo/verProcessoPeca.asp?id=307367573&tipoApp=.pdf> Acesso em 02/06/18.

⁴⁴ Disponível em: <http://stf.jus.br/portal/processo/verProcessoAndamento.asp?incidente=4520101> Acesso em 02/06/18.

autorização e de fiscalização, é que o Município impedirá a agressão à saúde de seus munícipes cometida através da poluição do ar. Certamente haverá pressões – às vezes enquistadas nos próprios poderes municipais – contra uma política de saúde ambiental, mas esta poderá ser obtida pela perseverante exigência da sociedade civil, do Ministério Público e do Poder Judiciário”⁴⁵.

Na conclusão do seu estudo, Bomfim⁴⁶ assevera que

“A emissão de material particulado a partir da movimentação da carga a granel causa diversos efeitos nocivos à sociedade. Em Santos, os níveis de poluentes relacionados às partículas em suspensão provenientes da dispersão do granel sólido vegetal atingiram índices críticos: as concentrações estão acima do estabelecido pela Resolução Conama 3/1990, o que afeta diretamente a saúde e o bem-estar da população, agravando problemas respiratórios, principalmente infecções das vias aéreas inferiores, devido à má qualidade do ar”.

No relatório emitido pela CETESB neste ano de 2018, verifica-se que, desde 2013, há uma disparidade entre a qualidade do ar na estação medidora do Boqueirão e na da Ponta da Praia. Enquanto no Boqueirão a qualidade do ar foi considerada boa em 2016 e 2017, na Ponta da Praia ela foi considerada boa em 89,5% dos dias naquele ano, e em 97,2% neste último. Isso demonstra que o entorno dos terminais de granéis sólidos do porto de Santos ainda sofre impactos da má qualidade do ar.⁴⁷

Comparando-se os dados do relatório de 2015 com os dados desse último, percebe-se que a situação causadora da poluição do ar não se alterou, ou seja, as concentrações de partículas inaláveis observadas na estação Santos-Ponta da Praia estão associadas às atividades portuárias, com movimentação de caminhões, transporte e manipulação de grãos e cereais, entre outros. Nessa estação, as maiores concentrações de MP10 são observadas, de maneira geral, em dias com ocorrência de períodos de calmaria, principalmente durante a noite e madrugada, precedidos de ventos provenientes do quadrante Norte-Este.

No gráfico 03, percebe-se, mais uma vez, um índice de poluentes maior na Ponta

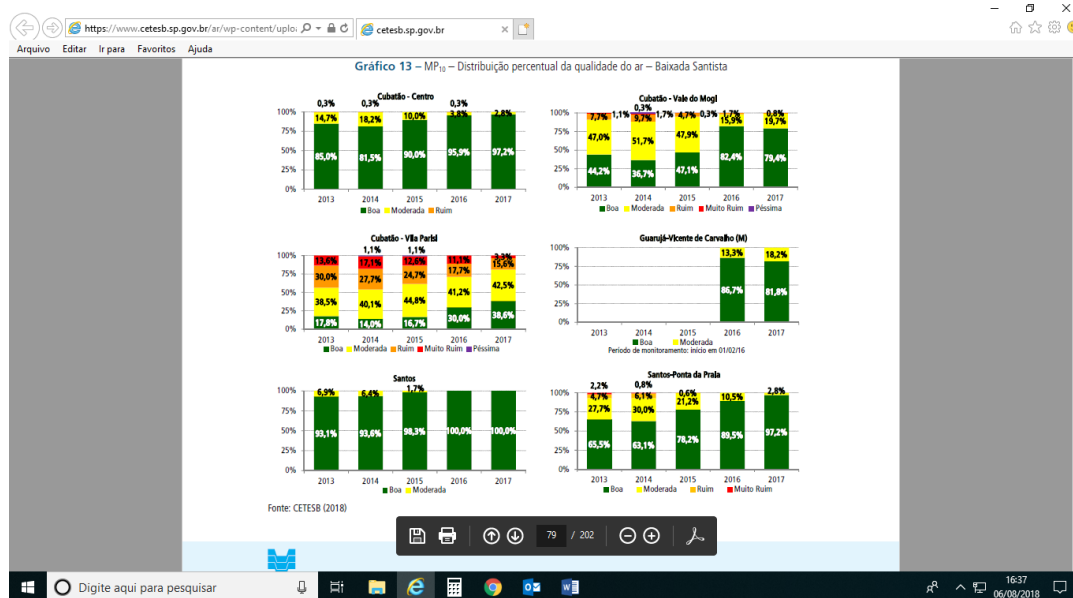
⁴⁵ MACHADO, Paulo Affonso Leme – **Direito Ambiental Brasileiro** – Malheiros Editores – São Paulo – 22ª edição 2014 – p. 461.

⁴⁶ idem

⁴⁷ **Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017**: CETESB, 2018. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2018/05/relatorio-qualidade-ar-2017.pdf> Acesso em 20/05/18

da Praia do que no bairro do Boqueirão:

Gráfico 03 – Distribuição percentual da qualidade do ar – Baixada Santista



Fonte: Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017: CETESB, 2018., p. 76

O conceito de escala espacial de representatividade para um determinado poluente, diz respeito à extensão da parcela de ar no entorno da estação de monitoramento que apresenta concentrações relativamente uniformes e similares às concentrações medidas na estação. Assim, na tabela 13, há um resumo da classificação da representatividade espacial das estações das redes:

Tabela 13– Representação Espacial das Estações, por poluente

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/at/vip-content/uploa... cetesb.sp.gov.br

Apêndices 193

TABELA A – Representatividade Espacial das Estações, por poluente - Rede Automática. (Conclusão)

URBH	ESTACÕES	CO	MP ₁₀	MP _{2.5}	NO _x	O ₃	SO ₂
7	Santos		X BARRIO		X BARRIO	X BARRIO	
	Santos-Porto da Praia		X BARRIO	X BARRIO	X BARRIO	X BARRIO	X BARRIO
9	Pirassununga - EM		X BARRIO		X URBANA	X URBANA	
10	Sorocaba		X BARRIO		X URBANA	X URBANA	
	Tatuí		X BARRIO		X URBANA	X URBANA	
	Araraquara		X BARRIO		X BARRIO	X BARRIO	
13	Itauna		X BARRIO		X BARRIO	X BARRIO	
	Jalá		X URBANA		X URBANA	X URBANA	
15	Catanduba		X URBANA		X URBANA	X URBANA	
	São José do Rio Preto		X URBANA	X URBANA	X URBANA	X URBANA	
19	Aracatuba		X URBANA		X URBANA	X URBANA	
21	Marília		X BARRIO		X URBANA	X URBANA	
22	Presidente Prudente		X URBANA		X URBANA	X URBANA	

Fonte: CETESB (2018)

Nota 1:
 (*) Monitoramento desativado
 (0) Parâmetro monitorado

Nota 2: A classificação de representatividade espacial apresentada poderá ser alterada ao longo do tempo, em função da constatação de modificações significativas nas características do entorno das estações de monitoramento ou a partir de análises que utilizem outras ferramentas de interpretação dos dados.

Windows Digite aqui para pesquisar 16:40 06/08/2018

Fonte: Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017: CETESB, 2018, p. 193

Nesse relatório mais recente da CETESB, destaca-se uma tabela muito interessante, que traz indicativos da qualidade do ar, e os efeitos que impactam na saúde. Veja tabela 14:

Tabela 14 – Qualidade do Ar e Efeitos à Saúde

Arquivo Editar Ir para Favoritos Ajuda

https://www.cetesb.sp.gov.br/at/wp-content/uploads/... cetesb.sp.gov.br

Tabela 8 – Qualidade do Ar e Efeitos à Saúde.

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (ppm) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (ppm) 1h	SO ₂ (ppm) 24h
NI - BOM	0-40	0-50	0-25	0-100	0-9	0-200	0-20
NI - MODERADA	41-80	>50-100 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>25-50 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>100-130 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>9-11 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>200-240 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>20-40 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.
NI - RUIM	81-120	>100-150 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. Irritação em geral pode ocorrer como tosse seca, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>50-75 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. Irritação em geral pode ocorrer como tosse seca, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>130-160 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. Irritação em geral pode ocorrer como tosse seca, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>11-13 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados.	>240-280 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados.	>40-60 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados.
NI - MUITO RUIM	121-200	>150-200 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>75-125 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>160-200 Aumento dos sintomas respiratórios em crianças com doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>13-15 Aumento dos sintomas em pessoas com doenças cardíacas. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>280-320 Aumento dos sintomas em crianças com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>60-80 Aumento dos sintomas em crianças com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.
NI - PESQUIMA	>200	>200 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>125 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>200 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>15 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>320 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.	>80 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, tosse seca, irritação na população em geral.

Fonte: CETESB (2014)

1641 06/08/2018

Fonte: Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017: CETESB, 2018, p. 32

3. CORRELAÇÃO ENTRE POLUENTES E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE

Num estudo que receberá maior aprofundamento no capítulo 5.2⁴⁸, poderá ser constatado que pesquisadores centraram seus esforços nos efeitos da poluição atmosférica – mais especificamente do material particulado – sobre a saúde da população. Embora existam muitos componentes tóxicos para a saúde humana, como dióxido de enxofre, monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e ozônio, por exemplo, a Organização Mundial da Saúde coloca o material particulado como o principal agente de toxicidade para a saúde humana (WHO, 2006).

O material particulado é gerado por uma mistura de componentes sólidos e líquidos que podem variar na composição, tamanho e de acordo com a fonte de emissão e condições meteorológicas presentes no ambiente. As partículas inaláveis, que possuem maior impacto sobre a saúde humana, podem ser definidas de maneira simplificada como MP10, aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 µm, e MP2,5, que possuem diâmetro aerodinâmico menor que 2,5 µm. As partículas maiores são derivadas de atributos mecânicos de materiais presentes no solo e, no caso das partículas finas, geradas pela queima de combustíveis fósseis no transporte, indústria e geração de energia. A poluição por partículas finas inclui, em geral, fuligem, condensados de ácido, sulfato e partículas de nitrato (DOCKERY et al., 1993; BRUNEKREEF; HOLGATE, 2002). Quanto menor a partícula, maior é o efeito de saúde ao organismo. O MP2,5, por exemplo, além de atingir as vias aéreas inferiores, com comprometimento dos alvéolos, tem também a capacidade de penetrar na região da troca de gases nos pulmões. Essa particularidade prejudica ainda mais o trato respiratório, além de aumentar o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, respiratórias e neoplasias, principalmente de pulmão (BRUNEKREEF; HOLGATE, 2002; LADEN et al., 2006).

A poluição atmosférica e, especialmente o material particulado, têm ganhado destaque nas agências de saúde globais como um dos grandes responsáveis por

⁴⁸ **Reduzindo a emissão do poluente atmosférico – material particulado – em benefício da saúde no ambiente urbano.** Disponível em: http://brasil.evipnet.org/wp-content/uploads/2016/08/Sintese_emiss%C3%A3o_de_poluente_ago.pdf
Acesso em 18/05/18.

mortalidade precoce à medida que o conhecimento científico avança sobre os efeitos. Em 2010, a partícula MP_{2,5} foi considerada o sexto maior fator de risco para a mortalidade prematura global pela OMS, e a primeira relacionada a fatores ambientais (APTE et al., 2015; IHME, 2012). Essa partícula é considerada mais letal, em números absolutos, do que as doenças malária e AIDS juntas. Em 2013, a Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC), vinculada à Organização Mundial de Saúde (OMS) classificou a poluição do ar exterior (outdoor) e do poluente material particulado como substâncias carcinogênicas do Grupo I. Isso significa que o risco de desenvolver determinados tipos de câncer é maior para pessoas expostas à poluição atmosférica e ao material particulado por si só (IARC, 2013). Logo, à medida que novas evidências sobre o efeito da poluição sobre a saúde são apresentadas, fica mais clara a representatividade desse poluente como um fator de risco considerável para a saúde, principalmente em ambientes urbanos.

É importante ressaltar que a escolha do material particulado como representativo da poluição em ambientes urbanos, foco dessa síntese, não exclui a importância dos demais poluentes. Todavia, a diversidade de componentes tóxicos que compõe a poluição atmosférica tem no material particulado sua forma mais expressiva e mais danosa sobre a saúde das populações expostas.

Uma série de revisões sistemáticas e metanálises também mostraram os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde, como: 1) a associação entre internações e mortes por um episódio de derrame cerebral, até sete dias após a exposição aguda ao MP_{2,5}, sendo a associação mais robusta observada no mesmo dia da exposição ao MP (SHAH et al., 2015); 2) a associação da exposição aguda ao MP_{2,5} e ao ozônio e parada cardíaca, sendo a associação mais robusta no mesmo dia e até quatro dias do aumento dos poluentes (TENG et al., 2013); 3) a associação da exposição ao aumento de MP₁₀ e episódios de asma em crianças (WEINMAYR et al., 2010); 4) a associação de MP_{2,5} e NO₂ e aumento de risco para diabetes tipo 2, um dos estudos mostra a associação mais proeminente em mulheres. Os autores sugerem que esta descoberta possa ter implicação para estratégias de base populacional na redução do risco de diabetes (BALTI et al., 2014; EZE et al., 2015).

Cançado *et al*⁴⁹, demonstram que estudos de coorte têm abordado os efeitos crônicos da poluição do ar produzida pela queima de combustíveis fósseis, na mortalidade e na morbidade. Além deles, estudos transversais têm sido realizados, assumindo-se que exposições atuais podem representar de forma adequada exposições crônicas, e relacionando-as com as condições de saúde atuais da população. Em um estudo de painel realizado em oito comunidades suíças, a função pulmonar em adultos foi inversamente associada com elevações nas concentrações de PM10, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre. Em 24 comunidades localizadas no Canadá e nos EUA foram encontradas associações significativas entre exposição a partículas finas e redução da função pulmonar com sintomas de bronquite, em crianças.

Não tem sido possível relacionar variações na prevalência de asma com poluição do ar. Entretanto, estudos prospectivos realizados na Califórnia (EUA) relatam a associação entre o ozônio e incidência de asma. O mesmo efeito não foi observado para outros poluentes.

Um estudo de coorte realizado nos EUA, mostrou que exposição crônica ao material particulado fino aumenta o risco de doenças cardíacas e respiratórias, inclusive, de câncer de pulmão.

Num outro, realizado na Europa, encontrou-se uma associação entre mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares com o local de moradia. Quanto mais próxima a residência de vias de grande fluxo de veículos, maior o risco de morrer por essas doenças (risco relativo de 1,95; IC95%: 1,09 - 3,52).

A pesquisa de Cançado *et al* prossegue, constatando que o aumento da poluição do ar tem sido associado ao aumento da viscosidade sanguínea, de marcadores inflamatórios (proteína C reativa, fibrinogênio) e da progressão da arteriosclerose, a alterações da coagulação, à redução da variabilidade da frequência cardíaca (indicador de risco para arritmia e morte súbita), à vasoconstrição e ao aumento da pressão arterial, todos fatores de risco para doenças cardiovasculares.

Um abrangente e bem controlado estudo prospectivo, encontrou risco aumentado

⁴⁹ CANÇADO, José Eduardo Delfini *et al*: **Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica**. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v32s1/a02v32s1.pdf> Acesso em 21/05/18.

de mortalidade relacionada à poluição do ar que variou de 8% a 18%, para diversos tipos de doenças cardíacas. Outro estudo realizado em Dublin, Irlanda, revelou que a redução dos níveis de poluentes do ar ocorrida naquela cidade, implicou em significativa redução da mortalidade por doenças cardiopulmonares, sugerindo a importância da adoção de medidas preventivas de âmbito coletivo.

Estudos também sugerem que indivíduos idosos e portadores de doenças cardiovasculares prévias, situações cada vez mais frequentes na sociedade contemporânea, constituem populações mais susceptíveis, reforçando que, além do tabagismo, sedentarismo e dieta, a poluição do ar é um importante fator de risco a ser controlado.

A situação acima exposta não deixa muitas dúvidas sobre qual rumo devemos tomar. Fazem-se necessárias a elaboração e a implementação de um programa de acompanhamento e controle sistemático dos poluentes do ar e seus efeitos sobre a saúde humana, que gerem resultados cientificamente corretos, e que retratem a realidade e auxiliem na promoção de políticas públicas voltadas à melhoria da qualidade de vida dos habitantes da Terra.

Digna de nota foi o desejo dos autores da pesquisa (realizada em 2006), de que a mesma fosse útil para reforçar a consciência ambiental de nossa sociedade, no sentido de um ambiente mais saudável para nós e nossos descendentes.

Pela sua pertinência, também há que se registrar um estudo desenvolvido pelo SIMPLO (Sistema de Informações Objetivas de Autotrônica); que atua na área de informações técnicas para a eletrônica embarcada. Um de seus valores é a sustentabilidade ambiental.

Nesse trabalho⁵⁰, ressalta-se que as emissões de poluentes têm sido debatidas e aprimoradas ao longo do tempo, fazendo menção ao PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar de Veículos Automotores) MAR-1 e a normativos emitidos pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), estabelecendo uma série de regras, diretrizes e padrões legais para diferentes categorias de automotores.

Contém disposições parecidas com a americana Tier 3 e a europeia Stage IIIA,

⁵⁰ SIMPLO. Disponível em: <https://www.simplusbr.com/noticias/detalhes/simplicio-explica-proconve-mar-1>
Acesso em 21/05/18.

que exigem modificações nos motores e a utilização de diesel com menos teor de enxofre.

Recomenda que uma das tecnologias que deve ser adotada, é a recirculação do gás de escapamento (EGR), para que ele volte à câmara de combustão do motor, reduzindo a temperatura da combustão e a formação de dióxidos de nitrogênio. É necessário que junto a essa tecnologia haja um sistema de turbo alimentação.

Outra é a redução catalítica reduzida (SCR), em que o processo esperado de redução aconteça, o reagente chamado Arla 32 é pulverizado no gás de escapamento para provocar uma reação química que neutralize a produção de NOx. Junto a ele deve haver um mecanismo de avaliação chamado OBD (On-Board Diagnose), que registra a presença do reagente ou das falhas causadas pela sua não utilização. Esse mecanismo reduz a potência do motor caso haja baixo índice de Arla 32, e alerta o operador sobre a falta do componente através de indicadores no painel.

O fato de solicitar a utilização do diesel com menor índice de enxofre, já faz com que o veículo contenha parte do desgaste dos anéis, cilindros e de outros componentes do motor, e tenha menor deterioração do óleo lubrificante. Com a adoção dessas recomendações, o motor apresenta melhor desempenho nas operações.

3.1 ESTUDO REALIZADO POR BERT BRUNEKREEF E STEPHEN T HOLGATE

Em 2002, Brunekreef e Holgate⁵¹, num estudo publicado na The Lancet, já haviam constatado que a poluição do ar causa muitos impactos negativos na saúde, em especial nas vias aéreas e no sistema circulatório.

Eles, por sua vez, reportando-se aos vinte anos anteriores, constataram que uma nova era de pesquisa sobre poluição do ar, a era da redução bem-sucedida de tradicionais produtos poluentes do ar, culminou numa volumosa revisão dos efeitos na saúde do material particulado. As concentrações vistas no final da década de setenta, no

⁵¹ BRUNEKREEF, Bert e HOLGATE, Stephen T. **Air pollution and health**. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(02\)11274-8/fulltext?code=lancet-site](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(02)11274-8/fulltext?code=lancet-site). Tradução livre do inglês. Acesso em 07/06/18

então chamado mundo desenvolvido, e seus efeitos adversos sobre a saúde foram considerados improváveis.

Desde então, no entanto, a poluição do ar ressurgiu como um importante problema de saúde ambiental. Uma das razões é que, embora a poluição do ar causada pela combustão de combustível fóssil estivesse presente em concentrações muito mais baixas, comparada há cinquenta anos atrás, outros componentes ganharam proeminência.

A poluição fotoquímica do ar, caracterizada por altas concentrações de ozônio durante o calor e o tempo ensolarado, foi encontrada não só em lugares como Los Angeles e Cidade do México, mas também em grandes áreas da Europa. Óxidos de nitrogênio produzidos pelo crescente número de veículos motorizados, aumentaram recentemente. Partículas transportadas pelo ar mudaram de tamanho e composição, alterando sua toxicidade.

Em razão da propagação da poluição do ar do leste para o oeste europeu, aumentaram os números de atendimentos na rede hospitalar por doenças respiratórias, na Alemanha e na Holanda. Em razão das concentrações de dióxido de enxofre e material particulado terem aumentado em centenas de milhares de g/m³, mesmo sob tais condições episódicas, seus efeitos na saúde tornaram-se difíceis de detectar.

A atenção dos pesquisadores foi deslocada para fatores meteorológicos. Dia-a-dia, as variações da poluição do ar durante longos períodos foram determinantes nas variações de mortalidade, admissões hospitalares e outros indicadores de saúde pública. Tais estudos de séries temporais foram esporádicos até cerca de 1990, mas aumentaram exponencialmente desde então.

O número de óbitos ou internações hospitalares estudados, estão na casa das centenas de milhares, tendo grande validade estatística para detectar pequenos aumentos dos efeitos da poluição do ar na saúde. Limitações da abordagem feita pelos autores, incluem falta de dados individuais; uma suposição é a de que a exposição é representativa para grandes populações, em razão de medições feitas por sítios eletrônicos de monitoramento central; e a suposição de que, tendências de longo prazo podem confundir, e que variações sazonais, clima e epidemias de gripe são controlados por sofisticados métodos estatísticos.

O interesse pelos efeitos na saúde da poluição do ar, tornou-se mais intensa após dois estudos de coorte nos EUA, com sugestão de que a exposição a partículas finas no ar, era associado à diminuição da vida. Ambos os estudos são baseados em observações feitas entre o final da década de 1970 até o final dos anos 80, quando as concentrações de poluição do ar eram muito mais baixas do que tinha sido no passado. Um terceiro estudo de coorte (AHSMOG), encontrou efeitos significativos de material particulado de diâmetro inferior a 10µm (PM10) em condições de mortes respiratórias não malignas em homens e mulheres, e na mortalidade por câncer de pulmão em adventistas do sétimo dia do sexo masculino, não fumantes. O efeito na diminuição da expectativa de vida, tem sido estimado entre 1 e 2 anos, contrastando com uma exposição mais realista, que é substancial em comparação com os efeitos de outros estilos de vida ou fatores de risco ambientais relacionados à mortalidade.

Novas observações do maior estudo até hoje realizado, mostram que os dados persistem, após a inclusão de vários outros anos de observação, com efeitos mais consistentes no câncer de pulmão, além de mortes por problemas cardiopulmonares não malignos, do que no artigo original.

Estudos de controle de caso, também continuam a fornecer evidências de uma ligação entre poluição (especialmente do trânsito) e câncer de pulmão. Trabalhos recentes sugeriram que os efeitos sobre a expectativa de vida não são uniformemente distribuídos, mas dependem de fatores como a educação e o estado antioxidante da vitamina, demonstrando que a expectativa de vida poderia ser reduzida em grupos populacionais desfavorecidos. Com base nas descobertas do estudo de coorte, padrões rigorosos de controle do material particulado fino foram propostos nos EUA. Em razão dos grandes investimentos que seriam necessários para melhorar a qualidade do ar, os resultados desses estudos de coorte foram objeto de intenso debate.

Até recentemente, nenhum estudo de coorte europeu forneceu dados sobre a diminuição da expectativa da vida. Um estudo holandês sugere que a exposição à poluição atmosférica relacionada com o tráfego, está associada a mortes cardiorrespiratórias da mesma maneira que nos EUA.

O estudo também mencionou que milhões de pessoas que vivem em áreas rurais de países em desenvolvimento, produzem poluição interna pelo uso de combustíveis de biomassa em concentrações maiores do que o atualmente visto no mundo desenvolvido.

Mortes por infecções respiratórias agudas em crianças, resultantes dessas exposições, são estimados em mais de 2 milhões por ano. Nas maiores cidades dos países em desenvolvimento, exposições extremas ocorrem tanto com o tradicional, como com uma moderna variedade de poluentes. Idealmente, as lições aprendidas no mundo desenvolvido, poderiam ajudar os países em desenvolvimento a seguirem um caminho mais sustentável e menos poluente em sua industrialização e modernização. No entanto, os dados disponíveis sugerem que as pressões combinadas de competição global com o aumento populacional, deixam pouco espaço para mudanças a esse respeito.

Interessante, também, é a constatação de que as concentrações de poluentes nos centros das cidades, tendem a ser inferiores aos dos subúrbios, principalmente como resultado da eliminação do ozônio por óxido nítrico proveniente do tráfego.

A principal fonte de emissões antrópicas de óxidos de nitrogênio para a atmosfera, é a combustão de combustíveis fósseis a partir de fontes estacionárias (aquecimento, geração) e em veículos motorizados. Em condições ambientais, o óxido nítrico é rapidamente transformado em dióxido de nitrogênio por oxidantes atmosféricos como o ozônio.

O material particulado poluidor, é uma mistura sólida, líquida ou de partículas sólidas e líquidas suspensas no ar. O tamanho de partículas suspensas varia, de alguns nm a dezenas de μm . As maiores partículas (fração grossa) são mecanicamente produzidas pelo atrito de partículas maiores. Pequenas partículas ($<1\mu\text{m}$) são em grande parte formadas por gases, o menor ($<0.1\mu\text{m}$, ultrafino) é formado por nucleação resultante de condensação ou reações químicas que formam novas partículas. Em termos práticos, é feita uma distinção entre PM₁₀ (partículas “torácicas” menores que $10\mu\text{m}$ de diâmetro, que pode penetrar no sistema respiratório inferior), PM_{2.5} (partículas inaláveis menores que $2,5\mu\text{m}$, que pode penetrar na região de troca gasosa do pulmão) e partículas ultrafinas menores que 100nm , que contribuem pouco para a massa de partículas, mas que são mais abundantes em termos de números, atingindo uma superfície muito grande, com graus crescentes de penetração pulmonar.

Estudos de caso foram realizados em voluntários, que forneceram dados sobre sintomas oriundos dos sistemas respiratório e cardiovascular, com o objetivo de medir as funções do pulmão e do coração em uma base diária ou semanal.

Na Europa, o APHEA (Air Pollution and Health: a European Approach) forneceu muitas idéias. Os estudos iniciais foram baseados em dados mais antigos (APHEA-1) e, no final da década de 1990, uma nova série de estudos (APHEA-2) utilizou dados de frações de MP10. O estudo de mortalidade APHEA-2 cobriu uma população de mais de 43 milhões de pessoas que viviam em 29 cidades europeias, que foram estudadas por mais de 5 anos, no início da década de 1990. A partir de dados de 21 cidades, a estimativa do efeito combinado mostrou que a causa da mortalidade diária foi aumentada em 0,6% (IC95% 0,4- 0,8), para cada aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ em PM10, com algumas diferenças. O APHEA-2 apurou a admissão hospitalar numa área que cobriu 38 milhões de pessoas, vivendo em oito cidades europeias, que foram estudadas por entre 3 e 9 anos, até meados de 1990.

Internações hospitalares por asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), entre pessoas com mais de 65 anos foram aumentadas em 1,0% (0,4–1,5) por $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, e internações por doenças cardiovasculares (DCV) foram aumentadas em cerca de 0,5% (0,2–0,8) por $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, e em cerca de 1,1% (0,4–1,8) por $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de fumaça preta; sugerindo um aumento importante pela queima de óleo diesel. No APHEA-1, a mortalidade diária aumentou em 2,9% em seis cidades, para cada aumento de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozônio em 1 hora. Associações entre o dióxido de nitrogênio e a mortalidade também foram encontradas, mas estavam ligadas à fumaça preta, sugerindo que o dióxido de nitrogênio representou uma ligação entre o trânsito e a poluição do ar. Os dados correspondentes do APHEA-2 eram esperados.

Em Augsburg, Alemanha, durante o episódio de poluição do ar de 1985, intrigantes observações epidemiológicas foram constatadas, por acaso, durante um grande estudo cardiovascular: o projeto MONICA. Em retrospecto, a viscosidade plasmática, bem como a frequência cardíaca e concentrações de proteína C-reativa, foram aumentadas durante o episódio, os quais podem contribuir para um aumento do risco de eventos cardiovasculares. Um estudo em Boston, EUA, mostrou que o dióxido de nitrogênio e o PM2,5, foram associados a arritmias potencialmente fatais, que levam a intervenções

terapêuticas por um desfibrilador cardíaco implantado, e que as concentrações de PM_{2,5} eram mais altas nas horas e dias antes do início do infarto do miocárdio em um grande grupo de pacientes. Eventos cardiovasculares estão sendo objeto de estudos de casos, para determinar mais precisamente o papel de vários poluentes e seus mecanismos.

Adicionalmente aos estudos de coorte sobre mortalidade, os efeitos da poluição do ar sobre as causas de morbidade têm sido examinados. Esse estudo transversal constatou que a atual exposição à poluição do ar, está suficientemente demonstrada há longo prazo, para estabelecer uma ligação plausível com o estado de saúde atual.

Em crianças que vivem em 24 comunidades dos EUA e do Canadá, foram relatadas associações significativas entre a exposição a partículas finas e sua acidez e função pulmonar, sintomas de bronquite, mas, novamente, não à asma (a exemplo do que ocorreu com pesquisa na Suíça). A exposição a partículas também já foi relacionada prospectivamente, com a redução da função pulmonar em crianças, e até em crianças que mudaram de áreas mais poluídas para áreas menos poluídas (ou vice-versa), mostrando alterações da função pulmonar, reflexo da exposição a material particulado.

Uma relação de variações de casos de asma com a poluição do ar tem sido difícil. No entanto, estudos na Califórnia sugeriram que alguns casos de incidência de asma podem estar relacionados ao ozônio, mas não a outros poluentes.

Estudos de câmara fornecem um método poderoso para buscar os efeitos da poluição do ar individualmente, mas não reproduzem as misturas ou a variação temporal que ocorrem em exposições naturais. Individualmente, a poluição do ar produz efeitos tóxicos específicos nos sistemas respiratório e cardiovascular. Ozônio, óxidos de nitrogênio e partículas em suspensão, compartilham uma propriedade comum de serem oxidantes potentes, através de efeitos diretos sobre lipídios e proteínas, ou indiretamente através da ativação de vias oxidantes intracelulares.

Estudos de exposição in-vitro e in-vivo de animais e humanos, demonstraram a poderosa capacidade oxidante da inalação do ozônio, sinalizando estresse nas células epiteliais e inflamações locais nas células alveolares. Esse mecanismo envolve a ativação do fator nuclear e do fator de transcrição (NF) κ B e sua mudança para o núcleo. Ali se liga às sequências de DNA dos genes causadores de pró-inflamatórios, que codificam citocinas (por exemplo, granulocitomacrófago fator estimulador de colônias,

necrose tumoral fator α [TNF α] e interleucina 1 β), quimiocinas que atraem neutrófilos (por exemplo, interleucina 8, ativação de neutrófilos proteína 78 e Gro α) e moléculas de adesão (por exemplo, molécula de adesão intercelular 1). Essas moléculas aumentam o recrutamento de neutrófilos para as vias aéreas e alvéolos, ativam a secreção mediadora e tem a capacidade de causar dano tecidual.

As grandes diferenças interindividuais na capacidade de resposta à inalação de ozônio, têm uma importante base genética, recentemente demonstrada em camundongos e seres humanos. Essa descoberta enfatiza a importância dos antioxidantes disponíveis, como ácido úrico, albumina, glutathione reduzida, vitamina C e vitamina E presentes nos fluídos de revestimento do pulmão e na barreira epitelial, na proteção do pulmão contra o ozônio, e o efeito protetor exercido pelas dietas suplementares com antioxidantes.

Resposta induzida no pulmão à exposição por ozônio, juntamente com o aumento da liberação de neuropeptídeos nos neurônios sensoriais, contribui para uma resposta broncoconstritora aguda e uma hiper-responsividade vistas na asma pela exposição a esse poluente, bem como uma tolerância induzida pela exposição repetida ao ozônio, num curto prazo.

A importância dessa tolerância induzida e o reconhecido efeito adverso desse poluente sobre exacerbações de asma durante os meses de verão, não são conhecidos. Estudos mostraram ampla variabilidade interindividual nas respostas aos poluentes atmosféricos. Embora fatores genéticos, sem dúvida, são responsáveis por parte dessa inconsistência, outros fatores mais sutis poderiam estar ocorrendo, como distribuição de ventilação nos diferentes compartimentos dos pulmões e, no caso de partículas, diferenças de deposição na região dos pulmões.

Em contraste com o ozônio, pouco se sabe sobre os efeitos do dióxido de nitrogênio num pulmão normal e num doente. Estudos in-vitro com animais e seres humanos, confirmam a capacidade do dióxido de nitrogênio de ativar as vias oxidantes, menos potente que o ozônio. A resposta também difere, reforçando o recrutamento de Linfócitos T e macrófagos. No entanto, uma característica do dióxido de nitrogênio que pode contribuir para as exacerbações de doenças respiratórias, é a sua capacidade de

prejudicar a função de macrófagos alveolares e células epiteliais, aumentando o risco de infecção pulmonar.

Apesar do dióxido de carbono também poder melhorar as respostas dos alérgenos em indivíduos asmáticos, exposição a curto prazo permanece relativamente benigna. Pouco se sabe sobre os efeitos de longo prazo do dióxido de nitrogênio em seres humanos, mas em roedores, uma exposição prolongada ao ozônio, ao nitrogênio ou ao dióxido de carbono, resulta na destruição das vias aéreas periféricas.

O aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares, a morbidade e mortalidade epidemiológica ligadas a partículas inaladas, até recentemente, acabavam numa explicação mecânica, automática.

Tanto diretamente, quanto pela absorção em células epiteliais e macrófagos, os caminhos de ativação dos oxidantes decrescem; consequência da estimulação da citocina e de liberação intermediária, resultando em extensa migração de neutrófilos, mas também recrutamento e ativação de linfócitos T.

Atingindo a medula óssea, citocinas e quimiocinas liberados do pulmão estimulam a volta de neutrófilos e seus precursores na circulação. No curto prazo, há dano tecidual agudo com a ativação do receptor do fator de crescimento epidérmico (EGFR), e evidências para respostas de reparação orgânica. Essa reação é devida, parcialmente, ao processamento superficial do EGFR, de ligação à heparina EGF-like com o fator de crescimento (HB-EGF) e a transativação induzida pelo oxidante do EGFR. Se esse ciclo de dano e reparo continua, o muco epitelial resulta em metaplasia, assim como a secreção em andamento de citocina e quimiocina contribuem para a inflamação das vias aéreas.

Concentrações aumentadas de fibrinogênio e plaquetas, e sequestro de sangue vermelho de células da massa pulmonar, também foram detectadas em relação à poluição por material particulado, mas, junto com o aumento do risco de arritmia cardíaca, sua significância nos eventos cardiovasculares ligados à poluição por partículas, precisa ser estabelecido.

Muito importante, também, é a constatação de que as partículas de diesel e ozônio aumentaram a síntese do anticorpo alérgico IgE em animais e em seres humanos, que aumentariam a sensibilização a alérgenos comuns. Junto com outros fatores ambientais,

partículas e poluentes atmosféricos gasosos podem ter efeitos a longo prazo em indivíduos alérgicos. Embora seja improvável que os poluentes sejam capazes de melhorar as respostas alérgicas e inflamatórias, nenhum estudo investigou essa combinação. Similarmente, longas exposições à misturas de poluentes, podem ter efeitos irreversíveis.

O recente reconhecimento de que partículas ultrafinas (diâmetro médio de massa $<0.1 \mu\text{m}$) são mais tóxicos quando inalados do que o PM₁₀, sugere que a sua capacidade de ser absorvida nos tecidos e na circulação, bem como o aumento da sua superfície, podem ser fatores importantes na determinação da toxicidade da capacidade cardiopulmonar.

Na tabela 15, estão indicadas as diretrizes da OMS, da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) e da União Européia (UE), sobre qualidade do ar e padrões para ozônio, dióxido de nitrogênio e material particulado:

Tabela 15 – Padrões da OMS, EPA e EU sobre qualidade do ar

Table
WHO, US Environmental Protection Agency (EPA), and European Union (EU) air quality guidelines and standards for ozone, nitrogen dioxide, and particulate matter

	Maximum concentration allowed when averaged over time*			
	1 h	8 h	24 h	1 year
Ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
WHO	..	120	..	..
EPA	235	157	..	..
EU	..	120 (proposed)	..	..
Nitrogen dioxide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
WHO	200	..	..	40
EPA	..	..	..	100
EU	200	..	..	40 (2010)
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
WHO (mortality relative risk per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)†	..	..	1.007	1.10
EPA	..	..	150	50
EU	..	..	508 (2005), 908 (2010)	40 (2005), 20 (2010)
PM_{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
WHO (mortality relative risk per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)†	..	..	1.015	1.14
EPA	..	..	55 (proposed)	15 (proposed)

For details see <http://www.who.int/document/e71922.pdf>, <http://www.epa.gov/airs/criteria.html>, and <http://www.ecelinc.be>. *Short averaging times are used when the guideline was developed to prevent acute effects, long averaging times to prevent long-term effects. †No guideline value for particulate matter was given because no threshold concentration was identified below which no effects on health were expected. Relative risk estimates were provided to help policy makers set standards based on quantitative dose-response information. ‡To be exceeded on no more than 35 days per year. §To be exceeded on no more than 7 days per year.

For details see <http://www.who.int/document/e71922.pdf>, <http://www.epa.gov/airs/criteria.html>, and <http://www.ecelinc.be>. *Short averaging times are used when the guideline was developed to prevent acute effects, long averaging times to prevent long-term effects. ‡No guideline value for particulate matter was given because no threshold concentration was identified below which no effects on health were expected. Relative risk estimates were provided to help policy makers set standards based on quantitative dose-response information. ‡To be exceeded on no more than 35 days per year. §To be exceeded on no more than 7 days per year.

Fonte: Air pollution and health. The Lancet, volume 360, nº 9341, 19 de outubro 2002, p.1233–1242.

Uma questão chave é se existem concentrações limiares abaixo do qual a poluição do ar não tem efeito sobre a saúde da população. Se tal limiar puder ser identificado, não seriam esperados benefícios de saúde pública, para trazer as concentrações de poluição

do ar muito abaixo desse nível. Trabalhos teóricos e empíricos tem sido feitos para lançar luz sobre esses números. Em uma análise de dados do National Mortality, Morbidity and Air Pollution Studies NMMAPS nos EUA, nenhuma evidência foi encontrada num limiar para PM₁₀, como motivos para mortalidade cardiorrespiratória.

Em contraste, num limiar de cerca de 50 g/m³, foram estimadas mortes por motivos não-cardiorrespiratórios, ilustrando a especificidade da abordagem. Análises prévias, restringiram-se a concentrações abaixo de um certo valor. Essas análises sugerem que um limiar para efeitos agudos do ozônio na função pulmonar, devem estar bem abaixo de 100 g/m³.

Nos países desenvolvidos, as pessoas gastam mais de 80% do seu tempo dentro de ambientes fechados, e a maior parte desse tempo em sua própria casa. As concentrações de poluentes no interior, podem diferir das concentrações ao ar livre, por causa de padrões de ventilação e fontes internas. Por essa razão, a validade dos métodos de medição de poluição ao ar livre tem sido questionados pela população.

A variação diária da exposição pessoal ao material particulado, correlaciona-se com a variação das concentrações ambientais de material particulado a cada dia; correlações são especialmente altas no caso de partículas finas (PM_{2.5}). Estudo que abordou essa questão simultaneamente para partículas e componentes gasosos, constatou que não houve associação entre a variação diária da exposição pessoal ao dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e ozônio e as medições ambientais desses três componentes. PM_{2.5} ambiental, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e ozônio, foram intimamente associados com PM_{2.5} pessoal, sugerindo que aqueles gases e as concentrações de PM_{2.5} ao ar livre, atuam como um substituto para exposição pessoal ao PM_{2.5}.

Conhecimento de quais componentes da poluição são responsáveis por quaisquer efeitos na saúde e estudos epidemiológicos, são de importância óbvia. Para o ozônio, a situação é relativamente simples. Um grande banco de dados experimental existe para documentar que o ozônio tem efeitos biológicos significativos nas concentrações ambientes. Além disso, a correlação entre o ozônio e concentrações de outros poluentes no ar exterior é frequentemente baixa. Os efeitos do ozônio e de outros poluentes, podem ser separados facilmente.

Para o dióxido de nitrogênio, a situação é mais complexa. Evidências de efeitos biológicos em concentrações ambientais é menor do que a do ozônio. No ar exterior, o dióxido de nitrogênio é altamente correlacionado com outros produtos de combustão, especialmente material particulado fino, PM_{2.5} pessoal, mas não dióxido de nitrogênio. A avaliação é que, na maioria das circunstâncias, o dióxido de nitrogênio serve como substituto para todos os produtos de combustão.

Mais complexa é a questão sobre quais componentes do material particulado ou atributos, são mais importantes para determinar os efeitos na saúde. Muitos candidatos se propuseram. Partículas ultrafinas - isto é, partículas de menos de 100 nm, podem ser encontradas em números muito elevados (>100.000 cm³) perto de estradas movimentadas. O pensamento é de que essas partículas podem facilmente encontrar o caminho dos pulmões e da corrente sanguínea e, em seguida, levar a uma alteração inflamatória sistêmica, que podem afetar a coagulação sanguínea. Similarmente, algumas evidências em estudos epidemiológicos apontam para partículas ultrafinas relacionadas com os parâmetros de saúde respiratória. No entanto, o número de partículas ultrafinas no ar é pouco relacionado com PM_{2.5}, partículas tão ultrafinas não são susceptíveis de explicar grande parte da associação entre material particulado e o seu resultado na saúde da população.

Componentes específicos relacionados às emissões veiculares no trânsito, especialmente produtos de combustão à diesel, podem ser importantes. As análises do APHEA e do NMMAPS, sugerem que os efeitos do material particulado são maiores nas áreas com dióxido de nitrogênio elevado (isto é, densidade de tráfego) ou em áreas com altas emissões de material particulado por veículos em rodovias e locomotivas a diesel.

Uma intrigante observação de um estudo de séries temporais, é a de que os indivíduos que vivem nas principais estradas de Amsterdã, têm maiores riscos de morte do que as pessoas que vivem longe das estradas principais, quando analisados com dados da mesma estação de monitoramento da poluição do ar. Essa descoberta sugere, claramente, que o material particulado relacionado ao tráfego, está envolvido na explicação pelo aumento da mortalidade em dias de alta poluição.

A análise fatorial sugeriu que partículas celulares e fontes de combustão de carvão, mas não partículas grossas originárias da crosta terrestre, são responsáveis

pelos efeitos de mortalidade. Estudos do Utah Valley, EUA, ligaram o conteúdo da transição de metais no material particulado, com a sua toxicidade sobre a instilação bronquial em humanos.

Muita atenção tem sido dedicada a separar os efeitos de partículas finas (PM_{2.5}) da massa grossa. Observações iniciais de que partículas finas eram associadas à mortalidade, enquanto a massa grosseira não, foram corroborados por vários estudos recentes, mas outros encontraram efeitos independentes da massa grossa em internações hospitalares por asma, e um estudo foi incapaz de separar os efeitos das partículas finas daqueles de massa grossa.

O apoio à causalidade também vem de estudos sobre os efeitos da redução da poluição do ar nos resultados da saúde. Um dos melhores exemplos é uma disputa trabalhista para fechar uma grande siderúrgica no Vale do Utah por 14 meses em 1987. As concentrações de material particulado, bem como as hospitalizações respiratórias, foram claramente diminuídas durante a greve. A mortalidade também diminuiu.

Combinação de recentes estudos toxicológicos com material particulado recolhido antes, durante e depois da greve em Utah Valley, fornecem fortes evidências de uma relação causal entre a exposição ambiental do material particulado e a mortalidade e morbidade. Outros exemplos incluem reduções nos tratamentos intensivos e internações hospitalares por asma em Atlanta, GA, EUA, em conjunção com a redução da poluição do ar devido ao tráfego e medidas tomadas durante os Jogos Olímpicos de 1996; e reduções dos casos de bronquite associados com a redução da poluição do ar ao longo dos anos na antiga Republica Democrática Alemã.

Reanálises dos estudos anteriores, correlacionando os efeitos da poluição com impactos na área da saúde, foram feitas por pesquisadores americanos independentes, que confirmaram os achados dos estudos originais. Além disso, a reanálise revelou novas idéias sobre o papel das variáveis meteorológicas nos estudos de séries temporais, e novos métodos para permitir a análise da associação espacial entre poluição do ar, mortalidade e possíveis variáveis inadequadas.

As próprias reanálises serviram de modelo para formuladores de políticas, com as melhores evidências científicas possíveis.

A conclusão desse acurado e sempre referenciado estudo, revela que os efeitos da poluição do ar na saúde, foram apontados como sendo maior do que os efeitos de uma longa lista de outros fatores ambientais. As estimativas basearam-se em três suposições principais: causalidade das associações epidemiológicas, linearidade das respostas sobre exposição, e que um limiar é ausente ou tem um valor muito baixo.

Em razão do alto custo de outras medidas para reduzir a poluição do ar, e as novas descobertas sugerindo que os efeitos na saúde podem ser vistos em concentrações cada vez mais baixas, os efeitos para a saúde da poluição do ar terão de receber muito interesse científico e regulamentar nos próximos anos.

3.2 NÍVEIS DE POLUIÇÃO DO AR DE ACORDO COM O MEIO DE TRANSPORTE

Outro artigo publicado na *The Lancet – Public Health*, com o título *Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review* (MAGDA CEPEDA et al)⁵², revisou dados apurados em vários outros estudos sobre o tema central deste trabalho.

O estudo indicou que o resultado de duas revisões sistemáticas anteriores, sugeriram que os passageiros usando o transporte motorizado (ou seja, carro particular ou público, trem, metrô, bonde ou ônibus) têm maior exposição à poluição do ar do que passageiros ativos (ou seja, pedestres ou ciclistas). Contudo, se os parâmetros respiratórios e o tempo de viagem de um deslocamento ativo for trocado por um trajeto motorizado, doses consideradas de poluentes inalados tornam-se maiores entre ciclistas e pedestres, do que entre os passageiros que usam transporte motorizado.

Autores de uma revisão sistemática dos impactos na saúde, concluíram que existe consenso de que, apesar do aumento dos riscos à saúde associados à inalação de uma dose maior de poluentes relacionados ao tráfego entre passageiros ativos, do que entre os viajantes usando transporte motorizado, os benefícios da atividade física do deslocamento ativo permanecem maiores. No entanto, nenhuma revisão anterior (que

⁵² CEPEDA, Magda *et al.* **Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review.** *The Lancet Public Health*, Volume 2, nº 1, e23–e34, janeiro de 2017. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(16\)30021-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(16)30021-4/fulltext). Tradução livre do inglês. Acesso em 11/06/18

seja de conhecimento dos autores) de uma comparação do modo de exposição à poluição do ar, abordou sistematicamente as diferenças na dose inalada de poluentes pelo meio de transporte ou o efeito diferencial em anos de expectativa de vida (YLE).

O objetivo do estudo, conforme já ressaltado, foi revisar sistematicamente os estudos que compararam a exposição à poluição do ar por meio de transporte, examinando as diferenças na dose inalada de acordo com o modo de transporte e poluente. Além disso, estimou-se a troca em YLE, tendo em conta a inalação de partículas finas e os níveis de atividade física de acordo o transporte utilizado.

Nesse acurado estudo, constatou-se que, após o rastreamento de 4.037 estudos potencialmente relevantes, foram recuperados e avaliados 228 textos completos, dos quais 54 preencheram os critérios de seleção iniciais, e 39 sobre a exposição aos poluentes de interesse foram incluídos na revisão sistemática (foram excluídos três estudos duplicados da revisão sistemática, porém incluídos na tabela). Os estudos foram realizados na Europa, Oeste do Pacífico, América e países do sudeste asiático.

Independentemente do poluente, os passageiros dos carros tinham exposição à poluição maior do que os usuários ativos em 30 (71%) de 42 comparações (mediana 1.22 [IQR 0.90–1.76]), seguido por aqueles que trocaram por ônibus em 57 (52%) de 109 (1.0 [0.79–1.41]), por motocicleta em 16 (50%) de 32 (0.99 [0.86–1.38]), por um carro com controle de ventilação em 39 (45%) de 86 (0.95 [0.66–1.54]), e pelo MMT (transporte motorizado em massa) 21 (38%) de 55 (0.67 [0.49–1.13]).

Foram observadas diferenças na razão de exposição por modo de transporte e poluente. Também foram obtidas estimativas por meta-análise das razões de exposição, mas identificou-se uma grande heterogeneidade (maior que 90% em mais comparações). Não foram encontradas provas de distorções nas publicações.

Outro dado da pesquisa aponta que os ciclistas, seguidos pelos pedestres, tiveram a maior dose de captação de poluentes. Para todos os modos de transporte motorizados, a média da dose inalada foi menor do que a relação de exposição. Viajantes ativos tinham uma maior dose de inalação de poluentes do que os passageiros que usavam transporte motorizado (carro médio com ajustes de ventilação 0.16 [IQR 0.10–0.28]; carro 0.22 [0.15–0.30]; motocicleta 0.38 [0.26–0.78]); MMT 0.49 [0.34–0.81]; ônibus 0.72 [0.50–0.99] devido ao aumento dos parâmetros respiratórios. Uma proporção de dose inalada

mais baixa que a relação de exposição, em relação ao eixo y, sugere que a dose inalada relativa de poluente entre os ciclistas, no denominador, é maior do que exposição relativa. Foram observadas pequenas diferenças entre a exposição e as razões de dose inalada na comparação de pedestres com ciclistas.

Apurou-se diferença em YLE, devido à exposição a partículas finas e atividade física pelo meio de transporte. Perdas médias em YLE foram até 1 ano maiores entre os passageiros que usam transporte motorizado e os ciclistas, por causa da menor atividade física, apesar da menor dose inalada de partículas finas. Perdas eram maiores entre as pessoas que viajavam de carro, de carro com ventilação controlada e por motocicleta, do que entre os ônibus e viajantes MMT por causa de etapas ativas atribuídas a usuários de transporte público.

Perdas de passageiros usando transporte motorizado em comparação com os pedestres, foram maiores do que daqueles usando o transporte motorizado em comparação com os ciclistas, por causa do maior tempo de deslocamento dos pedestres do que dos ciclistas. Em uma análise de sensibilidade, foram testados os vários tempos de trocas, e foram observados consistentes ganhos de YLE em favor do transporte ativo, como também a diferença entre os anos de vida perdidos devido à exposição de partículas finas, e anos de vida ganhos devido à atividade física, foram aproximadamente os mesmos de uma rota de 3,5 km para uma de 7 km, com o risco relativo de atividade física de 0.80 (idade entre 20–30 anos: média -1.50 anos [IQR -1.69 a -1.08]; idade entre 40-64 anos: -1.26 [-1.44 a -0.77]; maiores de 65 anos: -0.59 [-0.82 a -0.26]).

Independentemente do poluente, os níveis de exposição de CO, NO₂ e partículas finas e grossas, estavam acima dos padrões de qualidade do ar ambiental, entre os ciclistas 50 (56%) das 89 médias de exposição; entre pedestres em 22 (46%) de 48, dentre aqueles que mudaram para carro em 22 (55%) dos 40; entre os que mudaram para automóvel com ajustes de ventilação em 45 (52%) de 87; dentre aqueles que mudaram para o MMT em 25 (48%) de 52; e entre aqueles que mudaram para moto em 24 (65%) de 37. Partículas finas estavam, com mais frequência, acima dos padrões de qualidade do ar, do que os outros poluentes (155 [83%] de 187 nas médias de exposição). Detalhadas informações sobre exposição à poluição atmosférica foram fornecidas em 33 (85%) estudos. O tamanho da amostra e as medidas de dispersão não

foram relatadas em quatro (10%) estudos. Relatório completo de histórico e condições meteorológicas foram encontradas em 21 (54%) estudos. Padronização de todos os meios de transporte medidos, foram encontrados em 20 (51%) estudos.

Na sua parte final, onde a pesquisa entra na discussão, os autores apuraram que as pessoas que usam o transporte motorizado terrestre (ou seja, carro e ônibus) em rotas supercongestionadas, ficaram expostos a altos índices de poluição, por causa da emissão elevada, do longo tempo de viagem e da inatividade frequente. Além disso, a configuração de ruas em forma de desfiladeiro, reduz a ação dispersiva e catalítica de fatores ambientais e meteorológicos, aprisionando, assim, os poluentes.

A sensibilidade do microambiente dos passageiros quanto aos poluentes da vizinhança, depende da taxa de intercâmbio aéreo do microambiente. Viajantes ativos e passageiros usando transporte motorizado com janelas abertas, tem uma alta taxa de intercâmbio aéreo, aumentando a sua exposição às concentrações de poluentes nos pontos de acesso, como as interseções e semáforos. Isso leva a um padrão de picos de exposição em usuários ativos, enquanto os passageiros que utilizam o transporte motorizado tem uma exposição de concentração constante. Barreiras físicas, como a ventilação controlada em carros, ajudam a extrair e filtrar partículas finas e grossas do microambiente no veículo. Além disso, barreiras físicas fazem uma grande diferença em ambientes altamente contaminados, onde tanto os passageiros que usam transporte motorizado, quanto os passageiros ativos, têm níveis de exposição semelhantes para partículas grossas. No entanto, as pessoas que viajam num carro com ventilação controlada, tiveram um aumento de exposição ao CO, atribuída à auto-poluição pela filtragem das emissões circundantes e pelos produtos oriundos da combustão do motor.

Conforme já ressaltado, a sensibilidade dos passageiros à poluição do ar é determinada por condições ambientais, proximidade com as emissões de tráfego, ausência de barreiras físicas, ventilação e por parâmetros respiratórios aumentados, que levam ao aumento da deposição de poluentes nas vias aéreas. Portanto, os passageiros ativos podem se beneficiar das previsões sobre poluição do ar, para se protegerem da exposição nas estradas - por exemplo, escolhendo rotas menos congestionadas. Incentivos para mudar da motorização privada para ativa e para o transporte público, devem ser acompanhados de planejamento e políticas, como faixas exclusivas, ciclovias

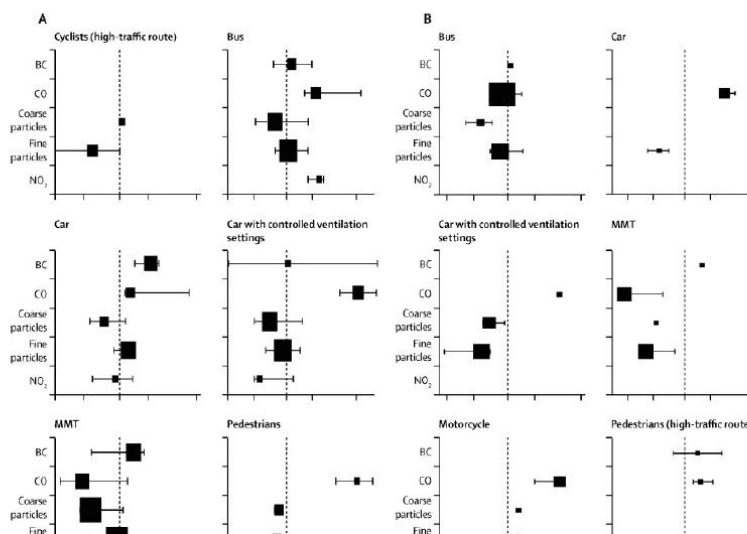
em pavimentos separados, melhorando a ventilação em veículos e em pontos de parada do transporte público, incentivar uma transição para veículos ambientalmente amigáveis, dentre outros esforços destinados a reduzir as emissões de combustíveis e não-combustíveis relacionadas ao tráfego. Além disso, grandes benefícios sociais são obtidos por um ambiente favorável ao viajante em geral, que podem ser afetados por fatores de risco relacionados ao tráfego, como ruído, lesões traumáticas, qualidade de vida e coesão social.

Em contraste com uma exposição geral, a dose inalada de poluentes foi maior entre os usuários ativos do que entre os passageiros que usam transporte motorizado. Essa descoberta é explicada, principalmente, pelo aumento da ventilação por minuto, levando ao aumento do volume de ar e da frequência da respiração, e à uma maior inalação de poluentes pelos usuários ativos do que pelos usuários do transporte motorizado. Viajantes ativos, especialmente pedestres, também têm um tempo de viagem mais longo do que os passageiros usando o transporte motorizado e, portanto, têm um aumento do tempo de exposição.

No figura 03, indica-se a distribuição da proporção do nível de exposição a poluentes entre diferentes modos de transporte para (A) exposição dos ciclistas ou (B) dos pedestres. O tamanho dos quadrados é ponderado de acordo com o número de comparações usadas para calcular a mediana. BC = carbono negro; CO = monóxido de carbono; MMT = transporte motorizado maciço:

Figura 03 – Distribuição do nível de exposição a poluentes entre os diferentes modos de transporte para (A) ciclistas ou (B) pedestres

Page 1 of 1

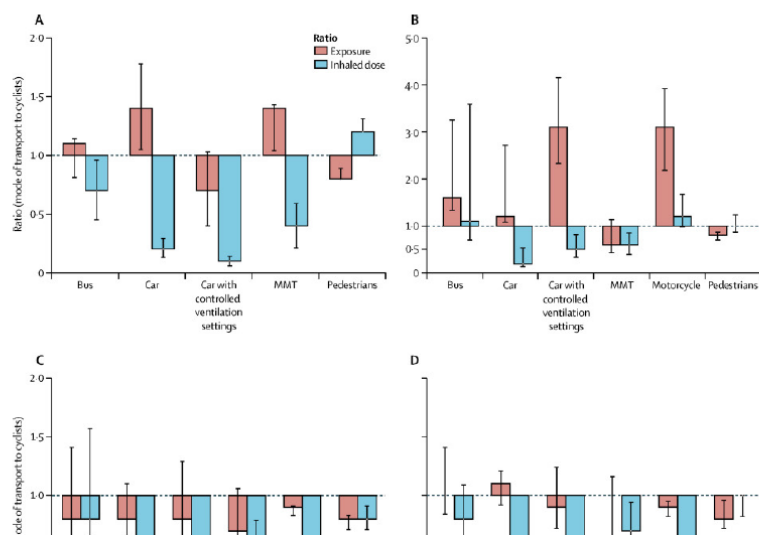


Fonte: The Lancet Public Health, Volume 2, nº 1, e23–e34, janeiro de 2017

Nesta outra, há uma comparação da razão de exposição aos poluentes, com relação à dose inalada, com o meio de transporte e com a poluição para os ciclistas. (A) carbono negro. (B) monóxido de carbono. (C) partículas grossas. (D) Partículas finas. (E) NO₂. MMT = transporte motorizado maciço. Figura 04:

Figura 04 – Comparação do índice de exposição a poluentes com a dose inalada e os ciclistas

Page 1 of 1

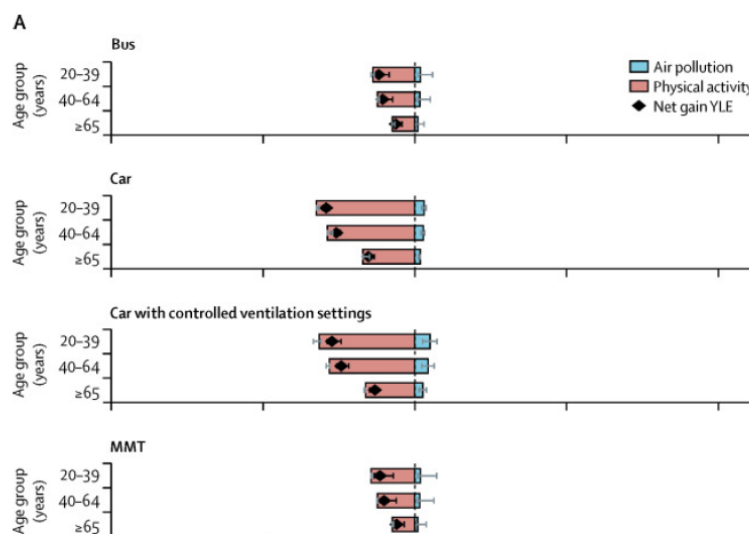


Fonte: The Lancet Public Health, Volume 2, nº 1, e23–e34, janeiro de 2017

Por fim, na forma da figura 05, há uma tabela com os ganhos de YLE por faixa etária, devido à exposição à poluição do ar e a atividade física, comparadas com qualquer meio de transporte e (A) ciclistas, (B) pedestres ou (C) entre ciclistas e pedestres trocando uma rota de 7 km por semana. MMT = transporte motorizado em massa. YLE = anos de expectativa de vida:

Figura 05 – Ganhos de anos de vida por faixa etária, poluição do ar e atividade física comparada com o meio de transporte: (A) ciclistas ou (B) pedestres ou (C) entre ciclistas e pedestres com trajeto de 7 km por semana

Page 1 of 1



Fonte: The Lancet Public Health, Volume 2, nº 1, e23–e34, janeiro de 2017

Essas descobertas estão de acordo com a revisão sistemática de Mueller e colaboradores, que incluiu 30 estudos que avaliaram os benefícios líquidos para a saúde do transporte ativo, através da avaliação dos impactos na saúde, 17 dos quais abordaram os efeitos negativos da poluição do ar. No entanto, nenhum dos estudos de Mueller e colaboradores, foram incluídos, pois não cumpriram os critérios de seleção. Além disso, com exceção de um, todos foram feitos com dados de países europeus, EUA, Nova Zelândia e Austrália, com níveis de exposição à poluição do ar predominantemente indiretos, e com diferentes premissas e estruturas de modelagem. Em contraste, foram usados níveis diferentes de exposição a partículas finas, medidos propositadamente para comparação modal em 23 estudos, com padrões para doses de inalação e atividade física. Além disso, devido aos critérios de seleção, foram incluídas outras configurações, adicionando também cidades asiáticas e ocidentais com maior poluição do ar do que nos EUA e na maioria dos países europeus. Sob altas concentrações de poluição do ar, a

troca entre os riscos de exposição à poluição do ar para os benefícios do transporte ativo, foi sugerido que nunca deixem de incentivar o transporte ativo. As descobertas são consistentemente a favor dessa opção.

3.3 POLUIÇÃO AMBIENTAL INDOOR E OUTDOOR

Num estudo desenvolvido no âmbito do Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo, a Professora Doutora Janete Harumi Yariwake faz uma distinção entre poluentes *indoor* e poluição *outdoor*.⁵³

Num primeiro momento, quando aborda a ecotoxicologia, ela menciona a chamada poluição do ar *indoor*. Indica como agentes tóxicos os VOCs (compostos orgânicos voláteis) e os PAHs (hidrocarbonetos aromáticos polinucleares).

Já sobre a poluição *outdoor*, afirma que, geralmente, ocorre dispersão desses agentes tóxicos na atmosfera. Um dos causadores seria a inversão térmica. Cita como principais poluentes urbanos o O₃, SO₂, material particulado, CO, NO₂, PAHs, metais, dentre outros. No Brasil, destaque para os aldeídos, cujas origens estão na combustão (oxidação) parcial do etanol e na fotooxidação de hidrocarbonetos (gasolina), que gera formaldeído e acroleína.

A autora também faz uma distinção entre exposição aguda e exposição crônica⁵⁴. Para tanto, menciona os graus de toxicidade: aguda, subaguda, subcrônica e crônica. Na toxicidade aguda, os efeitos são decorrentes de exposição única ao agente tóxico por menos de vinte e quatro horas. Na toxicidade subaguda, há exposições repetidas ao agente tóxico por menos de um mês. Já na toxicidade subcrônica, essas exposições repetidas compreendem um período entre um e três meses. Por fim, na toxicidade crônica, a exposição é superior a três meses.

Destaque, também, para a denominada toxicologia ambiental; que se consubstancia num impacto de poluentes químicos ambientais em seres vivos (não só

⁵³ YARUWAKE, Janete Harumi: **Poluição e poluentes *indoor* x *outdoor***. Disponível em: <http://graduacao.iqsc.usp.br/files/Polui%C3%A7%C3%A3o-%E2%80%9Cindoor%E2%80%9D-e-%E2%80%9Coutdoor%E2%80%9D.pdf> Acesso em 21/05/18.

⁵⁴ Idem. **Introdução e definições – Toxicologia**. Disponível em: http://graduacao.iqsc.usp.br/files/SQM438_1Introducao-e-Definicoes.pdf Acesso em 21/05/18.

humanos). Dentro desse campo, inclui-se o estudo do transporte, destino e interações das substâncias tóxicas no ambiente. Cita, ainda a ecotoxicologia, como sendo uma subárea dedicada ao estudo do impacto de substâncias tóxicas na dinâmica de uma população num ecossistema.

Sobre o ozônio (O^3), como agente poluidor *outdoor*, seus efeitos toxicológicos causam patologias na região dos bronquíolos e alvéolos pulmonares, danos celulares (peroxidação lipídica) e inflamação pulmonar (sensibilização para crises asmáticas). Essa peroxidação lipídica é um processo fisiológico, mas que apresenta semelhanças químicas com a rancificação das gorduras dos alimentos (ação de radicais livres nos lipídeos celulares, especialmente de membranas celulares).

O organismo tem sistemas de defesa contra grande parte dos radicais livres endógenos produzidos nos processos biológicos considerados normais (metabolismo basal). Mas pode ocorrer o que se denomina “stress oxidativo”, que se verifica quando há um aumento das espécies radicalares (como exemplo, a exposição a agentes tóxicos). Nesta situação, há envelhecimento e danos celulares.

O organismo tem sistemas enzimáticos que capturam os radicais livres endógenos e impedem a sua ação lesiva nas membranas celulares, como por exemplo, a glutathione (captador inespecífico de radicais livres).

Mas o que chama a atenção no estudo é a constatação de que a concentração *indoor* de VOCs, pode ser maior do que no ambiente externo (*outdoor*). Em um ambiente fechado, a exposição a esses compostos pode estar relacionada à proximidade da fonte emissora como estofados, plásticos, tintas, ar-condicionado, carpetes, produtos de limpeza, sprays, dentre outros. Como exemplos de VOCs, citam-se o formaldeído (espumas) e o cloreto de alquila, presente nos solventes (limpeza a seco de tecidos, estofamentos e tapetes).

Sobre os VOCs clorados (derivados clorados do metano, do etano e do etileno = tetracloroetano, tricloroetano, tricloroetileno e tetracloroetileno), presentes nos propelentes em sprays e desengordurantes, seus efeitos são neurotóxicos, hepatóxicos e nefrotóxicos. No fígado, a biotransformação forma radicais livres que promovem a peroxidação lipídica acima citada.

3.4 PESQUISAS REALIZADAS PELO LABORATÓRIO DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DA USP

O problema da poluição do ar dependia das definições do padrão de qualidade do ar para ser resolvido. Essa era a ideia dominante no final dos anos 1970. Foi o professor do Instituto de Física da USP, Celso Orsini, quem buscou compreender as partículas da poluição e criou um grupo de estudos sobre o tema.⁵⁵

Essa iniciativa gerou especialistas na USP e influencia, até hoje, a vida da população de São Paulo. Um deles, e exponencial na área de pesquisa dos impactos da poluição na saúde, o professor da Faculdade de Medicina (FMUSP), atual diretor do Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA) e líder do Grupo 05/01 do Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental – LIM/05, que faz parte dos Laboratórios de Investigação Médica do Hospital das Clínicas da FMUSP, Paulo Hilário do Nascimento Saldiva tem vários estudos sobre o tema.

Destaque inicial para o trabalho com outros pesquisadores, intitulado “Poluição atmosférica e saúde humana”⁵⁶, publicado na Revista da USP em 2001. Nele, os autores descrevem as características dos principais poluentes atmosféricos: “material particulado é uma mistura de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem das fontes de emissão. O tamanho das partículas é expresso em relação ao seu tamanho aerodinâmico, definido como o diâmetro de uma esfera densa que tem a mesma velocidade de sedimentação que a partícula em questão. Em geral, as partículas podem ser divididas em dois grupos: • partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30 µm de diâmetro, também chamadas “tipo grosseiro” (*coarse mode*), de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Pólenes e esporos, materiais biológicos, também se encontram nesta faixa; • partículas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores e termoeletricas, em geral, são de menor tamanho, apresentando diâmetro

⁵⁵ **Grupo de pesquisa da USP ajudou no combate à poluição do ar.** Jornal da USP, 23/05/17. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/grupo-de-pesquisa-da-usp-ajudou-no-combate-a-poluicao-do-ar/> Acesso em 13/06/18

⁵⁶ BRAGA, Alfesio *et al.* **Poluição atmosférica e saúde humana.** REVISTA USP, São Paulo, n.51, p. 58/71, setembro/novembro 2001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/35099/37838> Acesso em 13/06/18.

menor que 2,5 μm (*fine mode*), e têm maior acidez, podendo atingir as porções mais inferiores do trato respiratório, prejudicando as trocas gasosas. Entre seus principais componentes temos carbono, chumbo, vanádio, bromo e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis (uma estável mistura de partículas suspensas em um gás) são a maior fração das partículas finas.

Saliente-se que, à época desse estudo, uma determinação da Agência de Proteção Ambiental Norte-americana, para controle de partículas menores ou iguais a 10 μm (PM10), também chamadas de partículas inaláveis, baseou-se no fato de que estas são as partículas que podem atingir as vias respiratórias inferiores, e não na sua composição química. Esse material particulado inalável apresenta uma característica importante, que é a de transportar gases adsorvidos em sua superfície até as porções mais distais das vias aéreas, onde ocorrem as trocas de gases no pulmão.

À medida que o material particulado vai se depositando no trato respiratório, essas partículas passam a ser removidas por alguns mecanismos de defesa. O primeiro deles é o espirro, desencadeado por grandes partículas que, devido ao seu tamanho, não conseguem ir além das narinas, onde acabam se depositando. A tosse é um mecanismo semelhante, que acontece quando há a invasão do trato respiratório inferior (além da laringe) por partículas.

Quando as partículas se depositam na superfície das células do trato respiratório, um outro mecanismo de defesa entra em funcionamento: o aparelho muco-ciliar. Fazem parte da superfície do aparelho respiratório células com cílios e células secretoras de muco. Os cílios permanecem constantemente em movimento, no sentido do pulmão para a boca, empurrando o muco para fora do trato respiratório. As partículas que se depositam sobre o muco também são carregadas. As partículas que chegam à orofaringe podem ser deglutidas. Aquelas partículas que atingem as porções mais distais das vias aéreas são fagocitadas (englobadas) pelos macrófagos alveolares, sendo então removidas via aparelho mucociliar ou sistema linfático.

Outro elemento poluente, o ozônio, está presente na troposfera, a porção da atmosfera em contato com a crosta terrestre, é formado por uma série de reações catalisadas pela luz do sol (raios ultravioletas) envolvendo, como precursores, óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos, derivados de fontes de combustão móveis, como os

veículos automotivos, de fontes estacionárias, como usinas termoeletricas, e até mesmo fontes naturais como as árvores, que contribuem na produção de compostos orgânicos voláteis. Ele é um potente oxidante, citotóxico (provoca lesão das células), que atinge as porções mais distais das vias aéreas.

O dióxido de enxofre (SO_2) e os aerossóis sólidos, são resultado da combustão de elementos fósseis, como o petróleo, e têm como uma das principais fontes, os automóveis. Uma vez lançados na atmosfera, o SO_2 é oxidado, formando ácido sulfúrico (H_2SO_4). Sua permanência no ar por um grande período, faz com que o SO_2 e seus derivados (aerossóis ácidos) sejam transportados para regiões distantes das fontes primárias de emissão, aumentando a área de atuação desses poluentes.

A maior parte do SO_2 inalado por uma pessoa em repouso é absorvida nas vias aéreas superiores. A atividade física leva a um aumento da ventilação, com consequente aumento da absorção nas regiões mais distais do pulmão.

Os aerossóis ácidos mais comuns são o sulfato (SO_4^{--}) e o bissulfato (HSO_4^-). O ácido sulfúrico (H_2SO_4) é o aerossol ácido mais irritante para o trato respiratório, apresentando pH menor que um. O ácido sulfúrico e seus sais de amônia constituem a maior parte das partículas finas.

Outro poluente conhecido é o gás carbônico (CO). Todos os habitantes dos grandes centros urbanos recebem sua cota de CO do trânsito intenso, pois os automóveis são as maiores fontes de emissão desse poluente. Pessoas que passam várias horas do dia dentro de um automóvel ou que tenham que andar a pé ou de bicicleta são os mais afetados.

Níveis de carboxihemoglobina no sangue podem servir para avaliar a exposição de uma pessoa em áreas com grande concentração ambiental de CO . Comparadas com pessoas saudáveis e não-fumantes, há um aumento de até 100% nos níveis de carboxihemoglobina nessas áreas.

Ele apresenta afinidade pela hemoglobina 240 vezes maior que a do oxigênio, o que faz com que uma pequena quantidade de CO possa saturar uma grande quantidade de moléculas de hemoglobina, diminuindo a capacidade do sangue de transportar oxigênio. Outro efeito devido ao CO é o desvio da curva de dissociação da hemoglobina para a esquerda, levando à diminuição da liberação de oxigênio nos tecidos.

As principais fontes de óxido nítrico (NO) e dióxido de nitrogênio (NO₂) são os motores dos automóveis. Durante a combustão sob elevadas temperaturas, o oxigênio reage com o nitrogênio, formando óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO₂) e outros óxidos de nitrogênio (NO_x). Esses compostos são extremamente reativos, e na presença de oxigênio (O₂), ozônio e hidrocarbonetos, o NO se transforma em NO₂. Por sua vez, NO₂ na presença de luz do sol reage com hidrocarbonetos e oxigênio, formando ozônio (O₃), sendo um dos principais precursores desse poluente na troposfera.

O NO₂, quando inalado, atinge as porções mais periféricas do pulmão devido à sua baixa solubilidade. Seu efeito tóxico está relacionado ao fato de ser um agente oxidante.

Assim como a mortalidade pode ser um marcador de efeitos sobre a saúde, parâmetros de morbidade também podem sê-lo, visto que pessoas levadas à morte devem ter apresentado toda uma história de alterações clínicas anteriormente. Essas alterações clínicas têm sido documentadas na forma de exacerbações de sintomas respiratórios e cardiovasculares, aumento das crises de asma e dor pré-cordial, limitação funcional, maior utilização de medicamentos, número de consultas em pronto-socorro e internações hospitalares.

Dentre as principais evidências dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana no estudo do professor Saldiva, destaca-se que as populações mais vulneráveis aos poluentes, são as crianças, idosos e aquelas que apresentam doenças respiratórias; o material particulado inalável, com dimensão inferior a 10 µm e mais recentemente 2,5 µm, é apontado como o poluente mais freqüentemente relacionado com danos à saúde; a mortalidade por doenças cardiovasculares também tem sido relacionada à poluição atmosférica urbana, sendo novamente o material particulado inalável o poluente frequentemente associado; e que estudos experimentais e toxicológicos têm dado sustentação aos resultados encontrados em estudos epidemiológicos.

Ao mencionar a cidade de São Paulo, mas que também pode incluir cidades como a de Santos, o autor aponta que a história do crescimento urbano tem sido marcada pela falta de priorização de transportes coletivos de qualidade. Ao longo de décadas, o transporte individual foi se tornando uma opção natural, devido não só à insuficiência do transporte público, como também pelas facilidades de acesso e aquisição do automóvel.

Consequentemente, a proporção do número de carros por habitante cresceu de 1/40, na década de 40, para quase 1/2 nos anos 90.

Mencionando legislação vigente à época, ressaltou-se que a legislação federal estabelece, em relação ao controle de poluentes, dois padrões de qualidade do ar: primários - são as concentrações de poluentes que, quando ultrapassadas, poderão acarretar danos à saúde da população; e os secundários - são as concentrações de poluentes abaixo das quais se espera o mínimo efeito sobre a saúde da população, da fauna e da flora. Esses normativos definiam que, a curto e médio prazos, os padrões primários devem ser os desejados e que, a longo prazo, os padrões secundários devem ser objetivados. Outro dado importante aponta que os padrões primários adotados pelo CONAMA são, em geral, os mesmos adotados pela EPA.

A poluição do ar de uma cidade é resultado de uma mistura de gases e partículas em suspensão, associadas a características muito peculiares de temperatura, umidade e pressão, que dificilmente poderiam ser recriadas em uma câmara de intoxicação. Por isso, nesse trabalho, o laboratório da USP resolveu redimensionar os clássicos estudos toxicológicos, utilizando a própria cidade de São Paulo como câmara de intoxicação. Ratos de uma mesma ninhada foram divididos aleatoriamente e alocados em dois grupos. Um desses grupos foi colocado na região central da cidade, na torre da Igreja do Paissandu. O outro grupo foi levado para Atibaia, cidade com níveis de poluição muito inferiores aos registrados na região metropolitana de São Paulo. Os ratos que foram expostos à poluição da cidade de São Paulo, apresentaram alterações nas características do muco produzido pelas células do epitélio respiratório, que se tornou mais espesso e de difícil remoção pelos cílios. Como resultado dessa e de outras alterações do sistema respiratório, esse grupo apresentou mais casos de mortes de ratos por infecções respiratórias quando comparado com o grupo controle.

Em sua parte final, os autores ponderam que, diante dos estudos realizados em diversos centros urbanos, que utilizaram esses e outros desenhos epidemiológicos, conclui-se que:

- crianças, adolescentes e idosos são as faixas etárias que se mostraram mais suscetíveis aos efeitos dos poluentes do ar;
- mortes fetais estão positivamente associadas às concentrações de poluentes do ar;

- aumentos na poluição do ar promovem aumentos nas consultas de pronto-socorro e nas internações por doenças respiratórias e cardiovasculares;
- há um aumento na mortalidade respiratória para crianças e pessoas com mais de 65 anos devido a aumentos nos poluentes do ar;
- os efeitos da poluição do ar são maiores nas regiões da cidade que apresentam piores indicadores socioeconômicos;
- não parece haver um nível de poluição que seja inócuo para a saúde dos habitantes da cidade.

Na conclusão do estudo, os pesquisadores da USP propõem medidas mitigadoras. Mudar o cenário atual significa desacelerar a política de privilégios para o transporte individual e dedicar empenho pessoal e financeiro na implementação de um sistema de transporte público moderno, limpo e eficiente, que consiga interligar as diversas regiões da cidade de forma rápida e barata. Sublinhe-se, mais uma vez, que o relatório foi elaborado em 2002, demonstrando como há muitos anos são fornecidos dados suficientes para a elaboração de uma política pública específica para o setor de transporte.

A implementação das medidas sugeridas no estudo, e de outras que possam ser aventadas (como a da adoção de uma frota de ônibus movidos a eletricidade), com o objetivo de diminuir a poluição do ar tem um custo. Porém, custos maiores, tanto financeiro quanto social, têm as doenças e mortes que ocorrem devido aos agentes tóxicos liberados no ar da cidade. Estudo do Banco Mundial, que utilizou dados do LPAE-USP, entre outros institutos de pesquisa, estimou em 15 milhões de dólares o custo anual com doenças relacionadas à poluição do ar. Somando-se a este valor os anos de atividade perdidos por aquelas pessoas que vêm a falecer, a conta atinge valores assombrosos.

Finalizando, os autores afirmam que, resolver o problema da poluição do ar demanda disposição da autoridade pública em priorizar a saúde, e coragem para enfrentar todos os elos da cadeia geradora de poluição, desde o dono da indústria de automóveis até o proprietário do veículo.

3.5 ALTERNATIVAS PARA A MITIGAÇÃO DA EMISSÃO DE SUBSTÂNCIAS POLUENTES

Além da desejável retirada de circulação dos ônibus movidos a combustíveis fósseis e a sua substituição por outros autônomos movidos a energia elétrica, que é o escopo do presente trabalho, uma opção alternativa, mas um tanto abandonada, diz respeito aos ônibus movidos a hidrogênio.

No âmbito do Ministério de Minas e Energia, há uma iniciativa a que se denominou de Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio⁵⁷. Na notícia veiculada pelo próprio Ministério, traça-se, cada vez mais, como objetivo prioritário, a busca do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, estão inseridas as políticas e diretrizes do Governo Federal, visando o uso crescente de fontes renováveis e limpas.

Prossegue a notícia afirmando que o Brasil, diferentemente da maioria dos países desenvolvidos, possui uma matriz energética com cerca de 45% de energia renovável e deve elevar esse patamar a quase 47%, conforme previsão do Plano Nacional de Energia 2030. No resto do mundo esse percentual é da ordem de 14%.

Como se verifica, o País dispõe de uma matriz diversificada, haja vista as alternativas que possui para produzir combustíveis de natureza fóssil e renovável, constituindo um ambiente favorável para introdução gradual do hidrogênio. Esse energético, se produzido a partir de insumos de natureza renovável, deixará o Brasil em sintonia com as iniciativas internacionais para redução das emissões atmosféricas e diminuição da dependência dos combustíveis fósseis.

Os exemplos de sucesso do álcool e do biodiesel, credenciarão o país para a produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis. O Projeto Ônibus Brasileiro a Hidrogênio é mais um passo importante para consolidar a invejável vocação brasileira para o uso de combustíveis renováveis. Pela intenção governamental, isso demonstraria a viabilidade técnica e operacional de um ônibus movido a célula a combustível e a estrutura de produção e abastecimento de hidrogênio.

O Ministério de Minas e Energia, por meio da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis participou de todas as etapas desse projeto, desde a sua

⁵⁷ **Tecnologias renováveis para o transporte urbano no Brasil**, Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/onibus-a-hidrogenio> Acesso em 05/06/18

formulação inicial, exercendo o seu papel de planejar e implementar ações que conduzam à inserção do hidrogênio como complemento à matriz energética renovável que o Brasil já possui.

No entanto, desde 2015 não há novas notícias sobre a efetiva operacionalização desse projeto, tanto no portal do Ministério de Minas e Energia⁵⁸, como no da Empresa Brasileira de Financiamento e Pesquisa -FINEP⁵⁹.

Por outro lado, dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), divulgados através da Empresa de Pesquisa Energética, apontam que, além da nossa matriz energética ser baseada nos derivados de petróleo, a energia elétrica produzida não é utilizada nos meios de transporte públicos, segundo o Balanço Energético Nacional de 2018, que contém dados de 2017.⁶⁰

⁵⁸ Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/onibus-a-hidrogenio/noticias> Acesso em 05/06/18

⁵⁹ Empresa Brasileira de Inovação e Pesquisa. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/busca-geral?q=hidrog%C3%AAnio+como+combust%C3%ADvel> Acesso em 05/06/18

⁶⁰ EPE: **Balanço Energético Nacional 2018**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-387/Matriz%20ab2017.xlsx>. Acesso em 25/06/18

4 FONTES POLUIDORAS

Apesar de não ser a única fonte poluidora, as partículas inaláveis são as que mais chamam a atenção dos pesquisadores, em razão do seu impacto na saúde. Em Santos, especialmente no bairro da Ponta da Praia, elas estão associadas às atividades portuárias, como movimentação de caminhões, transporte e manipulação de grãos e cereais, dentre outros.

Mas a fuligem dessas atividades e os gases das indústrias, intensificam a poluição na Baixada Santista como um todo. Entretanto, o fluxo de veículos, caminhões e navios também aumentam a poluição atmosférica.

A origem dos poluentes já foi abordada no capítulo 2.2, e será mais aprofundada a seguir.

4.1 A HETEROGENEIDADE DAS FONTES POLUIDORAS

No município de Santos, conforme já salientado, a movimentação de embarque de granéis sólidos no porto, as indústrias, os navios, os caminhões e os ônibus, são os principais geradores de poluição atmosférica, causadores do efeito estufa. No entanto, este estudo é centralizado nos ônibus.

Nessa linha, cabe registrar que o problema da poluição do ar é agravado pelo modelo de transporte comum nos principais centros urbanos, que utiliza ônibus convencional movido a diesel como principal modal para o transporte público de passageiros, e o automóvel e a motocicleta como opções para o transporte individual.

Conforme já ressaltado, os poluentes mais encontrados em Santos são: Material Particulado (MP_{10} e $MP_{2,5}$); Dióxido de enxofre (SO_2); Óxidos de nitrogênio (NO_x) – Óxido nítrico (NO); Dióxido de nitrogênio (NO_2); Ozônio (O_3); Aerossóis ácidos – sulfato (SO_4^{2-}), Bissulfato (HSO_4^-) e Ácido sulfúrico (H_2SO_4); Monóxido de carbono (CO); Dióxido de carbono (CO_2) e Compostos Orgânicos Voláteis (COV).

O projeto Respirando Vida, em desenvolvimento na Universidade Santa Cecília em Santos, cita a obra de Icaro Aronovich Cunha e outros, denominada Agenda

Ambiental do Porto de Santos e editada pela Editora Universitária Leopoldianum, em 2012. Nela são mencionados os seguintes agentes poluidores:

Navios: queima de combustível e incineradores (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO), pintura de casco (MP e COVs), transporte de voláteis (COVs).
 Geradores de energia: empilhadeiras, transtêineres, portêineres, tratores e guindastes: queima de combustível (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO); transporte de voláteis (COVs), suspensão de poeiras (MP).
 Caminhões: queima de combustível (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO); transporte de voláteis (COVs), suspensão de poeiras (MP).
 Vagões/trens: queima de combustível (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO); transporte de voláteis (COVs), suspensão de poeiras (MP).
 Estocagem e movimentação de grãos sólidos (trigo, açúcar, soja, fertilizantes) - pátios e armazéns de estocagem, elevadores de canecas, correias transportadoras, funis e embarcadores: (MP).
 Tanques nos terminais de líquidos voláteis: (COVs).
 Fumigações de porões de navios e contêineres: (Brometo de metila e Fosfina).
 Separadores água-óleo dos terminais: (COVs).
 Dispositivos e acessórios de tubulação – bombas, válvulas, mangotes para transporte de voláteis: (COVs) e
 Emissões de caldeiras e pós-queimadores: queima de combustível (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO).

Apesar de não mencionar os ônibus movidos à óleo diesel, há que os incluir nesse rol, tendo em vista que seus motores são muitas vezes idênticos àqueles instalados nos caminhões. Portanto, são fontes poluidoras oriundas da queima de combustível (MP, NO_x, SO_x, COVs, CO); transporte de voláteis (COVs) e suspensão de poeiras (MP).

Nessa toada, cabe mencionar a Pesquisa de Mobilidade Urbana de 2012 realizada pelo Metrô, que ressalta a baixa eficiência de transporte. Em média, cada automóvel transporta apenas 1,5 passageiros, de acordo com a Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP)⁶¹.

No Plano de Controle de Poluição Veicular 2017 – 2019 elaborado pela CETESB⁶², há um destaque para a maior contribuição dos automóveis e motocicletas nas emissões de CO (monóxido de carbono) e COV (composto orgânico volátil), causada pelos fatores

⁶¹ Metrô: **PESQUISA DE MOBILIDADE 2012 - REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**. Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/mobilidade-2012/relatorio-sintese-pesquisa-mobilidade-2012.pdf> Acesso em 29/05/18.

⁶² CETESB: **PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR 2017 2019**. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2018/01/PCPV-2017-2019.pdf> Acesso em 20/05/18.

de emissão específicos e pela grande quantidade de veículos nessas categorias. Já o segmento de caminhões pesados, semipesados e ônibus urbano, se destacam pela grande participação nas emissões de NO_x (óxido de nitrogênio), MP (material particulado) e SO₂ (dióxido de enxofre), causadas tanto pelos fatores de emissão como pela maior intensidade de uso desses veículos. As emissões de SO₂ estão ligadas diretamente ao teor de enxofre contido nos combustíveis fósseis comercializados no país. O envelhecimento da frota também é ressaltado.

4.2 POLUIÇÃO GERADA PELO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO NA BAIXADA SANTISTA

Na vanguarda do controle da emissão de poluentes por veículos automotivos, sempre está a CETESB. No que toca ao presente estudo, cabe mencionar que no Plano de Controle de Poluição Veicular 2017 – 2018 (PCPV), a empresa destacou que a Resolução Conama 403/2008, estabeleceu a obrigatoriedade do atendimento da fase P7 do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) para veículos pesados a partir de 2012. Para o atendimento dos limites de emissões estabelecidos pela fase P7, passou a ser adotada pelos fabricantes de veículos a tecnologia SCR (Selective Catalytic Reduction ou Catalisador de Redução Seletiva) que requer a utilização do Agente Redutor Líquido de óxidos de nitrogênio Automotivo (ARLA 32).

O ARLA 32 é uma solução de ureia, na proporção aproximada de 32%, em água desmineralizada. Trata-se de insumo de certificação compulsória, cujas características físico-químicas devem seguir a especificação prescrita pela Portaria INMETRO 139 de 2011.

Para evitar o custo extra para a aquisição do ARLA 32 em veículos dotados da tecnologia do SCR, alguns proprietários utilizam insumo fraudado, sem certificação, fazendo com que seus veículos emitam poluentes que excedem os limites permitidos ou que o catalisador tenha sua vida útil reduzida. Outra fraude identificada é a instalação de dispositivos eletrônicos que burlam o sistema de controle do veículo, permitindo que o veículo possa trafegar sem a utilização do ARLA 32 e sem que haja a redução de potência

do veículo, redução essa imposta aos veículos pela legislação justamente para inibir o tráfego dos mesmos sem o uso do insumo.

Dentre as sugestões apresentadas nesse Plano de Controle, cabe mencionar as medidas que devem ser criadas para estimular o uso prioritário de veículos de transporte coletivo, dando maior eficiência aos deslocamentos de massa e melhor ocupação das vias públicas. Também devem ser veículos coletivos de menor emissão de poluentes, tais como metrô, ônibus elétricos e outras tecnologias mais limpas.

Uma iniciativa para atuação municipal é o Programa Município Verde Azul, que tem o objetivo de incentivar a presença da variável ambiental na agenda do município. O programa possui atualmente dez diretivas, sendo que a oitava trata da qualidade do ar, que afere os indicadores de desempenho de ações relativas ao controle de emissão de fumaça preta por veículos.

Outra medida importante, impõe ao poder público o estabelecimento de critérios ambientais para contratação de empresas prestadoras de serviços de transporte, tais como inspeção ambiental periódica dos veículos, gestão ambiental de garagens e adoção de veículos de menor potencial poluidor.

Sugere-se, ainda, que sejam desenvolvidos estudos, em conjunto com outras instituições, para avaliar a viabilidade do estabelecimento de programas de renovação e reciclagem de veículos, objetivando a melhoria do perfil da frota circulante e a consequente redução das emissões de poluentes e de GEE, do consumo de combustíveis, e das interferências no tráfego motivadas por pane e por acidentes.

Estimativas elaboradas pela CETESB, demonstram que a substituição de veículos pesados movidos a diesel, por veículos da fase P7 do PROCONVE, introduzida a partir de 2012, pode trazer grandes reduções nas emissões de material particulado e óxidos de nitrogênio.

A partir de 2013, o diesel S-50 foi eliminado e totalmente substituído pelo S-10, que apresenta no máximo 10 mg/kg de enxofre. A partir de 2014, o diesel S-1800 foi totalmente eliminado para a aplicação rodoviária, sendo substituído pelo S-500 em todo Brasil.

A título de exemplo, cabe o registro de que, desde 2010, a frota cativa de ônibus urbano da Região Metropolitana de São Paulo passou a utilizar o diesel com o teor

máximo de enxofre de 50 mg/kg (S-50). No interior do Estado, o diesel comercializado possuía no máximo 1.800 mg/kg de enxofre (S-1800) e nas regiões metropolitanas possuía até 500 mg/kg (S-500).

Em 2002 o Conama publicou a Resolução 315 com as novas fases do PROCONVE a serem cumpridas nas homologações dos veículos novos. Ocorre que os órgãos e as empresas responsáveis pela especificação e produção de combustível não conseguiram cumprir os prazos definidos na resolução para a disponibilização do diesel com teores menores de enxofre, fundamentais para o atendimento dos novos limites para emissão de veículos pesados (Fase P6 do PROCONVE). Por outro lado, os fabricantes de veículos também não colocaram no mercado os novos modelos menos poluentes. Tal situação levou o Ministério Público Federal a entrar com ações civis públicas que resultaram no acordo judicial que previu uma série de ações, entre elas, a publicação da Resolução CONAMA 403/2008, estabelecendo novos limites máximos de emissão de poluentes de veículos pesados para serem cumpridos a partir de janeiro de 2012, adiantando o início da fase P7 do PROCONVE.

No início de 2011, o diesel S-50 foi disponibilizado para os ônibus urbanos das regiões metropolitanas da Baixada Santista, Campinas e São José dos Campos. A partir de 2012 foi disponibilizado também em parte dos postos de combustíveis distribuídos estrategicamente de forma a possibilitar o abastecimento em todo Brasil.

Para o atendimento dos limites dessa fase, foi necessária a melhora significativa da qualidade do diesel. O ajuste das emissões dos novos veículos aos padrões legais, requereu reduções dos teores de enxofre do combustível para viabilizar a aplicação de tecnologias de pós-tratamento e garantir sua durabilidade. As novas tecnologias aplicadas no pós-tratamento dos gases de escape dos motores são sensíveis ao teor do enxofre do combustível, levando a queda na sua eficiência ou mesmo a pane do motor em caso de excesso do contaminante.

Esse PCPV da CETESB⁶³, conclui afirmando que o pressuposto constitucional da publicidade dos atos públicos desperta interesse especial na sociedade, quando se trata da questão ambiental, já que o tema repercute em todas as camadas da população.

⁶³ Idem.

Especificamente as ações do Estado sobre o controle da poluição emitida por veículos automotores, despertam grandes discussões nos centros urbanos, entre elas a ação fiscalizatória sobre caminhões e ônibus, a introdução de novas tecnologias nos veículos e a inspeção ambiental veicular. Por isso, a importância da divulgação clara das motivações, dos diagnósticos, das alternativas, dos benefícios esperados e dos resultados encontrados nas ações de controle.

A viabilização das ações públicas passa por uma série de fatores, inclusive o convencimento e a adesão da população, que é fortalecido com a transparência das decisões do Estado.

O PCPV propõe que o desenvolvimento de cada uma das ações listadas no documento e aquelas que sejam incorporadas ao Plano, sejam objeto de ampla divulgação e debate, de forma que a sociedade se torne vetor do fortalecimento e aprimoramento das políticas de controle e redução da emissão de poluentes. Para tal, passa a contar com metas e indicadores que permitirão um acompanhamento mais transparente e efetivo das ações propostas. O relatório anual Emissões Veiculares, publicado pela CETESB, é o instrumento para o acompanhamento das propostas do PCPV. Ele contém ainda uma série de dados a respeito da emissão veicular, bem como metodologias e análises do impacto da circulação de veículos.

Além dos indicadores e metas contidos no relatório anual, estudos específicos que avaliem os resultados gerados pelas diversas políticas e ações de controle implementadas ou que proponham novas medidas, poderão ser realizados para que se possa avaliar a efetividade de cada uma delas.

No município de Santos, parte da frota de ônibus foi recentemente renovada, conforme vídeo veiculado pela Prefeitura⁶⁴. Tal fato foi enaltecido pela empresa concessionária do serviço de transporte público, no sentido de que os ônibus são movidos a Biodiesel B7 e óleo diesel S10, e contam ainda com a tecnologia Euro 5 e o agente regulador Arla 32, um diferencial na emissão de gases na atmosfera.⁶⁵

No entanto, afora a notícia de que um ônibus movido a eletricidade foi incorporado

⁶⁴ Youtube: **Trinta novos ônibus começam a circular pela Cidade a partir de hoje**. Disponível em: <https://youtu.be/-Unj-qJPZfc> – (22/12/17) Acesso em 17/05/18

⁶⁵ Santos Ônibus: **Santos completa 150 ônibus com ar condicionado na frota municipal**. Disponível em: <http://www.santosonibus.com.br/noticia/1/158> Acesso em 17/05/18.

à frota do transporte público municipal e veiculada pela mídia em 22 de agosto de 2017⁶⁶, não foram encontrados elementos que indicassem uma renovação da frota destinada ao transporte público, por combustíveis renováveis. Ainda que se admitam os avanços na qualidade do diesel e da implementação do biodiesel, é imperiosa a troca por veículos elétricos autônomos.

Esse único veículo é um micro-ônibus, modelo D7M da chinesa BYD, feito em Campinas, com carroceria Volare.e Acess da Marcopolo, que opera a linha 20, ligando o bairro do Gonzaga ao centro da cidade (dados de outubro de 2017).⁶⁷

No sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Santos, em especial no link de arquivamento e consulta de atos normativos⁶⁸, não há dados referentes ao tema. Tampouco na Câmara Municipal (afora leis de 1961 e 1962)⁶⁹. Foram utilizados os descritores “ônibus elétrico” e “onibus eletrico”.

No relatório elaborado pela CETESB em 2016 sobre emissões veiculares no Estado de São Paulo, consta que há 736 ônibus em Santos⁷⁰. Numa planilha que fundamenta esse relatório, há o registro de 443 ônibus urbanos no município de Santos.⁷¹

Isso demonstra que, ao impor a troca dessa numerosa frota de veículos movidos a diesel, por veículos elétricos autônomos, o Poder Executivo Municipal dará um grande passo, exemplar, na busca de uma significativa melhora na qualidade do ar em Santos.

⁶⁶ Santaportal: **Ônibus elétrico começa a circular hoje em Santos**. Disponível em: <http://santaportal.com.br/noticia/24042-onibus-eletrico-comeca-a-circular-hoje-em-santos> Acesso em 17/05/18.

⁶⁷ Diário do transporte. Disponível em <https://diariodotransporte.com.br/2017/10/23/entrevista-piracicabana-vai-intensificar-renovacao-de-frota-em-2018/>. Acesso em 25/06/18

⁶⁸ Santos Legis. Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/list.php> Acesso em 17/05/18

⁶⁹ Sistema online de consulta de leis. Câmara Municipal de Santos. Disponível em: <http://legislacao.camarasantos.sp.gov.br/Home/Pesquisa?TiposNormas=1&TiposNormas=13&TiposNormas=61&=62&TiposNormas=65&TiposNormas=66&Numero=&Ano=&Classificacao=0&DataInicial=&DataFinal=&Situacao=0&NoTexto=false&ementa=onibus+eletrico> Acesso em 17/05/18.

⁷⁰ CETESB: **Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2016**. Disponível em: http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2017/11/EMISS%C3%95ES-VEICULARES_09_nov.pdf Acesso em 20/05/18.

⁷¹ CETESB. Disponível em: http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/Frota-Circulante_Estado-de-S%C3%A3o-Paulo_2016.xlsx Acesso em 20/05/18.

4.3 SUBSTITUIÇÃO DA FROTA DE ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

O artigo 50 da lei nº 14.933, de 05 de junho de 2009 do Município de São Paulo, previa que os programas, contratos e autorizações municipais de transportes públicos deviam considerar redução progressiva do uso de combustíveis fósseis, ficando adotada a meta progressiva de redução de, pelo menos, 10% (dez por cento) a cada ano, a partir de 2009 e a utilização, em 2018, de combustível renovável não-fóssil por todos os ônibus do sistema de transporte público municipal.⁷²

Como o prazo não seria cumprido, os legisladores municipais apreciaram, durante o ano de 2017, o Projeto de Lei nº 300/2017. Ele foi transformado na Lei nº 16.802, de 17 de janeiro de 2018, cujo artigo 1º deu nova redação ao artigo 50 da Lei nº 14.933/09.⁷³

O novo dispositivo legal dispôs, dentre outros aspectos, que o processo de substituição dos ônibus atuais, por veículos e tecnologias mais limpas, dar-se-á de modo gradual, e ocorrerá naturalmente no momento da substituição dos lotes de veículos mais velhos que serão retirados da frota.

Também estabeleceu que será necessária uma redução das emissões totais de dióxido de carbono de origem fóssil, relativamente às emissões totais da frota no ano de 2016, nos seguintes termos: num prazo máximo de 10 (dez) anos, deverá haver uma redução mínima de 50% (cinquenta por cento) e, num prazo máximo de 20 (vinte) anos, uma redução de 100% (cem por cento).

Com relação a outros dois poluentes, e adotando o mesmo ano de 2016, as imposições foram: num prazo máximo de 10 (dez) anos, deverá haver uma redução mínima de 90% (noventa por cento) de material particulado e de 80% (oitenta por cento) de óxidos de nitrogênio para, num prazo máximo de 20 (vinte) anos, ocorrer uma redução mínima de 95% (noventa e cinco por cento) tanto de material particulado como de óxidos de nitrogênio.

Depois de quatro anos de atraso, a Prefeitura de São Paulo divulgou no dia 24 de abril de 2018, a versão final dos editais da licitação que regularão o futuro sistema de

⁷² <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L14933.pdf> - acesso em 17/06/18

⁷³ <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16802.pdf> - acesso em 17/06/18

transporte coletivo municipal.⁷⁴

O destaque mais importante do conjunto de documentos liberados pela Secretaria de Transportes, são os cronogramas anuais com as metas de corte de poluentes que serão exigidas pelos concessionários ao longo de 20 anos.

Os documentos mantêm as tabelas de redução de gás carbônico (CO²), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP) da primeira minuta dos editais, divulgada no dia 20 de dezembro de 2017.

Na prática, se forem cumpridas, essas metas levarão à troca da maior parte da atual frota de ônibus à diesel (14.400 unidades) por veículos elétricos e híbridos, ou movidos a outras tecnologias de energia renovável.

A manutenção dos cronogramas é considerada essencial para dar eficácia às metas ambientais previstas na Lei Ambiental nº 16.802/2018. Ela fixou um prazo de dez anos para que os ônibus de São Paulo cortem até 50% das atuais emissões de CO², e de 20 anos para zerar todas as emissões, incluindo NOx e MP.

Entidades como a Associação Brasileira do Veículo Elétrico, Greenpeace e Rede Nossa São Paulo, defenderam durante o ano passado a nova lei ambiental e o calendário anual de corte de emissões das empresas de ônibus. Os editais, porém, não mencionam explicitamente essa nova lei municipal. Os textos fazem apenas referências genéricas à “obrigatoriedade de observância da lei”, sem citar qual.

Como a Lei nº 16.802/18 ainda não foi regulamentada, a ausência de menção explícita pode dar margem a eventuais contestações judiciais à licitação, segundo alguns analistas. Cabe lembrar que os editais publicados no dia 24 de abril, foram precedidos pelo Decreto nº 58.200/18, divulgado no Diário Oficial de São Paulo do dia 20.

Este decreto fixou em 20 anos o prazo dos futuros contratos com as empresas de ônibus, e a Prefeitura permitiu a terceirização de atividades como gestão do Bilhete Único e dos terminais da rede. O Inciso IX, do Artigo 15 do decreto, que dispõe sobre as características do serviço de transporte público, diz que a licitação deverá contemplar

⁷⁴ ABVE: **Editais abrem caminho para os ônibus elétricos em SP.** Disponível em: <http://www.abve.org.br/editais-abrem-caminho-aos-onibus-eletricos-em-sp/> - acesso em 24/05/18.

metas anuais de redução da emissão de material particulado, gases tóxicos e de efeito estufa.

O problema é que a própria lei prevê que ela só entrará em vigor após sua regulamentação, e deu um prazo de seis meses após a sanção para isso ocorrer. O prazo vence no dia 17 de agosto de 2018.

Apesar dessas dúvidas, os editais dos ônibus põem um ponto final numa longa novela sobre a renovação dos contratos entre a Prefeitura e as empresas de ônibus. Esses contratos venceram no final de 2013, e têm sido renovados em caráter emergencial desde o início de 2014. Sucessivos adiamentos e contestações por parte do Tribunal de Contas do Município, postergaram o lançamento dessa nova licitação.

Eis as principais características do novo sistema de transporte, segundo os editais:

- Novo critério de remuneração dos operadores, levando em conta também a satisfação dos usuários e metas ambientais, critérios de desempenho, segurança e pontualidade;
- Wi fi e tomada USB nos veículos;
- Ar condicionado em quase toda a frota;
- Divisão do sistema em três áreas: estrutural, regional e local;
- Tecnologia embarcada para controle dos indicadores de segurança e pontualidade em cada ônibus;
- Limite de velocidade de 50 km/h;
- Cada frota terá de apresentar seu programa de redução de poluentes até quatro meses depois da assinatura do contrato;
- A transição tecnológica da frota será controlada por um Comitê Gestor;
- Esse comitê terá a participação de secretarias da Prefeitura e de representantes das empresas e sindicatos (esse item ainda não está regulamentado na lei ambiental);
- Redução da frota de 14.400 para 13 mil ônibus, mas com aumento da oferta de linhas e assentos;
- Esse aumento será possível com a racionalização gradativa de algumas linhas.

Apesar da licitação ter sido dividida em três editais (Sistemas Estrutural, Regional e Local), o item 5.1.4 de todos eles contém um importante e fundamental requisito para a mudança da atual frota de ônibus movida a combustíveis fósseis: o Manual dos Padrões Técnicos Tração Elétrica⁷⁵. Em suas 91 páginas, há uma minuciosa especificação das

⁷⁵ Disponível em:

http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital2018/001_ESTRUTURAL/ANE_XO-V_MANUAIS/5-1-4_MANUAL-DOS-PADROES-TECNICOS_TRACAO-ELETRICA.pdf. Acesso em 17/06/18

características dos futuros ônibus elétricos, seguindo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A seguir, as tabelas de corte de emissões de poluentes dos ônibus na cidade de São Paulo dos sistemas Estrutural, Regional e Local, respectivamente:

Tabela 16 – Sistema Estrutural

Ano	MP	NOx	CO2
0	0,0%	0,0%	0,0%
1	24,8%	20,5%	13,6%
2	33,9%	27,5%	15,3%
3	39,1%	32,1%	18,0%
4	61,7%	53,2%	31,7%
5	78,8%	68,3%	38,1%
6	82,6%	73,2%	44,9%
7	85,3%	77,9%	47,7%
8	87,6%	84,3%	48,7%
9	90,3%	89,7%	50,4%
10	90,8%	90,2%	55,3%
11	91,3%	90,7%	60,3%
12	91,7%	91,3%	65,3%
13	92,2%	91,8%	70,2%
14	92,7%	92,3%	75,2%
15	93,1%	92,9%	80,1%
16	93,6%	93,4%	85,1%
17	94,1%	93,9%	90,1%
18	94,5%	94,5%	95,0%
19	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo. CONCORRÊNCIA Nº 001/2015-SMT-GAB

Tabela 17 – Sistema Regional

Ano	MP	NOx	CO2
0	0,0%	0,0%	0,0%
1	24,8%	20,5%	13,6%
2	33,9%	27,5%	15,3%
3	39,1%	32,1%	18,0%
4	61,7%	53,2%	31,7%
5	78,8%	68,3%	38,1%
6	82,6%	73,2%	44,9%
7	85,3%	77,9%	47,7%
8	87,6%	84,3%	48,7%
9	90,3%	89,7%	50,4%
10	90,8%	90,2%	55,3%
11	91,3%	90,7%	60,3%
12	91,7%	91,3%	65,3%
13	92,2%	91,8%	70,2%
14	92,7%	92,3%	75,2%
15	93,1%	92,9%	80,1%
16	93,6%	93,4%	85,1%
17	94,1%	93,9%	90,1%
18	94,5%	94,5%	95,0%
19	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo. CONCORRÊNCIA Nº 002/2015-SMT-GAB

Tabela 18 – Sistema Local

Ano	MP	NOx	CO2
0	0,0%	0,0%	0,0%
1	26,3%	17,4%	1,2%
2	39,9%	26,3%	1,2%
3	62,9%	46,6%	1,2%
4	67,0%	49,5%	1,2%
5	71,6%	57,2%	10,4%
6	76,0%	64,4%	19,6%
7	81,6%	73,5%	32,2%
8	86,4%	82,5%	41,9%
9	90,7%	93,0%	50,4%
10	91,1%	93,2%	55,3%
11	91,5%	93,4%	60,3%
12	92,0%	93,6%	65,3%
13	92,4%	93,8%	70,2%
14	92,8%	94,0%	75,2%
15	93,3%	94,2%	80,1%
16	93,7%	94,4%	85,1%
17	94,1%	94,6%	90,1%
18	94,6%	94,8%	95,0%
19	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo. CONCORRÊNCIA Nº 003/2015-SMT-GAB

5 DESAFIO DA DIMINUIÇÃO DA MORBIDADE E DA MORTALIDADE

Conforme foi muito bem observado por Jasinski et al⁷⁶, os estudos que utilizam dados do SUS apresentam uma limitação inerente ao próprio sistema: excluem dados dos hospitais particulares que não estão conveniados ao SUS. As informações sobre internações de pacientes com planos de saúde privados, apesar de registradas na Secretaria Estadual de Saúde, não estavam disponíveis. Desse modo, generalização dos resultados deverá ser feita para populações que apresentem idênticas características daquela atendida pelos hospitais conveniados ao SUS e que habitem áreas onde a complexidade da mistura de poluentes do ar de diferentes fontes se assemelhe à encontrada na região de Cubatão. Para o período estudado, as informações referentes ao endereço de moradia dos pacientes internados não apresentavam consistência de registro que permitisse sua utilização e análise da distribuição espacial dos casos ou uma melhor caracterização da exposição individual.

A existência de associação entre morbidade respiratória e níveis de poluição atmosférica já foi detectada e comprovada em vários estudos realizados no Brasil e no mundo.

Outros estudos já mencionados vêm mostrando que, mesmo em baixas concentrações, a poluição atmosférica está associada com efeitos na saúde. Contudo, questões como qual ou quais poluentes têm associação mais robusta com os efeitos à saúde ainda não estão esclarecidas. A tentativa de isolar os efeitos individuais dos diferentes poluentes é uma tarefa difícil, devida, sobretudo, à correlação positiva usualmente presente entre os poluentes primários.

A maior parte dos estudos que avalia os efeitos dos poluentes do ar sobre as internações hospitalares por doenças respiratórias foi realizada na década de 1990. Desde então, o interesse passou a ser maior em relação aos efeitos cardiovasculares dos poluentes atmosféricos. Entretanto, os estudos mais recentes que utilizam as

⁷⁶ JASINSKI, Renata *et al*: **Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004** - http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2011001100017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em 21/05/18.

doenças respiratórias como um indicador dos efeitos adversos dos contaminantes do ar mostram que o tema está longe de se esgotar.

5.1 RELATÓRIOS DA OMS

Notícia divulgada pela Organização Mundial da Saúde no último dia 1º de maio de 2018⁷⁷, aponta que os níveis de poluição do ar permanecem perigosamente altos em muitas partes do mundo. Novos dados da OMS mostram que nove em cada dez pessoas respiram ar contendo altos níveis de poluentes. Estimativas atualizadas revelam um número alarmante: sete milhões de pessoas morrem todos os anos em decorrência da poluição em ambientes exteriores e interiores.

Também estima que cerca de sete milhões de pessoas morrem a cada ano devido à exposição a partículas finas em ar poluído, que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, causando acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia.

Apenas a poluição atmosférica já causou cerca de 4,2 milhões de mortes em 2016, enquanto a poluição do ar por cozimento usando combustíveis ou tecnologias poluentes, causou aproximadamente 3,8 milhões de mortes no mesmo período.

Mais de 90% das mortes relacionadas à poluição do ar, ocorrem em países de baixa e média renda, principalmente na Ásia e na África, seguidos por países de baixa e média renda das regiões do Mediterrâneo Oriental, Europa e Américas.

Cerca de três bilhões de pessoas – mais de 40% da população mundial – ainda não têm acesso a combustíveis limpos e tecnologias em suas casas, principal fonte de poluição do ar interior do domicílio. A OMS monitora a poluição do ar por mais de uma década e, enquanto a taxa de acesso a combustíveis e tecnologias limpas está aumentando em todos os lugares, as melhorias não acompanham o crescimento populacional em muitas partes do mundo, particularmente na África Subsaariana.

⁷⁷ OPAS: **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído**. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5654:nove-em-cada-dez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-poluído&Itemid=839 – acesso em 15/06/18

A OMS reconhece que a poluição do ar é um fator de risco crítico para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), causando cerca de um quarto (24%) das mortes por doenças cardíacas, 25% por acidentes vasculares cerebrais, 43% por doença pulmonar obstrutiva crônica e 29% por câncer de pulmão.

A base de dados coleta as concentrações médias anuais de material particulado fino (PM₁₀ e PM_{2.5}). O PM_{2.5} inclui poluentes como sulfato, nitratos e carbono negro, que representam os maiores riscos para a saúde humana. As recomendações de qualidade do ar da OMS conclamam os países a reduzirem sua poluição do ar para valores médios anuais de 20 µg/m³ (para PM₁₀) e 10 µg/m³ (para PM_{2.5}).

Enquanto os dados mais recentes mostram que os níveis de poluição do ar ambiente ainda são perigosamente altos na maior parte do mundo, eles mostram também algum progresso positivo. Os países estão tomando medidas para combater e reduzir a poluição do ar a partir do material particulado. Por exemplo: a Cidade do México se comprometeu com padrões de veículos mais limpos, incluindo a mudança para ônibus sem fuligem e a proibição de carros privados a diesel até 2025.

As principais fontes de poluição do ar a partir do material particulado, incluem o uso ineficiente de energia por parte das famílias, da indústria, dos setores de agricultura e transporte e de usinas termoelétricas a carvão. Em algumas regiões, areia e poeira do deserto, queima de lixo e desmatamento são fontes adicionais de poluição do ar. A qualidade do ar também pode ser influenciada por elementos naturais, como fatores geográficos, meteorológicos e sazonais.

A poluição do ar não reconhece fronteiras. Melhorar a qualidade do ar exige uma ação sustentada e coordenada do governo em todos os níveis. Os países precisam trabalhar juntos em soluções para o transporte sustentável, produção e uso de energia mais eficiente e renovável e gestão de resíduos.

A OMS é a agência de custódia do Indicador de Metas de Desenvolvimento Sustentável para reduzir substancialmente o número de mortes e doenças causadas pela poluição do ar até 2030 (ODS 3.9.1), bem como dois outros indicadores relacionados à poluição do ar – ODS 7.1.2, proporção da população com dependência primária de combustíveis e tecnologias limpas, e ODS 11.6.2. A exposição modelada atualizada ao

meio ambiente PM2.5 e poluição do ar em ambientes domésticos, foi desenvolvida em colaboração com a Universidade de Exeter, Reino Unido.

Existem inúmeros exemplos de eficientes políticas relativas aos setores de transporte, planejamento urbano, geração de energia elétrica e industrial, que permitem reduzir a contaminação do ar, por exemplo:⁷⁸ adoção de métodos de geração de energia limpos; priorizar o transporte urbano rápido, os caminhos para pedestres e bicicletas nas cidades, e um transporte interurbano de cargas e passageiros por trem; utilização de veículos de carga à diesel mais limpos e veículos com combustíveis de baixa emissão, especialmente combustíveis com baixo teor de enxofre; e aumento do uso de combustíveis de baixa emissão e fontes de energia renováveis sem combustão (solar, eólica ou hidroelétrica) .

As diretrizes da OMS sobre a qualidade do ar, publicadas em 2005, oferecem uma orientação geral relativa a limiares e limites para poluentes atmosféricos chave, que envolvem riscos para a saúde. Essas diretrizes assinalam que, mediante a redução da contaminação por partículas (PM₁₀) de 70 a 20 micrograma por metro cúbico (µg/m), é possível reduzir em 15% o número de mortes relacionadas com a contaminação do ar.

Elas se aplicam em todo o mundo e se baseiam na avaliação, realizada por especialistas, das provas científicas atuais referentes a: material particulado (PM), ozônio (O₃), dióxido de nitrogênio (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂) em todas as regiões da OMS.

Importante destacar que essas diretrizes da OMS sobre a qualidade do ar, se encontram, atualmente, em processo de revisão e sua publicação está prevista para 2020.

Relatório elaborado pela ONU em outubro de 2017 – “Para um planeta livre de poluição”⁷⁹, começa com cinco mensagens principais que sustentam sua ação para combater a poluição: a) liderança política e parcerias: um pacto global sobre poluição, asseguraria um envolvimento sustentável ao mais alto nível e fazer da prevenção uma prioridade para todos. Isso também encorajaria os formuladores de políticas e outros

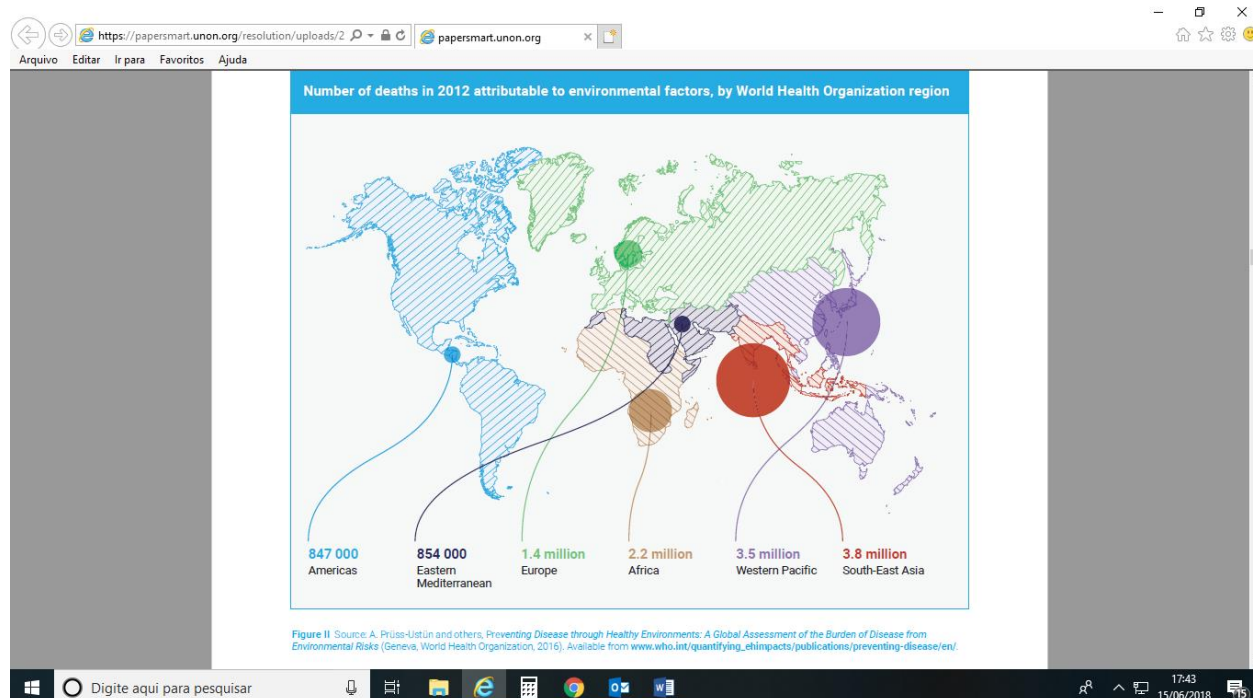
⁷⁸ OMS: **Calidad del aire y salud**. Disponível em: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Tradução livre do Espanhol. Acesso em 15/06/18

⁷⁹ ONU: **Towards a pollution-free planet**. Disponível em: https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/25_19october.pdf. Tradução livre do Inglês. Acesso em 15/06/18

parceiros-chave, incluindo o setor privado, para integrar a prevenção no planejamento nacional e local, processos de desenvolvimento e estratégias de finanças e negócios; b) as políticas certas: a governança ambiental precisa ser fortalecida, tendo como metas ações “contundentes” sobre os poluentes, através de avaliações de risco e implementação aprimorada de legislação ambiental, incluindo acordos ambientais multilaterais e outras medidas; c) uma nova abordagem para gerenciar nossas vidas e economias: consumo sustentável e produção, através de melhoria na eficiência dos recursos e mudanças no estilo de vida; redução e gestão de resíduos devem ser priorizadas; d) grandes investimentos: mobilizar financiamento e investimento em oportunidades de baixo carbono, e produção e consumo mais limpos, impulsionarão a inovação e ajudarão a combater a poluição; um aumento no financiamento também é necessário para pesquisa, monitoramento da poluição, infraestrutura, gerenciamento e controle; e) ações de defesa: os cidadãos precisam ser informados e incentivados a reduzir sua própria poluição e defender compromissos ousados de eliminação da poluição pelos setores público e privado.

Dados inseridos nesse relatório, apontam o número de mortes no mundo por poluentes:

Figura 06 – Número de mortes em 2012 atribuíveis a fatores ambientais



Fonte: United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme. Towards a pollution-free planet.

Em continuação, o relatório aponta que a contaminação tem um custo econômico considerável pela perda de produtividade, gastos com saúde e danos ao meio ambiente. Em 2013, os custos da poluição atmosférica para o bem-estar mundial foram estimados em 5,11 bilhões de dólares. Os custos sociais da mortalidade, associados à poluição atmosférica, foram estimados em 3 bilhões de dólares.

Essas cifras são estimadas por baixo, que não levam em conta todos os contaminantes e resíduos; mas, são indicativas da magnitude dos efeitos da poluição, corroborando a inequívoca necessidade de intervenções imediatas.

A outra face da moeda dos custos da poluição, são os benefícios dirigidos às medidas para colocar-lhe freio. O objetivo de reduzir a contaminação, viável à todas as luzes, gera consideráveis ganhos econômicos, que podem catalisar um círculo virtuoso de desenvolvimento ecológico inclusivo. Ainda que os dados sejam pequenos, os benefícios mundiais da luta contra a poluição são consideráveis, mesmo que levem em conta os efeitos das medidas dirigidas a combater a poluição atmosférica e da água – e se somam às vantagens já constatadas da redução do uso de chumbo, mercúrio e as substâncias que esgotam o ozônio.

Um outro mapa que integra o relatório, indica os países que reconhecem o direito a um meio ambiente saudável:

Figura 07 – Países que reconhecem o direito a um meio ambiente saudável



Fonte: United Nations Environment Assembly of the United Nations Environment Programme. Towards a pollution-free planet

Dentre os marcos de ação para evitar a poluição do ar, o relatório recomenda, dentre outros, os seguintes: formular políticas e estratégias de qualidade do ar a nível municipal, estadual e nacional, para cumprir as diretrizes sobre qualidade do ar da OMS; estabelecer e aplicar normas avançadas sobre emissões dos veículos; pensar em veículos híbridos e elétricos e implantar o seu uso; facilitar o acesso ao transporte público e à infraestrutura de transporte não motorizado nas cidades; e aumentar os investimentos em energia renovável e eficiência energética.

Outro ponto importante do relatório, e que será melhor desenvolvido no capítulo 7, recomenda que o financiamento e as instituições financeiras (nacionais e internacionais, públicas ou privadas, tradicionais e mais inovadoras), tem uma função importante a cumprir na prevenção, mitigação e redução dos efeitos da poluição. Para isso, podem ser adotadas as seguintes medidas: a) introduzir os custos da poluição nas decisões financeiras e tratar de criar efeitos positivos; b) divulgar os custos e os riscos da poluição e atuar com a devida diligência, tendo em conta seus efeitos; c) retirar o financiamento das empresas e atividades contaminantes e reorientá-las a implantar tecnologias mais

ecológicas; d) prevenir, reduzir e gerir os riscos, mediante a fixação de taxas de apólices de seguros, pelas análises e investigações sobre os riscos, os modelos de risco por catástrofes e a prevenção de perdas; e) colaborar com os bancos multilaterais de desenvolvimento, para garantir o cumprimento de suas normas de gestão e redução da poluição; f) catalizar investimentos substanciais de múltiplos benefícios.

5.2 ESTUDOS ELABORADOS PELO MINISTÉRIO DA SAÚDE – EVIPNET

No âmbito do Ministério da Saúde, há o que se convencionou chamar de Rede⁸⁰. A Rede para Políticas Informadas por Evidências (Evidence - Informed Policy Network) – EVIPNet, promove o uso apropriado de evidências científicas no desenvolvimento e implementação das políticas para a saúde. Essa iniciativa proporciona o intercâmbio entre gestores, pesquisadores e representantes da sociedade civil, facilitando a formulação e a implantação de políticas, e a gestão dos serviços e sistemas de saúde informados por evidências científicas.

No Brasil, a rede é coordenada pelo Departamento de Ciência e Tecnologia da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde. A EVIPNet Brasil vem implementando e capacitando Núcleos de Evidências (NEv) para contribuir com o uso das melhores evidências científicas na elaboração, implantação e monitoramento de políticas nos diferentes níveis da organização pública. Os profissionais que trabalham nos NEv, são capacitados para utilizar a ferramenta SUPPORT para políticas informadas por evidências.

Seu objetivo geral é estabelecer mecanismos para facilitar a utilização de produção científica na formulação e implementação de políticas de saúde. Especificamente sobre o Brasil consiste em:

- Institucionalizar o uso do conhecimento científico nos processos de tomada de decisão no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS;
- Desenvolver métodos e estratégias inovadoras na gestão da saúde;
- Fazer tradução do conhecimento;
- Propiciar cooperação técnica entre os países participantes da rede.

⁸⁰ EVIPNET. Disponível em: <http://brasil.evipnet.org/sobre/> Acesso em 17/05/18.

Sua Secretaria Executiva é exercida pela Coordenação-Geral de Gestão do Conhecimento do Decit/SCTIE do Ministério da Saúde e tem como incumbências a gestão da rede e do seu plano de trabalho; a convocação de reuniões do Conselho Consultivo e a provisão de recursos para o plano de implantação do projeto.

Seus grupos de trabalho são compostos por representantes de diferentes instituições e especialistas selecionados e convidados de acordo com o tema a ser desenvolvido. A principal atribuição dos grupos de trabalho é a produção das sínteses de evidências para políticas, seguindo a metodologia definida pela EVIPNet. Os grupos de trabalho da EVIPNet Brasil produzem sínteses voltadas a temas prioritários estabelecidos pelo Conselho Consultivo, bem como aqueles definidos mediante a colaboração com o nível local de gestão do SUS. Os grupos de trabalho podem ser temporários ou permanentes e estabelecidos de acordo com o tema e subtema de trabalho.

A EVIPNet Brasil, em parceria com a OPAS/Bireme, vem implantando núcleos de evidências e estações da biblioteca virtual de saúde (NEv/EBVS) em municípios com o objetivo de subsidiar as tomadas de decisões dos gestores locais. Dentro dos NEv, também podem ser constituídos grupos de trabalho.

As sínteses de evidências para políticas são produtos elaborados pela rede EVIPNet com base nos métodos SUPPORT (Ferramentas para Políticas Informadas por Evidências), desenvolvidos para balizar a elaboração de políticas públicas informadas por evidências, e considerando contextos locais. A partir do uso das Ferramentas SUPPORT as melhores e mais relevantes evidências são extraídas e apresentadas para utilização pelos tomadores de decisão. Os textos produzidos são divulgados com linguagem e formato adequados, de acordo com o público e mídias, para fortalecer a capacidade de utilização do conhecimento científico na gestão do SUS.

No Brasil, são parceiros da EVIPNet: o Ministério da Saúde, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), o Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (Bireme), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (Abrasco), o Conselho Nacional de Secretários de Saúde (Conass), o Conselho Nacional de Secretarias Municipais de Saúde (Conasems) e outros.

Dentre esses parceiros, cabe menção ao Instituto Saúde e Sustentabilidade, que

é uma organização sem fins lucrativos (OSCIP - Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) cujo objetivo é contribuir para o viver saudável em grandes cidades, a partir da preservação e promoção da saúde humana, por meio da realização de projetos que envolvam os mais diversos atores sociais, como órgãos do governo, organizações da sociedade civil, empresas, instituições de ensino, comunidades, entre outros.

Por meio da organização e tradução clara do conhecimento científico em informações acessíveis à sociedade; da mobilização de cidadãos, governo e organizações e o fortalecimento dos seus direitos em saúde; e da construção de políticas públicas e apoio a projetos de lei, o Instituto propicia a melhoria contínua da vida urbana.

A união dos temas saúde e sustentabilidade torna a causa do Instituto inovadora⁸¹. Essa característica, somada à grande capacidade de articulação intersetorial em prol de um objetivo comum, são as grandes forças da organização. Com isso, o Instituto tem se tornado uma referência de qualidade em informação sobre os impactos da urbanização na saúde humana e em soluções inovadoras para a melhoria da qualidade de vida como elemento fundamental do viver em grandes cidades. Ele foi idealizado pela médica Evangelina da Motta Pacheco Alves de Araújo Vormittag e fundado em dezembro de 2008, em São Paulo, com o apoio de 64 associados fundadores – um grupo multidisciplinar, constituído por um terço de médicos e dois terços de diversos profissionais de outras áreas.

Essa parceria ensejou a elaboração de uma Síntese de Evidências para Políticas de Saúde: Reduzindo a emissão do poluente atmosférico – material particulado – em benefício da saúde no ambiente urbano.⁸²

Nesse trabalho, afirma-se que o Brasil tem o desafio de se desenvolver e percorrer um caminho de oportunidades, caso decida se colocar à frente de soluções no combate da poluição atmosférica.

⁸¹ INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE: **Transformar o conhecimento em ação para melhorar a saúde nas grandes cidades**. Disponível em: <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/institucional/o-instituto/> - Acesso em 17/05/18.

⁸² BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia: **Síntese de evidências para políticas de saúde. Reduzindo a emissão do poluente atmosférico – material particulado – em benefício da saúde no ambiente urbano**. Instituto Saúde e Sustentabilidade. Disponível em: http://brasil.evipnet.org/wp-content/uploads/2016/08/Sintese_emiss%C3%A3o_de_poluente_ago.pdf. Acesso em 18/05/18.

Do ponto de vista de gestão pública, o tema é transversal. De forma geral, a maior parte da responsabilidade das decisões sobre a mitigação dos riscos ambientais pertence à área de meio ambiente, enquanto as soluções para a redução das emissões recaem sobre a área de transportes e industrial, e as consequências da poluição são sentidas na área da saúde. O conhecimento dos vários setores envolvidos na temática e o diálogo colaborativo, são o caminho mais promissor para a sociedade.

Essa síntese busca contextualizar o problema de forma acessível, apresentando dados de efeitos para a saúde, nocivos ou benéficos, em consequência do aumento ou redução de emissões devido a eventos ao acaso ou determinados por políticas. Além disso, mostra como o Brasil vem enfrentando o problema.

Frisa, também, uma das principais barreiras a ser superada no enfrentamento da poluição urbana: a comunicação entre os mais diversos interlocutores, determinante para o diálogo e a junção de peças de múltiplas facetas no mesmo tabuleiro, de forma a solucionar o quebra-cabeça e trilhar o caminho rumo ao progresso. A isso a doutrina dá o nome de intersectorialidade.

Nesse acalentado trabalho, também se ressalta que o monitoramento da qualidade do ar é extremamente relevante, pois gera dados sobre a sua qualidade atual, constrói um histórico de dados e é a base para guiar o gerenciamento, elaborar programas e avaliar a sua efetividade no controle da qualidade do ar, ativar planos de contingência para episódios críticos de poluição e planejar o uso e ocupação do solo. Isso é fundamental para que os formuladores de políticas e tomadores de decisão sejam comunicados dos impactos e riscos potenciais, permitindo assim que possam planejar ações e políticas públicas. Esse é um dos maiores desafios que o país deve enfrentar nos próximos anos: a produção de informação para subsidiar a formulação de políticas públicas (ROSSANO; THIELKE, 1980; MAZZEO; VENEGAS, 2006; WHO, 2006).⁸³

Uma das opções indicadas pela EVIPNet, refere-se às políticas e às diretrizes voltadas a mobilidade urbana como forma de combate à poluição atmosférica em concomitância à melhoria da saúde humana. Os subelementos dessa opção correspondem a: políticas de mobilidade ativa e sustentável = ciclismo, caminhada,

⁸³ idem

transporte público e deslocamentos de baixa emissão; políticas de gestão de tráfego = zonas de baixa emissão; zonas de gestão da velocidade; pedágio urbano; instalação de infraestrutura de mobilidade; e programas de mudança de comportamento individual (planos de viagens).

O estudo prossegue, oferecendo como opção o enfrentamento do problema da poluição atmosférica e a consequente melhoria da saúde, por meio de políticas de mobilidade ativa e sustentável e de gestão de tráfego. Neste sentido, é importante salientar que o acesso aos sistemas de transporte no Brasil e nos grandes centros urbanos, como São Paulo, ainda é bastante desigual. Ao se propor estratégias de incentivo ao transporte ativo e do uso de transporte público, é necessário que existam ou estejam em construção as respectivas infraestruturas de suporte. Por exemplo: regiões mais carentes e periféricas não possuem rede de transporte suficientes e/ou possuem difícil acesso e/ou má qualidade. Por isso, é necessário avaliar questões de desigualdades regionais para promover soluções adequadas às realidades locais; caso contrário, as desigualdades em mobilidade e saúde tendem a ser reforçadas.

Nas suas considerações sobre a implementação de uma política pública de mobilidade urbana, o trabalho da EVIPnet propõe um quadro com sugestões⁸⁴:

⁸⁴ idem

Quadro 03 – Considerações sobre a implementação de uma política pública de incentivo a formas alternativas de mobilidade urbana

Quadro 6 – Considerações sobre a implementação da opção 2

Níveis	Opção 2 – Políticas públicas de incentivo a formas alternativas de mobilidade urbana
Pacientes/ indivíduos/ tomadores de decisão	Uma barreira apontada à implementação de formas alternativas de mobilidade refere-se à falta de infraestrutura adequada para que a população possa fazer uso desses recursos. Revisão de Nichols e colaboradores (2009) aponta que o ambiente urbano precisa garantir a disponibilidade de vias seguras para incentivar o uso de mobilidade ativa para a população. Outra potencial barreira é que apesar das políticas de mobilidade ativa e sustentável provocarem benefícios para toda a população, elas partem de decisões individuais. Desta maneira, não há plena garantia da aplicabilidade da estratégia, por não ter certeza de que estratégias de comunicação e incentivos produzirão os resultados esperados. Porém, como as evidências apontaram, há um aumento da aderência da população a formas alternativas de mobilidade urbana quando a infraestrutura está disponível, como rotas exclusivas para bicicletas, aumento de áreas verdes e locais para recreação (HOSKING et al., 2010; GOMEZ et al., 2015).
Trabalhadores de saúde	Os prestadores de serviços de saúde poderiam se sentir pressionados em sua profissão pelo potencial aumento do número de casos de lesões e acidentes de transporte. Além disso, revisão de Nichols e colaboradores (2009) aponta que uma barreira à implementação de formas mais integradas de abordar a mitigação da redução de emissões refere-se à competição, muitas vezes ideológica, de como deveria ser o currículo dos profissionais e das prioridades na área da saúde para atender as demandas mais imediatas. Os autores apontam que o treinamento deveria incluir tópicos sobre sustentabilidade e mudanças climáticas.
Organização de serviços de saúde	Não foram encontradas evidências sobre barreiras à implementação de políticas de mobilidade sobre a organização dos serviços de saúde. Porém, como apontado por Nichols e colaboradores (2009), a organização dos serviços de saúde precisaria estar preparada para mudança na oferta de serviços de saúde decorrente das novas demandas advindas dos efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde e incentivos a formas alternativas de transporte e redução de emissões.
Sistemas de saúde	Não foi encontrada nenhuma barreira à implementação das políticas públicas de mobilidade urbana. Uma possível barreira para o sistema de saúde refere-se à atuação conjunta com os setores de transporte e energia, e a preparação do sistema como um todo para novas demandas decorrentes do aumento do uso de formas alternativas de energia. Ademais, há que se considerar não apenas o sistema de saúde, mas a preparação da rede de transportes e infraestrutura urbana de forma geral, para acomodar e incentivar o uso de transportes com menor emissão de poluentes.

Fonte: Elaboração própria.

Fonte: Síntese de evidências para políticas de saúde. Reduzindo a emissão do poluente atmosférico - material particulado - em benefício da saúde no ambiente urbano. Instituto Saúde e Sustentabilidade. EVIPNET, 2006, p. 36

Conforme já ressaltado, no Brasil, as primeiras estimativas de efeito da poluição do ar em São Paulo foram realizadas pelo médico Paulo Saldiva e colaboradores (1995) e mostraram que a mortalidade de idosos está diretamente associada à variação do poluente material particulado (MP10). Desde essa época, inúmeras publicações científicas relacionam a exposição à poluição do ar a efeitos agudos ou crônicos para a saúde no mundo. (DOCKERY et al., 1993; POPE et al., 1995; BRAGA et al., 2001; CONCEIÇÃO et al., 2001; POPE et al., 2002; ANDERSON et al., 2004; MEDINA et al., 2004; FARHAT et al., 2005; LADEN et al., 2006; POPE; DOCKERY, 2006; LEPEULE et al., 2012; CAREY et al., 2013; NIELSEN et al., 2013). Os grupos populacionais mais atingidos são as crianças e idosos. A criança, antes mesmo de nascer, já sofre as consequências da poluição atmosférica como o retardo do crescimento intrauterino, maior mortalidade intrauterina e maior mortalidade neonatal (PEREIRA et al., 1998; GOUVEIA; BREMNER; NOVAES, 2004; LIN et al., 2004). A poluição do ar por MP, está associada à redução da expectativa de vida; maior risco de arritmia, derrame cerebral,

infarto do coração; doenças pulmonares como pneumonia, bronquite e asma; e câncer do pulmão e bexiga, entre outras.

5.3 RELATÓRIOS DO INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE

O já mencionado Instituto Saúde e Sustentabilidade elaborou, pelo menos, dois relatórios sobre os impactos da poluição atmosférica na saúde da população.

Num deles, editado em julho de 2015, intitulado “Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte”⁸⁵, o estudo inicia lembrando que a OMS concluiu em 2015, que a redução da poluição atmosférica pode se constituir como um indicador sanitário das políticas dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Segundo dados dessa organização internacional, 8 milhões de vidas foram perdidas precocemente no mundo pela poluição do ar, sendo 3,7 milhões devidos à poluição do ar externa e 4,3 milhões devidos à poluição intradomiciliar. No Brasil, continua, os veículos automotores estão dentre as atividades que mais contribuem para a poluição atmosférica.

Apesar de não se destinar aos benefícios do ônibus elétrico, o objetivo desse relatório foi demonstrar os ganhos ambientais com a utilização do biodiesel nos propulsores dos meios de transporte público. A economia gerada pela redução das despesas com saúde pública foi progressiva, conforme se aumentava o percentual de biodiesel adicionado ao óleo diesel tradicional. A Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC), vinculada à OMS, anunciou, em 2013, a classificação do poluente material particulado e a poluição do ar exterior como substâncias carcinogênicas do Grupo I. Isso significa que o risco de desenvolver câncer de pulmão ou bexiga é significativamente maior em pessoas expostas à poluição atmosférica (IARC, 2013). A partir da avaliação da IARC, Hamra e colaboradores, em 2014, decidiu-se conduzir uma revisão sistemática e quantitativa da literatura por meio da metodologia de meta-análise sobre a incidência de câncer de pulmão associado à exposição do material particulado

⁸⁵ **Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte.** Instituto Saúde e Sustentabilidade. Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2015/08/Relatorio-Final-COMPLETO_ago.pdf Acesso em 11/06/18

MP10 e MP2,5. Foram analisados 17 estudos de coorte e um caso-controle (HAMRA et al., 2014). O meta-risco relativo (95% IC) para câncer de pulmão associado com MP2,5 foi de 1,09 (95% IC; 1,04 -1,14). As estimativas tornaram-se mais robustas quando a análise foi restrita aos estudos que consideraram potenciais confundidores, como tabagismo. O meta-risco relativo aumenta para 1,44 (95% IC; 1,04 -1,22) em indivíduos fumantes.

O relatório do Instituto menciona que no Estado de São Paulo, os 29 municípios estudados entre 2006 e 2012, apresentaram, sem exceção, média anual de MP2,5 acima do padrão da OMS e 12 municípios apresentaram níveis acima da cidade de São Paulo: Cubatão, Osasco, Araçatuba, Guarulhos, Paulínia, São Bernardo, Santos, São José do Rio Preto, São Caetano, Americana, Taboão da Serra e Mauá (em ordem decrescente). Ao interpretar os dados por regiões metropolitanas no Estado, observou-se níveis de poluição similares aos da Região Metropolitana de São Paulo, com exceção da Baixada Santista, muito mais alta (VORMITTAG et al., 2013).

Bell et al (2005), conforme demonstrado no estudo, apontou que a redução de 10% de poluentes entre 2000 e 2020 na cidade de São Paulo, acarretaria a redução de 114 mil mortes, 138 mil visitas de crianças e jovens a consultórios, 103 mil visitas a prontos-socorros por doenças respiratórias, 817 mil ataques de asma, 50 mil casos de bronquite aguda e crônica, e evitaria 7 milhões de dias restritivos de atividades e 2,5 milhões de absenteísmo em trabalho.

Apesar de ainda permanecerem como um dos grandes responsáveis pela poluição nas cidades, os veículos diminuíram em 95% e os caminhões em 85% a poluição emitida em relação aos níveis de 1986. E com a redução de 40% da concentração dos poluentes no ar, entre 1990 e 2005, preveniu-se 50 mil mortes e economizou-se cerca de US\$ 4,5 bilhões devido aos gastos evitados com saúde. Entretanto, com a mudança a cada dia do uso e ocupação dos territórios e com a expansão da frota de veículos, as ações já mencionadas do PROCONVE ficam isoladas e se tornam insuficientes. São necessárias mudanças enfáticas nas tecnologias de combustíveis e motores que circulam hoje no país.

O uso do diesel, por exemplo, como combustível para os transportes terrestres de cargas e passageiros tem sido, desde sua criação em 1893, a tecnologia dominante.

Quase cem por cento dos veículos pesados utilizam este tipo de combustível devido à sua alta eficiência “até 50% maior do que os propulsores a combustão interna a gasolina e confiabilidade neste tipo de serviço” (REINOSO, 2015). Entretanto, devido a sua alta toxicidade, as emissões de diesel têm sido submetidas a regulamentações cada vez mais restritivas.

Em 2009, estudo realizado por André et al (2012) apontou que o atraso na implementação de políticas mais limpas de diesel, levaria a um excesso de quase 14 mil mortes até 2040 e mais de 18 mil internações na rede pública de saúde nas mesmas seis regiões metropolitanas analisadas neste estudo, a um custo estimado da ordem de US\$11,5 bilhões até 2040. O estudo considerou, apenas, as internações hospitalares por doenças cardiovasculares e respiratórias para determinados grupos etários, e mortalidade geral. O trabalho chama a atenção para a importância de políticas intersetoriais (como do setor ambiental) sobre o setor de saúde da população, principalmente residente em áreas urbanas.

Relevante, registrada no estudo e, várias vezes aqui citada, a poluição atmosférica é uma problemática global e, portanto, todas as populações estão expostas a ela em algum nível, mesmo que existam regiões mais ou menos impactadas. Desta maneira, resultados de estudos científicos são fundamentais, pois constroem evidências dos fatos e respaldam as tomadas de decisão dos gestores públicos e profissionais de saúde pública em todo o mundo.

Os pesquisadores selecionaram o Material Particulado Inalável Fino (MP2,5), capaz de chegar aos pontos mais profundos do pulmão, e que constitui uma fração estável e conhecida do Material Particulado Inalável (MP10) - poluente regularmente monitorado conforme determina a legislação ambiental brasileira (CONAMA,1990).

Esse poluente também é recomendado pela Organização Mundial da Saúde, OMS (WHO, 2005) para estudos de avaliação de impacto ambiental em saúde, além de dispor de extensas bases de dados já disponíveis.

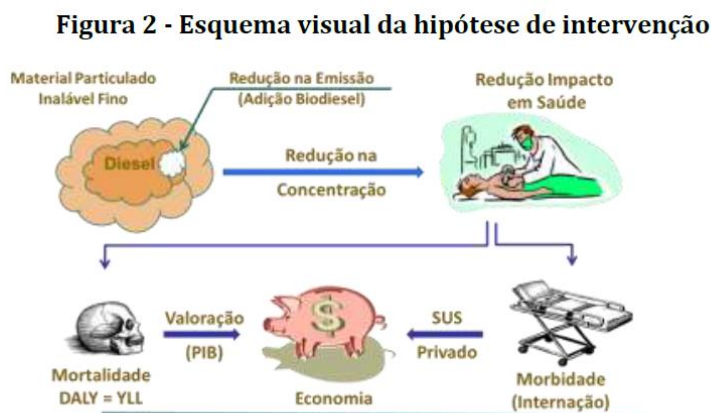
Em termos de impacto na saúde, o estudo baseia-se nas afecções que possuem notificação compulsória em saúde e, portanto, dispõe de fontes de dados bem conhecidas e controladas, ou cujo registro são extensivamente utilizados e conhecidos em todo o Brasil: a mortalidade no primeiro caso e morbidade no outro, representada

pelas Internações Hospitalares.

Para associar um valor monetário a cada um desses eventos, considerou-se, no caso das internações hospitalares, os próprios custos registrados pelo sistema público (SUS) e privado de saúde, enquanto para as mortes aplica-se metodologia internacional desenvolvida pela OMS para esse fim.

O desenho assim descrito permite, a partir de uma hipótese de intervenção (utilização do biodiesel), associar um valor econômico de benefício. A figura 08, abaixo, indica essa estrutura:

Figura 08 – Esquema visual da hipótese de intervenção



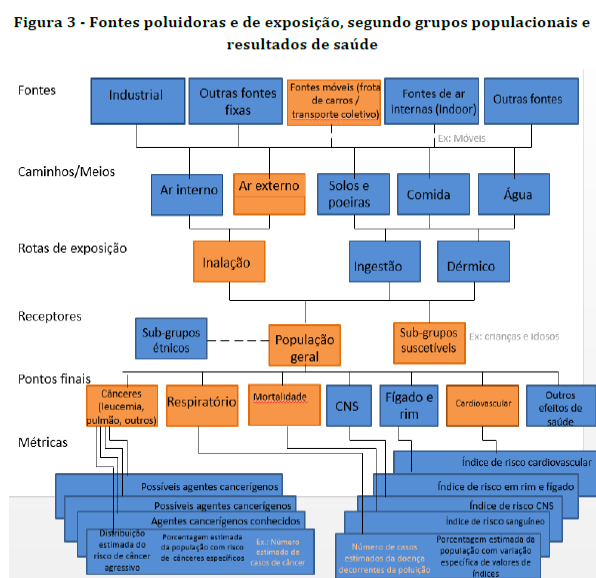
Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 25

Sempre é bom lembrar que os materiais particulados são misturas de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar. Sua composição e tamanho dependem da fonte de emissão: partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30 μm , emitidas por combustões descontroladas, dispersão mecânica, solo (poeiras ressuspensas do solo) e materiais da crosta terrestre, como pólen, esporos e cinzas vulcânicas; partículas pequenas, menores que 2,5 μm , pela combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores, termoelétricas, fogões a gás e tabaco.

Denominam-se MP2,5 as partículas inaláveis finas menores ou iguais a 2,5µm que atingem as vias respiratórias inferiores e alcançam os alvéolos. Apresentam a importante característica de transportar gases adsorvidos em sua superfície até onde ocorre a troca gasosa nos pulmões. A presença no ar de elementos particulados em quantidades acima dos padrões de qualidade do ar pode, mesmo em seres humanos menos suscetíveis, afetar a respiração, agravar doenças cardiovasculares preexistentes ou afetar o sistema imunológico. No entanto, a sua periculosidade aos seres humanos depende do tamanho da partícula inalada e da suscetibilidade individual.

Muito esclarecedora é a figura 09, que apresenta as fontes de poluição por diesel e os caminhos que a exposição dessa fonte poluidora provoca na saúde:

Figura 09 – Fontes poluidoras e de exposição, segundo grupos populacionais e resultados na saúde



Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 35

A tabela 19 mostra o número de mortes e internações hospitalares incluídas nas projeções:

Tabela 19 – Mortes e internações hospitalares incluídas nas projeções

Tabela 7 - Mortes e internações hospitalares incluídas nas projeções

Mortalidade	Grupos CID-10	Grupos etários
1) Todas as mortes	Todos (capítulo I a XVI da CID-10)	Todos
Internações e gastos	Grupos CID-10	Grupos etários
1) Câncer	Neoplasia maligna de traquéia brônquios e pulmões	40 anos e mais
2) Cardiovascular		
AVC	Acid vascular cerebral não espec hemorrág ou isquem	
HI	Hemorragia intracraniana	
IAM	Infarto agudo do miocárdio	40 anos e mais
IC	Infarto cerebral	
ODIC	Outras doenças isquêmicas do coração	
3) Resp_crianças		
Pneumonia	Pneumonia	Até 5 anos
4)Resp_adultos		
	Bronquite enfsema e outr doenç pulm obstr crônico,	60 anos e mais
	Asma	
	Pneumonia	60 anos e mais

Fonte: Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 40

Após a inserção de fórmulas aritméticas, dados estatísticos e descrição da metodologia utilizada, o relatório apresenta suas conclusões. Na tabela 20 estão demonstrados os impactos progressivos da utilização do biodiesel no Estado de São Paulo:

Tabela 20 – Cenário estacionário de poluição – São Paulo

ANEXO 1

Tabela 9 - Cenário estacionário de poluição - São Paulo

	São Paulo			
	Cenário estacionário de poluição			
	2015	2018	2022	2025
B5	21,6	21,6	21,6	21,6
B7	21,43	21,43	21,43	21,43
B10	21,24	21,24	21,24	21,24
B15	20,9	20,9	20,9	20,9
B20	20,58	20,58	20,58	20,58

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 45

Nos próximos gráficos e tabelas, há clara demonstração da involução do número de mortes e internações, e da economia gerada com gastos na saúde (tanto pública como privada), para cada fração do biodiesel adicionado ao combustível fóssil tradicional (dados da região metropolitana de São Paulo):

Gráfico 04 – Número de mortes atribuíveis e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada

Gráfico 4 - Número de mortes atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025



Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade (SIM/DATASUS) e Projeções de mortalidade do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 48

Tabela 21 – Número de mortes atribuíveis e evitáveis para cada fração de biodiesel adicionada ano a ano

Relatorio-Final-COMPLETO x

www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2015/08/Relatorio-Final-COMPLETO_ago.pdf

49

INSTITUTO SAÚDE e SUSTENTABILIDADE

Tabela 15 - Número de mortes atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada ano a ano, 2015 a 2025 - RMSP

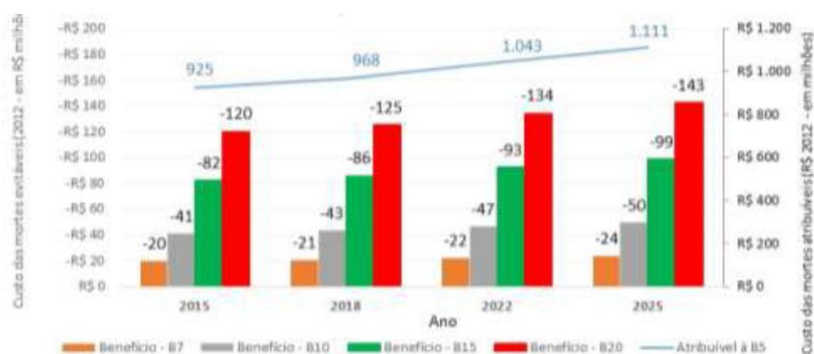
Mortes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Mortes atribuíveis (B5)	4.699	4.791	4.864	4.917	5.028	5.118	5.214	5.298	5.428	5.544	5.648
Benefício - B7	-100	-102	-103	-104	-107	-109	-111	-112	-115	-118	-120
Benefício - B10	-210	-214	-217	-220	-225	-229	-233	-237	-242	-248	-252
Benefício - B15	-418	-426	-433	-438	-448	-456	-464	-472	-483	-493	-503
Benefício - B20	-615	-624	-630	-637	-645	-670	-679	-683	-700	-711	-724

09:07 11/06/2018

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 49

Gráfico 05 – Custos das mortes atribuíveis e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada

Gráfico 5 - Custo das mortes atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025 (em R\$ milhões)

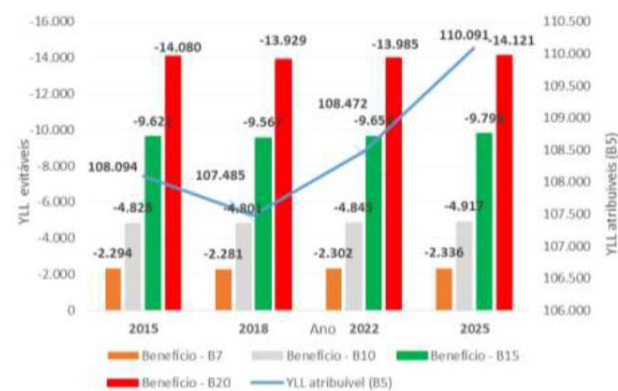


Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade (SIM/DATASUS), Projeções de mortalidade do IBGE (Revisão 2013) e IPEADATA (2012).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 49

Gráfico 06 – Número de anos de vida perdidos atribuíveis e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada

Gráfico 6 - Número de anos de vida perdidos (YLL) atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025



Fonte: Sistema de Informação de Mortalidade (SIM/DATASUS) e Projeções de mortalidade do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 52

Gráfico 07 – Número de internações públicas atribuíveis e evitáveis para cda fração de biodiesel adicionada

Gráfico 7 - Número de internações (públicas) atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025



Fonte: Sistema de Informação Hospitalar (SIH/SUS) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 53

Gráfico 08 – Número de internações (suplementar) atribuíveis e evitáveis para cada fração de biodiesel adicionada

Gráfico 8 - Número de internações (suplementar) atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025



Fonte: Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS/Tabnet) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 54

Tabela 22 – Total acumulado do número de internações públicas e privadas

Tabela 20 - Total acumulado do número de internações públicas e privadas - RMSP 2015 a 2025

FRAÇÃO DO BODIESEL	INTERNAÇÕES PÚBLICAS	INTERNAÇÕES PRIVADAS	TOTAL
Atribuível à B5	179.947	187.838	367.785
Benefício - B7	-3.582	-3.749	-7.331
Benefício - B10	-7.552	-7.901	-15.453
Benefício - B15	-15.092	-15.789	-30.881
Benefício - B20	-22.003	-23.019	-45.022

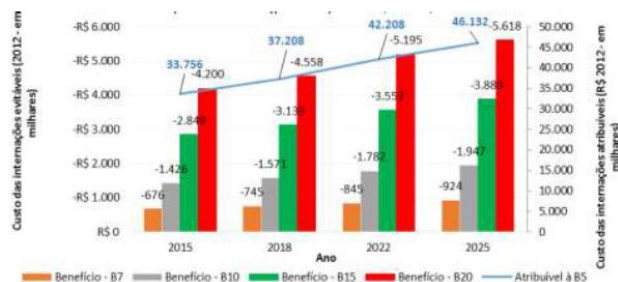
Fonte: Sistema de Informação Hospitalar (SIH/SUS), Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS/Tabnet) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 55

Gráfico 09 – Custos das internações públicas atribuíveis e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada



Gráfico 9 - Custo das internações (públicas) atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2018, 2022 e 2025 (em R\$ milhares)



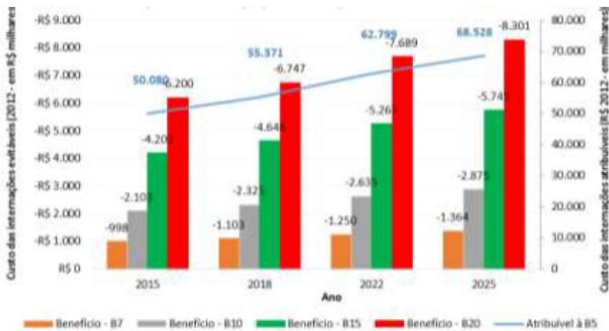
Fonte: Sistema de Informação Hospitalar (SIH/SUS) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Tabela 21 - Custo das internações públicas atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada ano a ano 2015 a 2025 - RMSP

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 56

Gráfico 10 – Custo das interações (suplementar) atribuíveis e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada

Gráfico 10 - Custo das interações (suplementar) atribuíveis (B5) e evitáveis para cada fração do biodiesel adicionada – RMSP 2015, 2018, 2022 e 2025 (em R\$ milhares)



Fonte: Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS/Tabnet) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 57

Tabela 23 – Total acumulado do custo das interações públicas e privadas



59

Tabela 23 - Total acumulado do custo das interações públicas e privadas - RMSP 2015 a 2025

Fração do biodiesel	Custo interação pública (R\$ de 2012)	Custo interação privada (R\$ de 2012)	Total (R\$ 2012)
Atribuível à B5	437.532.432	650.609.487	1.088.141.918
Benefício - B7	-8.763.423	-12.955.140	-21.718.563
Benefício - B10	-18.470.455	-27.309.003	-45.779.458
Benefício - B15	-36.902.617	-54.575.633	-91.478.250
Benefício - B20	-53.786.581	-79.564.322	-133.350.903

Fonte: Sistema de Informação Hospitalar (SIH/SUS), Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS/Tabnet) e Projeções de população do IBGE (Revisão 2013).

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 59

Tabela 24 – Número de mortes e internações atribuíveis e evitáveis à poluição**Tabela 30 - Número de mortes e internações atribuíveis e evitáveis à poluição – São Paulo e Rio de Janeiro, 2015 a 2025**

FRAÇÃO DO BIODIESEL	NÚMERO DE MORTES 2015 a 2025		NÚMERO DE INTERNAÇÕES 2015 a 2025		
	SP	RJ	SP1*	SP2**	RJ**
B5	56.550	51.475	187.838	179.947	59.688
B7	-1.200	-943	-3.749	-3.582	-1.011
B10	-2.526	-1.926	-7.901	-7.552	-2.067
B15	-5.033	-3.897	-15.789	-15.092	-4.195
B20	-7.319	-5.712	-23.019	-22.003	-6.166

*SP1: Interações Privadas

** SP2 e RJ: Interações Públicas

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 67

Tabela 25 – Custo das mortes e internações**Tabela 31 - Custo das mortes e internações – São Paulo e Rio de Janeiro, 2015 a 2025**

Fração do biodiesel	Custo mortes PIB (R\$2012) 2015 a 2025		Custo internações (R\$2012) 2015 a 2025		
	SP	RJ	SP1*	SP2**	RJ**
B5	11.129.350.349	6.601.638.050	650.609.487	437.532.432	112.326.
B7	-236.184.860	-120.955.422	-12.955.140	-8.763.423	-1.927.4
B10	-497.080.790	-247.034.958	-27.309.003	-18.470.455	-3.941.4
B15	-990.556.719	-499.809.902	-54.575.633	-36.902.617	-7.994.5
B20	-1.439.921.353	-732.609.053	-79.564.322	-53.786.581	-11.745.

*SP1: Interações Privadas

**SP2 e RJ: Interações Públicas

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 68

Tabela 26 – Número e custo de mortes de 2015 a 2025

Tabela 32 - Número de mortes de 2015 a 2025 - RMSP e RMRJ

NÚMERO DE MORTES DE 2015 A 2025 EM SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO	
B5	108.025
B7	-2.143
B10	-4.452
B15	-8.930
B20	-13.031

Tabela 33 - Custo de mortes de 2015 a 2025 - RMSP e RMRJ

CUSTO DE MORTES, DE 2015 A 2025, EM SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO	
B5	17.730.988.399
B7	-357.140.282
B10	-744.115.748
B15	-1.490.366.621
B20	-2.172.530.406

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 69

Tabela 27 – Número e custo de internações públicas de 2015 a 2025

Tabela 34 - Número de internações públicas de 2015 a 2025 - RMSP e RMRJ

NÚMERO DE INTERNAÇÕES PÚBLICAS DE 2015 A 2025 EM SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO	
B5	239.635
B7	-4.593
B10	-9.619
B15	-19.287
B20	-28.169

Tabela 35- Custo de internações públicas de 2015 a 2025 - RMSP e RMRJ

CUSTO DE INTERNAÇÕES PÚBLICAS DE 2015 A 2025, EM SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO	
B5	549.858.634
B7	-10.690.852
B10	-22.411.869
B15	-44.897.202
B20	-65.532.492

Fonte: Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015, p. 69

Ressalte-se que a pesquisa abrangeu as regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte e Recife.

Em sua conclusão, o relatório enfatiza que “há evidências que mostram a externalidade positiva que políticas públicas em outros setores exercem sobre a saúde da população. Neri e Kume (2007), por exemplo, analisaram o efeito da mudança do Código Brasileiro de Trânsito em 1998 sobre o número de mortes causadas por acidentes de trânsito entre 1998 e 2004. Os resultados apontam que a adoção de medidas mais severas, reduziu as mortes de trânsito no Brasil em até 5,8%. Isso representa mais de 26,3 mil vidas salvas e uma economia de R\$ 71 bilhões, segundo OPAS/OMS (2005), referentes às perdas econômicas decorrentes de cuidados com saúde (incluindo remoção e traslados) geração de produto na economia entre 1998 e 2004.

Em relação às políticas do próprio setor saúde, Francisco et al (2005) analisaram o efeito da política de vacinação contra influenza nos coeficientes de mortalidade por doenças respiratórias em idosos entre 1980 e 2000 no Estado de São Paulo. A vacinação para a população idosa iniciou-se em 1999. Os resultados apontaram que a vacinação ajudou a reduzir a mortalidade por pneumonia em idosos. Enquanto a média da taxa de mortalidade por doenças respiratórias na população idosa era da ordem de 5,08 óbitos por 1.000 idosos entre 1980 a 1998, esse valor se reduziu para 4,72 óbitos por mil idosos em 2000, mostrando o efeito da política de vacinação. Caso a população fosse a mesma em 1998 e 2000, significaria uma redução de 1.043 mortes em idosos em um ano no Estado de São Paulo. Fazendo uma analogia ao presente estudo, seria observada uma redução de mais de 600 mortes no ano de 2015 apenas na Região Metropolitana de São Paulo com 20% de biodiesel.

Os resultados apontam que políticas de incentivo ao biodiesel na matriz energética, podem reduzir significativamente os efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde na população e seus custos associados, bem como o benefício à economia e desenvolvimento sustentável do país.”⁸⁶

O outro relatório, elaborado em maio de 2017 com o título “Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da

⁸⁶ idem

matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo”⁸⁷, o Instituto propôs que “a avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrentes da substituição do diesel por uma matriz energética limpa no transporte público sobre rodas no município de São Paulo foi determinada para três cenários, de 2017 até 2050: 1) o pior cenário, que reflete a continuidade das políticas atuais para toda a frota; 2) o cenário 100% renováveis, que considera a substituição do diesel por uma combinação de três tipos de matriz energética limpa: Biodiesel (B100), Híbrida (B100 + Elétrica) e Elétrica; e, 3) o cenário otimista, que considera a substituição de 100% de diesel por matriz elétrica a partir de 2020. O cenário 1 avalia a os efeitos sobre a saúde e sua valoração atribuíveis à poluição atmosférica na cidade devido à concentração ambiental de particulados fino. Os cenários 2 e 3 avaliam os riscos evitáveis a partir da intervenção da substituição do diesel (B7 - 7% de adição de biodiesel ao diesel) por uma matriz energética limpa em diferentes composições. Mantendo-se o padrão das políticas adotadas para toda a frota em 2017 - o uso de B7 - na matriz energética de transporte público durante 33 anos, entre 2017 a 2050, contabilizam-se 178.155 mortes atribuíveis à poluição do ar devido ao MP2,5 no MSP. Considerando a perda de produtividade, estima-se o custo destas mortes precoces em aproximadamente R\$ 54 bilhões em valores de 2015. Com a substituição da matriz energética de transporte público pelo Cenário 2 [composição por três tipos de matriz energética limpa: B100 + Híbrido (B100 + Elétrico) + Elétrico], estimam-se 12.191 vidas salvas até 2050, que passariam a 12.796 vidas salvas se já se tivesse adotado a matriz 100 % Elétrica – 605 mais vidas salvas que o cenário anterior. O que significa valores evitados em mortes (perda de produtividade evitada) estimados em R\$ 3,6 bilhões no caso do benefício pela introdução do cenário 2, e em R\$ 3,8 bilhões se tivesse sido adotado o cenário 3, uma diferença de R\$ 227,6 milhões em perda de produtividade evitada. Em relação às internações públicas e privadas, seriam contabilizadas 189.298 internações públicas com custo estimado em R\$ 634,7 milhões. Com a introdução do cenário 2, estima-se, até 2050, a redução de 13.082 internações públicas, que passariam a ser 13.723 internações evitadas caso o

⁸⁷ **Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo.** Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017. Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2017/05/GP_ISS_Relatorio_ImpactosOnibusSP-1.pdf Acesso em 11/06/18

cenário 3, a matriz 100% elétrica, já tivesse sido adotada. A substituição da matriz energética atual pelos cenários 2 e 3, representa uma economia de aproximadamente R\$ 44,5 milhões e R\$ 46,5 milhões, respectivamente, em relação ao B7. As mortes e doenças atribuíveis à poluição são efetivamente evitáveis e as medidas para isso são conhecidas. Esse panorama reflete a visão da política (R)evolução energética, que, além de contribuir para o objetivo maior do Acordo de Paris, a redução das emissões de gás efeito estufa, também diminuirá a poluição do ar e aumentar a qualidade de vida nas suas cidades, assim como proteger a biodiversidade e os direitos de populações tradicionais.”

As ponderações, sugestões e a conclusão desse relatório serão abordadas, com mais detalhes, no capítulo 6.

6. CUSTO-BENEFÍCIO

Quando o administrador público for elaborar uma política de transporte urbano, deverá ter em mente que os gastos para a aquisição e manutenção de um ônibus elétrico são elevados.

No entanto, as doenças, internações hospitalares e mortes que serão evitadas com a adoção dessa matriz energética, implicarão, ainda que a médio e longo prazos, uma considerável redução dos gastos públicos com saúde.

O produto dessa relação entre gastos imediatos no transporte e a redução de despesas na área de saúde, pendem, favoravelmente, à esta última perspectiva.

Apesar de não trazer resultados imediatos nas contas públicas, é inegável que esse novo investimento público é altamente vantajoso para a sociedade.

6.1 BENEFÍCIOS MEDIATOS E IMEDIATOS

Conforme já ressaltado, o Instituto Saúde e Sustentabilidade⁸⁸ avaliou os dados ambientais de poluição atmosférica dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, durante o período de 2006 a 2012, estimando o seu impacto em saúde pública (mortalidade e internações por doenças cardiorrespiratórias e câncer de pulmão) e sua valoração em gastos públicos e privados. As médias anuais de MP2,5 de ambos os estados se situaram 2 a 2,5 vezes acima do padrão da OMS (10 µg/m³) em todos os anos analisados. As concentrações médias anuais de MP2,5 nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, em 2011 e 2012, encontraram-se em níveis acima do padrão preconizado pela OMS (10 µg/m³) – média anual 21,6 µg/m³ em São Paulo e 24,8 µg/m³ no Rio de Janeiro. Sob o prisma das cidades, em 2011, no estado de São Paulo, os 29 municípios estudados, sem exceção, apresentaram média anual de MP2,5 acima do padrão da OMS e 12 municípios apresentaram níveis acima da cidade de São Paulo. No estado do Rio de Janeiro, em 2012, todos os 15 municípios apresentaram média anual de MP2,5 acima do padrão da

⁸⁸ idem

OMS, sendo seis deles mais poluídos que a cidade do Rio de Janeiro. Em 2011, e em relação à mortalidade atribuível à poluição no estado de São Paulo, contabilizaram-se 17.443 mortes, e no Rio de Janeiro, 5.171 mortes. Considerando-se as mortes atribuíveis no estado de São Paulo para os seis anos do estudo, 2006 a 2011, observaram-se 99.084 mortes que podem estar relacionadas à poluição. Em relação às internações (por doenças isquêmicas cardiovasculares e cerebrovasculares, neoplasias do trato respiratório, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções pulmonares), verificaram-se, para São Paulo, 68.499 internações públicas atribuíveis à poluição em 2011. Os gastos públicos e da rede suplementar de saúde em internações foram, respectivamente, em torno de R\$76 milhões e R\$170 milhões, totalizando os gastos em saúde em R\$246 milhões no estado (INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE, 2013; 2014).

Bell e colaboradores (2006) mostraram que, se houvesse redução de 10% de poluentes entre 2000 e 2020, na cidade de São Paulo, acarretaria redução de 114 mil mortes, 138 mil visitas de crianças e jovens a consultórios, 103 mil visitas a prontos-socorros por doenças respiratórias, 817 mil ataques de asma, 50 mil casos de bronquite aguda e crônica e evitaria sete milhões de dias restritivos de atividades e 2,5 milhões de dias de absenteísmo em trabalho.

Henschel e colaboradores (2012) realizaram uma revisão sistemática sobre estudos de intervenção da poluição do ar externo, que ocorreram de fato, e que avaliassem a associação da melhoria na qualidade do ar e os efeitos positivos na saúde. O estudo conclui que há evidências de que a diminuição dos níveis de poluição do ar na sequência de uma intervenção, resulta em benefícios na saúde pública em geral e, principalmente, no que se refere à redução da mortalidade e morbidade cardiovascular e respiratória, bem como economia em gastos de saúde pública. As alterações na qualidade do ar descritas, representam um experimento natural que permitiu avaliar os impactos reais na saúde decorrentes da poluição do ar.

Em 2014, apenas 11 unidades federativas e 1,7% dos municípios brasileiros apresentavam monitoramento da qualidade do ar, dado por 252 estações de monitoramento (INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE, 2014; IEMA, 2014). A região Sudeste representava 78% dos municípios monitorados; São Paulo e Rio de

Janeiro apresentavam em seus respectivos territórios, uma quantidade de estações muito superior às de outros estados, 86 e 80 estações, seguidos pelo estado do Rio Grande do Sul, com 20 estações. Já as cidades com mais estações são Rio de Janeiro e São Paulo com, respectivamente, 22 e 25 estações. No entanto, nem todos os poluentes eram monitorados em todas as estações, inviabilizando a avaliação da qualidade do ar de alguns compostos nos locais monitorados. O MP10 era monitorado em 82% das estações e o ozônio em 46% delas. No que se refere à tecnologia utilizada na rede, 137 eram estações automáticas (59%). As estações automáticas permitem que as informações sobre qualidade do ar sejam informadas praticamente em tempo real e há geração contínua de dados horários.

Fajersztajn e Saldiva (2014) identificaram que a cobertura do monitoramento da qualidade do ar em países em desenvolvimento, bem como a divulgação das informações sobre qualidade do ar ainda são escassas. Concluem que é pouco provável que a qualidade do ar seja melhorada sem dados, já que as informações são fundamentais para a gestão desse recurso.

Em 2014, o CONAMA criou um grupo de trabalho para a revisão da Resolução 03/1990. Após um ano de reuniões, sem consenso entre os representantes sobre a determinação do prazo para os novos padrões entrarem em vigor, a proposta final não foi aprovada e a decisão final está suspensa desde então. O Instituto Saúde e Sustentabilidade participou das reuniões, dando apoio técnico ao Ministério Público Federal, quando decidiu realizar um estudo, já publicado, cujos resultados têm como finalidade informar ao gestor público o impacto sobre a saúde – o quanto se perde em vidas, adoecimento grave e recursos públicos ao adiar medidas que contribuam para a melhoria da qualidade do ar. Caso a poluição se mantenha aos patamares de hoje até 2030, um prazo de mais 15 anos, estimou-se o número total de 250 mil óbitos – que correspondem a 35 mortes ao dia, um milhão de internações hospitalares com dispêndio público de mais de R\$1,5 bilhão a preços de 2011, no estado de São Paulo (RODRIGUES et al., 2015). A magnitude dos resultados aponta para a necessidade de implementação de medidas para o controle da poluição do ar e o quanto antes possível.

Altos valores de referência de concentração de poluentes, dificultam o entendimento dos gestores e legisladores para atuarem em prol do controle dos níveis

de concentração de poluentes, protelam medidas efetivas para o combate da poluição atmosférica e, conseqüentemente, prejudicam a salvaguarda da saúde da população.

Além do monitoramento da qualidade do ar, o governo deve se comprometer a divulgar as informações decorrentes desse processo, de modo que os interessados/afetados pela poluição tenham conhecimento sobre o ambiente em que vivem e tenham a possibilidade de requerer seu direito a um ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1998; GOULDSON, 2004). Dar visibilidade aos problemas de poluição atmosférica, permite que os diversos atores da sociedade, e não apenas os tomadores de decisão, se mobilizem pela melhoria da qualidade do ar ou pela prevenção de seus efeitos (MCLAREN; WILLIAMS, 2015).

O acesso à informação é um dos aspectos fundamentais para o êxito de uma política ambiental (PARADA, 2011). O exercício dos direitos legislados, especialmente referente à qualidade do ar, exige a existência de cidadãos informados para promover a participação da população nos processos de tomada de decisão, o controle social, de forma a garantir o cumprimento das normas e melhorar a gestão da qualidade do ar (SOTO, 2010; HIGHT; KIRKPATRICK, 2006).

Embora não tenham sido encontradas revisões sistemáticas sobre custo-efetividade, revisão de Henschel e colaboradores (2012) apresentou evidências de redução de custos com internação e doenças decorrentes da menor exposição ao material particulado associados a vários tipos de intervenções reais, e não simuladas.

Por exemplo, Ubido e Scott-Samuel (2015) mostraram, por meio do estudo de Woodward e colaboradores (2010), o impacto sobre o orçamento da saúde de um aumento de 5% no uso de bicicletas para distâncias menores que 7 km. Após a contabilização de custos adicionais associados com lesões e mortes de ciclistas, estimou-se que a economia líquida anual de saúde totalizou US\$ 200 milhões, ou cerca de 1,6% do orçamento anual da saúde da Nova Zelândia.

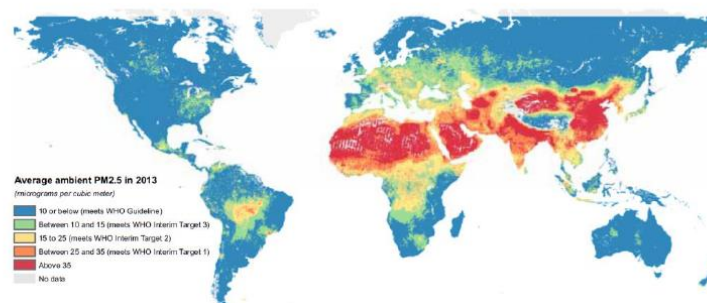
No relatório de maio de 2017⁸⁹, o Instituto Saúde e Sustentabilidade volta a mencionar os impactos do material particulado presente no ar na saúde da população. Mapas produzidos pelo Banco Mundial em 2016 estão inseridos no estudo:

⁸⁹ idem

Figura 10 – Localizações onde o material particulado excede o padrão da OMS

14

Figura 4 - Localizações no mundo onde a concentração de Material Particulado excede o padrão de qualidade do ar preconizado pela OMS em 2013.



Source: Brauer et al. 2016.

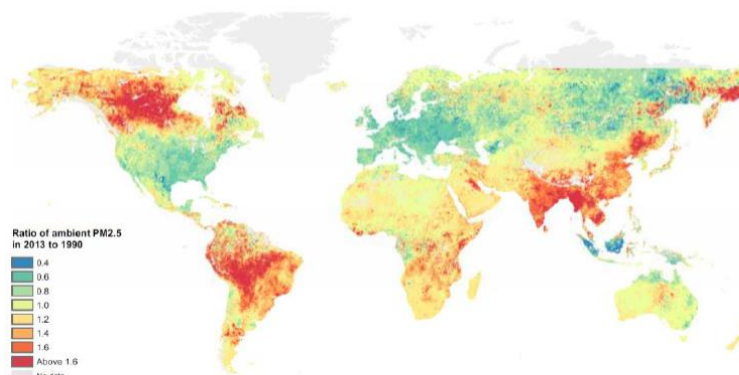
Note: Reprinted with permission from Ambient Air Pollution Exposure Estimation for the Global Burden of Disease 2013. Brauer M, Freedman G, Frostad J, van Donkelaar A, Martin RV, Dentener F, van Dingenen R, Esler K, Amiri H, Apte JS, Balakrishnan K, Barneiro L, Broday D, Feigin V, Ghosh S, Hopke PK, Iribarren L, Kokuho Y, Liu Y, Ma S, Morawska L, Sangrador JL, Shaddick G, Anderson HR, Vos T, Forouzanfar MH, Burnett RT, Cohen A. Environ Sci Technol. 2016 Jan 5; 50(1): 79-86. doi: 10.1021/acs.est.5b03709. Copyright 2016 American Chemical Society.

Fonte: The World Bank, 2016

Fonte: Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017, p. 14

Figura 11 – Localizações dos diferentes níveis de concentração do material particulado fino

Figura 5 - Localizações dos diferentes níveis da razão: concentração da média anual 2013/1990 de MP_{2,5}.



Source: Brajer et al. 2016.
 Note: Areas of darker red indicate regions with the largest relative increases in annual average PM_{2.5}, with areas of darker blue indicating regions with the largest relative decreases. White areas indicate no data. Reprinted with permission from Ambient Air Pollution Exposure Estimation for the Global Burden of Disease 2015. Brajer M, Freedman G, Frostad J, van Donkelaar A, Martin RV, Cohen P, van Dongen R, Ezzini K, Amini H, Apte JS, Balakrishnan K, Barregard L, Broday L, Broday D, Feigin V, Ghosh S, Hoggan P, Kishor LD, Kulkarni Y, Liu Y, Ma S, Morawska L, Samrago J, Shadick G, Anderson HR, Vos T, Forouzanfar MH, Burnett RT, Cohen A. Environ Sci Technol. 2016 Jan 6; 50(1):79-88. doi: 10.1021/acs.est.5b03708. Copyright 2016 American Chemical Society.

Fonte: The World Bank, 2016

Fonte: Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017, p. 14

Na sequência, o estudo informa que “A Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC), vinculada à Organização Mundial da Saúde (OMS), anunciou, em 2013, a classificação da poluição do ar exterior como cancerígena, o que significa que o ar contaminado por si só, independente da concentração de poluentes ou do grau de exposição da população, passa a ser considerado uma causa ambiental de mortes por câncer. Além do ar poluído, o poluente material particulado (MP) também foi classificado como substância carcinogênica. Além de causar o câncer de pulmão, há a associação comprovada ao câncer da bexiga (IARC, 2013). Em resumo, o risco de desenvolver os dois tipos de câncer é significativamente maior em pessoas expostas à poluição atmosférica. Os dados mais recentes da agência mostram que, em 2010, mais de 223 mil pessoas morreram de câncer de pulmão relacionado à poluição do ar (IARC, 2013).”

Compilando pesquisas anteriormente realizadas, os autores prosseguem: “A variação tóxica ambiental pode afetar a saúde de maneiras e níveis de gravidade diversos, já muito bem estabelecidos na literatura mundial, a qual relaciona a poluição do

ar à depressão, ao maior risco de arritmias e infarto agudo do miocárdio; bronquite crônica e asma (Doenças Pulmonares Obstrutivas Crônicas - DPOC); obesidade e câncer do pulmão e bexiga (DOCKERY et al., 1993; POPE et al., 1994; POPE et al., 1995; BRAGA et al., 2001; CONCEIÇÃO et al., 2001; POPE et al., 2002; POPE et al., 2004; ANDERSON et al., 2004; FARHAT et al., 2005; PETERS, 2005; CANÇADO, 2006; LADEN et al., 2006; WHO, 2006; POPE & DOCKERY, 2006; NASCIMENTO et al., 2006; ULIRSCH et al., 2007; LEPEULE et al., 2012; CAREY et al., 2013). Reduções das concentrações de particulados finos chegam a expressar 15% de acréscimo na expectativa de vida (POPE, 2009). Sob o prisma da saúde das crianças, a situação é ainda mais alarmante. A criança, antes mesmo de nascer, já sofre as consequências da poluição atmosférica, comprovadas por estudos que demonstram retardo do crescimento intrauterino, menor peso ao nascer, maior mortalidade intrauterina e maior mortalidade neonatal (PEREIRA et al., 1998; LIN et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005)."

Sobre a atividade normativa brasileira, no que tange ao controle de emissão de poluentes atmosféricos, o Instituto assevera que "O primeiro dispositivo legal decorrente do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR - BRASIL, 1989) foi a Resolução CONAMA nº 03/1990 (BRASIL, 1990), que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar, ainda hoje em vigor, sem nenhuma atualização dos novos conhecimentos científicos sobre o tema há 25 anos. O PRONAR também não foi cumprido, o monitoramento da qualidade do ar ocorre em apenas 1,7% dos municípios e 11 unidades federativas no Brasil. (INSTITUTO SAUDE E SUSTENTABILIDADE 2014). Além disso, os avanços em medidas para redução de emissão de poluentes são seguidos por retrocessos. Como exemplo e tema desta pesquisa, a Lei da Mudança do Clima, Lei nº 14.933/2009, que determina a substituição da matriz energética limpa e renovável para a frota de transporte público coletivo no município de São Paulo, não será cumprida".

Neste último aspecto, como o prazo para cumprimento da meta iria se esgotar neste ano de 2018, o legislador postergou a substituição total da frota por mais 20 anos. O tema foi abordado no capítulo 4.3.

Com o objetivo de fornecer subsídios para o gestor público na elaboração de políticas públicas visando a melhora da qualidade do ar, o Saúde e Sustentabilidade revelou o número total de 250 mil óbitos e um milhão de internações com dispêndio

público de mais de R\$ 1,5 bilhão a preços de 2011, no Estado de São Paulo (RODRIGUES, 2015), caso a poluição se mantivesse aos patamares de 2012, até 2030. Significam 35 mortes ao dia no Estado de São Paulo.

Relevante também é a menção às pesquisas do Greenpeace: “O estudo [R]evolução Energética (2016) mostra como o Brasil poderá abandonar aos poucos as fontes fósseis de energia e chegar à metade deste século com 100% de sua matriz energética verdadeiramente limpa e renovável (GREENPEACE, 2016).

Uma das suas premissas do estudo [R]evolução Energética é a eliminação do uso de todos os combustíveis fósseis na matriz energética, zerando as emissões do setor. A Revolução no setor de transportes prevê a redução no consumo total de energia em 61% em relação ao cenário base. Para isso, serão necessárias medidas como introdução dos motores elétricos, transição do transporte de cargas do modal rodoviário para o ferroviário, maior eficiência logística, e priorização do transporte público e de deslocamentos não motorizados nas áreas urbanas. Tecnologias que permitam o uso da eletricidade como fonte de energia serão fundamentais para a renúncia aos combustíveis fósseis. Além disso, os biocombustíveis têm papel importante em situações em que o uso da eletricidade não é o mais indicado – como em aviões e alguns automóveis. No [R]evolução Energética, o uso da eletricidade para os transportes alcançará 25% do consumo deste setor, contra apenas 1% no cenário base. Os biocombustíveis, que hoje têm participação de 19%, alcançarão 47% em 2050 (GREENPEACE, 2016).

Investir na transição para um transporte 100% renovável, ao mesmo tempo que transportes coletivos e não motorizados são priorizados, é uma ação com poder de reduzir as desigualdades sociais, diminuir gastos públicos, reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e trazer melhorias significativas de qualidade de vida. ‘Essa trajetória pode transformar as cidades em lugares melhores para viver, trabalhar e se divertir’ (GREENPEACE, 2016).”

Uma das hipóteses aventadas pelo grupo de pesquisadores afirma que “A substituição da matriz energética limpa, constituída pelas matrizes Biodiesel (B100), Híbrida (B100 + Elétrica) e Elétrica, em substituição aos combustíveis fósseis de transporte coletivo público na cidade de São Paulo, irá resultar na diminuição da emissão de particulados, que por sua vez irá reduzir os impactos em saúde, em morbidade e

mortalidade, e seus respectivos custos.”

Na tabela 25 abaixo, num dos cenários imaginados, uma das propostas do Greenpeace para a mudança da frota:

Tabela 28 – Proposta de transição da matriz energética

GP_ISS_Relatorio_Impactos x

Seguro | https://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2017/05/GP_ISS_Relatorio_ImpactosOnibusSP-1.pdf

Tabela 1 - Proposta Transição Matriz Energética - Cenário 2 (determinada pelo Greenpeace)

ANO	DIESEL	B100	B100 + ELÉTRICO	ELÉTRICO	FROTA TOTAL
2017	13274	500	272	728	14774
2018	8016	1000	1500	2500	13016
2019	3516	2000	3000	4500	13016
2020	0	2000	4016	7000	13016
2021	0	2000	4016	7000	13016
2022	0	2000	4016	7000	13016
2023	0	2000	4016	7000	13016
2024	0	2000	4016	7000	13016
2025	0	2000	4016	7000	13016
2026	0	2000	4016	7000	13016
2027	0	2000	4016	7000	13016
2028*	0	1500	4016	7500	13016
2029*	0	1000	4016	8000	13016
2030*	0	0	4016	9000	13016
2031	0	0	4016	9000	13016
2032	0	0	4016	9000	13016
2033**	0	0	3744	9272	13016
2034**	0	0	2516	10500	13016
2035**	0	0	1016	12000	13016
2036	0	0	1016	12000	13016
2037	0	0	1016	12000	13016
2038***	0	0	0	14968	14968
2039	0	0	0	14968	14968
2040	0	0	0	14968	14968
2041	0	0	0	14968	14968
2042	0	0	0	14968	14968
2043	0	0	0	14968	14968
2044	0	0	0	14968	14968
2045	0	0	0	14968	14968
2046	0	0	0	14968	14968
2047	0	0	0	14968	14968
2048	0	0	0	14968	14968
2049	0	0	0	14968	14968
2050	0	0	0	14968	14968

Comentários do Greenpeace:
 * Substituição dos ônibus B100 comprados em 2017 por elétricos.
 ** Substituição dos ônibus híbridos e elétricos comprados em 2017 por elétricos.
 *** Possível renovação da licitação por mais 20 anos. Usando projeção do PIB (segundo Itaú BBA) de 3,5% a.a. a partir de 2020 e um aumento de 15% na demanda por TP

15:15 02/09/2018

Fonte: Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017, p. 27

A proposta idealizada pelo Instituto, utiliza várias metodologias em três áreas do conhecimento científico. Veja a figura 12:

Figura 12 – As três áreas utilizadas para a pesquisa

Figura 8 - Três áreas utilizadas em etapas para responder à proposta da pesquisa



1. Ambiental, para estimar a concentração de material particulado, poluente envolvido neste estudo no MSP, baseado em cenários de substituição do diesel por uma combinação de matriz energética: Biodiesel (B100), Híbrida (B100 + Elétrica) e Elétrica na frota de ônibus;
2. Epidemiológica, a partir dos resultados ambientais, estimar o impacto na saúde dos efeitos dos novos cenários de matriz energética, estudadas pelo número de internações devido às doenças atribuíveis à poluição atmosférica (doenças respiratórias, cardiocerebrovasculares e câncer de pulmão) e mortalidade geral; e
3. Econômica, que valora economicamente as internações hospitalares e a mortalidade.

Fonte: Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017, p. 30

Na tabela 29 abaixo, apresentam-se os resultados das concentrações de emissão de MP_{2,5} no universo diesel (basal) e, as estimativas, em percentagem e mcg/m³, dos valores da redução na emissão de material particulado fino para um dos cenários:

Tabela 29 – Valores da parcela do diesel do MP2,5 e da redução máxima que produzirá efeitos na saúde

GP_ISS_Relatorio_Impactos x

Seguro | https://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2017/05/GP_ISS_Relatorio_ImpactosOnibusSP-1.pdf

50

Tabela 10 - Cenário 2 - Valores da parcela diesel do MP_{2,5} e da redução máxima que produzirá efeitos na saúde

ANO	CONCENTRAÇÃO MP _{2,5}			ATRIBUÍVEL À FONTE	CENÁRIO 2 RAZÃO EMISSÃO
	BASAL	ESTIMADA	VARIACAO		
2015	18,60	18,600	0,000	0,654	1,000
2017	18,60	18,542	0,058	0,596	0,911
2018	18,60	18,338	0,262	0,392	0,600
2019	18,60	18,185	0,415	0,239	0,365
2020	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2021	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2022	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2023	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2024	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2025	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2026	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2027	18,60	18,041	0,559	0,095	0,145
2028	18,60	18,026	0,574	0,080	0,123
2029	18,60	18,012	0,588	0,066	0,101
2030	18,60	17,983	0,617	0,037	0,057
2031	18,60	17,983	0,617	0,037	0,057
2032	18,60	17,983	0,617	0,037	0,057
2033	18,60	17,980	0,620	0,034	0,053
2034	18,60	17,969	0,631	0,023	0,035
2035	18,60	17,955	0,645	0,009	0,014
2036	18,60	17,955	0,645	0,009	0,014
2037	18,60	17,955	0,645	0,009	0,014
2038	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2039	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2040	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2041	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2042	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2043	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2044	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2045	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2046	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2047	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2048	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2049	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000
2050	18,60	17,946	0,654	0,000	0,000

Windows 10

Digite aqui para pesquisar

15:18 02/09/2018

Fonte: Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2017, p. 50

O Instituto Saúde e Sustentabilidade conclui o trabalho ponderando que “Mantendo-se o padrão das políticas adotadas para toda a frota em 2017 - o uso de B7 - na matriz energética de transporte público durante 33 anos, entre 2017 a 2050, contabilizam-se 178.155 mortes atribuíveis à poluição do ar devido ao MP_{2,5} no MSP. Considerando a perda de produtividade, estima-se o custo destas mortes precoces em aproximadamente R\$ 54 bilhões em valores de 2015.”

Outro ponto interessante é o de que o “impacto em morbidade obtido está bastante subestimado, haja vista que é esperado que o número de eventos para esse desfecho seja da ordem de 70 a 100 vezes maior que o de mortes. Neste trabalho essa relação ficou na ordem de 1:1. Isso pode ser explicado por estar sendo utilizado apenas um pequeno grupo de desfechos em morbidade, dada a pequena cobertura de estudos epidemiológicos ambientais e fontes restritas confiáveis de dados desses atendimentos.

Outro motivo para considerar os resultados muito conservadores, é que apesar do

estudo considerar a projeção populacional e seus reflexos na morbi-mortalidade, a concentração ambiental foi mantida fixa, sem nenhum crescimento, apesar disso, o que em tese é improvável, pois com o aumento da população, a demanda por transportes e o aumento esperado no nível de atividade econômica também traria um aumento nas emissões.

Deve-se lembrar, finalmente, que o conhecimento científico, apesar de ter crescido muito desde a segunda metade do século passado, ainda é insuficiente para esclarecer os mecanismos de atuação da poluição sobre a saúde e mesmo identificar todos os impactos no organismo humano, mas sinalizam também para aspectos cognitivos e sequelas, no caso de gestações em ambiente poluído, no desenvolvimento humano em toda a sua vida, efeitos esses sequer cogitados ou passíveis de serem calculados, mostrando apenas que, se hoje já somos capazes de identificar forte impacto em saúde, qualquer atuação também trará maiores benefícios para a saúde da população.

O Relatório Metodologia para Valorar os Impactos da Poluição Atmosférica na Saúde (World Bank Group, 2016) utiliza duas abordagens para avaliar os custos da mortalidade prematura: (1) uma abordagem baseada no bem-estar que monetiza o aumento do risco de fatalidade da poluição do ar de acordo com o desejo dos indivíduos pagarem para evitarem o risco (*Willing To Pay*); e, (2) uma abordagem baseada no rendimento que equipara o custo financeiro da mortalidade prematura com o valor presente dos rendimentos perdidos durante a vida. Cada uma dessas abordagens é dada igual peso, embora eles são adaptados para diferentes fins (World Bank Group, 2016).

No caso desse estudo, optou-se por utilizar apenas o cálculo dos rendimentos perdidos ao longo dos anos, tendo em vista o seu objetivo em políticas públicas.

Considerou-se a perda de produtividade do trabalhador, dada pela multiplicação da renda média mensal do trabalho para a população produtiva pelas mortes precoces, atribuíveis à poluição atmosférica - considerando os anos de vida perdidos pela morte precoce até 2050, ano limite imposto aos cenários estudados nesta pesquisa. No caso de mortes evitáveis, multiplicou-se o número de mortes evitáveis de cada cenário, pelo rendimento médio, a preços de 2015.”

Citando dados da OECD (2016), “as consequências macroeconômicas no mercado devido à poluição do ar são a perda de produtividade, gastos em assistência

em saúde e perda do rendimento das colheitas agrícolas, que juntos levarão ao aumento gradual do custo econômico global de 0,3 em 2015 a 1% do PIB global em 2060.

Os custos anuais de assistência em saúde relacionados à poluição atmosférica aumentarão, em 2060, para US\$ 176 bilhões em relação aos US\$ 21 bilhões em 2015 e a perda de produtividade por doenças relacionadas à poluição atmosférica saltará para 3,7 bilhões (em 2060), em relação a 1,2 bilhões em 2015 (OECD, 2016).”

Agora com dados do Banco Mundial de 2016, demonstra-se “a perda de produtividade em relação ao PIB devido à poluição do ar externa. A parte de perda do PIB devido à poluição do ar é de 0,13% e ao MP2,5 é de 0,09% nos países da América Latina e Caribe (THE WORLD BANK, 2016).

Para o Greenpeace, além de ser uma solução para reanimar economias em crise, como é caso do Brasil, a transição rumo ao fim dos combustíveis fósseis criará oportunidades de mudanças positivas do ponto de vista social e ambiental. Enquanto as mudanças climáticas podem colocar em risco cerca de US\$ 2,5 trilhões em ativos financeiros – o equivalente a 1,8% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, o investimento em renováveis alavancará a economia. Alcançar 36% de energias renováveis na matriz energética global até 2030 (o equivalente a dobrar a participação destas em relação aos níveis de 2010) elevaria o PIB mundial em cerca de US\$ 1,3 trilhão. E, ainda, criaria 24,4 milhões de novos postos de trabalho e salvaria 4 milhões de vidas por ano (GREENPEACE, 2016).”

6.2 CUSTO DE AQUISIÇÃO E OPERACIONAL DE UM ÔNIBUS MOVIDO A COMBUSTÍVEL FÓSSIL

Na cidade de Santos, a atual concessionária do serviço de transporte público urbano é a empresa Viação Piracicabana S/A.

Até o mês de outubro de 2017, havia, apenas, um ônibus elétrico autônomo. O restante da frota é movido a combustível fóssil.

Indagada formalmente no dia 25 de maio de 2018, sobre os custos de aquisição e manutenção, tanto dos veículos elétricos, como daqueles movidos a óleo diesel, somente no dia 25 de junho de 2018 a empresa respondeu que “A Viação Piracicabana informa que, nesta oportunidade, está impossibilitada de consolidar resultados de forma clara e

precisa em relação à comparação de consumo entre veículos convencionais e elétricos, pois o período em que estes veículos estão em operação é demasiadamente curto para conclusões objetivas, diante da sua complexidade técnica.”

Portanto, as informações para esta pesquisa levam em conta os dados fornecidos em artigos científicos, reportagens e sítios eletrônicos de empresas e associações que estão envolvidas, direta ou indiretamente, na fabricação, importação, comercialização ou manutenção de ônibus elétricos movidos a bateria.

Como paradigma, cita-se um Ônibus Bepobus Citta, novo, no valor de R\$339.900,00 (trezentos e trinta e nove mil e novecentos reais).⁹⁰

Do mesmo modo que foi ressaltado no capítulo anterior, os dados sobre custos operacionais de um ônibus movido a combustível fóssil, vão ser externos ao Município de Santos.

6.3 CUSTO DE UM ÔNIBUS MOVIDO A ENERGIA ELÉTRICA

O preço inicial de um ônibus totalmente elétrico no mercado mundial ficará igual ao de um similar a diesel dentro de oito anos.

É o que prevê estudo da Bloomberg New Energy Finance, escrito pela analista Aleksandra O'Donovan, divulgado no início de fevereiro de 2018⁹¹ e noticiado no sítio eletrônico da Eletrabus⁹².

Isso será possível graças à queda contínua dos custos das baterias elétricas, que permitirá a equiparação do preço dos elétricos ao dos ônibus convencionais por volta de 2026. Hoje, dependendo do modelo, um ônibus elétrico pode custar mais do que o dobro do que um equivalente a diesel – a diferença está basicamente no preço das baterias.

A previsão da Bloomberg trata apenas do preço inicial de cada veículo, e não do custo total ao longo da vida útil. Não inclui custos de manutenção e o gasto médio da

⁹⁰ <https://veiculo.mercadolivre.com.br/MLB-1011389190-nibus-bepobus-citta- JM>. Acesso em 19/07/18

⁹¹ Bloomberg: **Electric Buses Will Take Over Half the World Fleet by 2025**. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/electric-buses-will-take-over-half-the-world-by-2025>. Tradução livre do inglês. Acesso em 27/05/18.

⁹² Eletrabus: Ônibus elétrico terá preço igual ao de similar a diesel em 2026. Disponível em: <http://www.eletrabus.com.br/2018/02/12/ate-2026-onibus-eletrico-custara-o-mesmo-que-similar-a-diesel/>. Acesso em 27/05/18.

eletricidade em relação ao diesel, bem inferiores nos ônibus elétricos. Ou seja, no médio prazo, mesmo tendo um preço inicial superior, os atuais ônibus elétricos tendem a ser mais econômicos do que os convencionais para o operador.

No mesmo estudo, a Bloomberg previu que em 2025 haverá 1,2 milhão de ônibus urbanos 100% elétricos no mundo, 99% deles rodando na China. Esse número será o triplo dos 386 mil elétricos de 2017, e representará 47% da frota global de ônibus urbanos. Em números absolutos, a China seguirá dominando o setor de transporte público elétrico com larga vantagem sobre qualquer outro país.

“A China vai liderar esse mercado, graças ao forte apoio doméstico e às agressivas metas de níveis (de poluição) nas cidades”, escreveu Aleksandra O’Donovan.

No Brasil, por exemplo, a Associação Brasileira do Veículo Elétrico prevê que em 2025 a frota nacional de ônibus elétricos puros será de 4.277 unidades, e a de híbridos, de 4.233. Total: 8.510, ou 0,71% do mercado mundial projetado pela Bloomberg para 2025.

Da mesma forma que foi ressaltado nos dois capítulos anteriores, diante da negativa da empresa que presta os serviços de transporte público no município de Santos, de fornecer informações sobre os custos operacionais e de aquisição de um ônibus elétrico, os dados são baseados em pesquisas científicas e reportagens.

6.4 ESTIMATIVA DE GASTOS DO SUS PARA O ATENDIMENTO E TRATAMENTO DAS DOENÇAS CAUSADAS POR AGENTES POLUIDORES DO AR

Em razão de uma imposição constitucional, foi criado no âmbito do Ministério da Saúde, o Sistema Único de Saúde (SUS), considerado um dos maiores sistemas públicos de saúde do mundo, que proporcionou o acesso universal ao sistema público de saúde, sem discriminação. A atenção integral à saúde, e não somente os cuidados assistenciais, passou a ser um direito de todos os brasileiros, desde a gestação e por toda a vida, com foco na saúde com qualidade de vida.⁹³

⁹³ Ministério da Saúde. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/index.php/sistema-unico-de-saude/sistema-unico-de-saude>. Acesso em 02/07/18.

A Constituição e, posteriormente, a Lei Orgânica da Saúde (lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990), intensificam debates já existentes acerca do conceito. Nesse contexto, entende-se que saúde não se limita, apenas, a ausência de doença; considerando, sobretudo, como qualidade de vida, decorrente de outras políticas públicas que promovam a redução de desigualdades regionais e promovam desenvolvimento econômico e social.

A rede que compõem o SUS é ampla e abrange tanto ações, como serviços de saúde. Ela engloba a atenção básica, média e de alta complexidade, os serviços de urgência e emergência, a atenção hospitalar, as ações e serviços das vigilâncias epidemiológica, sanitária, ambiental e de assistência farmacêutica.

Tendo como responsabilidade prover os órgãos do SUS de sistemas de informação e suporte de informática, necessários ao processo de planejamento, operação e controle, foi criado em 1991 o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).⁹⁴

Ele é um grande provedor de soluções de software para as secretarias estaduais e municipais de saúde, sempre adaptando seus sistemas às necessidades dos gestores e incorporando novas tecnologias, na medida em que a descentralização da gestão se torna mais concreta.

Assim sendo, através do acesso a esse sistema, é possível buscar informações sobre espécies de atendimento, data e cidade, dentre outras.

Como o objetivo do trabalho envolve a saúde da população afetada pela poluição do ar, foram inseridos, apenas, os dados sobre doenças do aparelho respiratório (CID 10, J00 a J99). Portanto, não são indicadas informações sobre doenças do sistema circulatório, que também podem ensejar morbimortalidade.

Levando-se em consideração a cidade de Santos, esses tipos de doença, e o período compreendido entre maio de 2013 e abril de 2018, os registros encontrados foram os seguintes⁹⁵:

- óbitos: 1.452
- internações: 14.784

⁹⁴ DATASUS: Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/datasus>. Acesso em 02/07/18

⁹⁵ DATASUS: Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niSP.def> - acesso em 02/07/18.

- média de permanência: 7,6 dias
- valor total gasto: R\$32.644.366,93 (trinta e dois milhões, seiscentos e quarenta e quatro mil, trezentos e sessenta e seis reais e noventa e três centavos)
- valor dos serviços hospitalares: R\$28.179.997,94 (vinte e oito milhões, cento e setenta e nove mil, novecentos e noventa e sete reais e noventa e quatro centavos)
- valor dos serviços profissionais: R\$4.448.819,94 (quatro milhões, quatrocentos e quarenta e oito mil, oitocentos e dezenove reais e noventa e quatro centavos).

Com base nesses dados, não é possível precisar, mas estimar o quanto a poluição do ar impacta na saúde da população e o impacto financeiro que isso traz para o sistema público de saúde.

Em Santos, apesar de formalmente indagado sobre o número de atendimentos por doenças respiratórias, num determinado período, o Hospital Ana Costa não prestou as informações.

Para apurar o quanto o Sistema de Saúde economizaria com a utilização de ônibus elétricos, e na falta de dados específicos e consistentes no Brasil, há que se adotar o valor apurado pelo estudo da Universidade de Columbia, adiante abordado, qual seja: US\$ 100 (aproximadamente R\$400,00 em julho de 2018) por habitante/ano.

Portanto, sob a perspectiva do denominado custo-benefício, não há dúvida de que a utilização de uma frota de ônibus urbano destinada ao transporte público municipal, movida a eletricidade, trará benefícios para a saúde e economia para o erário.

6.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TROCA DA FROTA DE ÔNIBUS URBANOS

Afora o custo de aquisição, conforme já ressaltado, não há desvantagens na troca da frota de ônibus urbanos destinados ao transporte público movida a combustíveis fósseis, por outra baseada em fontes alternativas e renováveis de energia.

Com sede em São Paulo, a Associação Brasileira do Veículo Elétrico é uma associação civil de direito privado, sem fins econômicos, que prioriza a atuação junto às autoridades e entidades empresariais relacionadas ao setor automotivo, visando a tomada de decisões que incentivem o desenvolvimento e utilização de veículos elétricos.

Num artigo publicado em seu portal, essa associação divulgou que⁹⁶, a exemplo de São Paulo, dois ônibus elétricos da BYD circulam em Brasília e possuem carroceria fabricada pela Marcopolo. O modelo é o D9W Torino, e foram lançados para transportar as delegações do 8º Fórum Mundial da Água, evento internacional que foi realizado entre os dias 17 e 23 de março de 2018, no Centro de Convenções Ulisses Guimarães e no Estádio Nacional Mané Garrincha.

Desde abril, os dois veículos atendem a linha que serve a Universidade de Brasília. São os primeiros ônibus totalmente elétricos a circular no Distrito Federal. O governador confirmou que concederá para a energia elétrica consumida pelos veículos, a mesma isenção de ICMS hoje oferecida na compra de ônibus a diesel. “Estamos caminhando a passos largos para a mobilidade sustentável, e, ao longo do tempo, queremos ampliar a frota de ônibus elétrico no Distrito Federal” – disse o governador.

Esses veículos têm autonomia de 300 km, emissão zero de poluentes e baixíssimo nível de ruído. Tem 13,20 m de comprimento, suspensão pneumática dianteira e traseira e ar condicionado. De acordo com o fabricante, cada Ebus (como são conhecidos) deixa de despejar na atmosfera 1,8 tonelada de CO₂ ao longo de uma rodagem média de 6 mil km/mês, além de 118,8 kg de óxidos de nitrogênio (NOx) e 1,152 kg de material particulado.

A comparação é feita com as emissões de um ônibus convencional a diesel Euro 5, em rodagem equivalente.

Fundada em 1995 na China, a BYD é hoje a maior empresa do mundo em mobilidade sustentável (ônibus, caminhões e automóveis) e painéis solares. Tem 40 fábricas e 220 mil funcionários em vários países.

A BYD do Brasil começou a operar em 2015, em Campinas (SP), com uma fábrica de ônibus elétricos e empilhadeiras e em 2017, inaugurou no mesmo local a sua fábrica de módulos para painéis fotovoltaicos. Tem 420 funcionários no Brasil.

Outra empresa também produz ônibus elétricos no Brasil. Trata-se da Eletra. Também apelidado de E-Bus, a fabricante o considera o primeiro ônibus elétrico brasileiro

⁹⁶ ABVE: **Ônibus elétrico da BYD já roda em Brasília com carroceria Marcopolo.** Disponível em: <http://www.abve.org.br/brasilia-tera-onibus-eletrico-da-byd-com-carrocacia-marcopolo/> Acesso em 27/05/18.

movido 100% a bateria⁹⁷.

Ele é resultado de uma parceria com as empresas japonesas Mitsubishi Heavy Industries e Mitsubishi Corporation.

É um veículo tracionado por um motor elétrico cuja única fonte de energia é um banco de baterias, instalado a bordo do veículo. É o mesmo sistema de tração de um trólebus comum, porém sem a necessidade de rede aérea externa, podendo operar em qualquer sistema viário.

A exemplo do seu concorrente, o veículo da Eletra tem como uma das características mais importantes, a emissão zero de gases poluentes na atmosfera.

Sua fonte de energia é um conjunto de 14 baterias, que exigem apenas três horas para recarga total, garantindo autonomia operacional de 200 km. O próprio veículo conta ainda com um sistema de recarga rápida, que pode ser feita em 5 minutos, oferecendo mais 11 km de autonomia.

O E-Bus é um veículo articulado de 18 metros, com chassi Mercedes-Benz, carroceria Induscar/Caio e motor elétrico Weg. Tem ar condicionado e capacidade para 150 passageiros.

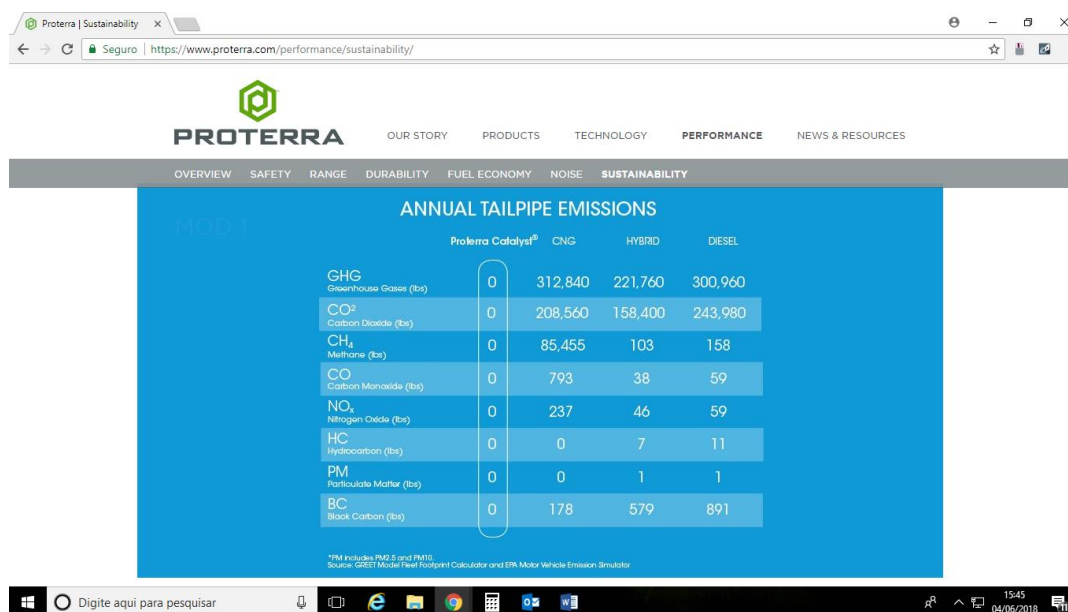
A tecnologia das baterias e das estações de recarga é da Mitsubishi Heavy Industries. Já o chassi, carroceria e todo o sistema elétrico de tração são fabricados no Brasil. São equipamentos semelhantes aos dos trólebus desenvolvidos pela empresa.

Sob o aspecto puramente ambiental, que leva em consideração a quantidade de poluentes gerados por veículos movidos a combustíveis fósseis, merece citação o quadro elaborado pela empresa americana Proterra, fabricante de ônibus elétricos, quanto à emissão de poluentes⁹⁸:

⁹⁷ ELETRABUS: **E-Bus: elétrico puro 100% a bateria.** Disponível em: <http://www.eletrabus.com.br/eletrico-puro/> Acesso em 24/05/18.

⁹⁸ PROTERRA: **Annual Tailpipe Emissions.** Disponível em: <https://www.proterra.com/performance/sustainability/> Tradução livre do Inglês. Acesso em 20/06/18

Gráfico 11 – Emissões anuais de escapamentos



Fonte: PROTERRA – Annual Tailpipe Emissions

6.5.1 Pesquisa encomendada pelo departamento de trânsito de Nova York

A pedido do departamento de trânsito de Nova York (NYC Transit), em maio de 2016 a Universidade de Columbia elaborou um estudo comparativo entre a frota de ônibus movida a combustíveis fósseis com a de ônibus elétricos na cidade⁹⁹.

O trabalho foi desenvolvido por Judah Aber. De início já afirmou que a frota atual de ônibus consiste, principalmente, em ônibus movidos a óleo diesel e a diesel híbrido, além de alguns movidos a GNV (gás natural comprimido).

A análise foi centrada na economia (financeira) da alternativa do ônibus elétrico, bem como nas considerações ambientais (emissões de gases de efeito estufa e poluição do ar). Além disso, foram feitas considerações sobre os possíveis requisitos de

⁹⁹ ABER, Judah. Columbia University: **Electric Bus Analysis for New York City Transit**. Disponível em: <http://www.columbia.edu/~ja3041/Electric%20Bus%20Analysis%20for%20NYC%20Transit%20by%20J%20Aber%20Columbia%20University%20-%20May%202016.pdf>. Tradução livre do inglês. Acesso em 24/05/18

implementação, questões e recomendações.

Os ônibus da NYC Transit e da MTA (Metropolitan Transportation Authority) têm uma frota combinada de cerca de 5.700 ônibus para o transporte público na cidade de Nova York.

Os ônibus elétricos têm emissões de gases de efeito estufa (GEE) muito inferiores aos da frota atual. Uma mudança de toda essa frota de ônibus atual para ônibus elétricos, resultaria em uma redução de emissões, dentro da cidade, de aproximadamente 575.000 toneladas métricas de CO² por ano. A economia líquida, incluindo a geração de energia necessária para os ônibus elétricos, é de aproximadamente 500.000 toneladas métricas de CO², considerando o atual mix de geração de energia em Nova York e Westchester, conforme dados da EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

Do ponto de vista financeiro, a economia associada ao combustível (custo do diesel *versus* custo da eletricidade) e com a manutenção dos ônibus, compensa o custo mais alto dos elétricos, incluindo o custo da infraestrutura de recarga durante a sua vida útil.

O estudo prossegue constatando que, normalmente, os ônibus elétricos custam cerca de US\$ 300 mil a mais que os ônibus a diesel, e as economias anuais são estimadas em US\$ 39 mil por ano ao longo dos 12 anos de vida do ônibus, excluindo os benefícios dos custos de assistência médica.

A mudança da frota para ônibus elétricos, elimina a poluição do ar causada pela combustão do óleo diesel. Os benefícios para a saúde da população da cidade, a partir da redução de doenças respiratórias e outras, é estimado em US\$ 150 mil por ônibus, com base nos dados da EPA. Sob o aspecto financeiro, essa economia torna o caso mais atraente, e os benefícios para a saúde devem ser levados em consideração, numa importante decisão de mudança para a nova tecnologia.

O MTA terá desafios associados a uma mudança para os ônibus elétricos, mas o planejamento eficaz pode tornar a mudança quase invisível para os clientes. A recomendação dessa análise, é que a cidade de Nova York comece a tomar medidas para converter a frota de ônibus em elétrica.

Várias cidades ao redor do mundo estão considerando ou estão mudando para os ônibus elétricos. Essas cidades, incluindo Chicago, Londres, Viena e Los Angeles, estão

adquirindo uma experiência valiosa na implementação e uso de ônibus elétricos, e devem ser consultadas para obter uma compreensão de suas experiências.

A Autoridade de Trânsito do Vale do Antílope, na Grande Los Angeles, num comunicado divulgado à imprensa no início de 2016, informou que teria a primeira frota totalmente elétrica do país. Eles trabalham com a BYD, para converter sua frota de 85 ônibus. Londres, nesse ano, possuía 22 ônibus elétricos, incluindo vários de dois andares, e as aquisições continuam, diz o pesquisador.

Além dos dados obtidos junto à EPA, baseados no conhecimento e na compreensão adquiridos na classe Pegada de Carbono de Emissões dos GEEs, algumas informações específicas para a operação de ônibus elétricos foram obtidas por meio de comunicação direta com a Proterra, principal fabricante de ônibus elétricos dos EUA. Informações valiosas sobre a sua experiência, foram dadas pela Antelope Transit Authority.

Para calcular as emissões de poluentes pelos ônibus elétricos e quanto economizam de combustível, é necessário que a medição seja feita com base em kWh/milha. Esses dados foram obtidos de várias fontes: a Altoona Bus Research and Testing Center realiza testes STURAA (Surface Transportation and Uniform Relocation Assistance Act de 1987) em ônibus, que simulam 500.000 milhas de serviço ao longo de 12 anos. Parte do teste padronizado inclui o de economia de combustível. Ele é útil para comparar um ônibus elétrico com outro. Mas não é tão profundo ou rigoroso quanto um teste de economia de combustível da EPA, para determinar a economia média de combustível de um ônibus em uso. Os testes de Economia de Combustível foram realizados em um ônibus Proterra BE40 no Centro, e o resultado foi de 1.7 kWh /milha. O teste também foi realizado em um ônibus BYD de 12,2 metros, com uma economia de combustível de 1.988 kWh/milha. A outra fonte foi o NREL (Laboratório Nacional de Energia Renovável), financiado pelo Departamento de Energia dos EUA, que realizou um teste rigoroso, mas não padronizado, sobre os ônibus Proterra e determinou que a economia de combustível era, em média, de 2.15 kWh/milha.

Planilhando os dados obtidos, chegou-se ao resultado de que a redução de gases de efeito estufa da frota atual de ônibus para ônibus elétricos é dramática. A cidade pode economizar cerca de 500.000 toneladas métricas de CO² por ano, mudando toda a frota

para eletricidade:

Figura 13 - Comparação de emissões do gás de efeito estufa de um ônibus elétrico com a frota atual de ônibus usados pela cidade de Nova York

GHG Emissions	Current Fleet Annual	Electric Annual	Delta
Total	577,290	91,222	486,068

note: Data is in metric tons of CO₂e

Figure 5: Comparison of Greenhouse Gas Emissions for Electric Buses vs. the Current Fleet of Buses Used by New York City

There are several important points to note as follows:

- Even if the assumptions change significantly, the result will be the same. There is an enormous difference between the GHG emissions associated with diesel fuel from a bus, and the emissions associated with power generation supplied to NYC/Westchester. These results are consistent with those published by the Electric Power Research Institute in conjunction with the NRDC.¹⁵
- The actual reduction of GHGs in NYC will be higher than the calculation. Some of the power generation sits outside of NY City, and therefore the emissions will not impact the city, but elsewhere. If 100% of the electricity supplying NY City for the buses sits outside of NY City, then the city will benefit from a 100% reduction of the GHGs associated with the buses.
- In support of the Paris COP21, the United States submitted an INDC (intended nationally determined contribution) that would reduce GHG by about 1,000 million metric tons per year by 2025, from 2015 actuals.¹⁶ If New York City converted the entire bus fleet to electric by 2025, the greenhouse gas savings of the conversion would contribute about .5% to the U.S. objective.

Fonte: Columbia University: Electric Bus Analysis for New York City Transit, 2016, p. 13

Outra constatação importante na pesquisa, é a de que, em apoio à COP21 de Paris, os Estados Unidos enviaram uma INDC (contribuição nacional determinada) que reduziria os GEE em cerca de 1.000 milhões de toneladas por ano até 2025, a partir de 2015. Se Nova York converter toda a frota de ônibus em elétrica até 2025, a economia na emissão dos gases de efeito estufa resultantes da conversão, contribuiria com cerca de 0,5% para o objetivo dos EUA.

O estudo ressalta, no entanto, que a economia real de combustível dos ônibus elétricos pode variar significativamente, porque a quilometragem do ônibus elétrico (a bateria) pode ser sensível às temperaturas extremas do clima. Além disso, o desempenho do ônibus será exclusivo para cada cidade, rota e viagem, com base em estradas, colinas, velocidades, número de pessoas no ônibus etc. Para um cálculo mais preciso da economia de combustível do ônibus elétrico (usado para calcular GEE e para a análise financeira), a cidade deve executar testes em uma variedade de rotas de ônibus em diferentes condições climáticas, para ter uma idéia das implicações para a operação da

bateria e para a economia de combustível. Na verdade, os testes-piloto devem, idealmente, ser realizados ao longo de um ano civil para entender claramente os impactos climáticos no desempenho.

Sob outro aspecto envolvendo a troca da frota, o professor Aber fez uma análise financeira detalhada, comparando a compra de ônibus elétricos com a de ônibus movidos a óleo diesel, sob várias perspectivas, incluindo uma análise de sensibilidade.

As principais categorias de custo são o preço inicial de compra do ônibus e o seu custo operacional. O preço inicial de compra do ônibus elétrico é completo, incluindo infraestrutura de recarga, manuais e qualquer treinamento necessário. Os custos operacionais incluem o custo do combustível (eletricidade *versus* gasolina ou diesel) e manutenção dos ônibus.

O custo de um ônibus a diesel na cidade de Nova York, pode variar de aproximadamente US\$ 450 mil a US\$ 750 mil. Essa faixa de preços tem muitas variáveis, incluindo a sensibilidade ao tempo (custos mudam com o tempo), o fabricante, as negociações do contrato e as características do ônibus.

A nível macro, suas peculiaridades incluem o comprimento e o número de passageiros que podem ser acomodados, dentre outras. Os ônibus de 12,2 metros ficam na extremidade inferior da faixa de preço e são mais baratos que os ônibus articulados de 18,8 metros, que estão no topo da tabela. Outras características como wi-fi e GPS, podem impactar no custo de um ônibus, assim como características de conforto, como, por exemplo, a inserção de assentos acolchoados.

O diferencial de preço médio entre um ônibus elétrico e um ônibus diesel é de cerca de US\$ 300.000, com as diferenças de preço variando entre US\$ 150.000 e US\$ 400.000 para cada uma das alternativas 1, 2 e 3 propostas pelo professor. A alternativa 1 representa as diferenças médias de custo projetadas entre ônibus elétricos e diesel, para custos operacionais, benefícios à saúde e custo de gases de efeito estufa. A alternativa 2 representa um cenário diferencial de baixo custo operacional e a alternativa 3 representa um cenário diferencial de alto custo operacional. Os diferenciais de preço de compra são cobertos pela análise de sensibilidade.

Após comentar sobre o custo do óleo diesel nos EUA, o estudioso faz uma importante observação que se aplica inteiramente ao Brasil: o custo da eletricidade varia

nos Estados Unidos com base em vários fatores, incluindo o tipo de geração de energia, o custo da terra e a idade e a eficiência da usina. A U.S. Energy Information Administration fornece os custos históricos de eletricidade por região. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) também gera dados semelhantes¹⁰⁰.

O custo de manutenção da frota de ônibus de Nova York, no ano de 2016, era de cerca de US\$ 35 mil por ônibus anualmente. Os custos incluem a manutenção do motor de combustão interna (ICE) e do trem de força associado, incluindo trocas de óleo e filtro, trocas de pneus e pastilhas de freio e outros itens de desgaste, além de pausas maiores para reparos ocasionais.

O ônibus elétrico não tem as complexidades do ICE e não requer troca de óleo, e substituição de filtros, por exemplo. Além disso, a experiência tem mostrado que existem algumas diferenças na direção dos ônibus elétricos, que reduzem o desgaste dos pneus e pastilhas de freio. Motoristas de ônibus desaceleram de forma diferente com freios regenerativos. Em conjunto, a economia de custos foi demonstrada como sendo de até 50% por ônibus.

Assumindo um diferencial de preço de US\$ 300 mil e pressupostos da alternativa 1 para preços de combustível, custo de eletricidade e custo de manutenção, excluindo benefícios de saúde e custo de carbono, o custo total de vida de um ônibus elétrico de 12 anos, é de cerca de US\$ 168.000 = 12,5% menos do que o custo de um ônibus a diesel. Dado que o custo é menor, as questões financeiras estão associadas ao tempo dos custos e ao orçamento. O custo inicial do ônibus, geralmente vem de um orçamento de capital, que tem um orçamento e um processo de aprovação diferentes dos orçamentos de custo operacional. Observe-se na figura 14:

¹⁰⁰ ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/paineis-de-desempenho-da-distribuicao/656808?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2 Acesso em 03/06/18

Figura 14 – Custo do tempo de vida de um ônibus elétrico em comparação com um ônibus movido a óleo diesel

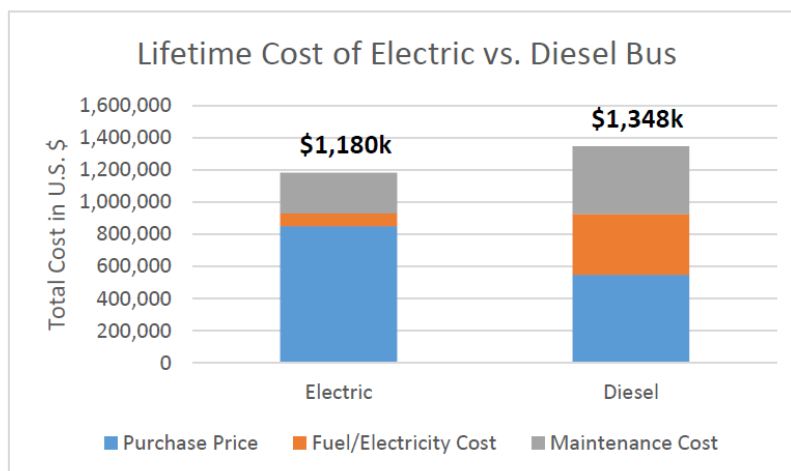


Figure 7: Lifetime Cost of Electric Buses vs. Diesel Buses in U.S. \$ Excluding Cost Savings Associated with Health Benefits

Fonte: Columbia University: Electric Bus Analysis for New York City Transit, 2016, p. 16

Do ponto de vista de um investidor, um investimento inicial de caixa para uma alternativa ou outra, exige a consideração do período de retorno e do valor presente líquido da série de fluxos de caixa, que levam em conta o valor do dinheiro no tempo. Essa análise inicial do período de retorno e do valor presente líquido, considera, apenas, a alternativa 1 e exclui os benefícios de custo de assistência médica.

O período de retorno para a série de fluxos de caixa é de 7,69 anos, que geralmente não é considerado atraente para um investidor. Os investidores normalmente querem recuperar seu dinheiro entre 3 e 5 anos. No caso do planejamento do governo municipal, isso pode ser considerado na determinação do financiamento e orçamentos que podem estar disponíveis. Uma vez que o projeto é financiado, no entanto, o período de retorno geralmente não é uma preocupação constante.

O valor presente líquido do investimento depende da taxa de desconto usada no cálculo. Para a alternativa 1 indicada acima, o desembolso inicial de caixa para um ônibus elétrico é US\$ 300.000 maior do que para um ônibus a diesel. Esse dinheiro será recuperado ao longo do tempo, através dos benefícios de menores custos operacionais.

Usando uma taxa de juros de 3%, o VPL deste conjunto de fluxos de caixa é positivo em US\$ 88.000, sugerindo que o investimento vale a pena.

Os investidores podem ter diferentes perspectivas sobre a taxa de desconto que deve ser usada. Portanto, é importante observar que a taxa de desconto de equilíbrio para esse conjunto de fluxos de caixa está entre 7% e 8%, que é uma taxa de desconto alta quando a taxa de inflação oscilou entre 1% e 3% na última década (dados dos EUA). Consequentemente, a maioria dos investidores consideraria o NPV deste investimento atraente.

Sobre os fornecedores de ônibus, baterias, autonomia e eficiência, os preços das baterias vêm diminuindo nos últimos anos e espera-se que continuem a diminuir no futuro. Além disso, os fabricantes de ônibus elétricos ainda não atingiram escala comercial em seus processos de fabricação. Assim, a diferença de preço entre os ônibus elétricos e os ônibus a diesel deverá diminuir ao longo do tempo.

Acerca dos benefícios à saúde, custos com a saúde e custos pela emissão dos gases de efeito estufa, pessoas em qualquer cidade geralmente se preocupam com a poluição do ar quando isso as afeta. Isso inclui as doenças que resultam da poluição e o custo dos cuidados de saúde associados a essas doenças. O grau de preocupação varia de indivíduo para indivíduo e depende da gravidade da poluição do ar. Como exemplo, a qualidade do ar em Pequim é de grande preocupação não só para a cidade, mas também para a liderança do país.

A poluição do ar em Nova York, como a poluição do ar em muitas cidades, é um problema. De acordo com o site nyc.gov, a poluição do ar é responsável por cerca de 6% das mortes a cada ano. A cidade se comprometeu a ter o ar mais limpo de qualquer grande cidade do país até 2030. Uma mudança da frota de ônibus a diesel para ônibus elétricos, pode ser um passo significativo para alcançar esse objetivo.

A EPA criou uma ferramenta para ajudar a entender o impacto de várias tecnologias que melhoram as emissões de ônibus a diesel, chamada de Ferramenta de Quantificação de Emissões Diesel. Ela fornece perspectivas não apenas sobre as emissões, mas também uma análise de benefícios de saúde, componente que fornece perspectiva sobre a melhoria nos custos de cuidados de saúde por municípios em todo o país.

Conforme já ressaltado nos trabalhos desenvolvidos pela EVIPnet, essa ferramenta americana calcula as melhorias de emissões para PM_{2.5} (particulados), CO₂ (gases de efeito estufa) e para NO_x (óxidos nitrosos). A análise dos benefícios de saúde baseia-se, apenas, em melhorias no material particulado. Ele é responsável por uma variedade de doenças respiratórias/brônquicas, cardíacas e outras. A ferramenta considera os benefícios associados a muitos deles. Do ponto de vista da redução de custos, ela considera o custo da hospitalização, o custo das visitas ao pronto-socorro e o custo das ausências ao trabalho.

Mudar de ônibus a diesel para ônibus elétrico, reduz a quantidade de material particulado no ar, diminui a frequência de incidência de doenças cardíacas e pulmonares, o que, por sua vez, reduz os custos hospitalares e os custos associados à ausência ao trabalho.

A projeção tomou como base que os ônibus percorrem 27.600 milhas por ano (2.300 por mês) e usam aproximadamente 10.000 galões de combustível por ano/ônibus. A redução de material particulado associada à eliminação do óleo diesel foi calculada em 97,5% daquela produzida anteriormente pelos ônibus a diesel. Disso decorre que a economia de gastos com assistência médica é calculada em cerca de US\$ 150.000 por ônibus/ano.

Como perspectiva, a cidade de Chicago realizou uma análise semelhante para apoiar a compra de ônibus elétricos e calculou uma economia de US\$ 55.000 por ônibus/ano. Para outra perspectiva, levando em consideração a diversidade existente entre os bairros Nova Yorkinos, o resultado foi uma economia de US\$ 87.000 por ônibus/ano. Assumindo a combinação original com economia de custos de saúde de US\$ 150.000 por ônibus/ano, se toda a frota de ônibus da cidade de Nova York for convertida em elétrica, a economia total de assistência médica será de aproximadamente US\$ 100 por habitante/ano.

Retornando ao tema do poluidor-pagador, as economias de gases de efeito estufa geralmente são monetizadas, usando o custo do carbono. Ele pode variar significativamente com base nas hipóteses usadas no cálculo. As estimativas da EPA, usando uma taxa de desconto de 3%, indicam que o custo social do carbono era de cerca de US\$ 36 em 2015. Existe uma quantidade significativa de subjetividade em torno

desses números, mas a EPA utilizou insumos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a base para essas projeções. Dado que cada ônibus emite cerca de 84 milhões de toneladas de gases de efeito estufa por ano, a economia associada ao custo do carbono é de cerca de US\$ 3.000 por ônibus/ano. Isso implica em pouco mais de US\$ 36.000 na vida útil de um ônibus.

Nas duas figuras abaixo, fica demonstrado que, com a adição dos benefícios de assistência médica e redução de custos, bem como o acréscimo do custo do carbono, os resultados financeiros são convincentes e os investimentos nos ônibus elétricos tornam-se muito atraentes sob qualquer perspectiva:

Figura 15 – Resultados da análise financeira, usando 3 cenários alternativos, NPV e período de retorno são mostrados com e sem economias na saúde

would typically look for. However, with the addition of the healthcare benefits and c as well as the addition of the cost of carbon, the financial results are compelling, and in the electric buses becomes very attractive from any perspective.

Assuming Bus Cost Difference of \$300k	Without Healthcare		With Healthcare Savings	
	NPV	Payback	NPV	Payback
Alternative 1	\$88,206	7.69	\$1,113,469	2.11
Alternative 2	(\$61,104)	12.50	\$466,458	3.90
Alternative 3	\$222,585	5.71	\$2,113,846	1.24

Figure 8: Summary Results of Financial Analysis Using 3 Alternative Scen NPV and Payback Period are Shown with and without Health Benefit Savi

Using the additional cost of healthcare and carbon cost in the diesel bus case. the ove

Fonte: Columbia University: Electric Bus Analysis for New York City Transit, 2016, p. 20

Figura 16 – Custo do tempo de vida de um ônibus elétrico em comparação com um ônibus a diesel (em dólares americanos), incluindo redução de custos associados à saúde

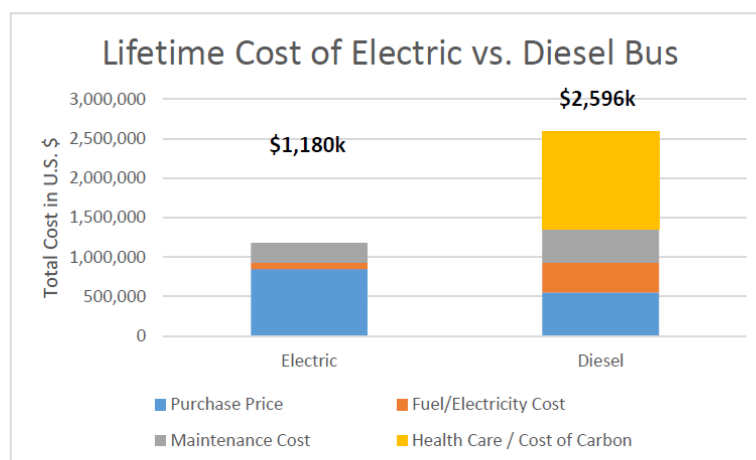


Figure 9: Lifetime Cost of Electric Buses vs. Diesel Buses in U.S. \$ Including Cost Savings Associated with Health Benefits

Fonte: Columbia University: Electric Bus Analysis for New York City Transit, 2016, p. 20

Muito interessante é a abordagem sobre os requisitos de implementação. A infraestrutura necessária para suportar a implementação de ônibus elétricos tem vários desafios. Cada rota de ônibus é única e as medidas serão menos onerosas se forem adaptadas às necessidades específicas da rota. Os parâmetros que precisam ser decididos, incluem o tamanho da bateria que é necessária para a implementação, bem como se haverá necessidade de carregamento rápido, carregamento lento ou alguma combinação que seja mais eficaz para uma rota específica.

A cidade pode considerar comprar uma pequena bateria para o ônibus e usar o carregamento rápido após cada itinerário completo. Alternativamente, pode preferir comprar uma bateria maior e carregá-la lentamente durante a noite.

O equipamento para recarga lenta, em comparação com a rápida, apresenta algumas diferenças que podem afetar o custo e o desempenho da bateria. Uma carga rápida pode não recarregar totalmente a bateria. Mas se a bateria for grande o suficiente, não importará. Como alternativa, é possível adquirir baterias que sejam suficientemente

grandes para gerenciar a rota completa durante o dia sem precisar recarregá-las.

No caso de Viena, na Áustria, um conjunto único de requisitos foi estabelecido. A cidade decidiu mudar para elétricos, todos os ônibus das suas rotas no antigo distrito, que era coberto por 12 ônibus. A exigência era de que os ônibus usassem recarga rápida durante as paradas no final de cada ciclo. No entanto, ao invés de instalar novos equipamentos de recarga, a cidade exigiu que o equipamento de recarga fizesse uso da infraestrutura já existente para os bondes. O fornecedor criou um equipamento exclusivo para atender à essa solicitação.

Outra possibilidade seria a frequência com que os ônibus são alternados entre as rotas. Se os ônibus forem trocados com frequência, a configuração do veículo precisará ser flexível o suficiente para lidar com as diferentes rotas. Se os ônibus não forem trocados com frequência, talvez valha a pena entender o tempo, esforço e custo que seriam necessários para alterar as configurações, ao mover um ônibus de uma rota para outra, ao invés de um design adicional de todos os ônibus.

As baterias possuem características de desempenho exclusivas. Além disso, os requisitos de infraestrutura e o tipo de bateria variam de acordo com o fornecedor. Essas diferenças precisam ser entendidas.

Um teste de esforço feito pela Autoridade de Trânsito do Vale de Antílope nos ônibus da BYD, constatou que o real alcance de autonomia dos ônibus estava mais próxima de 250 milhas. O site da BYD indica que as baterias têm vida útil maior que 4.000 ciclos de recarga. O ônibus da BYD foi testado no Altoona Bus Research and Testing Center, e foi constatado que ele tem uma eficiência de cerca de 19 MPGe (equivalente a milhas por galão). O MPGe pode ser usado para comparar com a eficiência do ônibus a diesel.

A Proterra, principal fabricante norte-americana de ônibus elétricos, tem sede na Califórnia e fábricas na Califórnia e no Texas. Eles mudaram recentemente para uma bateria SCiB (titanato de lítio) fabricada pela Toshiba. Ela é uma bateria de carga rápida, que pode ser recarregada 10.000 vezes e tem um alcance anunciado de 180 milhas.

Semelhante ao Proterra, os ônibus passaram por testes que demonstraram um alcance de mais de 250 milhas. O Proterra ajustará a configuração da bateria e infraestrutura para a cidade e para a rota, reduzindo potencialmente o custo do ônibus.

No Altoona Bus Research and Testing Center, a eficiência de ônibus Proterra de 12,2 metros foi medida em 22 MPGe.

Existem inúmeros outros fabricantes de ônibus elétricos nos Estados Unidos e em todo o mundo. Alguns deles fazem exclusivamente ônibus elétricos, enquanto outros são fabricantes de ônibus que introduziram uma linha de ônibus elétrico. Como exemplo, a Siemens fabricou um exclusivo para cidade de Viena. Chicago comprou e testou vários ônibus que foram fabricados pela New Flyer Industries, com sede no Canadá, e fábricas nos Estados Unidos. Além de comprar o veículo da BYD de dois andares, a cidade de Londres comprou ônibus da fabricante espanhola Irizar e também da britânica Optare.

Conforme já ressaltado, nos veículos elétricos a temperatura ambiente pode influenciar na eficiência da bateria e, portanto, na economia de combustível; mais do que num veículo movido a gasolina/diesel. O impacto varia de acordo com o tipo de bateria e a temperatura ambiente, além da carga do ônibus, velocidade e inclinação da rota, dentre outros fatores. Consequentemente, o teste e a pilotagem do veículo são importantes para entender as características de desempenho do veículo elétrico e como irá se comportar num determinado local. Da mesma forma, uma autoridade de trânsito precisa aprender corretamente a operação e manutenção adequados para um veículo elétrico.

A capacidade da bateria pode deteriorar-se ao longo do tempo, com carga e descarga constantes, durante a sua vida útil normal. Obviamente, carregar e descarregar é um requisito para as operações do veículo. Por isso, é importante entender novamente as características do veículo e testá-lo e pilotá-lo muitas vezes. As baterias de íons de lítio, por exemplo, são usadas com sucesso em telefones celulares e em computadores pessoais e laptops todos os dias, sem deterioração apreciável em situações com grande carga e descarga. Portanto, as operações da bateria nos ônibus elétricos podem ser bem-sucedidas.

Também é importante notar que a tecnologia da bateria está evoluindo e melhorando ao longo do tempo. Como resultado, sua operação está melhorando a cada geração de ônibus elétricos. Ao mesmo tempo em que a tecnologia está evoluindo, a manufatura está melhorando e se aproximando de produção em escala. Como resultado da melhoria na fabricação, os custos com baterias caíram consideravelmente na última década.

Além das cidades já mencionadas que adotaram o transporte por ônibus elétrico, registre-se que a Universidade de Utah (em teste), a Universidade da Geórgia (demonstração), a Universidade de Stanford (comprado e operando) e a Universidade de Montana (solicitado), estão considerando ou adquiriram recentemente ônibus elétricos para transportar os estudantes pelos respectivos campus.

Para viabilizar a aquisição desses ônibus, a Autoridade de Trânsito Federal (FTA) do Departamento de Transportes dos EUA (DOT), tem dois programas de concessão que estão disponíveis para financiar parte do custo da compra de ônibus elétricos para parte da frota de ônibus da NYC Transit. Esses programas são o Programa de Subsídios aos Combustíveis Limpos (5308), e o Programa TIGGER (Foothill Transit).

Concluindo seu estudo, o autor menciona que, superada a questão financeira, os benefícios para a saúde e redução de gases de efeito estufa são todos suficientemente convincentes.

Sugere que o departamento de trânsito de Nova York considere a compra de aproximadamente dez ônibus, sendo pelo menos dois de fornecedores diferentes para utilização por, no mínimo, um ano. A cidade tem uma grande frota, e a educação e a experiência com operações de ônibus elétricos são importantes antes de considerar um lançamento maior. A razão para usar um mínimo de dois fornecedores diferentes, é que eles usam tecnologias diferentes. Portanto, a menos que os fabricantes de ônibus convirjam sobre a tecnologia da bateria e os padrões de recarga, a cidade será “casada” com um único fabricante de ônibus no futuro previsível. A cidade não poderá comprar ônibus de diferentes fabricantes para rodar em uma rota existente. Assim, dado o tamanho da frota de NYC, começando com dois fornecedores e considerando fornecedores adicionais nas próximas aquisições, garantir-se-á flexibilidade futura para a cidade.

A razão para a execução de testes por, no mínimo, um ano, é ganhar experiência e compreensão no desempenho da bateria, que pode variar em climas quentes ou frios. Os testes também devem ser executados em pelo menos duas rotas, que podem ter requisitos de bateria significativamente diferentes com base em sua vida útil e nas alternativas de tempo de recarga. Isso proporcionará à cidade uma gama mais ampla de experiências, o que ajudará na medida em que a cidade decidir expandir tal iniciativa.

Assim como em São Paulo, o transporte em massa de Nova York possui muitas complexidades associadas à conversão de uma frota inteira de ônibus. Dado o tamanho da frota atual e a qualidade do serviço atualmente prestado, uma transição dessa magnitude deve ser cuidadosa.

Essa análise examinou a economia (financeira) da alternativa do ônibus elétrico, bem como os impactos ambientais (emissões de GEE e poluição do ar). Além disso, houve consideração de possíveis requisitos de implementação, questões e recomendações. Essas perspectivas fornecem informações importantes para o processo de tomada de decisão, mas não são abrangentes.

A decisão de fazer uma transição significativa para todos os ônibus elétricos, deve incluir a contribuição de vários componentes, uma compreensão profunda das considerações políticas e um entendimento das fontes de financiamento. A adoção das recomendações dessa análise, também deve ser seguida por uma análise operacional detalhada das etapas necessárias para uma implementação bem-sucedida. Ao tomar essas medidas como parte de uma transição para os ônibus elétricos, a cidade continuará a demonstrar liderança em trânsito nos Estados Unidos e em todo o mundo.

O custo de um ônibus elétrico deve ser aproximadamente o mesmo que o custo de um ônibus a diesel, uma vez que a balança é alcançada com a possível exceção do custo da bateria. Atualmente, os ônibus estão no nível 7 de maturidade tecnológica (numa escala de 9), no caminho para alcançar produção em escala comercial. A diferença significativa entre os tipos de ônibus é o motor de combustão interna (ICE), em comparação com os componentes elétricos. Estes devem ser mais baratos que o ICE, excluindo a bateria, porque os componentes são menos complexos.

O custo da bateria é um componente significativo no preço de compra do ônibus. No entanto, seu custo está caindo consideravelmente ao longo do tempo. Como resultado, sugere-se que na compra de um ônibus elétrico, seja negociado em separado o valor da bateria. Seu custo real na entrega, pode ser uma diferença entre o custo de um bem ou serviço e seu preço de venda, com a adoção de um padrão oficial de custo de bateria de íons de lítio, por exemplo. Como os custos da bateria estão diminuindo ao longo do tempo, o custo dos ônibus deve cair com o tempo, também.

Outra sugestão é a de que os fabricantes de ônibus elétricos, se ainda não o

fizeram, possam considerar a possibilidade de fabricar ônibus modulares, para facilitar a substituição e as alterações de configuração das baterias pela cidade. Isso trará uma série de vantagens, como dar às cidades a capacidade e a oportunidade de reconfigurar os ônibus para uso em diferentes rotas, conforme necessário, sem ter que fazer mudanças significativas ou, talvez, precisar comprar ônibus adicionais.

Os fabricantes de ônibus também podem considerar "alugar" as baterias às cidades, por vários motivos. Primeiro, o custo da bateria é parte do "custo de combustível" do ônibus. Ao distribuir o custo da bateria, a cidade combinará o custo do óleo diesel, com o equivalente ao custo da eletricidade mais o custo da bateria. Isso é importante porque se aproxima mais do processo orçamentário da cidade.

As cidades, atualmente, incluem o custo de aquisição dos ônibus no orçamento de capital, e o custo do combustível no orçamento anual. Dado que as cidades já têm seus orçamentos construídos dessa forma, e dado que o custo de vida útil do ônibus elétrico é menor do que o do ônibus a diesel, ao disponibilizar o aluguel à cidade, o fabricante de ônibus elimina a questão da elevação dos custos para a compra do ônibus elétrico e o retorno sobre o investimento. O ônibus elétrico se torna mais barato para a cidade do ponto de vista financeiro.

Outro argumento utilizado pelo autor para reforçar a possibilidade de locação das baterias, diz respeito à sua duração, que não é absolutamente clara com base na falta de experiência de longo prazo. Ao alugar a bateria para a cidade, o fabricante de ônibus monta uma parceria com a cidade, assumindo o risco de vida útil da bateria nos primeiros anos do lançamento e a sua implementação inicial.

Se a bateria durar os doze anos completos da vida útil do ônibus, então o fabricante é íntegro. Se a bateria durar menos do que esses doze anos, o fabricante pode substituí-la (cliente atendido integralmente é cliente satisfeito) e, quando o ônibus chegar ao fim de sua vida útil, a bateria ainda pode ser usada pelo fabricante em futuros ônibus (em novos ônibus ou como uma bateria de reposição).

Eis duas tabelas contidas no original, e que aqui são condensadas numa só, resumindo tudo quanto foi abordado:

Tabela 30 – Custo de vida útil de um ônibus elétrico em comparação com um ônibus a diesel, com custos de saúde e carbono, e sem esses custos

Table 6: Alternative 1 – Lifetime Cost of Electric Bus vs. Diesel Bus Excluding Healthcare Cost and Cost of Carbon

Lifetime - 12 Year View			
Category of Cost (cost in \$)	Electric	Diesel	Delta
Purchase Price	850,000	550,000	300,000
Fuel/Electricity Cost	78,000	378,000	-300,000
Maintenance Cost	252,000	420,000	-168,000
Total Cost	1,180,000	1,348,000	-168,000

Table 7: Alternative 1 – Lifetime Cost of Electric Bus vs. Diesel Bus Including Healthcare Cost and Cost of Carbon

Lifetime - 12 Year View			
Category of Cost (cost in \$)	Electric	Diesel	Delta
Purchase Price	850,000	550,000	300,000
Fuel/Electricity Cost	78,000	378,000	-300,000
Maintenance Cost	252,000	420,000	-168,000
Health Care / Cost of Carbon	0	1,248,000	-1,248,000
Total Cost	1,180,000	2,596,000	-1,416,000

Fonte: Columbia University: Electric Bus Analysis for New York City Transit, 2016, p. 32

6.5.2 Dados do Laboratório Nacional de Energias Renováveis dos EUA

O National Renewable Energy Laboratory (NREL) nos Estados Unidos, possui várias publicações e estudos sobre a utilização de ônibus autônomos movidos a energia elétrica.

Num deles, foi avaliado o serviço prestado pela empresa de ônibus urbanos Foothill, na Califórnia. Lançado em 2015 em conjunto com um projeto de pesquisa do California Air Resources Board, o estudo visa melhorar a compreensão do uso e da eficácia geral dos ônibus elétricos de carga rápida e da infraestrutura de carga associada em operação de trânsito.

A Foothill Transit equipou totalmente uma rota em sua área de serviço, e está investigando a viabilidade de eletrificar outras rotas também. Os ônibus elétricos em estudo foram os ônibus de trânsito Proterra EcoRide BE35, com oito baterias de titanato de lítio de 368 V, que oferecem 88kWh de energia, que pode ser totalmente carregada

em menos de 10 minutos através de dois carregadores rápidos de 500kW localizados em seu itinerário.¹⁰¹

Uma tabela com o sumário das avaliações realizadas, demonstra os ganhos dos ônibus movidos a energia elétrica¹⁰²:

Tabela 31 – Sumário da avaliação dos resultados

Table ES-1. Summary of Evaluation Results

Data Item	BEB	CNG
Number of buses	12	8
Data period	4/14–7/15	10/14–7/15
Number of months	16	10
Total mileage in period	401,244	364,373
Average total miles per bus	33,437	45,547
Average monthly mileage per bus	2,333	4,555
Total operating hours	47,462	—
Availability (85% is target)	90	94
Fuel economy (kWh/mile or miles/GGE ^a)	2.15	4.04
Fuel economy (miles/DGE ^b)	17.48	4.51
Average speed (mph)	10.6	17.6
Miles between roadcalls (MBRC) – bus	9,331	45,547
MBRC – propulsion system only	25,078	91,093
MBRC – ESS ^c only	133,748	—
Total maintenance (\$/mile) ^d	\$0.16	\$0.18
Maintenance – propulsion system only (\$/mile)	\$0.02	\$0.08

^a Gasoline gallon equivalent.

^b Diesel gallon equivalent.

^c Energy storage system.

^d Work order maintenance cost.

Fonte: NREL: Foothill Transit Battery Electric Bus Demonstration Results, 2016, p. vii

Reforçando ainda mais todos os ganhos que um ônibus elétrico tem, em comparação com um similar movido a óleo diesel, o estudo aponta que eles tiveram uma eficiência média geral de 2,15 kWh por milha, o que equivale a 17,48 milhas por galão de diesel (DGE). Os ônibus movidos a GNV, tinham uma economia média de combustível de 4,04 milhas por galão de gasolina (GGE), o que equivale a 4,51 milhas por DGE. Estes resultados indicam que os ônibus elétricos têm uma economia média de combustível que é quase quatro vezes maior do que os ônibus movidos a GNV.

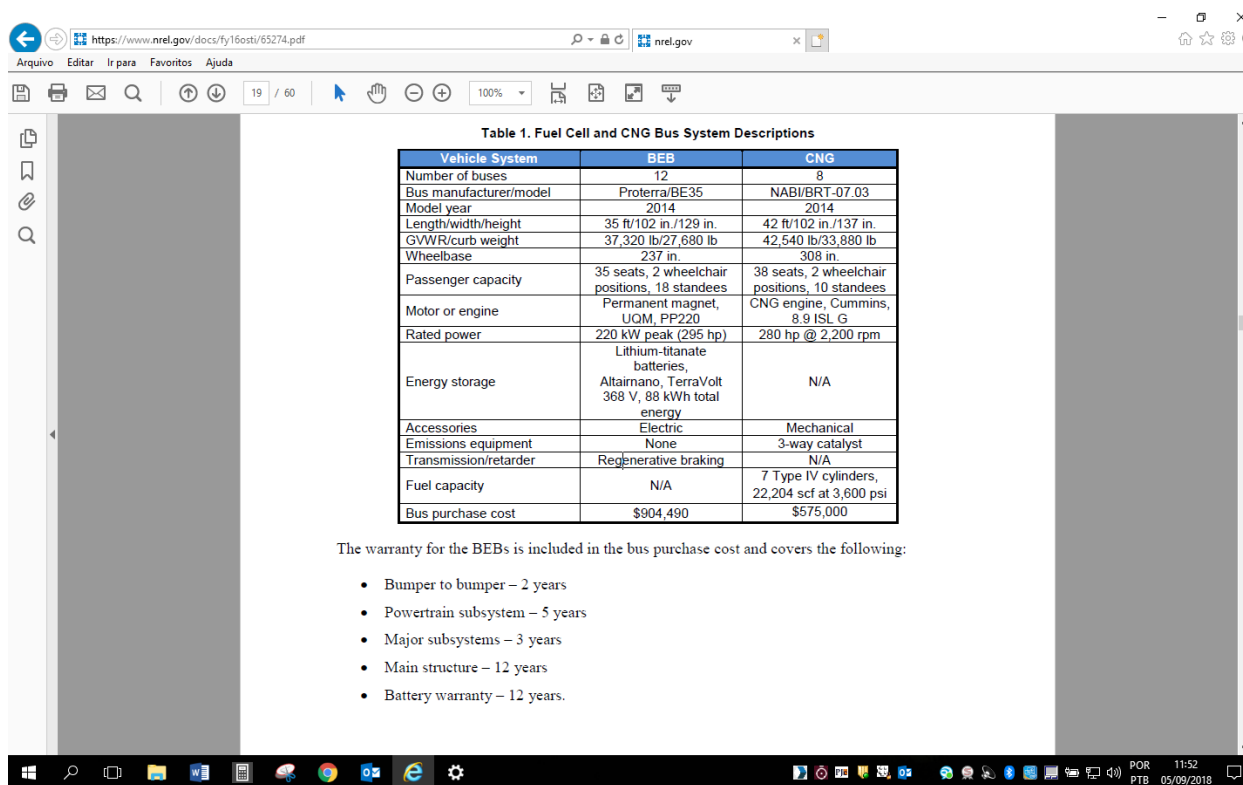
¹⁰¹ NREL: **Foothill Transit Electric Bus Evaluation**. Disponível em: <https://www.nrel.gov/transportation/fleetttest-electric-foothill.html> Tradução livre do inglês. Acesso em 13/06/18

¹⁰² NREL: **Foothill Transit Battery Electric Bus Demonstration Results**. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65274.pdf> Tradução livre do inglês. Acesso em 13/06/18

Além de analisar o desempenho do ônibus elétrico, o NREL comparou os gastos. Os custos de manutenção para os ônibus elétricos e GNV foram baixos, porque estão na garantia. Durante o período do relatório, os ônibus elétricos tiveram um custo de manutenção por milha ligeiramente menor (11% menos) do que os ônibus de GNV.

Na tabela a seguir, há uma comparação entre as características e custos de um ônibus elétrico com um movido a GNV:

Tabela 32 – Comparação entre os ônibus elétricos e os movidos a GNV



The screenshot shows a PDF document titled "Table 1. Fuel Cell and CNG Bus System Descriptions". The table compares various specifications for BEB (Battery Electric Bus) and CNG (Compressed Natural Gas) bus systems. Below the table, a warranty statement for BEBs is provided, listing several components covered for specific durations.

Vehicle System	BEB	CNG
Number of buses	12	8
Bus manufacturer/model	Proterra/BE35	NABI/BRT-07.03
Model year	2014	2014
Length/width/height	35 ft/102 in./129 in.	42 ft/102 in./137 in.
GVWR/curb weight	37,320 lb/27,680 lb	42,540 lb/33,880 lb
Wheelbase	237 in.	308 in.
Passenger capacity	35 seats, 2 wheelchair positions, 18 standees	38 seats, 2 wheelchair positions, 10 standees
Motor or engine	Permanent magnet, UQM, PP220	CNG engine, Cummins, 8.9 ISL G
Rated power	220 kW peak (295 hp)	280 hp @ 2,200 rpm
Energy storage	Lithium-titanate batteries, Altairano, TerraVolt 368 V, 88 kWh total energy	N/A
Accessories	Electric	Mechanical
Emissions equipment	None	3-way catalyst
Transmission/retarder	Regenerative braking	N/A
Fuel capacity	N/A	7 Type IV cylinders, 22,204 scf at 3,600 psi
Bus purchase cost	\$904,490	\$575,000

The warranty for the BEBs is included in the bus purchase cost and covers the following:

- Bumper to bumper – 2 years
- Powertrain subsystem – 5 years
- Major subsystems – 3 years
- Main structure – 12 years
- Battery warranty – 12 years.

Fonte: NREL: Foothill Transit Battery Electric Bus Demonstration Results, 2016, p. 8

Sob o aspecto dos custos de manutenção por sistema, os dados comprovam os valores menores dos ônibus elétricos:

Tabela 33 - Custos de manutenção das ordens de serviço relacionados ao sistema de propulsão (período de avaliação)

Table 10. Propulsion-Related Work Order Maintenance Costs by System (Evaluation Period)

Maintenance System	Maintenance Costs	BEB	CNG
Total mileage		205,041	384,373
Average miles per bus		17,087	45,546
Total propulsion-related systems (roll-up)	Parts cost (\$)	2,421.01	23,240.22
	Labor hours	37.0	94.8
	Total cost (\$)	4,271.01	27,977.72
	Total cost (\$ per mile)	0.02	0.08
Exhaust system repairs	Parts cost (\$)	0.00	0.00
	Labor hours	0.0	0.0
	Total cost (\$)	0.00	0.00
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.00
Fuel system repairs	Parts cost (\$)	0.00	64.68
	Labor hours	0.0	6.5
	Total cost (\$)	0.00	389.68
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.00
Power plant system repairs (battery system or CNG engine)	Parts cost (\$)	0.00	15,590.27
	Labor hours	10.5	25.5
	Total cost (\$)	525.00	16,865.27
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.05
Electric motor and propulsion system repairs	Parts cost (\$)	0.00	0.00
	Labor hours	1.5	0.0
	Total cost (\$)	75.00	0.00
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.00
Non-lighting electrical system repairs (general electrical, charging, cranking, ignition)	Parts cost (\$)	2,421.01	1,158.84
	Labor hours	24.5	29.0
	Total cost (\$)	3,646.01	2,608.84
	Total cost (\$ per mile)	0.02	0.01
Air intake system repairs	Parts cost (\$)	0.00	4,427.07
	Labor hours	0.0	0.8
	Total cost (\$)	0.00	4,464.57
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.01
Cooling system repairs	Parts cost (\$)	0.00	1,810.22
	Labor hours	0.0	24.5
	Total cost (\$)	0.00	3,035.22
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.01
Transmission system repairs	Parts cost (\$)	0.00	189.15
	Labor hours	0.5	5.0
	Total cost (\$)	25.00	439.15
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.00
Hydraulic system repairs	Parts cost (\$)	0.00	0.00
	Labor hours	0.0	3.5
	Total cost (\$)	0.00	175.00
	Total cost (\$ per mile)	0.00	0.00

Fonte: NREL: Foothill Transit Battery Electric Bus Demonstration Results, 2016, p. 28

As lições aprendidas no trabalho foram:

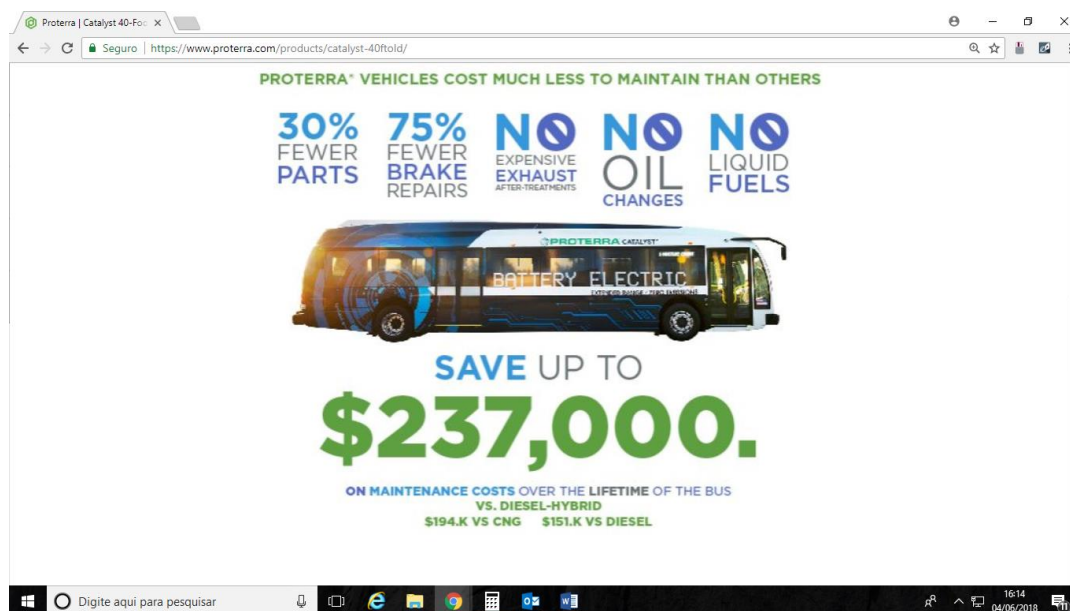
- Planeje com antecedência para determinar quais organizações precisam ser engajadas no estágio inicial de implementação. As principais partes interessadas podem incluir concessionárias, autoridades municipais, socorristas e o público em geral;
- Revise as rotas potenciais e considere as que melhor se encaixam com os ônibus elétricos;
- Ajuste os horários de rota para acomodar o tempo de carregamento; isso faz parte da transição do ônibus de tecnologia convencional para ônibus elétricos. O ponto de partida para uma rota, também pode precisar ser ajustado, dependendo da localização da(s) estação(ões) de carregamento.

6.5.3 Custos de manutenção de um ônibus movido a energia elétrica

Dados fornecidos pela empresa americana Proterra, que fabrica o ônibus elétrico Catalyst, atestam que a economia nos custos de manutenção do seu modelo para 40 passageiros sentados (40-foot), pode chegar a US\$ 237.000 ao longo da vida útil de um Catalyst, em comparação com um ônibus híbrido a diesel, e até US\$ 151.000 em comparação ao diesel¹⁰³.

Nos quadros abaixo, há um padrão para comparação:

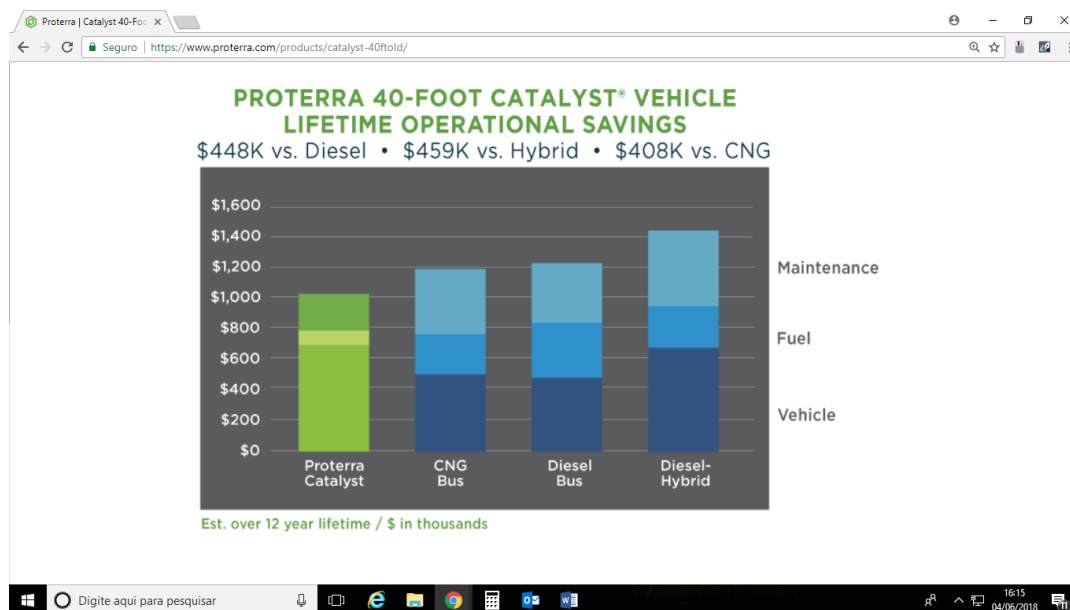
Quadro 04 – Veículos custam muito menos para manter do que outros



Fonte: PROTERRA: THE PROTERRA CATALYST® 40-FOOT TRANSIT VEHICLE

¹⁰³ PROTERRA: THE PROTERRA CATALYST® 40-FOOT TRANSIT VEHICLE. Disponível em: <https://www.proterra.com/products/40-foot-catalyst/> Tradução livre do Inglês. Acesso em 04/06/18

Quadro 05 – Economias operacionais durante a vida útil do veículo



Fonte: PROTERRA: THE PROTERRA CATALYST® 40-FOOT TRANSIT VEHICLE

No que diz respeito à realidade brasileira, e mais especificamente à santista, do mesmo modo que foi ressaltado anteriormente, os dados sobre os valores gastos com a manutenção de um ônibus elétrico, vão ser externos ao Município de Santos, pois a empresa concessionária de transporte público urbano não forneceu os dados, apesar de formalmente indagada.

No Brasil, uma reportagem veiculada no Jornal O Estado de São Paulo em 15 de junho de 2013, com o título “Custo mensal de cada ônibus em SP é de R\$ 32 mil”¹⁰⁴, o repórter Bruno Ribeiro informa que, para entender melhor como é composto o preço da passagem de ônibus em São Paulo, é preciso ter em mente duas coisas: quanto custa manter os 15 mil ônibus da frota em operação e quanto do dinheiro público pode ser usado para baratear a tarifa.

Para a Prefeitura, que cumpre contratos firmados há uma década com oito consórcios de empresas de ônibus e uma dúzia de cooperativas, o custo para manter

¹⁰⁴ **Custo mensal de cada ônibus em SP é de R\$ 32 mil.** Disponível em: <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,custo-mensal-de-cada-onibus-em-sp-e-de-r-32-mil,1042862> – acesso em 16/06/18

cada coletivo em circulação é de cerca de R\$ 32 mil por mês. Nessa conta, entram de gastos com diesel e lubrificantes a pagamento do motorista e do cobrador, além de investimentos em peças e validadores do bilhete único das catracas. Nesse valor, também está o lucro dos empresários do setor, que é garantido por contrato (o equilíbrio financeiro).

Essas informações estão em uma planilha que a Prefeitura de São Paulo enviou à Câmara Municipal no dia 22 de maio daquele ano - por lei, o governante tem de mostrar as contas feitas pela Secretaria Municipal de Transportes para explicar por que a tarifa do ônibus precisa ser reajustada, em um prazo de até cinco dias antes do reajuste ocorrer. Mas a composição da tarifa também inclui a venda dos créditos do bilhete único, que custava mensalmente R\$ 10 milhões.

Segundo a reportagem, para rodar pela cidade, cada ônibus deveria receber um número de passageiros pagantes suficiente para cobrir todas essas despesas. Os argumentos incluídos na planilha, indicam que os coletivos poderiam parar por falta de combustível, quebra de peças, ou ainda, a empresa deixar de pagar seus funcionários.

Ainda segundo a reportagem, o dinheiro das passagens não é suficiente. Isso porque a arrecadação mensal com a venda de bilhetes é de cerca de R\$ 375 milhões por mês. E os custos para operar o sistema, somados, são de R\$ 516 milhões.

É aí que entra o segundo fator determinante do preço da passagem na cidade. O subsídio - dinheiro do orçamento municipal investido no transporte público para baratear a passagem. Ao final do ano de 2013, os dispêndios, a esse título, chegariam a R\$ 1,25 bilhão.

Com o subsídio, além de diminuir o valor da tarifa, a Prefeitura ainda permite que cada usuário possa andar em até três ônibus num intervalo de três horas. Há, ainda, os benefícios da meia passagem para estudantes e a gratuidade para os idosos.

Eis alguns dados veiculados na reportagem:

- R\$ 67 mi é o gasto mensal dos ônibus com óleo diesel; com biodiesel, o custo é de R\$ 14 milhões;
- R\$ 994 mil é o custo da eletricidade que mantém os trólebus;
- R\$ 221 mi é quanto se gasta com pessoal;
- R\$ 585 mil é o preço pago para manter os validadores do bilhete único funcionando nas catracas
- R\$ 21 mi é quando as empresas recebem, por mês, para garantir que os ônibus tenham, no máximo, dez anos de uso; é uma espécie de ajuda de

custo para as empresas comprarem ônibus novos, que após uma década de uso viram patrimônio público.

Utilizando-se a calculadora do cidadão, disponível no sítio eletrônico do Banco Central do Brasil¹⁰⁵, esse valor mensal de R\$32.000,00 em junho de 2013, implica nos seguintes valores devidamente atualizados: R\$42.271,30 até maio de 2018 pelo IGP-M (FGV); R\$42.840,76 até abril de 2018, pelo IPC-A (IBGE); e R\$42.457,76 até abril de 2018 pelo INPC (IBGE).

6.5.4 – Estudo elaborado pela Associação Nacional de Transportes Públicos

Em junho de 2016, a Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP, em parceria com a Volvo, apresentou um estudo denominado “Impactos ambientais da substituição dos ônibus urbanos por veículos menos poluentes”¹⁰⁶

Seu objetivo foi estudar as alternativas tecnológicas e energéticas mais limpas para ônibus urbanos, visando oferecer subsídios técnicos iniciais para um melhor entendimento dos cenários possíveis de atendimento das atuais demandas (internacionais, nacionais, regionais e locais) por políticas de redução das emissões de gases do efeito estufa e da poluição atmosférica urbana no setor de transportes públicos, em especial, o setor de ônibus.

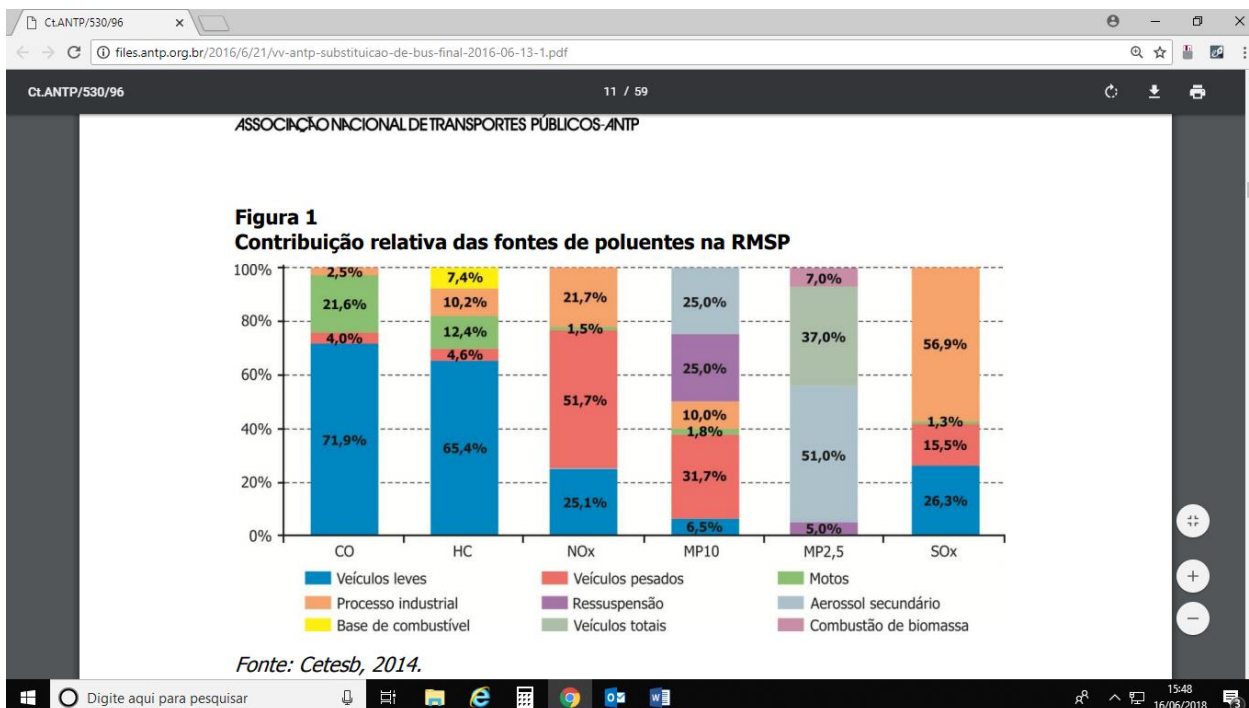
Na percepção dos estudiosos, a compreensão dos diferentes parâmetros ambientais é essencial para orientar as decisões de adoção de políticas públicas sustentáveis, bem como na escolha entre diferentes tipos de energia motriz disponíveis nos mercados locais.

Após analisarem alternativas energéticas menos poluentes, tais como biodiesel, gás natural veicular, biometano, etanol aditivado, ônibus híbridos, trólebus e ônibus elétricos, os autores anexaram uma tabela comparativa quanto à contribuição relativa dos poluentes na Região Metropolitana de São Paulo. Os dados são da CETESB:

¹⁰⁵ BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDAADO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores> – acesso em 16/06/18

¹⁰⁶ <http://files.antp.org.br/2016/6/21/vv-antp-substituicao-de-bus-final-2016-06-13-1.pdf> - acesso em 16/06/18

Tabela 17 – Contribuição relativa das fontes de poluentes na RMSP



Fonte: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes. p. 9

Sobre os ônibus diesel-elétricos, que combinam a propulsão convencional dos motores à combustão interna com a elétrica, há uma diversidade de configurações, quanto à interação entre os dois propulsores, sendo o objetivo principal aumentar a eficiência do motor de combustão interna e reduzir o consumo e as emissões de poluentes.

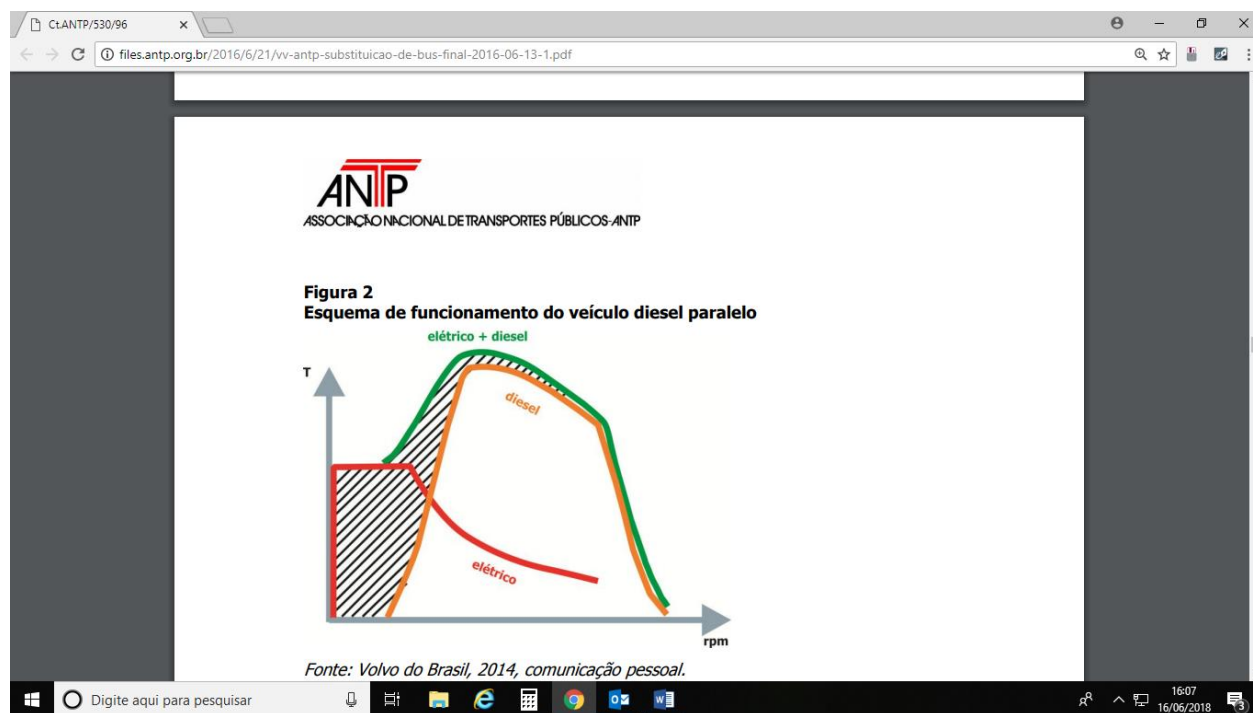
Suas principais configurações são "em série", "paralela", split e plug-in. Na configuração em série, a tração nas rodas vem de um ou mais motores elétricos acoplados diretamente às rodas, alimentados por baterias ou por um gerador acionado pelo motor de combustão. Nesse caso, não há conexão entre o motor de combustão e as rodas.

Outro dado interessante desses híbridos, prende-se ao fato de que o motor a diesel fica desligado quando o veículo está parado para embarque e desembarque de passageiros, evitando emissões indesejadas de poluentes; a energia das frenagens é usada para carregar as baterias do motor elétrico. As duas fontes de potência trabalham

em conjunto, combinando o grande torque em baixas rotações do motor elétrico à capacidade superior de tração do motor diesel em rotações mais altas.

O desempenho pode ser observado nessa correlação entre torque e rotações por minuto dos motores:

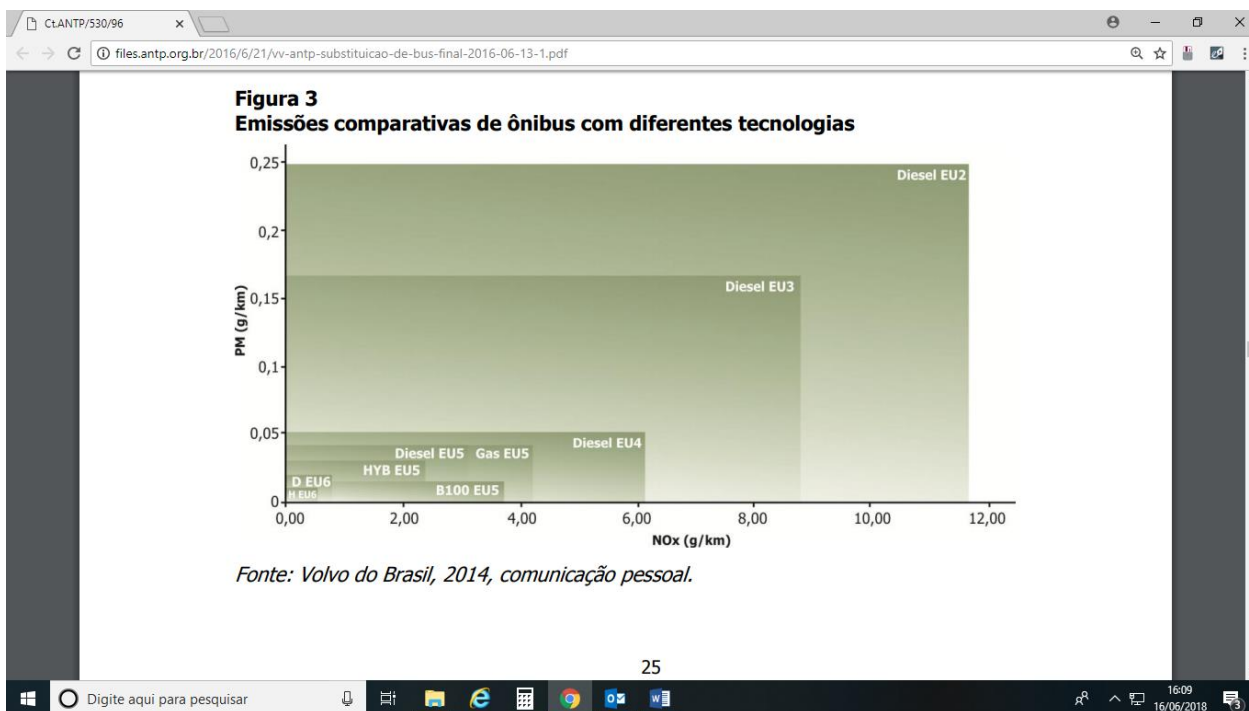
Figura 18 - Esquema de funcionamento do veículo diesel paralelo



Fonte: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes. p. 25

Este próximo quadro, demonstra as emissões comparativas de ônibus com diferentes tecnologias:

Figura 19 - Emissões comparativas de ônibus com diferentes tecnologias



Fonte: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes. p. 25

Os ônibus híbridos apresentam maior complexidade mecânica que os convencionais a diesel, e os custos de aquisição do veículo e manutenção são mais altos; entretanto, isso pode ser compensado ao longo da vida útil, pela grande economia de combustível (para os híbridos paralelos, até 35%, a depender do ciclo de utilização) comparativamente aos veículos convencionais a diesel.

No que toca especificamente ao presente trabalho, o estudo da ANTP menciona que os testes com ônibus elétricos a bateria realizados no Brasil pela Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro – Fetranspor, mostraram uma redução de 78% no custo com combustível, em comparação com ônibus convencionais movidos a diesel. Durante dois meses, um veículo transportou passageiros nas ruas do Rio de Janeiro em condições reais de uso. Além de economizar no custo do combustível, o veículo não polui (se for considerada nula a contribuição das usinas térmicas para geração da energia elétrica da rede) e produz muito menos ruído.

Suas baterias deverão durar trinta anos e, segundo as empresas envolvidas, o seu descarte não será um problema, pois seria de responsabilidade do fabricante. A bateria

do ônibus elétrico custa cerca de 60% do seu valor total, e nos estudos comparativos de custos, deve ser considerado como um custo operacional, uma vez que se trata de um modelo de leasing a ser pago com a economia de combustível. Outro estudo de avaliação comparativa de diferentes tecnologias de ônibus de 2015 realizado em Curitiba pela Urbanização de Curitiba - URBS, constatou um custo operacional 58% menor em comparação a um veículo similar a diesel.

Por outro lado, estudos de viabilidade técnico-financeira realizados em São Paulo e Bogotá pelo International Sustainable Systems Research Center - ISSRC, com apoio da Fundação Clinton no âmbito do Clinton Climate Initiative, indicaram o potencial competitivo dos ônibus elétricos a bateria em relação aos ônibus convencionais a diesel de última geração, do ponto de vista do seu custo operacional global ao longo da vida útil; entretanto, alguns requisitos normalmente empregados nas licitações de ônibus, como idade média da frota e idade máxima dos veículos, teriam que ser revistos para acomodação dos ônibus elétricos.

Após análises e simulações, o estudo propõe a seguinte frota para uma cidade com a população de Santos:

Tabela 34 - Frota proposta para cidades entre 250 mil e 1 milhão de habitantes

Trólebus	0	0	0	0	0	0
Totais	1.997	10.198	801	571	7	13.574

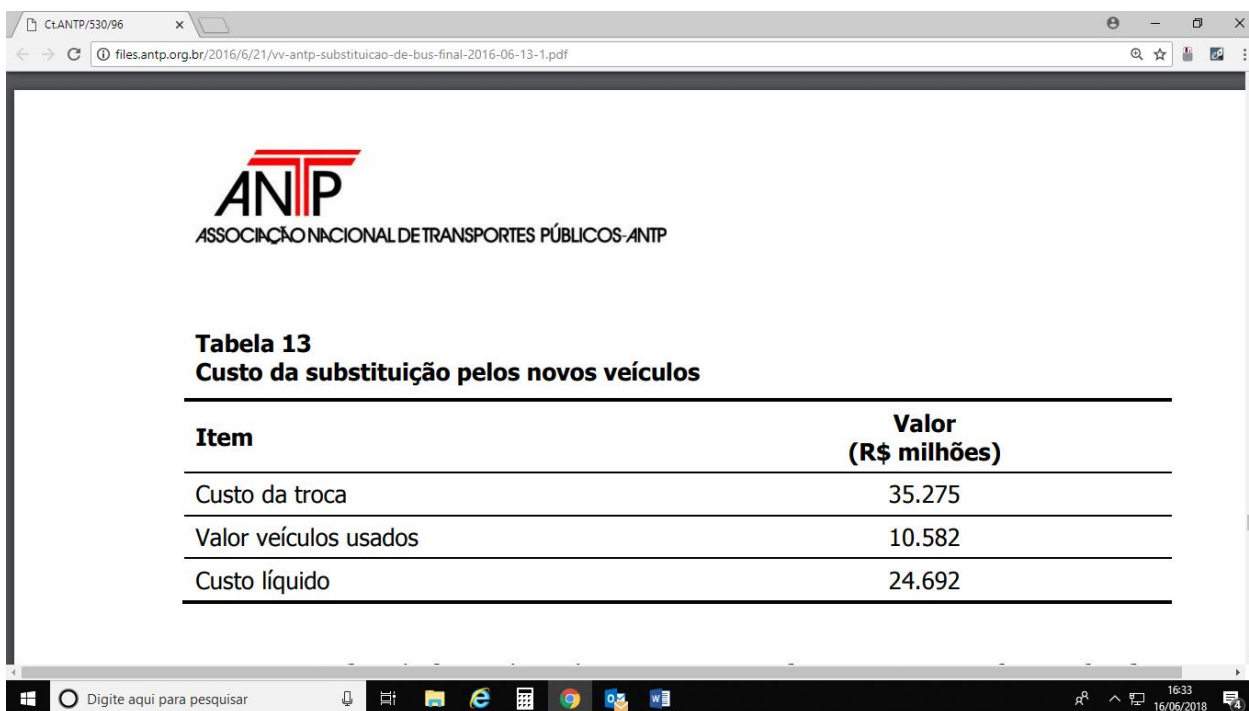
Tabela 7
Frota proposta para cidades entre 250 mil e 1 milhão de habitantes

Alternativa energética	Micro Mini	Básico Midi	Padron	Arti- culado	Biarti- culado	Totais
E95	0	158	34	0	0	192
B20	1.690	6.975	2.782	334	0	11.781
Gás	0	238	50	0	0	288
Híbrido	432	1.985	253	42	0	2.712
Elétrico a bateria	432	1.984	253	41	0	2.710
Trólebus	0	0	0	0	0	0
Totais	2.554	11.340	3.372	417	0	17.683

Tabela 8
Frota proposta para cidades entre 60 mil e 250 mil habitantes

Fonte: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes. p. 41

A tabela a seguir, resume a estimativa de custos da substituição dos veículos atuais. O valor total da compra é de R\$ 35 bilhões. Considerando que os veículos usados a serem substituídos valem 30% dos novos, os gastos líquidos seriam de R\$ 24,7 bilhões:

Tabela 35 – Custo da substituição pelos novos veículos


The screenshot shows a PDF document from ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos). The document contains a table titled 'Tabela 13: Custo da substituição pelos novos veículos'. The table has two columns: 'Item' and 'Valor (R\$ milhões)'. The data is as follows:

Item	Valor (R\$ milhões)
Custo da troca	35.275
Valor veículos usados	10.582
Custo líquido	24.692

Fonte: ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Impactos Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes. p. 45

A renovação de veículos está prevista nos contratos de operação, e os valores cobrados dos passageiros contêm uma parcela de depreciação com este objetivo. No entanto, essa parcela é calculada para substituir os veículos atuais por veículos semelhantes mais novos. Isto significa que a troca por veículos tecnologicamente diferentes dos atuais, demandará recursos adicionais. A origem e a magnitude destes recursos devem ser estudadas cuidadosamente, para permitir uma substituição dos veículos, que venha a trazer os benefícios ambientais estimados.

6.6 ASPECTOS TRIBUTÁRIOS ENVOLVIDOS

Na seara tributária, são muitas as formas de afastar a tributação incidente sobre a produção e comercialização de ônibus elétricos. Mas isso pode interferir na arrecadação federal, estadual e municipal, sendo uma das preocupações dos administradores públicos, já que para elaborar um projeto de lei que crie incentivos fiscais, é preciso

conhecer e estar amparado na Lei de Responsabilidade Fiscal (Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000).

No entanto, essa responsabilidade estará dentro de um contexto maior, em que estão incluídas a proteção ambiental e a preservação da saúde pública.

Conforme bem ressaltado por TRENNEPOHL (2011) “as renúncias de receitas, tais quais as consideradas na Lei Complementar n. 101/2000, devem obedecer à sua legislação de veiculação, e evitar o tratamento diferenciado de contribuintes, pois devem servir como instrumentos para promoção de justiça fiscal, com atendimento aos princípios da capacidade contributiva, redistribuição de rendas e desenvolvimento econômico.

Portanto, na adoção de incentivos fiscais, é preciso que haja estrita observância aos ditames legais, bem como atenção aos objetivos das propostas de incentivos, uma vez que, inevitavelmente, haverá redução da carga tributária de um lado e aumento de outro.

Essa compensação, chamada de *tax expenditure*, vai legitimar a concessão de incentivos para uma categoria e o aumento para outra. O cuidado maior nessa empreitada é evitar que sejam geradas distorções significativas e abusivas aos particulares.

Porém, até nisso reside um caráter ambiental nos incentivos, pois a concessão em um determinado produto ou serviço de interesse ambiental pode implicar o aumento da alíquota ou da base de cálculo de outro bem ou serviço mais poluente.

Por exemplo, isenta-se, ou reduz-se, a alíquota de ICMS dos produtos de álcool sólido para acendimento de lareiras, churrasqueiras, e aumenta-se a alíquota das taxas para extração de madeira, ou sobre serviços relativos a essa prática.

A apção fica a cargo dos entes da Federação, e as políticas públicas tributárias, voltadas à preservação do meio ambiente, devem estar atentas a essa gama de possibilidades.”¹⁰⁷

¹⁰⁷ TRENNEPOHL, Terence Dorneles: **Incentivos Fiscais no Direito Ambiental**. Editora Saraiva, São Paulo, 2ª edição, 2011 (versão digital).

O autor, citando ensinamentos de Edílson Nobre Júnior, conclui pela possibilidade de diminuição dos encargos tributários, “quando em jogo a tutela de interesses coletivos relevantes, tais como a indústria automobilística interna e o meio ambiente.”¹⁰⁸

“É necessário um redirecionamento do sistema Tributário Nacional para as atuais exigências ambientais. Não se trata, pois, meramente da criação de algo novo ou somente de instituir tributos ambientais, mas sim de uma adequação dos tributos já existentes à proteção do meio ambiente.”¹⁰⁹ É o que sugere CAVALCANTE (2016).

No que se refere à criação de estímulos que tenham como objetivo mudanças de comportamento, é sabido que estas são esperadas a médio e longo prazos. Na fisionomia econômica e tributária atual, no caso de estímulos decorrentes da desoneração fiscal, há que se atentar para um correspondente surgimento de custos compensatórios.

A autora propõe, inicialmente, uma alteração na Lei de Responsabilidade Fiscal, com o objetivo de incluir em seus princípios, o critério ambiental como condição de boa gestão e, ainda, acrescentar em seu texto uma análise diferenciada para as renúncias de receita, quando decorrentes de medidas voltadas para a proteção ambiental.

Não se pode perder de vista, que o fator de qualificação de um tributo é a produção de seus efeitos na proteção ambiental, e não simplesmente o seu fato gerador, ou a terminologia que se dê ou, ainda, a sua finalidade no momento da sua concepção. Vemos, pois, que a extrafiscalidade, por si, não pode justificar a existência de um tributo ambiental como uma nova espécie, daí a preferência pela expressão tributo com fins ambientais, que alcança todos os tributos. Portanto, não há que ser feita distinção na sua denominação: tributo ambiental, tributo verde, ecotributos e tributo ecológico, dentre outros.

Num outro trabalho, a mesma autora afirma que: “Quanto mais características de proteção ambiental forem identificadas nos tributos, melhor será para a eficácia da utilização destes como instrumentos de indução de comportamentos mais sustentáveis,

¹⁰⁸ idem

¹⁰⁹ CAVALCANTE, Denise Lucena, **Direito Tributário e Meio Ambiente**, in *Direito Ambiental e Sustentabilidade*, São Paulo, Editora Manole, 2016, p. 433/457.

não devendo descartar a função ambiental deles só porque não foram originalmente configurados com tal fim.”¹¹⁰

Em 2013, numa sinergia que envolveu advogados e engenheiros, o Grupo de Estudos sobre o Veículo Elétrico (GRUVE-UERJ) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) desenvolveu um trabalho sobre tributação e uma política pública de carro elétrico.¹¹¹

Dentre as profícuas observações lançadas, num primeiro momento os autores apontam um aspecto ambiental, no sentido de que “O fato de os VEs poderem utilizar recarga noturna já pode, com grande vantagem, ser adotado pelas frotas da indústria, do comércio e do setor público que contem com as tarifas reduzidas, já que nesse horário a recarga torna-se extremamente atrativa, algo impossível a qualquer veículo a combustão interna, já que não há diferença do preço do combustível em relação ao horário do reabastecimento.”

Quando aborda políticas públicas, os autores afirmam que “Cabe, portanto, ao Estado buscar na prática a construção do conceito de desenvolvimento sustentável, em sincronia com valores e desejos sociais, levando em consideração as premissas do sistema econômico. Para isso, as políticas fiscais ambientais são indispensáveis.

As políticas públicas devem ser vistas como ações do Estado integradas por atividades legislativas e administrativas que produzem normas e atos orientados a um objetivo determinado.

Além do seu caráter regulatório, as políticas públicas fiscais têm um elevado potencial para coordenar vários níveis de ação do Estado, materializadas através dos orçamentos públicos que ordenam as rubricas ou contas que em última instância representam elas próprias políticas públicas. A tributação ambiental, em particular, tem um forte potencial regulatório que pode fortalecer o desenvolvimento sustentável.”

Quando avança na análise dos aspectos tributários, uma das observações da

¹¹⁰ Idem: **TRIBUTAÇÃO AMBIENTAL: POR UMA REMODELAÇÃO ECOLÓGICA DOS TRIBUTOS**. UFC. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/12126/1/2012_art_dlcavalcante.pdf. Acesso em 24/06/18

¹¹¹ DOMINGUES, José Marcos *et al.* Revista do Instituto do Direito Brasileiro (RIDB), Ano 2 (2013) nº 2, p. 1065/1101, CIDP – Faculdade de Direito Universidade de Lisboa: **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, TRIBUTAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL: CASO DO VEÍCULO ELÉTRICO**. Disponível em: https://www.cidp.pt/publicacoes/revistas/ridb/2013/02/2013_02_01065_01101.pdf. Acesso em 26/06/18

pesquisa idealiza que “As empresas tributadas pelo lucro real, devem ser autorizadas a deduzir do imposto devido até 10% do valor investido na compra de veículos elétricos, com limite de R\$ 20.000,00 (ou 8.000 euros) por VE.

Como exceção, empresas tributadas pelo lucro presumido devem dispor de um crédito fiscal de R\$ 20.000,00 por VE comprado, crédito este a ser deduzido do imposto devido no ano da respectiva aquisição.

Às empresas de fabricação de VEs deve ser concedido um tratamento fiscal de isenção sobre os lucros nas vendas de VEs certificados pelo governo, inclusive as respectivas peças de reposição.

Para estimular a aquisição de equipamentos, renovação ou modernização, à indústria de montagem de VEs deve-se conceder uma depreciação acelerada anual de 20%, limitada ao custo do respectivo ativo”.

Com relação às contribuições sociais PIS e COFINS incidentes sobre os VEs, na época da ordem de 11,6% sobre a receita bruta das vendas de veículos, deveria ser reduzida para zero (ou, pelo menos, para 3,65%, que é a alíquota normal nessa tributação), diz o estudo.

Por fim, quando se refere aos Municípios, e especificamente sobre a cidade do Rio de Janeiro, os autores afirmam que “eles podem cobrar dois impostos que afetam os VEs: Imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana-IPTU (no Município do Rio de Janeiro à alíquota de 0,6% a 1,2% sobre o valor de mercado dos imóveis de propriedade das empresas), e o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza - ISS (no Município do Rio de Janeiro as alíquotas variam de 2% a 10% sobre o valor do serviço, sendo a alíquota genérica 5%). O IPTU é um imposto sobre imóveis, incluindo as plantas de montagem, estações de carregamento e oficinas de VEs; o ISS é imposto incidente sobre serviços relacionados na lei e prestados em estabelecimentos dos contribuintes.”

Como o presente trabalho não envolve o gênero VEs, os aspectos tributários envolvidos são focados nos ônibus elétricos.

Dentre os incentivos fiscais que podem ser concedidos e considerando os tributos que normalmente incidem sobre a produção e comercialização de veículos elétricos, pode-se citar o imposto sobre produtos industrializados, que admite a chamada seletividade verde. No entanto, não há efetiva desoneração nesse sentido.

Já com relação ao Imposto de Importação, por força da Resolução nº 97, de 26 de outubro de 2015, a Câmara de Comércio Exterior (CAMEX) alterou a Lista Brasileira de Exceções à Tarifa Externa Comum do MERCOSUL e aplicou a denominada “alíquota zero” para os veículos equipados, unicamente, com motor elétrico para propulsão, com energia proveniente de acumuladores elétricos e autonomia mínima de 80 km.¹¹²

Posteriormente, a Resolução nº 34, de 20 de abril de 2016, alterou para 2%, até 31 de dezembro de 2017, as alíquotas do imposto de importação sobre uma série de bens de capital e bens de informática e telecomunicações, que fazem parte da cadeia produtiva de ônibus elétricos. Estes componentes entram na classificação dos chamados ex-tarifários.

Ainda na área federal, pode-se admitir que isenções fiscais do Imposto sobre operações de crédito, câmbio e seguro, ou relativas a títulos ou valores mobiliários IOF), poderiam ser concedidas às operações de financiamento para aquisição desses veículos.

Passando para a esfera estadual, com relação ao imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA), e focando na sua aplicação voltada à proteção ambiental, destaca-se, dentre elas, o tratamento diferenciado pelos estados brasileiros em relação à tributação de veículos elétricos, representando essa redução de alíquota um estímulo à diminuição da poluição causada pela emissão de gases oriundos de veículos tradicionais.

No Estado de São Paulo, o inciso VI, do artigo 13, da Lei nº 13.296, de 23 de dezembro de 2008, que estabelece o tratamento tributário do IPVA, concede isenção aos ônibus empregados, exclusivamente, no transporte público urbano de passageiros; independentemente do combustível utilizado.¹¹³

Por outro lado, com relação ao Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS), utilizando-se os descritores “onibus” e “eletrico”, não foi

¹¹² CAMEX. Disponível em: <http://www.camex.gov.br/ultimas-noticias/62-resolucoes-da-camex/em-vigor/1564-resolucao-n-97-de-26-de-outubro-de-2015>. Acesso em 24/06/18

¹¹³ São Paulo. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2008/lei-13296-23.12.2008.html>. Acesso em 24/06/18

encontrada previsão de isenção, tanto no sítio eletrônico do Governo do Estado¹¹⁴, como no da Assembléia Legislativa¹¹⁵.

Mas há um pequeno alento no sentido de diminuir a carga tributária: a redução da alíquota desse imposto para 12%, incidente na saída interna de ônibus movido exclusivamente a energia elétrica fornecida por bateria, com volume interno de habitáculo igual ou superior a 9 m³. A previsão está contida no Decreto nº 61.790, de 08 de janeiro de 2016.¹¹⁶

Localmente, os municípios poderão conceder isenções para as prestações de serviços ligadas à manutenção, operação, estacionamento e abastecimento dos ônibus elétricos (ISSQN). Adicionalmente, também deverá ser providenciada a desoneração do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU) incidente sobre os imóveis onde ficam localizadas as garagens desses veículos e os locais das futuras estações de carregamento.

Por fim, na esteira dos avanços globais na implementação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental conjugadas com aquelas destinadas ao transporte público, cabe registrar a recente edição da Medida Provisória nº 843, de 5 de julho de 2018, que instituiu o Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças.¹¹⁷

Junto com essa norma, também foi editado o Decreto nº 9.442, de 5 de julho de 2018, que possibilita a redução das alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI incidente sobre veículos equipados com motores híbridos e elétricos.¹¹⁸

¹¹⁴ São Paulo. Disponível em: <https://portal.fazenda.sp.gov.br/Paginas/legislacao.aspx>. Acesso em 24/06/18

¹¹⁵ Assembléia Legislativa de São Paulo. Disponível: <https://www.al.sp.gov.br/leis/legislacao-do-estado/>. Acesso em 24/06/18

¹¹⁶ São Paulo. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2016/decreto-61790-08.01.2016.html>. Acesso em 24/06/18

¹¹⁷ Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv843.htm. Acesso em 24/07/18.

¹¹⁸ Idem. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9442.htm. Acesso em 24/07/18.

6.7 LOCAIS DE CARREGAMENTO DAS BATERIAS

Depois de iniciar em 2006 um dos primeiros grandes projetos de veículos elétricos na América do Sul com a adaptação de 100 unidades da perua Fiat Weekend, a usina hidrelétrica de Itaipu vai começar uma nova etapa para consolidar o carro elétrico brasileiro.¹¹⁹

A Itaipu também está em negociações com uma empresa, mantida em segredo, que atua em países como Alemanha e Suíça, para a fabricação nacional de estações de recarga rápida de carros elétricos em sistema de alta tensão e corrente contínua (DC), que será capaz de reabastecer as baterias dos carros entre 15 minutos e 30 minutos, contra aproximadamente oito horas de um carregador comum, doméstico.

Segundo Celso Novais, chefe da assessoria de mobilidade elétrica de Itaipu, o objetivo é que essa empresa fique encarregada do projeto, com componentes nacionais e empregando mão de obra local. No Brasil, uma estação de recarga desse tipo chega a custar R\$ 170.000,00 (cento e setenta mil reais), mas que poderá ser feita, aqui, por R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais).

Para dar continuidade às pesquisas, sua frota de veículos elétricos (com cerca de 200 unidades), é utilizada para o deslocamento de funcionários e para medir o impacto dos elétricos na rede de distribuição.

A hidroelétrica também quer atuar fortemente em dois segmentos: um deles é o mercado de baterias, para a viabilização de um produto brasileiro. O outro envolve o transporte público, de modo a introduzir uma mobilidade elétrica sustentável em um país de dimensões continentais.

O entrevistado prossegue, afirmando que, hoje, há várias empresas com capacidade técnica para assumir um projeto nacional de veículo elétrico. Cita duas, que são especializadas na parte eletrônica e na confecção de inversores, motores e capacitores.

¹¹⁹ UOL CARROS: **Usina de Itaipu já investe em estações de recarga para elétricos no Brasil.** Disponível em: <http://carros.uol.com.br/noticias/redacao/2018/03/03/usina-de-itaipu-ja-investe-em-estacoes-de-recarga-para-eletricos-no-brasil.htm> Acesso em 19/05/18.

Objetivando a evolução dessas empresas e a obtenção de financiamentos, a usina identifica aquelas que têm potencial, participa de pesquisas e até justifica o projeto junto à Finep (Empresa Brasileira de Inovação e Pesquisa).

Como a multinacional também concentra sua atuação nos veículos de carga e de transporte de passageiros, foi desenvolvido um protótipo de ônibus híbrido a etanol, com propulsão 100% elétrica e motor a combustão instalado somente para abastecer as baterias de sal de sódio - tecnologia na qual investe há bastante tempo -. Essas baterias são mais baratas e estáveis que as de íons de lítio, largamente utilizadas em automóveis e aparelhos de telefonia móvel.¹²⁰

O projeto do ônibus híbrido também é feito com financiamento da Finep, que abrirá edital para empresas e municípios interessados em montar os veículos em escala industrial (que terão wi-fi, ar-condicionado e total acessibilidade para cadeirantes). Os planos iniciais são de montar 100 unidades.

Por outro lado, a FINEP já financiou a produção de um ônibus movido a hidrogênio.¹²¹ Isso é um precedente muito importante para viabilizar a aquisição de ônibus autônomos movidos a eletricidade.

Com tamanho e a aparência iguais às de um ônibus urbano convencional, o veículo tem piso baixo, ar-condicionado, espaço para embarque de deficientes físicos e autonomia para rodar até 300 quilômetros. É movido a energia elétrica obtida de uma tomada ligada na rede e complementada com energia produzida a bordo, por uma pilha a combustível alimentada com hidrogênio. Isso significa um veículo silencioso, com eficiência energética muito maior que a dos ônibus convencionais a diesel e com emissão zero de poluentes. O que sai de seu cano de descarga é apenas vapor de água, tão limpo que, se condensado, resultaria em água para consumo.

Seu pioneirismo está no fato de terem sido desenvolvidos no Brasil todos os equipamentos e subsistemas tecnológicos importantes para esta aplicação. O sistema de tração elétrica oferece partidas e deslocamentos suaves e permite otimizar o seu desempenho em função do ciclo de rodagem. Também possuem o mesmo sistema de

¹²⁰ ITAIPU BINACIONAL: **Veículos Elétricos.** Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos> Acesso em 20/05/18.

¹²¹ FINEP: **Ônibus a hidrogênio.** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/aqui-tem-finep/onibus-a-hidrogenio> Acesso em 19/05/18.

recuperação de energia cinética utilizado pelos carros de Fórmula 1. A diferença é que na Fórmula 1 esse sistema é voltado para ganho de velocidade e nos ônibus da Coppe para aumentar a eficiência energética e economizar combustível.

O Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), apresentou duas iniciativas em eletromobilidade, que o governo brasileiro realiza em parceria com o Ministério alemão de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ, na sigla em alemão) por meio da Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ).¹²²

O “Promob-e”, executado pelo MDIC, tem o objetivo de auxiliar na formulação de políticas públicas que estimulem a adoção de sistemas de propulsão mais eficientes. O projeto de cooperação teve início em janeiro de 2017 e tem duração prevista até 2020. Até esse ano, o governo alemão deverá dispendar 5 milhões de euros para realizar seminários, oficinas e visitas técnicas que ajudem a mapear o cenário brasileiro no que se refere à eletromobilidade.

Já o “Eficiência Energética na Mobilidade Urbana” (EEMU), coordenado pelo Ministério das Cidades, busca criar condições institucionais e técnicas no setor de mobilidade urbana no Brasil.

Em 13 de junho de 2018, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou a regulamentação do fornecimento de energia para recarga de veículos elétricos (VEs)¹²³. Esse regulamento é um importante avanço no processo de popularização da mobilidade elétrica no país, uma vez que incentiva investimentos privados na infraestrutura do setor, ao qualificar a recarga como serviço e não como venda de eletricidade.

A partir de agora, os empreendimentos interessados em prestar esse tipo de serviço, como postos de combustíveis, distribuidoras e centros comerciais, podem cobrar pela recarga. Antes da regulamentação, a recarga de VEs não poderia ser tarifada como um serviço. Sem margem de lucro, os investimentos privados em eletropostos não ocorriam.

A ANEEL optou por uma regulamentação mínima do tema, que evita a

¹²² MDIC: **Ônibus elétricos são tema de seminário internacional realizado pelo MDIC**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3277-onibus-eletricos-sao-tema-de-seminario-internacional-realizado-pelo-mdic>. Acesso em 25/06/18

¹²³ PROMObE. Disponível em: <http://www.promobe.com.br/noticias-promob-e/aneel-aprova-regulamentacao-de-recarga-de-veiculos-eletricos/>. Acesso em 25/06/18

interferência da atividade nos processos tarifários dos consumidores de energia elétrica, quando o serviço for prestado por distribuidora.¹²⁴ O principal objetivo, segunda a própria agência, é reduzir a incerteza aos que desejam investir no desenvolvimento da infraestrutura de recarga dos veículos elétricos, como também, eliminar eventuais barreiras para o desenvolvimento desse mercado. A ANEEL garante que o empreendedor invista nas instalações de recarga sem medo de surpresas regulatórias posteriores.

O regulamento da Agência permite a qualquer interessado a realização de atividades de recarga de veículos elétricos, inclusive para fins de exploração comercial a preços livremente negociados, a chamada recarga pública.

A distribuidora de energia elétrica pode, a seu critério, instalar estações de recarga em sua área de atuação destinadas à recarga pública de veículos elétricos, sendo que a agência deverá disponibilizar, até 15 de outubro de 2018, um formulário eletrônico que permita a qualquer consumidor interessado, o envio das informações necessárias ao registro junto à Agência, das estações de recarga em unidades consumidoras de sua titularidade.

Conforme já salientado, já existem alguns projetos de eletropostos em rodovias. O primeiro corredor elétrico brasileiro foi inaugurado em 2015 e liga Campinas a São Paulo. A iniciativa foi implementada pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), em parceria com a Rede Graal, e financiada com recursos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Aneel.

Além desse corredor já implementado por completo, há também projetos para instalar eletropostos em uma das principais rodovias do país, a Presidente Dutra, que liga São Paulo ao Rio de Janeiro. Nesse caso, trata-se de um projeto da montadora BMW, em parceria com a empresa EDP. A ideia é construir seis postos de recarga ao longo da rodovia.

Os corredores elétricos, contudo, não ficam restritos ao eixo Rio-São Paulo. Em 2018 outra eletrovia brasileira foi inaugurada no Paraná, entre Paranaguá e Foz do

¹²⁴ ANEEL. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aprovada-regulamentacao-sobre-recarga-de-veiculos-eletricos/656877. Acesso em 25/06/18

Iguaçu, e já conta com dois eletropostos funcionando – ao todo serão oito postos. A iniciativa é fruto de uma parceria entre a Itaipu Binacional e a Companhia Paranaense de Energia (Copel).

Para o coordenador do Programa Veículo Elétrico de Itaipu, engenheiro Celso Novais, a portaria da ANEEL é positiva. “A definição cria novas oportunidades de negócios e acelera o processo de introdução de eletrovias e de sistemas de abastecimento de veículos elétricos. Tanto nas estradas como nas cidades”, afirma.

Nos Estados Unidos, a região pioneira na implementação de ônibus elétrico na frota de transporte público foi o Vale do Antílope, que abrange as cidades de Lancaster e Palmdale, na Califórnia. Em 2016, a Diretoria da Autoridade de Trânsito do Vale do Antílope (AVTA, na sigla em inglês)¹²⁵ estabeleceu a meta de se tornar a primeira frota totalmente elétrica do país até o final do ano de 2018.

Quando concluído, o projeto de Transformação da Frota de Ônibus Elétrico criará um sistema de trânsito mais inteligente, mais ecológico e mais interconectado, que servirá ao Vale do Antílope e às áreas que se estendem para o sul até a Bacia de Los Angeles. Os ônibus utilizarão tecnologia de carregamento indutivo, sem fio.

Essa infraestrutura de carregamento é outro componente do projeto, que usará carregadores indutivos sem fio de alta potência para ajudar a alimentar os novos ônibus de emissão zero. Esses carregadores permitirão que os ônibus elétricos sejam carregados sem fio, simplesmente ao conduzir os veículos sobre as pastilhas de carregamento embutidas no solo.

A primeira dessas estações de carregamento indutivo sem fio foi concluída no Sgt. Steve Owen Memorial Park (OMP), um dos dois principais centros de transferência na área de serviço da AVTA. Ela opera desde 05 de janeiro de 2017. A construção de uma segunda estação de carregamento, localizada no Centro de Transporte Palmdale, foi concluída no outono de 2017.

A AVTA pretende adquirir equipamentos para até 15 estações de carregamento sem fio, programadas para instalação nos próximos dois anos, com um requisito mínimo de 200 kWh. Uma estação de carregamento dessa força tem o potencial de adicionar

¹²⁵ AVTA: **Electric Bus Fleet Conversion**. Disponível em: <http://www.avta.com/index.aspx?page=482>
Tradução livre do Inglês. Acesso em 04/06/18

aproximadamente 14 milhas ao alcance de um ônibus elétrico a cada 10 minutos de tempo de carga.

Essa tecnologia de carregamento sem fio é um dos aspectos mais relevantes desse programa, pois depende de um sistema de carregamento indutivo que simplesmente requer que o ônibus estacione sobre um eletroímã, durante seu tempo de recuperação, para que o carregamento sem fio ocorra. Isso implica que os ônibus de emissão zero podem permanecer operacionais, pelo tempo equivalente àquele movido a diesel.

Quando não estão em serviço, os ônibus elétricos carregam suas baterias na AVTA, através de estações de carregamento condutoras de cabos rígidos. A instalação das 87 estações de carregamento foi concluída no final de 2017, e inclui um gerador de backup de 1,5 megawatt, que pode alimentar toda a infraestrutura de carregamento em caso de emergência.

7. RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL DAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS

Partindo da premissa de que o dinheiro que financia a produção e o consumo ficam ligados à moralidade e à legalidade dessa produção e consumo, o professor Paulo Affonso Leme Machado¹²⁶ afirma que nem o dinheiro privado e nem o dinheiro público podem financiar a poluição e a degradação da natureza. Um dos fundamentos está descrito no *caput* do artigo 192 da Constituição, quando ela determina que o sistema financeiro nacional deverá servir aos interesses da coletividade.

Mencionando o artigo 3º, IV da lei nº 4.595, de 31 de dezembro de 1964, que aponta como política do Conselho Monetário Nacional, orientar a aplicação de recursos das instituições financeiras, de modo a propiciar condições favoráveis ao desenvolvimento harmônico da economia nacional, o autor vincula este à diminuição das desigualdades regionais (artigos 3º, III e 43 da Constituição), como também o desenvolvimento sustentável, que estabelece equidade entre as presentes e futuras gerações (art. 225 da Constituição).

Ao se referir ao Banco Central do Brasil, o autor entende que ele não pode atuar isoladamente dentro do governo, mas sim de forma a integrar-se como toda a política traçada pelo Presidente da República, chancelada pelo Congresso Nacional.

O artigo 12 da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), impõe que as entidades e órgãos de financiamento e incentivos governamentais, deverão condicionar a aprovação de projetos habilitados a esses benefícios ao cumprimento das normas, dos critérios e dos padrões expedidos pelo CONAMA, devendo, também, fazer constar dos projetos a realização de obras e aquisição de equipamentos destinados ao controle de degradação ambiental e à melhoria da qualidade do meio ambiente. Isso seria a razão para a inserção desses financiamentos e incentivos, na atividade de fiscalização do Banco Central do Brasil.

Considerando que a exigência de licenciamento ambiental pode partir dos órgãos competentes federais, estaduais e se existirem, municipais, as instituições financeiras

¹²⁶ Machado, Paulo Affonso Leme – **Direito Ambiental Brasileiro**, Malheiros Editores – São Paulo, 2014, p. 388/396

deverão tomar conhecimento do leque de estabelecimentos e atividades para os quais há exigência desses licenciamentos, de modo a estarem aptos para exigí-los dos pretendentes ao benefício ou financiamento.

Essa também é a posição de Mirra (2017)¹²⁷, segundo o qual “o regime específico da responsabilidade civil ambiental está fundado na responsabilidade objetiva do degradador do meio ambiente, ou seja, responsabilidade que independe da culpa do agente, fundada no simples risco ou no simples fato da atividade causadora do dano ambiental. Assim, nessa matéria, basta a comprovação (i) do dano causado ao meio ambiente; (ii) de uma atividade ou omissão degradadora; e (iii) do nexo causal entre o dano e o fato da atividade degradadora, sendo irrelevante discutir se houve culpa ou não do agente.”

O autor afirma que o Superior Tribunal de Justiça consagrou o entendimento de que, na responsabilidade civil ambiental, tem aplicação a teoria do risco integral, de sorte que não podem ser invocadas, como causas excludentes da responsabilidade civil do degradador do meio ambiente, a licitude da atividade, o caso fortuito, a força maior e o fato de terceiro. O agente responde invariavelmente pelo simples fato, pela simples existência ou pela simples presença da atividade lesiva ao meio ambiente por ele desenvolvida.

Nessa linha de entendimento, como no Direito Ambiental Brasileiro se adotou a responsabilidade civil fundada no risco integral, a teoria que melhor se adapta à matéria é a da equivalência das condições, estendendo-se a responsabilidade civil a todos aqueles que, de alguma forma, deram causa ao dano ambiental.

Mirra prossegue, citando uma paradigmática decisão proferida nos autos do REsp 650.728/SC, de 23/10/07 no sentido de que: [havendo mais de um causador do dano ambiental — direto ou indireto —, todos serão solidariamente responsáveis pela reparação do dano, nos termos do artigo 942 do Código Civil, podendo o ressarcimento ser exigido indistintamente de um, de alguns ou de todos. Na fórmula empregada pelo STJ, que ficou célebre em julgado relatado pelo ministro Herman Benjamin, sob a ótica

¹²⁷ MIRRA, Álvaro Luiz Valery: **A responsabilidade civil ambiental das instituições financeiras**. CONJUR. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-nov-25/ambiente-juridico-responsabilidade-civil-ambiental-instituicoes-financeiras>. Acesso em 23/06/18

do nexo de causalidade, para fins de responsabilização civil pelo dano ambiental, “equiparam-se quem faz, quem não faz quando deveria fazer, quem deixa fazer, quem não se importa que façam, que financia para que façam, e quem se beneficia quando outros fazem”.]^{128 129}

Nessa linha, o articulista é categórico: “Trata-se, portanto, de hipótese de responsabilidade objetiva solidária do agente financeiro, já que, sem o financiamento, a atividade que se revelou degradadora não teria se realizado e, conseqüentemente, o dano ambiental não teria sido causado.

Pouco importa, aqui, que a instituição financeira tenha exigido do financiado, para a concessão do financiamento, a obtenção de todas as licenças e autorizações necessárias para o exercício da atividade e a comprovação do cumprimento regular das condições impostas. Desnecessário averiguar, ainda, se o financiador acompanhou o desenvolvimento da atividade empreendida com o financiamento e exerceu adequado controle sobre esta, à vista da legislação ambiental aplicável.”

A respeito do caráter temporal da responsabilidade civil do financiador pelo dano ambiental causado pela atividade financiada, após mencionar divisão doutrinária, ele defende que “a partir da orientação estabelecida pelo Superior Tribunal de Justiça, à luz da disciplina legal da matéria, segundo acima anotado, o financiador deve ser considerado como responsável solidário com o degradador pelo simples fato de ter financiado o empreendimento, na condição de poluidor indireto. E essa responsabilidade perdura enquanto a atividade financiada se desenvolver, de sorte que qualquer dano ambiental decorrente da atividade financiada vai ensejar a responsabilização civil do financiador, ainda que o contrato já se encontre findo ou extinto.

Nessa linha de entendimento, observada em termos estritos a jurisprudência do STJ, mesmo quando haja, por exemplo, o inadimplemento contratual por parte do tomador do empréstimo, que não paga o valor mutuado ou descumpre o dever de observar as normas ambientais, na forma a que se havia obrigado, com a

¹²⁸ idem

¹²⁹ STJ. Disponível em:

<http://www.stj.jus.br/SCON/jurisprudencia/doc.jsp?livre=650728&b=ACOR&p=true&l=10&i=8>. Acesso em 23/06/18

subsequente resolução do ajuste, caracterizada estará a responsabilidade civil do financiador, ainda mais se já tiver havido a entrega da totalidade do dinheiro para o exercício da atividade. A única ressalva admissível é a da possibilidade de o financiador voltar-se regressivamente contra o financiado, a fim de ressarcir-se junto a este último pelas obrigações que lhe tiverem sido impostas na qualidade de poluidor indireto e responsável solidário pela degradação ambiental.”

Em sentido contrário, ou seja, de que a responsabilização das instituições financeiras não deverá ocorrer, GADELHA (2017) discorre que há necessidade de uma adequação legislativa sobre o tema, pois [os bancos já são signatários do “*Protocolo Verde*”, datado de 1992 e do “*Equator Principles*”, de 2003. Hoje, os projetos considerados de alto ou médio risco ambiental exigem, para fins de financiamento, a elaboração de um documento de avaliação ambiental do projeto e que aborde, ainda, os métodos de prevenção e controle dos impactos ambientais esperados.

Segundo, porque a responsabilidade civil ambiental além de objetiva é também solidária, de tal sorte que as instituições financeiras costumam ser alvo de ações judiciais por danos ambientais antes mesmo dos verdadeiros poluidores, a despeito de serem considerados pela própria legislação como poluidores *indiretos*.

A essas duas razões anteriores há que se somar uma terceira, que, na prática, reforça os argumentos já apresentados: a de que os bancos não possuem poder de polícia administrativa e não podem, por conseguinte, realizar uma fiscalização intensa e profunda das atividades que financiam. É dizer: as instituições financeiras não são legalmente autorizadas a supervisionar os empreendimentos que financiam; logo os dados ambientais que obtêm ou têm origem exclusiva nas informações repassadas pelo empreendedor ou em fiscalizações previstas apenas contratualmente, isto é, bastante limitadas.]¹³⁰

¹³⁰ GADELHA, Marina: **Novamente sobre a responsabilidade civil ambiental dos bancos**. Migalhas. Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/dePeso/16,MI260339,31047-Novamente+sobre+a+responsabilidade+civil+ambiental+dos+bancos>. Acesso em 23/06/18

Mas é ANTUNES (2016)¹³¹ quem defende efusivamente essa não responsabilização. Ao se referir a decisões do Superior Tribunal de Justiça, em especial ao RESP acima mencionado, ele expõe que: “Embora em nenhum desses dois casos haja menção expressa à responsabilidade ambiental de instituições financeiras, eles são ordinariamente indicados como precedentes para a possibilidade jurídica (ainda que em tese) de responsabilização integral de instituições financeiras por danos ambientais, na condição de poluidores indiretos.

A decisão judicial examinada resultou em um nexo de causalidade meramente teórico, nada tendo a ver com uma situação real que possa indicar vínculo concreto entre uma ação ou omissão e um evento danoso. Constituiu-se, portanto, um nexo de causalidade puramente especulativo, distante do mundo fenomenológico. Admite-se, em tese, que uma opção legislativa pudesse ter gerado essa circunstância, pois, em tal caso, haveria uma opção política da sociedade, que, por mais discutível que seja, encontra um grau de legitimidade social e, principalmente, de previsibilidade incomparável com o grau quase lotérico das decisões judiciais em temas de responsabilidade ambiental. Ademais, dado que o direito brasileiro não se prende ao sistema de precedentes judiciais, não há que se atribuir força quase normativa às decisões mencionadas, que, nos termos de nosso regime jurídico, devem se restringir aos casos concretos.”

Fazendo menção à chamada *deep pocket doctrine* (de origem norte-americana e que é entendida como Teoria do Bolso Profundo), o autor afirma que ela pode gerar distorção dos custos de responsabilização ambiental para os maiores agentes econômicos e fomentar a irresponsabilidade de agentes intermédios de cadeias produtivas.

Para tanto, lembra do entendimento de Rômulo Sampaio (2013, p. 31): “Se o poluidor direto sabe de antemão que na hipótese de dano ambiental a reparação será imputada ao indireto que financiou o empreendimento segundo uma preferência implícita pelos legitimados da ação civil pública por aqueles que, aparentemente, detém mais

¹³¹ ANTUNES, Paulo de Bessa: **Responsabilidade Civil Ambiental de Instituições Financeiras**. GENJURIDICO. Disponível em: <http://genjuridico.com.br/2016/07/15/responsabilidade-civil-ambiental-de-instituicoes-financeiras/>. Acesso em 23/06/18

recursos, o poluidor direto não tem qualquer incentivo para internalizar deveres de cuidado. O indireto pode cobrar mais pelo financiamento e o direto, sabendo que está pagando mãos e que pode se desincumbir da responsabilidade por interpretações judiciais a técnicas, assumirá riscos maiores e não internalizará deveres de cuidado por acreditar que alguém estará sempre pronto para arcar, via decisão judicial, com eventual prejuízo do dano.” (SAMPAIO, Rômulo Silveira da Rocha. Responsabilidade Civil Ambiental das Instituições Financeiras. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.)

Para corroborar seu entendimento, ANTUNES cita decisão proferida pela Ministra Marga Tessler (Juíza convocada do TRF 4ª Região), nos autos do Agravo nº 1.433.170, de 09/12/2014, que indeferiu a antecipação de tutela requerida pelo Ministério Público Federal, contra, dentre outros fatores, decisão proferida pelo MM. Juiz Federal da 13ª Vara Cível de São Paulo, SJ/SP, Dr. Wilson Zauhy Filho que excluiu do polo passivo o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID.

Sua decisão foi no sentido de que:

“Em juízo estreitamente perfunctório, verifica-se que a relação do BID com a Fazenda Pública do Estado de São Paulo rege-se unicamente pelo contrato de empréstimo entre eles firmado, não havendo, tal como dito na decisão agravada, nexos de causalidade entre a liberação dos recursos para a obra, concedido pelo BID, e a ausência ou erro dos estudos acerca do impacto ambiental do projeto.

No presente caso, em uma primeira análise, não se vislumbra qualquer responsabilidade do BID pelos danos ambientais ocasionados na execução do Projeto Várzeas do Tiête, sendo parte ilegítima para ocupar o polo passivo da presente demanda.”¹³²

GUILHARDI (2015), também advoga contra a responsabilização das instituições financeiras¹³³: “Efetivamente, a concessão do empréstimo nem sequer resvala na ocorrência do dano, sendo certo que o tomador do empréstimo é quem atuará de maneira a degradar o meio ambiente. Em outras palavras, ainda que fosse suprimido o empréstimo da cadeia de causalidade, a ação da pessoa tomadora do empréstimo, por

¹³² STJ. Disponível em:

<https://ww2.stj.jus.br/websecstj/cgi/revista/REJ.cgi/MON?seq=42765974&tipo=0&nreg=201403266429&SeqCgrmaSessao=&CodOrgaoJgdr=&dt=20141211&formato=PDF&salvar=false>. Acesso em 26/06/18

¹³³ GUILHARDI, Pedro: **Responsabilidade Civil dos Bancos por Dano Ambiental em Projetos Financiados**. Revista Brasileira de Direito Comercial, Ano I, número 4, 2015. Lex Magister - Rio Grande do Sul, p. 39

si só, é que causa a degradação ambiental, sem que o empréstimo de qualquer forma atue na sua ocorrência."

Também nessa mesma linha de defesa, LANNER (2018)¹³⁴ pondera que, em se tratando de financiamentos de projetos que causem degradação ambiental, existe a possibilidade da aplicação de duas teorias com o objetivo de imputar, ou não, responsabilidade indireta à instituição financeira: teoria do risco integral e teoria do risco criado.

Pela teoria do risco integral, a instituição financeira responde de forma solidária com o empreendedor, pois ela não admite excludentes de responsabilidade. Independentemente da conduta do financiador, incide sua responsabilidade, já que seus recursos contribuíram para que o dano ocorresse, pois sem o financiamento o empreendedor não teria condições de executar o projeto. Por outro lado, pela teoria do risco criado, são admissíveis causas excludentes de responsabilidade, como caso fortuito, força maior e ato de terceiro.

A autora conclui seu estudo afirmando que esta última teoria, "revela-se mais eficiente que a teoria do risco integral, pois estimula o gerenciamento dos riscos socioambientais e, conseqüentemente, a minimização de impactos negativos ao meio ambiente."

Por outro lado, há quem mencione a existência de uma outra modalidade de risco a que estão expostas as instituições financeiras: a de reputação. YOSHIDA (2017), citando Blank e Brauner, informa que ela "é decorrente da pressão da opinião pública, investidores, organizações não governamentais, para adoção, pelas mesmas instituições, de política de financiamento e investimento ambientalmente correta, sob pena de prejuízo à sua reputação"¹³⁵

Colocadas essas premissas, há que ser discutida a tese da eventual responsabilização das instituições financeiras por danos causados à saúde da

¹³⁴ LANNER, Maíra Brecht: **Uma Análise Econômica da Responsabilidade Civil Ambiental das Instituições Financeiras**. Revista Brasileira de Direito Comercial, Ano IV - nº 21, 2018. Lex Magister – Rio Grande do Sul, p. 100/102

¹³⁵ YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromizato: **Responsabilidade das Instituições Financeiras: da atuação reativa à atuação proativa**. Finanças sustentáveis e a responsabilidade socioambiental das instituições financeiras, 2017. Editora Fórum – Minas Gerais, p. 210/211.

população, em decorrência da emissão de poluentes na atmosfera, pelos ônibus movidos a óleo diesel, o que será feito nos próximos capítulos.

7.1 POLÍTICA DE RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (PRSA)

Atento aos posicionamentos doutrinários e jurisprudenciais, o Banco Central do Brasil (BACEN), tornou pública a resolução do Conselho Monetário Nacional nº 4.327, de 25 de abril de 2014, que dispôs sobre as diretrizes que devem ser observadas no estabelecimento e na implementação da Política de Responsabilidade Socioambiental pelas instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil.

Segundo ANTUNES (2016)¹³⁶, esse normativo foi editado em razão da preocupação da autoridade monetária “com os riscos decorrentes de operações realizadas por instituições financeiras”. Na sequência, o autor afirma que a “iniciativa do Bacen é consistente com o Acordo da Basileia II e reconhece que o risco socioambiental é uma variável a ser inserida na análise do macrorrisco da instituição financeira.”

O artigo 6º dessa Resolução prevê as seguintes ações de gerenciamento do risco socioambiental: (i) estabelecimento de sistemas, rotinas e procedimentos de identificação, classificação, avaliação, monitoramento e mitigação; (ii) registro de dados; (iii) avaliação prévia de impactos socioambientais; (iv) readequação dos procedimentos a alterações legislativas.

Também defende que “Práticas ambientais inapropriadas por parte de operadores diretos financiados por instituições financeiras podem reduzir o valor de propriedades dadas em garantia e/ou aumentar a probabilidade de multas ou de responsabilização, que reduzem a capacidade de pagamento do devedor.”

Ainda na visão do autor, é incorreto afirmar que a Resolução nº 4.327, de 2014, propugna a responsabilidade civil de instituições financeiras.

Nesse contexto, o Normativo nº 14, aprovado em 28 de agosto de 2014, do Sistema de Autorregulação Bancária (SARB), buscou definir diretrizes e procedimentos

¹³⁶ idem

para as práticas socioambientais de instituições financeiras. A iniciativa autorregulatória tem por objetivos: (i) demonstrar diligência e comprometimento das instituições financeiras na avaliação de impactos socioambientais em suas operações e atividades; (ii) definir patamar mínimo de procedimentos e práticas, evitando disparidades da concorrência; (iii) instrumentalizar procedimentos para a análise de risco socioambiental nas atividades e operações das instituições; (iv) servir de parâmetro para fiscalização do regulador; e (v) constituir elementos de defesa em demandas judiciais.¹³⁷

Para ANTUNES, essas iniciativas seguem a racionalidade da Lei Anticorrupção (Lei Federal nº 12.846, de 1º de agosto de 2013), como também “a tendência jurídica de estabelecimento de mecanismos e procedimentos internos de controle e auditoria que demonstrem a adoção de cautelas compatíveis com o papel que instituições financeiras exercem na sociedade.”

Como não haveria uma “definição clara dos limites a serem observados pelas instituições financeiras”, o autor entende que “não há nenhuma obrigação de que as instituições financeiras realizem estudos e análises que ultrapassem os limites do legalmente exigível, não sendo razoável que elas atuem como se fossem instituições corregedoras de órgãos de controle ambiental.”

7.2 APLICAÇÃO, PELAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS, NO FINANCIAMENTO PARA AQUISIÇÃO DE ÔNIBUS

Já ficou demonstrado que a aquisição de ônibus elétricos autônomos movidos a bateria, vai necessitar de financiamentos bancários, uma vez que o valor inicial do investimento ainda é elevado.

Nessa linha de raciocínio, como o principal objetivo é preservar o meio ambiente e diminuir as despesas com saúde pública, é desejável uma redução das taxas de juros nessas linhas de crédito.

Por outro lado, e num sentido diametralmente oposto, não poderá ser esquecida

¹³⁷

FEBRABAN.

Disponível

em:

<https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/SITE%20MAR%C3%87O%202017%20-%20Normativo%20014-LIC%20e%20anexos.pdf>. Acesso em 26/06/18

eventual responsabilização civil socioambiental das instituições financeiras que concederem empréstimos para a aquisição de ônibus movidos a combustíveis fósseis, e que venham causar danos ao meio ambiente e à saúde.

Uma forma de desestimular e até inviabilizar essa modalidade atual de financiamento bancário, é aumentar, consideravelmente, as taxas de juros para aquisição de veículos que sejam baseados nessa matriz energética, em especial dos ônibus urbanos.

CONCLUSÕES

Os combustíveis derivados de petróleo são, há um século, a fonte de energia para os veículos automotores. Sua combustão gera elementos altamente poluentes que são lançados na atmosfera, tais como: ozônio, dióxido de nitrogênio, material particulado e dióxido de enxofre.

Ainda que nos últimos anos algumas ações mitigadoras da poluição do ar tenham sido adotadas: emprego de tecnologias mais avançadas no desenvolvimento e fabricação dos motores, utilização obrigatória de catalizadores nos veículos e redução do teor de enxofre na produção de combustíveis, dentre outras; os níveis de poluição do ar continuam elevados e causando danos à saúde.

Outra característica que impacta fortemente é o meio de transporte utilizado. Predomina a utilização do transporte individual, ou seja, por meio de automóveis que transportam, na maioria das vezes, somente um indivíduo.

O ideal, é a utilização de meios de transporte coletivos (como ônibus, trens e barcos), utilização de bicicletas, deslocamentos a pé, como também o transporte por veículos de modo compartilhado (a denominada “carona”). Mas é evidente que essa mudança de postura depende de educação e conscientização da população, pois, apesar de todas as medidas até então adotadas para minimizar os efeitos da poluição do ar, ela persiste e continua impactando fortemente na saúde e na qualidade de vida.

Uma das várias medidas que se propõe, é a utilização de um meio de transporte coletivo urbano, que seja eficiente e não emita poluentes no processo de geração e transferência de energia para movimentar os veículos. A alternativa ambiental e tecnologicamente mais adequadas, atualmente, é a utilização de ônibus autônomos movidos a energia elétrica (que não podem ser confundidos com os chamados trólebus: elétricos, mas dependentes de uma fonte elétrica constante e externa).

Apesar da competência para estabelecer diretrizes para o transporte urbano ser da União, a Constituição atribuiu aos Municípios a de organizar e prestar o serviço público de transporte coletivo.

No município de Santos, apesar de já existirem um Plano Municipal de Mudança do Clima e um Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana, ainda não há um

obrigatório Plano de Mobilidade Urbana e, muito menos, uma política pública de transporte. Portanto, a Municipalidade há que adotar medidas que eliminem ou, ao menos, minimizem os efeitos maléficos à saúde causados pela emissão de poluentes.

Nessa linha de raciocínio, o Poder Público Municipal há que se espelhar nas medidas legislativas e administrativas implementadas pela Prefeitura do Município de São Paulo, que estabeleceu que os programas, contratos e autorizações municipais de transportes públicos reduzirão, progressivamente, o uso de combustíveis fósseis; adotando-se uma meta de, em vinte anos, contados a partir de 2018, utilizarem combustível renovável não-fóssil em todos os ônibus do sistema de transporte público municipal.

Apesar do valor unitário de um ônibus elétrico ser alto, muitas vezes superando o dobro do valor de um ônibus movido a óleo diesel, há que se ponderar um fator relevante: os custos de manutenção e de aquisição de combustível são significativamente menores do que os veículos atuais.

O retorno financeiro do investimento realizado para a compra desses tipos de veículos, ocorre em aproximadamente sete anos. Partindo-se do princípio de que esses ônibus são projetados para ter uma vida útil de, no mínimo, doze anos, e que os custos de manutenção e a garantia estão embutidos no preço de aquisição de alguns fabricantes, essa mudança de paradigma compensa o investimento.

Afora impactos no sistema cardiovascular, a poluição do ar gera, principalmente, inflamações nas vias áreas superiores e inferiores. Essas substâncias atingem o pulmão, alvéolos, bronquíolos e causam, também, danos celulares. Isso sem mencionar os casos já comprovados de câncer.

No Brasil, os dados constantes no sistema DATASUS apontam o número de atendimentos ou internações causadas por enfermidades no sistema respiratório superior e inferior, bem como os custos desses eventos. Também é possível aferir o número de mortes a elas relacionadas.

Apesar de não ser possível e nem cientificamente aconselhável atribuir todos esses eventos registrados no sistema (tanto de morbidade, como de mortalidade por problemas respiratórios) à poluição do ar, por vários motivos esses dados podem ser cruzados com aqueles contidos numa pesquisa americana. Isso vai demonstrar que “é

melhor prevenir do que remediar”. A médio e longo prazos, as despesas dos SUS relativas a esses eventos certamente irão diminuir.

Assim, com a economia gerada pela queda do número de internações, atendimentos e morbidade causados pela poluição do ar, a verba que seria destinada à saúde poderá migrar para o setor de transporte, através de uma efetiva política municipal de mobilidade urbana.

Sob o enfoque tributário, a atuação governamental na aquisição, manutenção e abastecimento dos ônibus elétricos, poderá ocorrer com a chamada desoneração, permitindo uma redução no valor final que as empresas concessionárias desse serviço público tenham que dispendar.

Por outro lado, como essa inovação provavelmente vai necessitar de financiamento bancário, é desejável uma redução dos juros nessas linhas de crédito. Além desse aspecto, não poderá ser esquecida eventual responsabilização socioambiental das instituições financeiras que concederem empréstimos para a aquisição de ônibus movidos a combustíveis fósseis, e que venham a causar danos ao meio ambiente e à saúde.

O último aspecto a ser considerado, diz respeito à responsabilização civil dos municípios, por não adotarem medidas mitigadoras ou eliminadoras dos poluentes do ar, comprovadamente causados por esses veículos. Esse raciocínio é reforçado, quando se leva em consideração que a esses entes federativos foi atribuído o poder para conceder a prestação do serviço público de transporte urbano.

REFERÊNCIAS

ABER, Judah. Columbia University: **Electric Bus Analysis for New York City Transit**. Disponível em:

<http://www.columbia.edu/~ja3041/Electric%20Bus%20Analysis%20for%20NYC%20Transit%20by%20J%20Aber%20Columbia%20University%20-%20May%202016.pdf>.

Tradução livre do inglês. Acesso em 24 mai. 2018

ABVE: **Edital abre caminho para os ônibus elétricos em SP**. Disponível em:

<http://www.abve.org.br/edital-abre-caminho-aos-onibus-eletricos-em-sp/>. Acesso em 24 mai. 2018.

_____. **Ônibus elétrico da BYD já roda em Brasília com carroceria Marcopolo**.

Disponível em: <http://www.abve.org.br/brasil-tera-onibus-eletrico-da-byd-com-carroceria-marcopolo/> Acesso em 27 mai. 2018.

AITH, Fernando. **Curso de Direito Sanitário – A proteção do Direito à Saúde no Brasil**. São Paulo: Editora Quartier Latin do Brasil, 2007.

ANEEL. **Aprovada regulamentação sobre recarga de veículos elétricos**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aprovada-regulamentacao-sobre-recarga-de-veiculos-eletricos/656877.

Acesso em 25 jun. 2018

_____. **Painel de Desempenho das Distribuidoras de Energia**. Disponível em:

http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/paineis-de-desempenho-da-distribuicao/656808?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2 Acesso em 03 jun. 2018

ANTP: **Impacto Ambientais da Substituição dos Ônibus Urbanos por Veículos Menos Poluentes**. Disponível em: <http://files.antp.org.br/2016/6/21/vv-antp-substituicao-de-bus-final-2016-06-13-1.pdf>. Acesso em 16 jun. 2018

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito Ambiental**. 16ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2016.

AVTA: **Electric Bus Fleet Conversion**. Disponível em:
<http://www.avta.com/index.aspx?page=482>. Tradução livre do Inglês. Acesso em 04 jun. 2018

BANCO CENTRAL DO BRASIL: **Correção de valores**. Disponível em:
<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. Acesso em 16 jun. 2018

BLOOMBERG: **Electric Buses Will Take Over Half the World Fleet by 2025**. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-01/electric-buses-will-take-over-half-the-world-by-2025>. Tradução livre do inglês. Acesso em 27 mai. 2018.

BOMFIM, Juliana Campos: **A ATIVIDADE PORTUÁRIA DE TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE GRANEL NO PORTO DE SANTOS, A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULARIZADO E A RESPONSABILIZAÇÃO PELO DANO**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Católica de Santos (Unisantos) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Direito. 2014. Disponível em: <http://biblioteca.unisantos.br:8181/bitstream/tede/2382/2/Juliana%20Campos%20Bomfim.pdf> Acesso em 19 jun. 2018

BRAGA, Alfesio *et al.* **Poluição atmosférica e saúde humana**. n. 51, setembro/novembro 2001. São Paulo: REVISTA USP. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/35099/37838> Acesso em 13 jun. 2018.

BRASIL. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm#art183 Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm#art28 Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Lei/L13683.htm. Acesso em 21 jun. 2018.

_____. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Exm/Exm-MP-818-18.pdf Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv843.htm. Acesso em 24 jul. 2018.

_____. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/decreto/D9442.htm. Acesso em 24 jul. 2018.

BREATHELIFE. **A global campaign for clean air**. Disponível em: <http://breathelife2030.org/>. Acesso em 27 jun. 2018

_____. **The air Pollution in Santos, Brazil**. Disponível em: <http://breathelife2030.org/city-data-page/?city=358>. Acesso em 27 jun. 2018

BRUNA, Gilda Collet e PHILIPPI JR., Arlindo. **POLÍTICAS PÚBLICAS E SUSTENTABILIDADE NO MEIO URBANO, Direito Ambiental e Sustentabilidade**. São Paulo: Editora Manole, 2016.

BRUNEKREEF, Bert *et al.* **Air pollution and health**. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(02\)11274-8/fulltext?code=lancet-site](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(02)11274-8/fulltext?code=lancet-site). Tradução livre do inglês. Acesso em 07 jun. 2018

BYD. **O Primeiro Ônibus Elétrico de 12M e Longa Autonomia Produzido em Larga Escala**. Disponível em: <http://en.byd.com/br/ebus/ebus.html> Acesso em 20 mai. 2018.

CAMEX. Disponível em: <http://www.camex.gov.br/ultimas-noticias/62-resolucoes-da-camex/em-vigor/1564-resolucao-n-97-de-26-de-outubro-de-2015>. Acesso em 24 jun. 2018

CANÇADO, José Eduardo Delfini *et al.* **Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica**. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v32s1/a02v32s1.pdf> Acesso em 21 mai. 2018.

CAVALCANTE, Denise Lucena, **Direito Tributário e Meio Ambiente**, *in* Direito Ambiental e Sustentabilidade. São Paulo, Editora Manole, 2016.

CEPEDA, Magda *et al.* **Levels of ambient air pollution according to mode of transport: a systematic review**. The Lancet Public Health, Volume 2, nº 1, e23–e34, janeiro de 2017. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667\(16\)30021-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanpub/article/PIIS2468-2667(16)30021-4/fulltext). Tradução livre do inglês. Acesso em 11 jun. 2018

CETESB. **Avaliação da qualidade do ar no município de Santos. 2011 a 2014.**

Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relat%C3%B3rio-Santos-2015.pdf> Acesso em 05 jun. 2018

_____. **Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2016.** Disponível em:

http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2017/11/EMISS%C3%95ES-VEICULARES_09_nov.pdf
Acesso em 20 mai. 2018.

_____. **Estimativa da Frota Circulante no Estado de São Paulo – 2016.** Disponível em: http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2017/12/Frota-Circulante_Estado-de-S%C3%A3o-Paulo_2016.xlsx Acesso em 20 mai. 2018.

_____. **Plano de Controle de Poluição Veicular 2017 2019.** Disponível em:

<http://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2018/01/PCPV-2017-2019.pdf> Acesso em 20 mai. 2018.

_____. **Relatório da qualidade do ar no Estado de São Paulo 2017: CETESB,**

2018. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2018/05/relatorio-qualidade-ar-2017.pdf> Acesso em 20 mai 2018

CONJUR: **A responsabilidade civil ambiental das instituições financeiras - MIRRA,** Álvaro Luiz Valery. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-nov-25/ambiente-juridico-responsabilidade-civil-ambiental-instituicoes-financeiras>. Acesso em 23 jun. 2018

_____. **Por interesse local, município pode legislar sobre o meio ambiente, diz**

STF. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-jul-01/interesse-local-municipio-legislar-meio-ambiente> Acesso em 02 jun. 2018

DATASUS: Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/datasus>. Acesso em 02 jul. 2018

_____. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niSP.def>. Acesso em 02 jul. 2018.

DIÁRIO DO TRANSPORTE: **Piracicabana vai intensificar renovação de frota em 2018.** Disponível em <https://diariodotransporte.com.br/2017/10/23/entrevista-piracicabana-vai-intensificar-renovacao-de-frota-em-2018/>. Acesso em 25 jun. 2018

DOMINGUES, José Marcos *et al.* **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, TRIBUTAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL: CASO DO VEÍCULO ELÉTRICO.** Revista do

Instituto do Direito Brasileiro (RIDB), Ano 2 (2013) nº 2, p. 1065/1101, CIDP – Faculdade de Direito Universidade de Lisboa: Disponível em: https://www.cidp.pt/publicacoes/revistas/ridb/2013/02/2013_02_01065_01101.pdf. Acesso em 26 jun. 2018

ELETRABUS: **E-Bus: elétrico puro 100% a bateria**. Disponível em: <http://www.eletrabus.com.br/eletrico-puro/> Acesso em 24 mai. 2018.

_____. **Ônibus elétrico terá preço igual ao de similar a diesel em 2026**. Disponível em: <http://www.eletrabus.com.br/2018/02/12/ate-2026-onibus-eletrico-custara-o-mesmo-que-similar-a-diesel/> Acesso em 27 mai. 2018.

EPE: **Balanco Energético Nacional 2018**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-387/Matriz%20ab2017.xlsx>. Acesso em 25 jun. 2018

ESTADÃO: **Custo mensal de cada ônibus em SP é de R\$ 32 mil**. Disponível em: <https://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,custo-mensal-de-cada-onibus-em-sp-e-de-r-32-mil,1042862>. Acesso em 16 jun. 2018

EVIPNET. Disponível em: <http://brasil.evipnet.org/sobre/> Acesso em 17 mai. 2018.

_____. **Sintese de evidências para políticas de saúde. Reduzindo a emissão do poluente atmosférico – material particulado – em benefício da saúde no ambiente urbano**. Disponível em: http://brasil.evipnet.org/wp-content/uploads/2016/08/Sintese_emiss%C3%A3o_de_poluente_ago.pdf Acesso em 18 mai. 2018.

FEBRABAN. Disponível em: <https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/SITE%20MAR%C3%87O%202017%20-%20Normativo%20014-LIC%20e%20anexos.pdf>. Acesso em 26 jun. 2018.

FINEP. **Desafios para a implantação de ônibus a hidrogênio**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/busca-geral?q=hidrog%C3%AAnio+como+combust%C3%ADvel> Acesso em 05 jun. 2018

_____. **Ônibus a hidrogênio**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/aqui-tem-finep/onibus-a-hidrogenio> Acesso em 19 mai. 2018.

GENJURIDICO. **Responsabilidade Civil Ambiental de Instituições Financeiras** - ANTUNES, Paulo de Bessa: Disponível em: <http://genjuridico.com.br/2016/07/15/responsabilidade-civil-ambiental-de-instituicoes-financeiras/>. Acesso em 23 jun. 2018

GOMIDE, Alexandre de Ávila; GALINDO, Ernesto Pereira. **A mobilidade urbana: uma agenda inconclusa ou o retorno daquilo que não foi**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000300003&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 02 jun. 2018.

GUILHARDI, Pedro: **Responsabilidade Civil dos Bancos por Dano Ambiental em Projetos Financiados**. Revista Brasileira de Direito Comercial, Ano I, número 4. Rio Grande do Sul: Lex Magister, 2015.

INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE: **Avaliação dos impactos na saúde pública e sua valoração devido à implementação progressiva do componente biodiesel na matriz energética de transporte**. Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2015/08/Relatorio-Final-COMPLETO_ago.pdf Acesso em 11 jun. 2018

_____. **Avaliação e valoração dos impactos da poluição do ar na saúde da população decorrente da substituição da matriz energética do transporte público na cidade de São Paulo - 2017**. Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/wp-content/uploads/2017/05/GP_ISS_Relatorio_ImpactosOnibusSP-1.pdf Acesso em 11 jun. 2018

_____: **Transformar o conhecimento em ação para melhorar a saúde nas grandes cidades**. Disponível em: <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/institucional/o-instituto/> - Acesso em 17 mai. 2018.

ITAIPU BINACIONAL: **Veículos Elétricos**. Disponível em: <https://www.itaipu.gov.br/tecnologia/veiculos-eletricos> Acesso em 20 mai. 2018.

JASINSKI, Renata *et al*: **Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes em Cubatão, São Paulo, Brasil, entre 1997 e 2004**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2011001100017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt Acesso em 21 mai. 2018.

JORNAL DA USP. **Grupo de pesquisa da USP ajudou no combate à poluição do ar.** 23/05/17. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/grupo-de-pesquisa-da-usp-ajudou-no-combate-a-poluicao-do-ar/> Acesso em 13 jun. 2018

JUNIOR, Vidal Serrano Nunes e ARAÚJO, Luiz Alberto David: **Curso de Direito Constitucional.** São Paulo: Editora Verbatin, 2013.

LANNER, Maíra Brecht: **Uma Análise Econômica da Responsabilidade Civil Ambiental das Instituições Financeiras.** Revista Brasileira de Direito Comercial, Ano IV - nº 21. Rio Grande do Sul: Lex Magister, 2018.

MACHADO, Paulo Affonso Leme – **Direito Ambiental Brasileiro.** 22ª ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2014.

MERCADO LIVRE. Disponível em: <https://veiculo.mercadolivres.com.br/MLB-1011389190-nibus-bepobus-citta-JM>. Acesso em 19 jul. 2018

METRO: **PESQUISA DE MOBILIDADE 2012 - REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.** Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/mobilidade-2012/relatorio-sintese-pesquisa-mobilidade-2012.pdf> Acesso em 29 mai. 2018.

MIGALHAS - GADELHA, Marina: **Novamente sobre a responsabilidade civil ambiental dos bancos.** Disponível em: <http://www.migalhas.com.br/dePeso/16,MI260339,31047-Novamente+sobre+a+responsabilidade+civil+ambiental+dos+bancos>. Acesso em 23 jun. 2018

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS: **Ônibus elétricos são tema de seminário internacional realizado pelo MDIC.** Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3277-onibus-eletricos-sao-tema-de-seminario-internacional-realizado-pelo-mdic>. Acesso em 25 jun. 2018

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Reduzindo a emissão do poluente atmosférico – material particulado – em benefício da saúde no ambiente urbano.** Disponível em: http://brasil.evipnet.org/wp-content/uploads/2016/08/Sintese_emiss%C3%A3o_de_poluente_ago.pdf Acesso em 18 mai. 2018.

_____. **Sistema Único de Saúde.** Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/index.php/sistema-unico-de-saude/sistema-unico-de-saude>. Acesso em 02 jul. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Tecnologias renováveis para o transporte urbano no Brasil.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/quest/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/onibus-a-hidrogenio> Acesso em 05 jun. 2018

_____. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/quest/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/onibus-a-hidrogenio/noticias> Acesso em 05 jun. 2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: **Mobilidade Sustentável.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/mobilidade-sustent%C3%A1vel> Acesso em 17 mai. 2018.

_____. **Mudança de Clima.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima>. Acesso em 10 dez. 2017.

_____. **Projeto reforça gestão de riscos climáticos** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=2918> Acesso em 17 mai. 2018.

NREL: **Foothill Transit Battery Electric Bus Demonstration Results.** Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65274.pdf>. Tradução livre do Inglês. Acesso em 13 jun. 2018

_____. **Foothill Transit Electric Bus Evaluation.** Disponível em: <https://www.nrel.gov/transportation/fleetttest-electric-foothill.html> Tradução livre do Inglês. Acesso em 13/06/18

OMS: **Calidad del aire y salud.** Disponível em: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Tradução livre do Espanho. Acesso em 15 jun. 2018

ONU: **Towards a pollution-free planet.** Disponível em: https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/25_19october.pdf. Tradução livre do Inglês. Acesso em 15 jun. 2018

OPAS/OMS: **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído.**

Disponível em:

https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5654:nove-em-cada-dez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-poluído&Itemid=839. Acesso em 15 jun. 2018

PROMOBe. **Aneel aprova regulamentação de recarga de veículos elétricos.**

Disponível em: <http://www.promobe.com.br/noticias-promob-e/aneel-aprova-regulamentacao-de-recarga-de-veiculos-eletricos/>. Acesso em 25 jun. 2018

_____. **Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos.** 2018.

Disponível em: <http://www.promobe.com.br/wp-content/uploads/2018/06/2018-06-04-PROMOB-e-Estudo-de-Governanca.compressed.pdf>. Acesso em 25 jun. 2018

PROTERRA: **Annual Tailpipe Emissions.** Disponível em:

<https://www.proterra.com/performance/sustainability/> Tradução livre do Inglês. Acesso em 20 jun. 2018

_____. **THE PROTERRA CATALYST® 40-FOOT TRANSIT VEHICLE.** Disponível

em: <https://www.proterra.com/products/40-foot-catalyst/> Tradução livre do Inglês. Acesso em 04 jun. 2018

SANTAPORTAL: **Ônibus elétrico começa a circular hoje em Santos.** Disponível em:

<http://santaportal.com.br/noticia/24042-onibus-eletrico-comeca-a-circular-hoje-em-santos> Acesso em 17 mai. 2018.

SANTOS. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=projeto/plano-municipal-de-mudanca-do-clima-de-santos> Acesso em 17 mai. 2018

_____. Disponível em:

http://www.santos.sp.gov.br/static/files/www/pmmcs_plano_municipal_de_mudanca_do_clima_de_santos_15-12-2016_ii.pdf Acesso em 17 mai. 2018

_____. Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?down=5654>

Acesso em 03 jun. 2018

_____. Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=5803>

Acesso em 03 jun. 2018

_____. Disponível em:

<https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=6378&tid=105> Acesso em 03 jun. 2018

_____. Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=institucional/mobilidade-urbana-0> Acesso em 02 jun 2018.

_____. Disponível em:
http://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/conteudo/Pag_Internas/apresentacao_PM_MU_CMDU.pdf Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em:
<https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/results.php?words=mobilidade> Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em:
<http://www.camarasantos.sp.gov.br/publico/include/download.php?file=1439> Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em:
http://www.santos.sp.gov.br/mobilidade/sites/default/files/Pre_PLANO_documento_discussao_30_12_2015.pdf Acesso em 05 jun. 2018

_____. Disponível em:
<https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=4650&tid=90> Acesso em 02 jun. 2018

_____. Disponível em:
<https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/?code=3538&tid=72> Acesso em 02 jun. 2018

_____. Disponível em: <https://egov.santos.sp.gov.br/legis/document/list.php> Acesso em 17 mai. 2018

_____. Disponível em:
<http://legislacao.camarasantos.sp.gov.br/Home/Pesquisa?TiposNormas=1&TiposNormas=13&TiposNormas=61&=62&TiposNormas=65&TiposNormas=66&Numero=&Ano=&Classificacao=0&DataInicial=&DataFinal=&Situacao=0&NoTexto=false&ementa=onibus+eletrico> Acesso em 17 mai. 2018.

SANTOS ÔNIBUS: **Santos completa 150 ônibus com ar condicionado na frota municipal.** Disponível em: <http://www.santosonibus.com.br/noticia/1/158> Acesso em 17 mai. 2018.

SÃO PAULO. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2008/lei-13296-23.12.2008.html>. Acesso em 24 jun. 2018

_____. Disponível em: <https://portal.fazenda.sp.gov.br/Paginas/legislacao.aspx>. Acesso em 24 jun. 2018

_____. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/leis/legislacao-do-estado/>. Acesso em 24 jun. 2018

_____. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2016/decreto-61790-08.01.2016.html>. Acesso em 24 jun. 2018

SÃO PAULO (SP). Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L14933.pdf> Acesso em 17 jun. 2018.

_____. Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16802.pdf>. Acesso em 17 jun. 2018.

_____. **Manual dos Padrões Técnicos de Veículos – Tração Elétrica**. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital2018/001_E_STRUTURAL/ANEXO-V_MANUAIS/5-1-4_MANUAL-DOS-PADROES-TECNICOS_TRACAO-ELETRICA.pdf. Acesso em 17/06/18

_____. **SPTrans apresenta o primeiro ônibus elétrico movido a bateria totalmente fabricado no Brasil**. Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br/noticia/sptrans-apresenta-o-primeiro-onibus-eletrico-movido-a-bateria-totalmente-fabricado-no-brasil> Acesso em 15 mai. 2018.

SIMPLO. Disponível em: <https://www.simplusbr.com/noticias/detalhes/simplicio-explica-proconve-mar-1> Acesso em 21 mai. 2018.

SOUZA, Simone Letícia Severo e. **Direito à Saúde e Políticas Públicas – do ressarcimento entre os gestores públicos e privados da saúde**. Minas Gerais: Editora Del Rey, 2015.

STF. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/downloadPeca.asp?id=289069154&ext=.pdf> Acesso em 02 jun. 2018

_____. Disponível em: https://www.stf.jus.br/arquivo/djEletronico/DJE_20171116_261.pdf Acesso em 02 jun. 2018

_____. Disponível em:

<http://stf.jus.br/portal/processo/verProcessoPeca.asp?id=307367573&tipoApp=.pdf>

Acesso em 02 jun. 2018.

_____. Disponível em:

<http://stf.jus.br/portal/processo/verProcessoAndamento.asp?incidente=4520101>

Acesso em 02 jun. 2018.

STJ. Disponível em:

<http://www.stj.jus.br/SCON/jurisprudencia/doc.jsp?livre=650728&b=ACOR&p=true&l=10&i=8>. Acesso em 23 jun. 2018

_____. Disponível em:

<https://ww2.stj.jus.br/websecstj/cgi/revista/REJ.cgi/MON?seq=42765974&tipo=0&nreg=201403266429&SeqCgrmaSessao=&CodOrgaoJgdr=&dt=20141211&formato=PDF&salvar=false>. Acesso em 26/06/18

TRENNEPOHL, Terence Dorneles: **Incentivos Fiscais no Direito Ambiental**. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2011 (versão digital).

UFC: **Tributação Ambiental: Por uma Remodelação Ecológica dos Tributos**.

Disponível em:

http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/12126/1/2012_art_dlcavalcante.pdf. Acesso em 24 jun. 2018

UNISANTA. **Projeto Respirando Vida** - Em desenvolvimento na Universidade Santa Cecília – UNISANTA.

UOL CARROS: **Usina de Itaipu já investe em estações de recarga para elétricos no Brasil**. Disponível em: <http://carros.uol.com.br/noticias/redacao/2018/03/03/usina-de-itaipu-ja-investe-em-estacoes-de-recarga-para-eletricos-no-brasil.htm> Acesso em 19 mai. 2018.

YARUWAKE, Janete Harumi: **Poluição e poluentes indoor x outdoor**. Disponível em: <http://graduacao.igsc.usp.br/files/Polui%C3%A7%C3%A3o-%E2%80%9Cindoor%E2%80%9D-e-%E2%80%9Coutdoor%E2%80%9D.pdf> Acesso em 21 mai. 2018.

_____. **Introdução e definições – Toxicologia**. Disponível em:

http://graduacao.igsc.usp.br/files/SQM438_1Introducao-e-Definicoes.pdf Acesso em 21 mai. 2018.

YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromizato: **Responsabilidade das Instituições Financeiras: da atuação reativa à atuação proativa.** Finanças sustentáveis e a responsabilidade socioambiental das instituições financeiras, 2017. Editora Fórum – Minas Gerais, p. 210/211.

YOUTUBE: **Trinta novos ônibus começam a circular pela Cidade a partir de hoje.**
Disponível em: <https://youtu.be/-Unj-qJPZfc> – (22/12/17) Acesso em 17 mai. 2018