Projeção do Ganho de Eficiência Energética com a Utilização do Sistema Híbrido no Transporte Público de Passageiros

SILVA, H. R. O. [a*], PARIZI, C. C. [a], ABRAHAM, E. R.[a], MACHADO, S. T.[a], COSTA NETO, P. L. O.[a], VENDRAMETTO, O. [a], MEDINA, F. A. S. [a]

a. Universidade Paulista, São Paulo

**Corresponding author, kaa_ell@hotmail.com*

Resumo

Apesar do conceito da sustentabilidade estar inserido no contexto de cidades com ênfase no equilíbrio das dimensões econômico, ecológico e social, o transporte coletivo de passageiros nos centros urbanos das grandes cidades é um dos grandes desafios para a gestão pública, tanto para a garantia da mobilidade urbana como para a redução das emissões de poluentes e causadores de doenças respiratórias. Por exemplo, a maioria dos veículos destinados ao transporte coletivo são operados com combustíveis diesel e/ou biodiesel, que globalmente desperta uma preocupação devido aos efeitos adversos à saúde humana causados pela emissão de material particulado. Nesse sentido, o transporte coletivo de passageiros realizado por veículos híbridos pode ser uma alternativa para redução na emissão de poluentes. Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da substituição da frota de veículos movidos a diesel por veículos híbridos na cidade de São Paulo. Assim, realizou-se o cálculo de projeção para renovação da frota de ônibus da cidade de São Paulo de veículos convencionais por híbridos, considerando uma taxa de renovação de 10% ao ano. Os resultados apresentaram que um planejamento de substituição da frota por veículos híbridos até 2024, permitiria uma redução de CO2 de até 77,5%, consequentemente, contribuindo para o meio ambiente, melhor qualidade do ar do centro urbano paulistano e redução das doenças respiratórias e cardiovasculares.

Palavras-chave: *Combustíveis fósseis, Centros urbanos, Transporte mais limpo, São Paulo.*

1. Introdução

Apesar do conceito da sustentabilidade estar inserido no contexto das cidades buscando a ênfase no equilíbrio das dimensões econômica, ecológica e social (BRORSTRÖM, 2015), o transporte coletivo de passageiros nos centros urbanos das grandes cidades vem sendo o grande desafio para a gestão pública, tanto para a garantia da mobilidade urbana como para a redução das emissões de poluentes e causadores de doenças respiratórias. Por exemplo, aproximadamente 55% das viagens motorizadas na região metropolitana de São Paulo são realizadas por transporte coletivo, abrangendo um total de seis milhões de passageiros transportados por dia útil (SPTRANS, 2014). Ainda de acordo com a São Paulo Transportes S.A., o sistema opera com 16 consórcios formados por empresas e cooperativas, dispondo de aproximadamente 15 mil veículos em mais de 1.300 linhas

A maioria dos veículos são operados com combustíveis diesel e/ou biodiesel, que globalmente desperta uma preocupação devido os efeitos adversos à saúde humana causados pela emissão de material

particulado (BETHA e BALASUBRAMANIAN, 2011). O impacto negativo da emissão de material particulado e Óxidos de Nitrogênio (NOx) no meio ambiente e na saúde da população resultou em maior conscientização e ações proativas das empresas a favor do desenvolvimento sustentável (FROTA NETO et al., 2008). Por exemplo, o Grupo VIP responsável pela operação de transporte coletivo de passageiro em duas áreas da cidade de São Paulo vem utilizando o combustível S-50 e S-10 antes mesmo de sua obrigatoriedade por parte do governo, bem como o sistema Arla 32 (Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo), como redutor de emissão de poluentes provenientes do motor a combustão.

Nesse sentido, o transporte coletivo de passageiros realizado por veículos híbridos podem ser uma alternativa para redução na emissão de poluentes. A evolução das agências de transportes na utilização de tecnologias mais limpas e combustíveis como a eletricidade, veículos híbridos, biocombustíveis, gás natural e células de hidrogênio tem contribuído para o processo de inovação do trânsito e melhorias no ambiente urbano (APTA, 2012).

O sucesso do óleo diesel como combustível para o motor a combustão aplicado em veículos pesados teve sua rápida adesão pelas empresas de transporte de carga, transporte coletivo de passageiros, navios e geradores, devido sua robustez e capacidade de propiciar torques elevados (GOMES e SANTOS, 2008). Recentemente, a busca pela produção de energias alternativas, devido ao petróleo representar um risco ambiental por sua grande quantidade de gases poluentes e efeitos negativos à saúde humana, além de ser uma fonte não renovável. Assim, ao longo do tempo, outras fontes alternativas vêm sendo desenvolvidas como formas de minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais dos combustíveis fósseis (OLIVEIRA et al., 2008). Neste conceito, o biodiesel, a partir de óleos vegetais e gorduras, é a fonte de energia mais utilizada em veículos de transporte coletivo de passageiros nos últimos anos.

Entende-se por transporte coletivo público de passageiros, o serviço prestado de transporte ao longo de um itinerário (origem e destino) e com frequência determinados em troca de uma tarifa paga por seus consumidores (ANTT, 2014).

Historicamente, o transporte coletivo de passageiros urbano inicia-se com o ônibus a cavalo, o bonde a cavalo e, posteriormente, elétrico, os trólebus, como uma derivação do bonde elétrico, o ônibus a motor e o trem/metro. Antes de 1900, em São Paulo haviam os bondes movidos a cavalo e com o surgimento da empresa Light o primeiro bonde elétrico foi inaugurado em 1900, permanecendo até 1968 quando foram extinguidos completamente pela Companhia Municipal de Transportes Coletivos (CMTC). Os Trolébus (ônibus elétricos) surgem em São Paulo na década de 50 (MARSILLAC, 2002) e se mantem até hoje com mínima participação no transporte coletivo de São Paulo.

Os ônibus híbridos surgem na história do transporte coletivo de passageiro por volta de 1925, com a fabricação de 91 unidades. Tratava-se de um conjunto combinado de tração a motor a gasolina (Mack) e um gerador que acionava o motor elétrico (GE) (SETTRAN-CTA, 2014). Os ônibus VEH (Veículo Elétrico Híbrido) a diesel começaram a ser usados nos transportes públicos no final do século XX (ABVE, 2013) apresentando redução de consumo de combustível e das emissões na cidade de Nova York, um dos exemplos de sucesso da implementação dos veículos híbridos no transporte de passageiros. O Transit Cooperative Research Program reportou que os ônibus híbridos movido a diesel-elétrico pode ter melhor eficiência de 14% a 48% do que o combustível diesel convencional e reduz significativamente a emissão de poluentes. Nova York está entre as cidades líderes na utilização de veículos híbridos desde 1998, quando iniciou com a utilização de 10 veículos, ampliando para 125 em 2001 e 850 veículos em 2009. Em 2011, Nova York já estava com uma frota de veículos híbridos acima de 1.600 ônibus, representando 28% da frota de ônibus da cidade (APTA, 2012).

De acordo com APTA (2012), apesar da mídia de mercado focar na tecnologia de veículos elétricos e híbridos, as empresas de transporte públicos são as que lideram na utilização desses sistemas, normalmente com um grande número de ônibus puros (elétricos) ou híbridos com a combinação a diesel-elétrico ou, às vezes, gasolina-elétrico. Por exemplo, as empresas de transportes públicos têm se mostrado favoráveis à adesão na utilização de métodos e tecnologias mais limpas, ou para atender as exigências governamentais sobre o meio ambiente ou ainda para atender uma necessidade da sociedade e satisfazer os seus clientes. Por isso, as empresas de transporte público lideram no uso de tecnologias mais limpas como energias limpas, eficientes e combustíveis renováveis (APTA, 2012), Tabela 1.

Tabela 1. Tecnologias aplicadas no transporte coletivo de passageiros.

Tecnologias	Descrição
Veículos elétricos e híbridos	Veículos que dependem parcial ou totalmente de motores elétricos de propulsão
Frenagem regenerativa e armazenamento de energia	Sistemas utilizados para captação de energia gerada a partir da frenagem e armazenagem em baterias.
Biocombustíveis	Combustíveis produzidos de matéria orgânica, como o etanol e o biodiesel.
Veículos de gás natural	Veículos movidos por gás natural
Células de hidrogênio	Veículos movidos por eletricidade gerada a partir de hidrogênio comprimido

Fonte: APTA (2012)

Atualmente, a cidade de São Paulo dispõe de uma frota de 14.457 veículos movidos a diesel (SPTRANS, 2014), distribuídos por 4 empresas de transporte que operam o sistema público. Além disso, a cidade também dispõe de aproximadamente 300 veículos elétricos no transporte de passageiros (ELETRA BUS, 2013), a vantagem desses veículos para a cidade consiste em zero emissão de poluentes, bem como reduz até 50% dos ruídos internos sendo mais confortáveis para os passageiros. Em 1999, a empresa Eletra Bus fabricava o primeiro ônibus elétrico híbrido com a tecnologia brasileira e, hoje possui uma frota em operação na cidade de São Paulo de 45 veículos híbridos (ELETRA BUS, 2013). Outras iniciativas na utilização do ônibus híbrido no transporte coletivo de passageiro foram adotadas pelas cidades de Curitiba e Sorocaba. De acordo com ABVE (2013), a indústria nacional que tem tradição em fabricar trólebus, produz há mais de uma década ônibus elétricos híbridos, no qual se destaca um veículo híbrido cujo acionador primário é um motor a etanol (iniciativa da geradora elétrica Itaipu Binacional), assim, o etanol é um combustível que poderia substituir o diesel em veículos elétricos híbridos, gerando conceitos de veículos mais limpos.

Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da substituição da frota de veículos movidos a diesel por veículos híbridos na cidade de São Paulo.

2. Material e Métodos

O trabalho foi elaborado com foco no transporte público rodoviário urbano de passageiros da cidade de São Paulo. Atualmente, a cidade tem aproximadamente 12 milhões de habitantes (IBGE, 2013). Em 2013, a frota de veículos da cidade de São Paulo foi de 7 milhões, sendo que deste total 41 mil refere-se a ônibus urbano. A população estimada da cidade de São Paulo para 2014 é de 11,8 milhões, isto representa 27% da população do estado de São Paulo (IBGE, 2013), Tabela 2.

Tabela 2. Frota de veículos da cidade de São Paulo, em 2013.

Tipo de veículos	Quantidade (un)	Tipo de veículos	Quantidade (un)
Automóvel	4.971.813	Motocicleta	799.411
Caminhão	116.275	Motoneta	116.516
Caminhão trator	18.862	Ônibus	41.037
Caminhonete	398.426	Trator de rodas	2.975
Camioneta	354.927	Utilitário	73.602
Micro-ônibus	33.409	Outros	83.255
Total de Veículos		**7.010.508**	

Fonte: IBGE (2013)

Do total de 41.037 ônibus da cidade de São Paulo apenas 36% são destinados ao transporte coletivo de passageiros. São Paulo é a maior cidade do Brasil, com atividade econômica responsável por mais de 17% do produto nacional bruto (PNB), e com alta concentração de atividades industriais, comerciais e serviços (SILVA et al., 2012a). Entretanto, o sistema de transporte público de passageiros da cidade não acompanhou a evolução, representando um dos principais gargalos da cidade.

Para o estudo de caso desse trabalho duas empresas de transporte coletivos com tecnologias diferentes foram selecionadas: a Eletra Bus operando com tecnologia para veículos elétricos e híbridos e a empresa VIP (Consórcio Plus), operando com motor a diesel e tecnologia ARLA 32, para redução de poluentes, com o objetivo de realizar uma comparação entre as duas tecnologias e entender melhor os dois sistemas de transportes.

A Eletra Bus atua no segmento brasileiro de transporte público rodoviário com tecnologia 100% brasileira para operação com ônibus elétricos (30 anos) e híbridos (12 anos). Atualmente, a empresa conta com 50 colaboradores para montagem, manutenção, prevenção e fabricação da tecnologia para ambos os ônibus. O Grupo VIP, atua no segmento de transporte público a mais de 50 anos e conta com aproximadamente 13.500 colaboradores. A empresa atua em duas áreas de São Paulo, sendo responsável por 130 linhas de transporte na cidade de São Paulo.

Para realização da projeção de ganho de eficiência considerou uma taxa de renovação de 10% ao ano da frota de veículos com motor a diesel por sistemas híbridos a partir de 2015 na cidade de São Paulo. Para tanto, utilizou as equações 1, 2 e 3, sendo as equações 1 e 2, baseadas na referência equivalente de conversão de CO2 por um litro de diesel (SUNEARTHTOOLS, 2014).

Para o cálculo do ganho de eficiência de emissões em kg/CO2/litro a partir da renovação da frota de veículos convencionais por híbridos com uma taxa de 10% de renovação ano:

$$Revh = (Ec) / (Eh) \times (2{,}6256\ kg/CO2/l) \times (Ta) \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde,
Revh = Redução de Emissões de kg/CO2/l por veículos híbridos
Ec = dados de eficiência do veículo convencional
Eh = dados de eficiência do veículo híbrido
Ta = taxa de adoção de renovação da frota anual

Para o cálculo da emissão de kg/CO2/litro da frota convencional:

$$Evc = (ec) \times (2{,}6256\ kg/CO2/l) \times (ft) \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde,
Evc = Emissões de kg/CO2/l por veículos convencionais
Ec = dados de eficiência do veículo convencional
Ft = frota total de ônibus convencionais

Para o cálculo da mitigação de kg/CO2/litro após a substituição da frota convencional pelo sistema híbrido:

$$M = (revh) / (evc) \times (100) \qquad \text{(Eq. 3)}$$

Onde,
M = Mitigação em porcentagem
Revh = Redução de Emissões de kg/CO2/l por veículos híbridos
Evc = Emissões de kg/CO2/l por veículos convencionais

3. Resultados e Discussão

Grande parte das emissões dos gases de efeito estufa e poluentes, estão sendo apontadas como fator crítico nas grandes cidades. E, o setor de transporte é um dos principais responsáveis por essas emissões, mais especificamente o transporte rodoviário que engloba veículos leves e pesados. O transporte coletivo urbano já está sofrendo modificações para tentar reduzir os malefícios decorrentes de sua utilização.

Dentro desse contexto, em 2009 o Brasil apresentou um inventário de emissões de CO2, onde é possível verificar que cerca de 14% das emissões são provenientes do transporte urbano (MMA, 2011). Na região metropolitana de São Paulo, a frota de ônibus cadastrada e autorizada a circular é de 14.802. Com idade média da frota de 5 anos 8 meses e operando 1.287 linhas no total em 2014 (SPTRANS, 2014).

O uso de tecnologias alternativas pode contribuir muito para a mitigação dos níveis de emissão de CO2. A tecnologia híbrida no entanto, chega como uma alternativa cada vez mais eficiente em termos do uso racional da energia, tornando-se o seu uso em coletivos urbanos cada vez mais viável. Com 14% das emissões de CO2, pode a tecnologia híbrida trazer um benefício líquido significante para a região metropolitana de São Paulo? Realizando uma projeção de substituição dos veículos com motor a diesel por híbridos, adotando uma taxa de 10% ao ano da tecnologia híbrida no centro metropolitano de São Paulo, Tabela 3. Qual seria a mitigação acumulada como resultado dessa adoção?

Tabela 3. Eficiências estimadas para a renovação de frota de ônibus da cidade de São Paulo.

Ano[a]	Comum km/l[b]	Híbrido km/l[c]	Híbrido %[d]	Redução de emissões de kg/CO2/l híbrido[e]	Emissões de kg/CO2/l convencional [f]	Mitigação %[g]
2015	2,85	3,71	10,00%	2.989,55	38.864,13	7,69%
2016	2,87	3,73	20,00%	5.979,10	38.593,30	15,49%
2017	2,88	3,74	30,00%	8.968,65	38.729,19	23,16%
2018	2,90	3,77	40,00%	11.958,19	38.596,10	30,98%
2019	2,91	3,78	50,00%	14.947,74	38.730,58	38,59%
2020	2,93	3,81	60,00%	17.937,29	38.598,85	46,47%
2021	2,94	3,82	70,00%	20.926,84	38.731,94	54,03%
2022	2,95	3,84	80,00%	23.916,39	38.732,39	61,75%
2023	2,97	3,86	90,00%	26.905,94	38.602,42	69,70%
2024	2,99	3,89	100,00%	29.895,49	38.604,17	77,44%

[a] Ano de projeção. [b] Dados de eficiência para o veículo convencional (FETRANSPOR, 2014); [c] Dados de eficiência para o sistema hibrido (MT) [d] Adoção da frota híbrida a taxa de 10% ao ano; [e] (Comum)/(Híbrido) x (2,6256 CO2) x (% Frota), (SUNEARTHTOOLS, 2014); [f] (Comum) x (2,6256 CO2 x (14.802 frota de São Paulo), (SUNEARTHTOOLS, 2014); [g] (Emissões de kg/CO2/l do veículo híbrido) / (Emissões kg/CO2/l do veículo convencional) x (100).

Assim, iniciou-se a projeção em 2015 com a adoção da frota híbrida na região metropolitana de São Paulo através da taxa de renovação de 10% ao ano da frota até 2024 com 100%. Para os dados de eficiência do híbrido (letra c da Tabela 3) considerou 2 km/l para velocidade de 20 km/h; padrão Híbrido de 23% mais econômico (Kahn, 2003) e a redução do consumo de combustível fica entre 20 a 50% (ELETRA, 2014). Além disso, considerou-se que a tecnologia híbrida permite aumento da ordem de 30% na eficiência energética do veículo em km/l (unidade funcional da tabela 3), conforme a fabricante ELETRA, contudo a redução de consumo depende do modo de conduzir do motorista, do trajeto percorrido, topografia, etc.

A partir da projeção é possível inferir que após a renovação total dos veículos a diesel pela tecnologia híbrida, o ganho ambiental é de aproximadamente 77,5%, ou seja, ocorreria uma mitigação de CO2. Este resultado seria uma ótima contribuição para o ambiente e para a população que se beneficiaria com os ganhos do ambiente mais limpo.

Diversas doenças são causadas pela poluição do ar, quais citam-se as principais: doenças respiratórias, mortalidade de crianças e idosos, cardiovascular, blefarite que afeta as pálpebras, etc. (MALERBI et al., 2012; SILVA et al., 2012b)

A poluição do ar pode ser associada como agente prejudicial da mucosa respiratória e do sistema cardiovascular, bem como doenças oculares (inflamatórias). Por isso, as condições do ambiente são fundamentais para a redução e/ou aumento de doenças que afetam à saúde humana (MALERBI et al., 2012), o que tem chamado a atenção da indústria automobilística e preocupação pública devido ao alto preço das fontes de energias e o aquecimento global (CHOI e OH, 2010). Portanto, a utilização de energias renováveis e sistemas de veículos fabricados dentro de conceitos de sustentabilidade são indispensáveis para o ambiente dos centros urbanos do futuro.

Atualmente, o transporte rodoviário é responsabilidade para o crescimento global das emissões antropogênicas de CO2 (OFFER et al., 2010), em particular, nos centros urbanos reforçando a

necessidade dos fabricantes na adoção de práticas que tornem os veículos mais eficientes, melhorando a qualidade do ar nessas áreas e a redução das emissões de CO2 (SILVA, 2011). Trabalhos relatando os efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana, como Malerbi et al. (2011), Silva et al. (2012b) e Saiki et al. (2013) e os benefícios da diminuição da poluição atmosférica reforçam a hipótese da importância do uso de tecnologias que diminuam as emissões de poluentes para um ganho ambiental e econômico a longo prazo. A Tabela 4 mostra um estudo realizado pelo Instituto Saúde e Sustentabilidade reportando os ganhos com a saúde com a redução de apenas 10% dos poluentes na cidade de São Paulo.

Tabela 4. Ganhos com redução de 10% dos poluentes na cidade de São Paulo.

Redução	Atributos
114.000	Mortes
118.000	Consultas de crianças e jovens aos consultórios
103.000	Consultas a prontos-socorros por doenças respiratórias
817.000	Ataques de asma
50.000	Bronquite aguda e crônica
7.000.000	Em perdas de atividades (em dias)
2.500.000	De ausências ao trabalho

Fonte: Adaptado de Instituto Saúde e Sustentabilidade (2013)

Com base no presente estudo, a redução das emissões de CO2 seria de 77,5%, o que proporcionaria um ganho econômico do orçamento público destinado a saúde muito maior do que o apresentado na Tabela 11. A redução de apenas 10% da poluição do ar nos centros urbanos contribuiria também com o rendimento familiar, considerando a redução de gastos com a indústria de diagnósticos e farmacêutica.

Além dos gastos que envolvem a indústria farmacêutica e o setor público diretamente, o setor privado também seria beneficiado com uma redução de sete milhões de dias não trabalhados e 2,5 de absenteísmo. Silva et al. (2012b), apresentou uma relação entre a poluição do ar nos centros urbanos e o índice de absenteísmo, podendo ser um dos principais motivos da ausência dos trabalhadores na realização de suas atividades.

O problema da poluição nos centros urbanos, como o caso de São Paulo, tem se agravado devido ao aumento dos números de veículos particulares (passeio), que reduzem a capacidade de fluxo rodoviário e pouco investimento no setor público de transportes (SILVA et al., 2012a). Com o caos do transporte público de passageiro, os paulistanos são incentivados ao uso de veículos particulares aumentando os níveis de polução do ar que lideram os problemas de saúde e, consequentemente, impacto econômico (SILVA et al., 2012a).

O transporte público, pelo próprio conceito, teria a capacidade de redução da poluição do ar e melhoria do ambiente, bem como beneficiaria o fluxo rodoviário de veículos na cidade de São Paulo, contribuindo para menor congestionamento. Contudo, para 'criar' o hábito do uso do transporte público por cidadãos que utilizam os veículos particulares devido a comodidade fornecida por esse tipo de transporte, a infraestrutura do transporte público deverá ser melhorada considerando os aspectos amplos do sistema de transporte, variando desde melhores condições de vias até a atitude dos funcionários de transporte público coletivo, sendo necessária o investimento no setor não só na renovação da frota, como melhoria do veículo (novas tecnologias), e ampliação da rede rodoviária com novas alternativas de rotas, que flexibilizem o sistema, e política de bilhetagem diferenciada associando melhor serviço prestado e preço 'justo'.

Neste cenário, o veículo híbrido oferece diversas condições que atendem pontos de interesse, como a redução da poluição do ar, consequentemente melhora a qualidade e reduz o impacto no ambiente e na saúde humana, contribuição com a questão social. E, além disso, o veículo híbrido é tecnicamente mais eficiente do que o veículo convencional e possui maior vida útil, devido ao menor desgaste do sistema. Adiciona vantagens ao motorista e usuário pela menor geração de ruídos internos, oferecendo maior comodidade.

4. Conclusão

Com relação a viabilidade da implementação do sistema híbrido para o transporte coletivo de passageiros na cidade de São Paulo, acredita-se ser uma alternativa interessante do ponto de vista ambiental, econômico e social. Ambiental por ser um sistema que favorece a redução de poluentes provindos dos veículos automotores; econômico devido à redução de consumo de combustível e maior durabilidade dos equipamentos e peças, reduzindo o custo de manutenção, além de favorecer a redução de investimentos na saúde pública e medicamento; e social por favorecer a saúde pública devido a qualidade do ar, contribuindo para a redução de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior.

Referências

ABVE, Associação Brasileira do Veículo Elétrico. 2013. Roteiro para Difusão de Veículos Elétricos no Brasil –RVE "Road Map".

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres. Termos e definições. Disponível em: www.antt.gov.br/html/objects/. Acessado em Setembro/2014.

APTA, American Public Transportation Association. 2012. Transit on the cutting edge of clean technology. Policy Development and Research.

Betha, R., Balasubramanian, R. 2011. Emissions of particulate-bound elements from stationary diesel engine: Characterization and risk assessment. Atmospheric Environment. 45, 5273-5281.

Brorström, S. 2015. Strategizing sustainability: the case of River City, Gothenburg. Cities. 42, 25-30. 2015.

Choi, H., Oh, I. 2010. Analysis of Product efficiency of hybrid vehicles and promotion policies. Energy Policy. 38, 2262-2271.

Eletra Bus. 2013. Tecnologia dos Veículos híbridos. Disponível em: http://www.eletrabus.com/hibrido.htm. Acessado em Setembro/2014.

Frota Neto, J. Q., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Nunen, J. A. E. E., Heck, E. 2008. Designing and evaluating sustainable logistics networks. International Journal of Production Economics. 111, 195-208.

Gomes, W. C., Santos, P. E. 2008. Off Board diagnosis using analytical system for Diesel powered vehicles. Society of Automotive Engineers. 1-8.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. São Paulo: informações estatísticas. Disponível em:http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355030&search=sao-paulo|sao-paulo. Acessado em Outubro/2014.

Instituto Saúde e Sustentabilidade. 2013. Avaliação do impacto da poluição atmosférica sob a visão da saúde no Estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em: http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2013/09/Documentofinaldapesquisapadrao_2409-FINAL-sitev1.pdf. Acessado em Outubro/2014.

Malerbi, F. K., Martins, L. C., Saldiva, P. H. N., Braga, A. L. F. 2012. Ambient levels of air pollution induce clinical worsening of blepharitis. Environmental Research. 112, 199-203.

Marsillac, F. M. 2002. Bondes de São Paulo. Disponível em: http://www.estacoesferroviarias.com.br/bondes_sp/bondessp.htm. Acessado em Outubro/2014.

MMA, Mistério do Meio Ambiente. 2011. 1º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários. Brasília, DF, 111p.

Offer, G. J., Howey, D., Contestabile, M., Clague, R., Brandon, N. P. 2010. Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system. Energy Policy. 38, 24-29.

Oliveira, F. C. C., Suarez, P. A. Z., Santos, W. L. P. 2008. Biodiesel: possibilidades e desafios. Química Nova na Escola. 28.

Saiki, M., Santos, J. O., Alves, E. R., Genezini, F. A., Marcelli, M. P., Saldiva, P. H. N. 2013. Correlation study of air pollution and cardio-respiratory diseases through NAA of an atmospheric pollutant biomonitor. J Radioanal Nucl Chem. 299, 773-779.

SETRAN-CTA, Secretaria Municipal de Trânsito e Transportes, Controle de Tráfego em Áreas. 2014. A história do transporte no mundo. Dados técnicos do CTA Estatísticas. Disponível em: submission.scielo.br/index.php/eagri/author/submissionReview/133030. Acessado em Outubro/2014.

Silva, C. 2011. Electric and plug-in hybrid vehicles influence on CO2 and water vapour emissions. International Journal of Hydrogen Energy. 36, 13225-13232.

Silva, C. B. P., Saldiva, P. H. N., Amato-Lourenço, L. F., Rodrigues-Silva, F., Miraglia, S. G. E. K. 2012a. Evaluation of the air quality benefits of the subway system in São Paulo, Brazil. Journal of Environmental Management. 101, 191-196.

Silva, F. R., Santos, U. P., Saldiva, P. H. N., Lourenço, L. F. A., Miraglia, S. G. E. K. 2012b. Health Risks and Economic Costs of Absenteeism Due to Air Pollution in São Paulo, Brazil. Aerosol and Air Quality Research. 12, 826-833.

SPTrans. 2014. Indicadores: São Paulo. Disponível em: <http://www.sptrans.com.br/indicadores/>. acessado em Outubro/2014.

Sunearthtools. 2014. Cálculo de emissões. Disponível em:< http://www.sunearthtools.com/pt/tools/CO2-emissions-calculator.php>. Acessado em Outubro/2014.