

## Transição sustentável na frota de ônibus público – Estudo de caso na cidade de São Paulo



**Tainara Volan (UFSC)**  
[tainaravolan@gmail.com](mailto:tainaravolan@gmail.com)

**Ricardo Villarroel Dávalos**  
ricardo.davalos@ufsc.br

**Caroline Rodrigues Vaz**  
caroline.vaz@ufsc.br

**Mauricio Uriona Maldonado**  
m.uriona@ufsc.br

*Em 2018, São Paulo promulgou uma lei que estabelece metas ambiciosas para o transporte público. Tal lei, consiste na eliminação da emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), redução em 95% dos níveis de material particulado (MP) e emissão de dióxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), com prazo final para alcance de meta em janeiro de 2038. Para essa mudança ocorrer, faz-se necessário uma transição tecnológica dos ônibus utilizados atualmente para veículos que não emitem poluentes ou emitem valores abaixo dos atuais. Para essa transição ocorrer é necessário que os tomadores de decisão tenham conhecimento das possibilidades de combinação de tecnologias. Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação das metas impostas pela lei, analisando a interação entre as diferentes tecnologias de ônibus, sendo elas: biodiesel, elétrico, híbrido, biometano e gás natural veicular, para o alcance das reduções de CO<sub>2</sub>, MP e NO<sub>x</sub>.*

*Palavras-chave: sustentável, dinâmica de sistemas, ônibus elétrico.*

## 1. Introdução

Reduzir as emissões de gases do efeito estufa (GEE) e mitigar as mudanças climáticas, bem como melhorar o bem-estar da população são itens essenciais para um futuro sustentável. O setor de transportes, possui um grande desafio para os países, pois é um setor que apresenta altos níveis de emissão de CO<sub>2</sub> (FORBORD; HANSEN, 2020). No Brasil o setor de transportes é o segundo setor que mais demanda de energia e é a principal fonte de emissões de CO<sub>2</sub> (EPE, 2018).

Para reduzir as emissões GEE do sistema de transporte público, o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) apresenta quatro estratégias principais de mitigação: (1) evitar viagens sempre que possível, (2) mudanças para uso de outros modais de transporte, (3) diminuir a intensidade de energia e, (4) diminuir a intensidade de carbono dos combustíveis (SIMS et al., 2014). A estratégia mais comumente utilizada é a segunda, optar por modais alternativos, mas isso nem sempre pode ser feito devido a limitações geográficas, por exemplo. Diante disso o uso das estratégias três e quatro se tornam relevantes, uma vez que os combustíveis não renováveis podem ser substituídos por combustíveis renováveis (PAULSSON, 2018).

Em conformidade ao recomendado pelo IPCC, a cidade de São Paulo, determinou uma lei que busca promover a redução progressiva das emissões de CO<sub>2</sub> e de poluentes tóxicos emitidos na operação de suas frotas como NO<sub>x</sub> e MP, por meio da troca gradual de combustíveis não renováveis para tecnologias mais limpas e sustentáveis.

Dada a importância da frota de transporte público coletivo para a mobilidade em São Paulo, bem como seu impacto na poluição por veículos motorizados, os investimentos em ônibus são uma estratégia-chave de longo prazo para atender às metas ambientais e de sustentabilidade da cidade. Mudanças nos combustíveis e nas tecnologias da frota de ônibus visam ao duplo objetivo de melhorar a qualidade do serviço prestado aos usuários do sistema e reduzir as emissões de poluentes nocivos à qualidade do ar na cidade (DALLMANN, 2019).

Diante disso, o objetivo do estudo é realizar uma avaliação da meta imposta pela Lei nº 16.802, com diferentes formas de transição para combustíveis alternativos ao diesel e, a partir disso, verificar as reduções alcançadas para emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), material particulado (MP) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>).

## 2. Revisão de literatura

A expansão das cidades fez com que o transporte coletivo assumisse um papel essencial no deslocamento das pessoas dentro do ambiente urbano. O ônibus é o modo de transporte público mais difundido em todo o mundo. Este fato está relacionado com sua flexibilidade, sua capacidade de adaptar-se à diferentes demandas, tecnologia simples, facilidade em trocar rotas, baixo custo de fabricação, implementação e operação, quando comparado a outros modais (SEGANTIN, 2019).

Em janeiro de 2018, a cidade de São Paulo estabeleceu a Lei nº 16.802, o qual determina que os operadores de serviços de transportes (Transporte Urbano de Passageiros) [...] deverão promover a redução progressiva das emissões de dióxido de carbono de origem fóssil, e de poluentes tóxicos emitidos na operação de suas frotas, por meio da utilização gradual de combustíveis e tecnologias mais limpas e sustentáveis. Ainda determinam que, o processo de substituição 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 são retirados da frota, conforme as regras contratuais de idade máxima permitida de veículos.

As metas de redução das emissões de escapamento de CO<sub>2</sub> fóssil, MP e NO<sub>x</sub> adotadas na Lei 16.802, são apresentadas na Tabela 1.

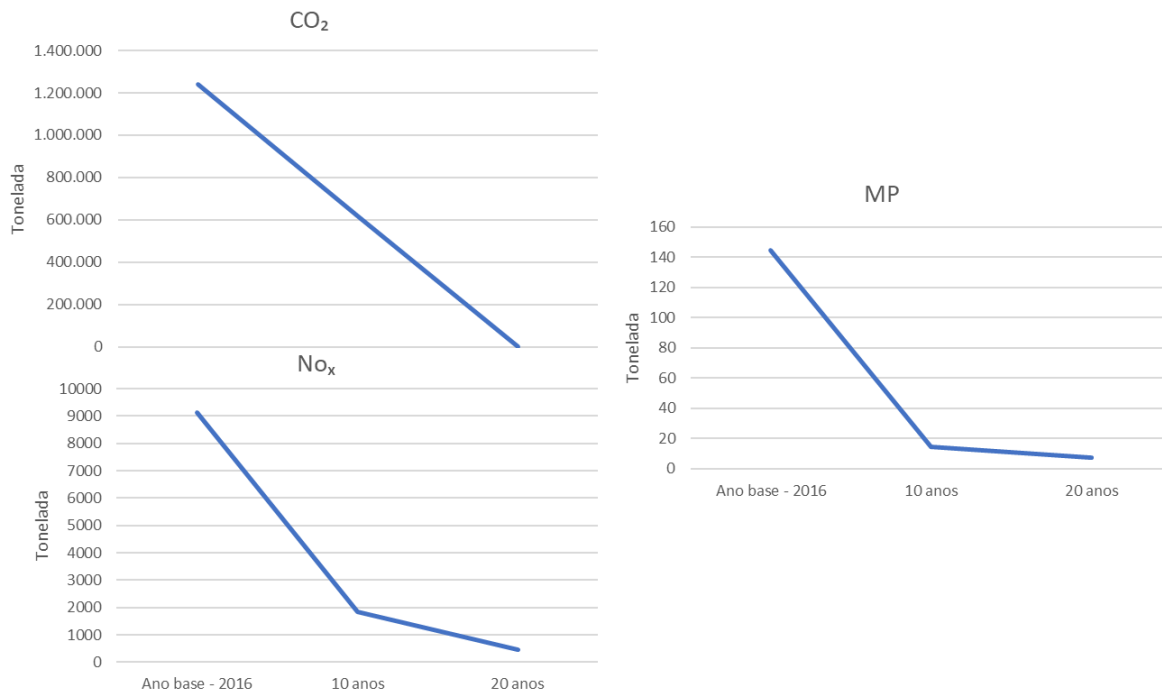
**Tabela 1:** Metas de redução de poluentes

Poluente	Ao final de 10 anos (janeiro de 2028)	Ao final de 20 anos (janeiro de 2038)
CO <sub>2</sub> fóssil	50%	100%
MP	90%	95%
NO <sub>x</sub>	80%	95%

Fonte: Lei Municipal 16.802 da cidade de São Paulo

Conforme apresentado na Figura 1, e servindo como modo de referência para as análises a serem realizadas, as emissões da frota de São Paulo em 2016 foram calculadas em 1,24 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub>/ano, 144,7 toneladas emitidas de MP, e de NO<sub>x</sub>, foram emitidas 9.130 toneladas (DALLMANN, 2019).

Figura 1: Modos de referência para emissão de poluentes



Fonte: os autores

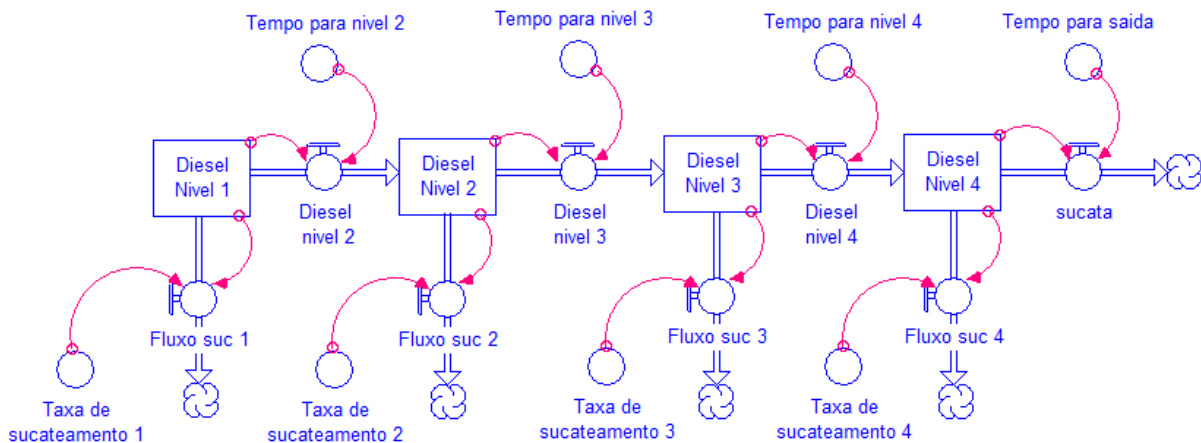
O sistema de transporte público de São Paulo opera com aproximadamente 14.000 ônibus em 1.340 linhas, é o maior sistema do Brasil e está entre as maiores frotas de ônibus no mundo (SPTRANS, 2019). A frota é composta majoritariamente (98%) por combustível diesel, os quais não contam com as melhores tecnologias disponíveis para o controle das emissões dos motores diesel (MILLER; FAÇANHA, 2016).

### 3. Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo de caso, faz-se uso da modelagem de Dinâmica de Sistemas. Que consiste numa técnica de análise de sistemas sociais complexos e oferece recomendações políticas. Forrester (1968) descreve como a ciência do comportamento retroalimentativo em sistemas sociais, na qual o emprego de ferramentas de simulações computacionais visa expor a natureza dos modelos em vias de interpretar e de estender os conceitos de sistemas não-lineares com múltiplas retroalimentações ao longo do tempo. Com a utilização dessa abordagem é possível abordar todo o sistema para o planejamento de transporte por meio de uma análise estratégica e de políticas, e como ferramenta de apoio à tomada de decisões (SHEPHERD, 2014).

O modelo foi construído no software Stella e inicia-se pela cadeia de envelhecimento dos ônibus atuais, conforme Figura 2.

Figura 2: Cadeia de envelhecimento de ônibus à combustão

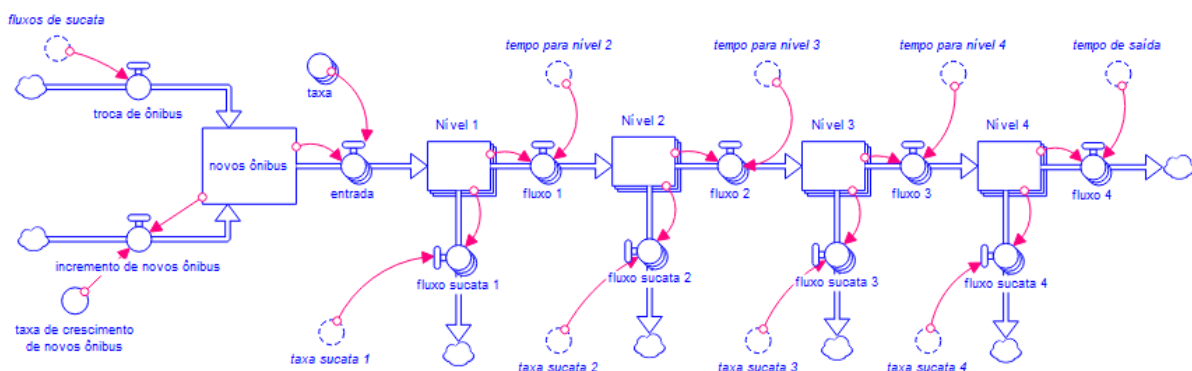


Fonte: os autores

Há diversas opções de tecnologias alternativas de motor e combustível disponíveis comercialmente, as quais oferecem vários graus de melhoria de emissões em comparação com os ônibus a diesel atualmente utilizados na frota de São Paulo. No presente estudo, as tecnologias utilizadas são biodiesel, elétrico, gás natural veicular (GNV), biometano e híbrido (elétrico e diesel).

Conforme os veículos vão sendo sucateados e saem da cadeia de envelhecimento, eles entram em uma nova cadeia de envelhecimento de opções de ônibus que emitem menor quantidade de gases poluentes, a Figura 3, demonstra a estrutura utilizada.

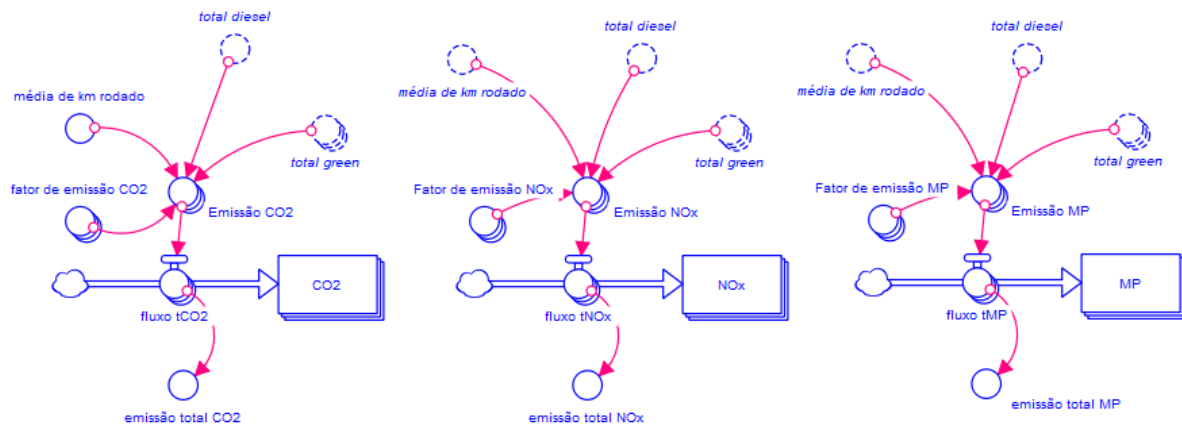
Figura 3: Cadeia de envelhecimento de ônibus alternativo



Fonte: os autores

Cada uma das alternativas propostas emitem um valor específico de CO<sub>2</sub>, MP e NO<sub>x</sub>. Na Figura 4, há a estrutura do modelo que faz referência ao modo que as emissões são calculadas.

Figura 4: Cálculos de emissão de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e MP



Fonte: os autores

As características dos diferentes tipos de ônibus são acrescentadas no modelo conforme dados da literatura. Desse modo, a Tabela 2 apresenta a quantidade de emissão de gases emitida por cada tipo de ônibus.

Tabela 2: Emissão de gases (g/km)

Tipo de combustível	CO <sub>2</sub> (g/km)	MP (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
Diesel	1000	0.115	8
Elétrico	0	0	0
Biodiesel	842.10	0.08418	8.64
Gás natural	630	0.0023	0.29
Híbrido	650	0.0115	1.6
Biometano	150	0.02875	1.12

Fonte: os autores

O valor de emissão de CO<sub>2</sub> para os ônibus são acrescentadas no modelo conforme dados da literatura. Desse modo, o valor de emissão de CO<sub>2</sub> para os ônibus diesel equivalem a uma média dos diferentes modelos de ônibus, sendo este valor aproximadamente de 1000 g/km (ANTP, 2016). A emissão de MP é em média 0,115 g/km (ANTP, 2016). Para o NO<sub>x</sub> também realizou-se uma média do fator de emissão por g/km, do diesel Euro III, sendo o valor final de 8 g/km (MMA, 2011).

O biodiesel pode ser utilizado em motores a combustão interna e substituir, parcialmente ou totalmente, o diesel vindo do petróleo. Pode alcançar 15,79% a menos de emissão de CO<sub>2</sub> em relação ao diesel convencional (somente emissões no uso final – queima de combustível)

(ANTP, 2016), também traz uma redução de 26,8% na emissão de MP. No entanto, aumenta em média cerca de 8% a emissão de NOx (BIODIESELBR, 2011).

O biometano pode ser produzido a partir do biogás gerado por dejetos e resíduos orgânicos domésticos, industriais e agropecuários. O uso do biogás oriundo de resíduos para força motriz nos transportes tem duas grandes vantagens: substitui um combustível fóssil e evita o lançamento de biometano direto na atmosfera, bastando que o biogás seja tratado e purificado para atingir às especificações oficiais de 90 a 99% de metano. Esse tipo de combustível demanda de uma infraestrutura de abastecimento e de tecnologia própria para sua combustão (FALCO, 2017). O biometano emite em média 75% a menos de MP que o diesel (ABEGAS, 2019). Ademais emite 85% menos CO<sub>2</sub> e 86% menos NOx (SIAMIG, 2018).

Os ônibus híbridos combinam um motor a combustão interna convencional diesel com um sistema de propulsão elétrico, por isso são chamados de híbridos. A propulsão elétrica visa conseguir maior economia de combustível uma vez que os motores elétricos são mais eficientes do que os motores a combustão interna. Podem ser classificados em paralelos ou em série. Nos paralelos, tanto o motor elétrico quanto o motor a combustão interna estão ligados à transmissão mecânica do veículo, nessa tecnologia, o motor elétrico geralmente transmite energia para mover as rodas nas baixas velocidades, e o motor a combustão entra quando o veículo adquire uma velocidade operacional maior (entre 20 a 30 km/h). Nos híbridos em série, somente o motor elétrico impulsiona o veículo, então o motor a combustão serve como um mini gerador para recarregar as baterias e impulsionar o motor elétrico, que por sua vez, tracionam as rodas do veículo (FILHO, 2011).

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 (ANTP, 2016). Eles apresentam uma redução de 80% de NOx, 90% de MP e 35% a menos de CO<sub>2</sub>, quando comparado ao diesel (ANTP, 2016).

O gás natural veicular (GNV) é uma das alternativas parcialmente sustentáveis, deve-se isso por possuir impacto ambiental local reduzido, redução do ruído interno e externo do ônibus, disponibilidade e custo competitivo com a tecnologia diesel. Cercado de tecnologias avançadas de distribuição e motorização, o gás natural vem se destacando como alternativa em diversos países, a exemplo, Madri – Espanha, Frankfurt – Alemanha, Atenas – Grécia, entre outros (ANTP, 2016).

Há ainda a opção do biometano, oriundo do biogás, o qual é proveniente de resíduos e pode ser utilizado para geração distribuída de energia elétrica ou força motriz nos transportes. Além de substituir o diesel fóssil, evita o lançamento direto do biometano na atmosfera – que tem potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o CO<sub>2</sub> (ANTP, 2016). Emitem aproximadamente 0,29 g/km de NO<sub>x</sub> (MMA, 2013), também reduz em 37%, aproximadamente, a emissão de CO<sub>2</sub> (EPA, 2019) e 98% de emissão de MP em relação ao diesel (SCANIA, 2018). Os ônibus elétricos reduzem a dependência de combustíveis fósseis, eliminam as emissões de gases do efeito estufa, pois não emitem gases pelo escapamento como CO<sub>2</sub> fóssil, MP e NO<sub>x</sub>. Além disso, reduzem o ruído nas cidades. A energia pode ser transferida para o ônibus de diversas maneiras: carregamento das baterias a noite nas garagens, carregamento no ponto Terminal (final ou inicial de cada linha) e nos pontos de paradas no percurso do ônibus (OLSSON; GRAUERS; PETTERSSON, 2016; DALLMANN, 2019). A autonomia pode atingir cerca de 300 km para carga média e 280 km para carga cheia, segundo testes realizados em São Paulo. Os ônibus elétricos já operam na casa dos milhares em grandes cidades da Ásia, Europa, Estados Unidos, Japão, Colômbia e México (ANTP, 2016).

#### **4. Resultados e discussões**

Os cenários de simulação combinaram diferentes tipos de tecnologias, conforme Figura 5. Os cenários foram planejados de modo que houvesse a combinação da grande maioria das tecnologias disponíveis no mercado, tendo como referência de duas a três tecnologias dominando o mercado, sendo descartada a possibilidade de investimento em uma única alternativa. Isso se deve as diferentes características das tecnologias, que dependem de infraestrutura própria. Para os ônibus que percorrem uma maior quilometragem durante o dia são preferíveis a utilização de combustíveis que dê maior alcance, isso torna-se uma barreira para os ônibus elétricos, que possuem alcance limitado e a necessidade de infraestrutura própria para carga que não é comum ao Brasil, desse modo, sendo favorável o uso para trajetos menores, por exemplo, e fazer pequenas recargas nos terminais nos intervalos entre os trajetos.



Figura 5: Cenários para substituição de frota

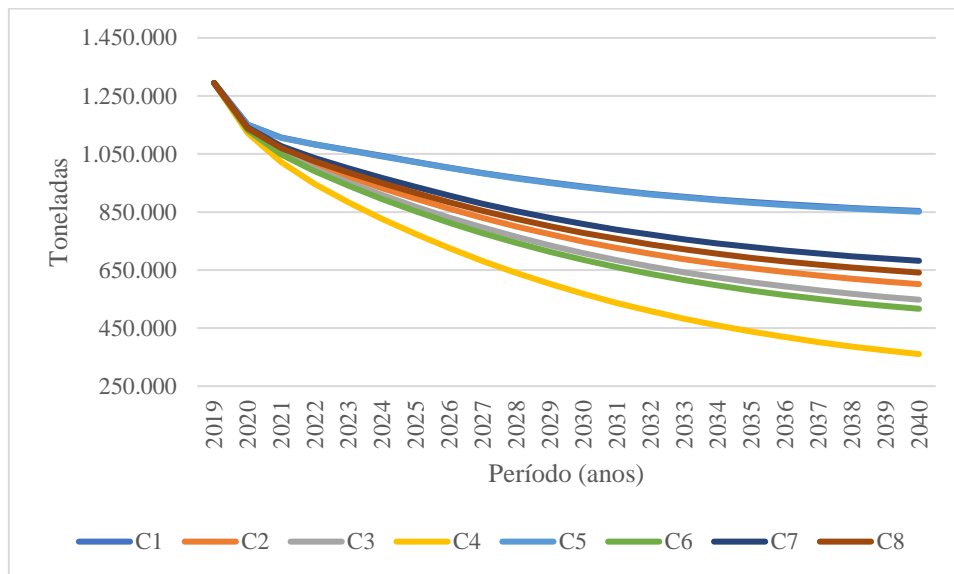
Código	Combinação	GNV	Elétrico	Híbrido	Biodiesel	Biometano
<b>C1</b>	Híbrido + Biodiesel	6%	6%	40%	40%	8%
<b>C2</b>	GNV + Biometano	40%	6%	6%	8%	40%
<b>C3</b>	Elétrico + Híbrido	8%	40%	40%	6%	6%
<b>C4</b>	Elétrico + Biometano	6%	40%	8%	6%	40%
<b>C5</b>	GNV + Híbrido + Biodiesel	30%	5%	30%	30%	5%
<b>C6</b>	GNV + Elétrico	40%	40%	5%	5%	10%
<b>C7</b>	Biometano + Biodiesel	4%	3%	3%	45%	45%
<b>C8</b>	Igualitário	20%	20%	20%	20%	20%

Fonte: os autores

A meta de redução de 50% de CO<sub>2</sub> é alcançada em 2029, pelo C4 (elétrico + biometano), com aproximadamente 602 mil toneladas. No entanto, em 2038 o valor não é nulo, pois ainda há ônibus diesel na frota e o biometano emite gases poluentes, no entanto a redução é significativa se comparado aos dados de 2016, chegando a um valor próximo de 70% de redução. Outro cenário com resultados significativos é o C6, com predominância dos combustíveis GNV e elétrico, alcançando em 2028 aproximadamente 743.673 toneladas de CO<sub>2</sub>, conforme visto na Figura 6.

Os cenários C1 e C5, com predominância de híbrido e biodiesel para o primeiro e GNV, híbrido e biodiesel para o segundo cenário, são os que apresentam os piores resultados de redução de emissão de CO<sub>2</sub>. São tecnologias menos agressivas que o diesel, no entanto, ainda emitem CO<sub>2</sub> considerável e que não alcança as metas exigidas pela Lei. O cenário C3, elétrico + híbrido, de mobilidade elétrica apresenta um resultado mediano, apesar de ter como predominância ônibus elétricos, os híbridos ocupam a metade da frota, os quais são mais eficientes que o diesel, mas ainda emitem cerca de 650 g/km de CO<sub>2</sub>, maiores emissões que GNV e biometano.

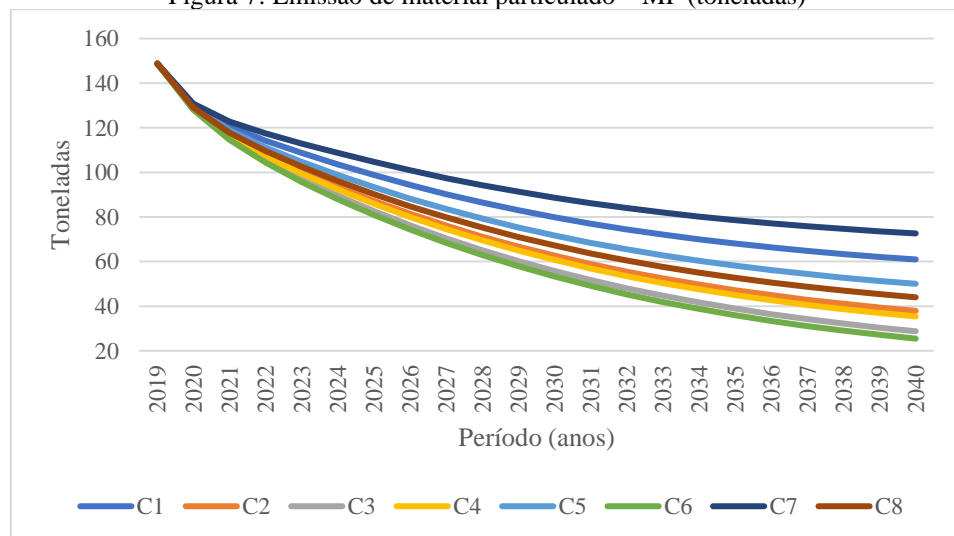
Figura 6: Emissão de dióxido de carbono – CO<sub>2</sub> (toneladas)



Fonte: os autores

O valor da meta de MP imposta pela lei não é alcançado por nenhum cenário, o que chega mais próximo é o C6, com uma combinação de GNV e elétrico, apresentando uma redução de aproximadamente 53% para os primeiros 10 anos e em 20 anos uma redução de 83%. Essas duas tecnologias apresentam as melhores taxas de emissão dentre as analisadas, desse modo, juntas possuem o melhor resultado. Seguidamente, há o cenário C3 (elétrico e híbrido), com 55% e 75% de redução de MP, para 2028 e 2038, respectivamente, os resultados são apresentados na Figura 7.

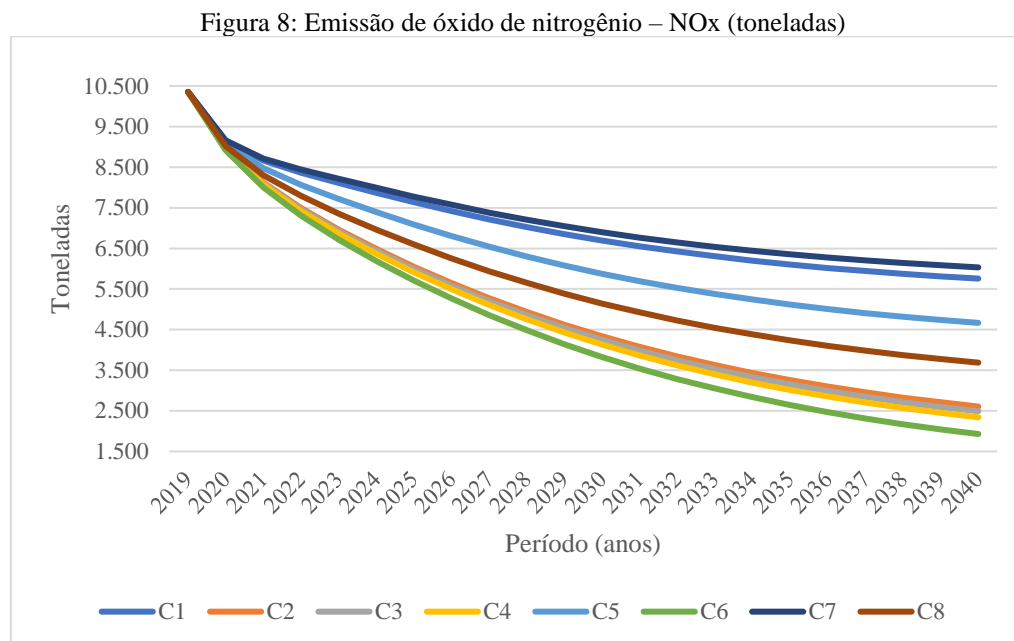
Figura 7: Emissão de material particulado – MP (toneladas)



Fonte: os autores

O cenário que apresentou o pior resultado é o C7 (biodiesel + biometano), que reduz em 2038 somente 48% do valor base de 2016, tal resultado é oriundo do fator de emissão de MP, para as tecnologias analisadas são os dois maiores emissores depois do diesel. O cenário C1 (híbrido e biodiesel) também apresenta um baixo desempenho, reduzindo em 20 anos, somente 56% das emissões.

Novamente, diante das simulações realizadas, nenhum dos cenários apresenta o alcance das metas impostas pela lei. O cenário mais próximo é o C6, combinação de GNV + elétrico, com reduções próximas de 50% em 2028 e 76% em 2038, como é visto na Figura 8.



Fonte: os autores

Novamente, diante das simulações realizadas, nenhum dos cenários apresenta o alcance das metas impostas pela lei. O cenário mais próximo é o sexto de GNV + elétrico, com reduções próximas de 50% em 2028 e 76% em 2038.

Semelhante a simulação anterior, os piores resultados são da combinação de biodiesel e biometano e C1 (híbrido + biodiesel) que em 2028 reduzirá em média 23% e para o ano de 34%. Também se deve as taxas utilizadas no estudo, as quais são as maiores em relação ao diesel.

Diante das simulações realizadas, as melhores combinações de alternativas para os ônibus movidos a diesel, compreendiam o uso de ônibus elétrico. Foram consideradas nula as emissões para os diferentes poluentes analisados, por considerar somente a emissão de escapamento. No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidroelétrica, o que auxilia na baixa poluição

de ônibus elétrico, mas há de se levar em consideração as termoeletricas ou outras fontes que podem ser utilizadas, o qual emite poluentes.

No entanto, apesar de em dois casos a meta não ser alcançada, em qualquer combinação de frota selecionada, a substituição do diesel por outros tipos de tecnologias, resultam em reduções nas emissões na faixa de 51% de CO<sub>2</sub>, 70% de MP e 64% de NO<sub>x</sub> até 2040, o que corresponde a um benefício ambiental local de extrema importância para a saúde pública, dada a grande quilometragem total rodada pelos ônibus urbanos e pela sua proximidade com a população exposta a essas emissões.

## 5. Conclusão

O estudo mostrou que uma intervenção ambiental mediante a troca de ônibus do sistema de transporte público do município de São Paulo por novas unidades menos poluentes e/ou simplesmente mais limpas que o diesel, pode ser feita usando várias tecnologias. Os cenários propostos basearam-se nas tecnologias existentes e foram organizadas de forma a refletir possíveis escolhas que seriam feitas pelos responsáveis pela operação de sistemas de ônibus, uma vez que fossem criadas condições favoráveis à introdução de tecnologias alternativas.

Diante dos resultados encontrados na simulação as combinações que apresentam o melhor resultados são de elétrico e biometano, para redução de CO<sub>2</sub> e para as reduções de MP e NO<sub>x</sub> o cenário de GNV e elétrico. São as combinações que apresentam valores menores de fatores de emissão de gases poluentes. No entanto, nenhuma das combinações é capaz de alcançar a meta imposta pela lei no tempo determinado.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da CAPES e CNPq.

## REFERÊNCIAS

ABEGAS. **Ônibus movido a gás natural e biometano será testado em Curitiba**. 2019. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/arquivos/70934>>. Acesso em: 19 de setembro.

ANTP. **Impactos ambientais da substituição dos ônibus urbanos por veículos menos poluentes**. 2016

BIODIESELBR. **Emissão de poluentes atmosféricos locais do biodiesel em comparação com o diesel mineral**. 2011. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/efeito-estufa/gases/emissoes>.

DALLMANN, T. **Benefícios de tecnologias de ônibus em termos de emissões de poluentes do ar e do clima em São Paulo**. ICCT - The International Council on Clean Transportation. 2019

EPA. **Oil and Gas Extraction Effluent Guidelines**. United States Environmental Protection Agency, 2019.  
Disponível em: <https://www.epa.gov/eg/oil-and-gas-extraction-effluent-guidelines> .

EPE. **Balço Energético Nacional 2018**: Ano base 2017. Empresa de Pesquisa Energética. 2018

FALCO, D. G. **Avaliação do desempenho ambiental do transporte coletivo urbano no estado de São Paulo: uma abordagem de ciclo de vida do ônibus a diesel e elétrico à bateria**. 2017. Dissertação de mestrado Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

FILHO, A. F. M. **Avaliação do ciclo de vida de diferentes tecnologias de ônibus**: Eficiência energética e emissões de poluentes em operação real. Rede C40 Cities (Grupo das Grandes Cidades Líderes pelo Clima), 2011.

FORBORD, M.; HANSEN, L. Enacting sustainable transitions: a case of biogas production and public transport in Trøndelag, Norway. **Journal of Cleaner Production**, p. 120156, 2020.

FORRESTER, J. W. **Industrial dynamics** - after the first decade. Management Science, v. 14, n. 7, p. 398-415, 1968.

MILLER, J.; FAÇANHA, C. Cost-benefit analysis of Brazil’s heavy-duty emission standards (P-8): **International Council on Clean Transportation** 2016.

MMA. **1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários**. 2011

OLSSON, O.; GRAUERS, A.; PETTERSSON, S. Method to analyze cost effectiveness of different electric bus systems. **29th World Electric Vehicle Symposium and Exhibition, EVS 2016**, 19 June 2016 through 22 June 2016, 2016.

PAULSSON, A. Making the sustainable more sustainable: public transport and the collaborative spaces of policy translation. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 20, n. 4, p. 419-433, 2018/07/042018.

SCANIA. **SCANIA faz a maior venda de ônibus urbanos de sua história**. 2018. Disponível em: <https://www.scania.com/br/pt/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2018/11/default-press-release2.html>. Acesso em: 19 de setembro.

SEGANTIN, C. C. **Barreiras e facilitadores para a implantação de ônibus elétrico no sistema de transporte público de São Paulo**. 2019. Dissertação de Mestrado Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, Universidade Nove de Julho

SHEPHERD, S. A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, v. 2, n. 2, p. 83-105, 2014.

SIAMIG. **Biometano e a redução das emissões do transporte urbano**. 2018. Disponível em:  
<http://www.siamig.com.br/artigos/biometano-e-a-reducao-das-emissoes-do-transporte-urbano>.

SIMS, R. et al. **Transport Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change ed O Edenhofer et al. Cambridge New York: Cambridge University Press. 2014

SPTRANS. **Valores das Tarifas Vigentes a partir de 07/01/2019**. SPTrans, SPTrans, 2019. Disponível em:  
[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/institucional/sptrans/aceso\\_a\\_informacao/index.php?p=227887](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/transportes/institucional/sptrans/aceso_a_informacao/index.php?p=227887).