

Nota Técnica

ENTRADA DE MEIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE URBANO: HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS

George Vasconcelos Goes

Nº 66

Diset

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais
de Inovação e Infraestrutura

Maio de 2020



Nota Técnica

ENTRADA DE MEIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE URBANO: HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS

George Vasconcelos Goes

Nº 66

Diset

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais
de Inovação e Infraestrutura

ipea

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Manoel Rodrigues Junior

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Flávia de Holanda Schmidt

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Nilo Luiz Saccaro Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação

Mylena Fiori

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Nota Técnica

ENTRADA DE MEIOS ALTERNATIVOS DE TRANSPORTE URBANO: HISTÓRICO E PERSPECTIVAS FUTURAS

George Vasconcelos Goes

Nº 66

Diset

Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais
de Inovação e Infraestrutura

Maio de 2020

ipea

EQUIPE TÉCNICA

George Vasconcelos Goes

Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.
Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

1 O PROBLEMA DO TRANSPORTE URBANO RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS	7
2 CAMINHOS PARA TRANSFORMAR A MOBILIDADE DE PASSAGEIROS NO BRASIL	9
3 SÍNTESE E RECOMENDAÇÕES	12
REFERÊNCIAS	12
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	13

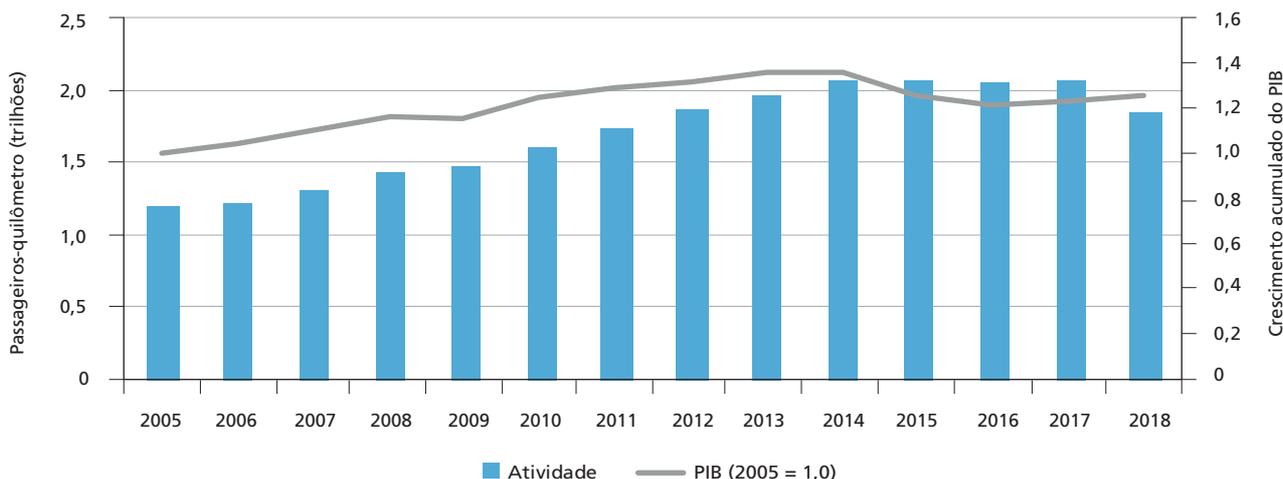
O setor de transportes é o maior consumidor mundial de combustíveis derivados de petróleo, sendo responsável por 57% da demanda global de petróleo (Cazzola *et al.*, 2016). Cerca de 20% do uso final de energia no mundo e 15% das emissões antropogênicas globais são originários de atividades de transporte (IEA, 2018). Além disso, em virtude do rápido processo de urbanização, que tende a cobrir 68% da população global até 2050 (ONU, 2018), os efeitos dos problemas ambientais do transporte se tornam críticos, especialmente em países vulneráveis (Denton *et al.*, 2014). Esse fator demográfico, em conjunto com a industrialização e o desenvolvimento agrícola, tende a levar a níveis mais altos de uso de energia do setor de transportes (Wang e Jiang, 2017).

Entre 2005 e 2017, a demanda nacional de energia no setor de transportes aumentou 60%, representando 35% do uso total de energia no Brasil (Brasil, 2019), sobretudo, para o crescimento do transporte privado de veículos leves. No mesmo período, a participação da atividade do transporte por ônibus em relação ao total do transporte de passageiros (em passageiros-quilômetro) reduziu de 57% para 50% (IBTS, 2019).

Tal como em outras economias ocidentais, notadamente os Estados Unidos, a atividade de transporte de passageiros no Brasil acompanha o desempenho econômico – por exemplo, produto interno bruto (PIB) e PIB *per capita*. O gráfico 1 ilustra o histórico da atividade de transporte de passageiros no Brasil (em passageiros-quilômetro), comparando com o crescimento econômico entre 2005 e 2018.

GRÁFICO 1

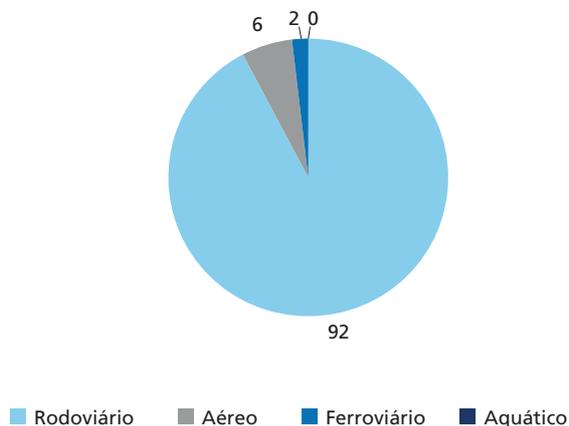
Brasil: histórico da atividade de transporte de passageiros (2005-2018)



Fonte: IBTS (2019).
Elaboração do autor.

GRÁFICO 2

Brasil: divisão modal do transporte de passageiros (2018)
(Em %)



Fonte: IBTS (2019).
Elaboração do autor.

O modo rodoviário, responsável por cerca de 92% da atividade de transporte de passageiros no país, tem experimentado uma alteração em seus padrões decorrente de fatores como queda da atividade de transporte por ônibus, aumento da taxa de motorização e entrada de novos atores (*ride-sharing*,¹ *ride-hailing*² etc.).

No caso do transporte por ônibus, estudos como ANTP (2018), NTU (2019), IBTS (2019) e Brasil (2020) apontam uma tendência de redução de atividade que data da metade da década de 1990, sendo maior nos últimos dez anos. O Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK) municipal, que indica a quantidade absoluta de passageiros transportados em relação à distância percorrida, reduziu 3% entre 2006 e 2016 (ANTP, 2007; 2018). Por sua vez, o Índice de Passageiros Equivalentes por Quilômetro (IPKe), que mede a quantidade de passageiros pagantes, reduziu 8,8% no mesmo período (NTU, 2019). Esses índices revelam que a atratividade do transporte coletivo por ônibus tem diminuído, sendo a queda da proporção de usuários pagantes superior.

Dado que os modelos convencionais de concessão preveem o reajuste da tarifa com base na relação entre custo total e IPKe, quedas na demanda acarretam revisões da tarifa. Com isso, menos usuários arcam com os custos do sistema. Sem protocolos efetivos para melhoramento da produtividade do sistema³ ou incentivos governamentais, não há prognósticos de pontos de inflexão nessa tendência.

Desse modo, caso os municípios não conduzam reajustes na periodicidade prevista no contrato de concessão, limita-se o potencial de investimento das concessionárias e de fornecer garantias para financiamentos. Isso é refletido na idade média da frota brasileira de ônibus urbanos, que aumentou de 4,2 anos em 2011 para 5,9 anos em 2018 (NTU, 2019).

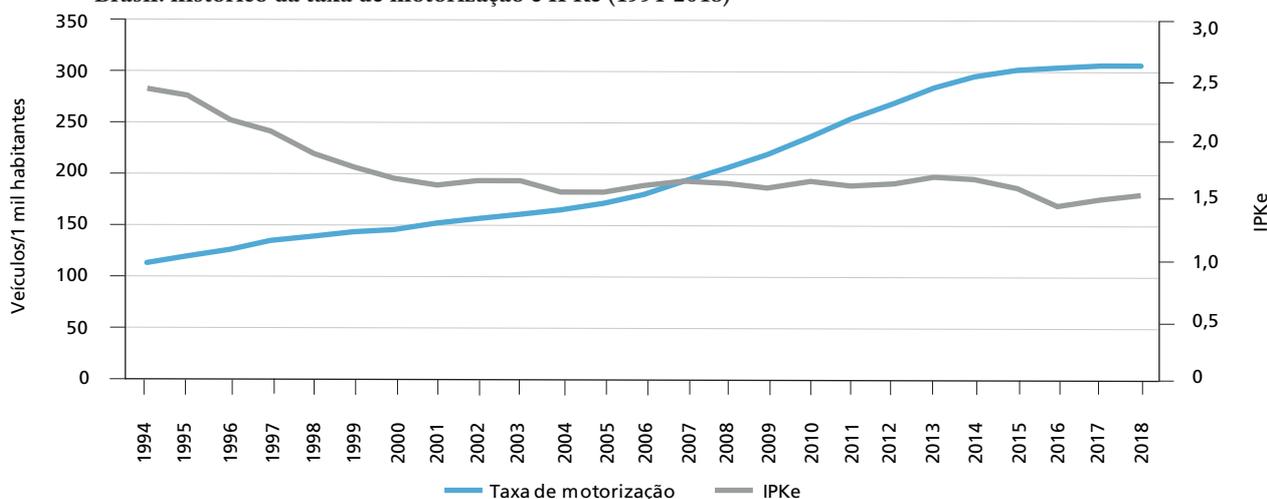
Essa problemática é potencializada com a queda do desempenho econômico e a manutenção de políticas governamentais voltadas ao transporte individual e a operações do tipo *ride-hailing*. Entre 1990 e 2016, a taxa de motorização⁴ brasileira aumentou sucessivamente de 87 veículos/1 mil habitantes em 1990 para 303 veículos/1 mil habitantes em 2016 (Brasil, 2020).

Atualmente, além de ser um expoente da precarização do trabalho, o serviço de *ride-hailing* induz ao aumento de 69% das emissões de poluentes atmosféricos em centros urbanos (Anair *et al.*, 2020). No Brasil, a não liberação de dados pelas empresas é o maior empecilho para estimar esse tipo de operação em modelos desagregados.

A redução da atratividade do transporte por ônibus e, como consequência, a captação de usuários para o transporte privado refletem o aumento da proporção de renda das famílias brasileiras dedicada ao transporte. Em 2018, essa participação atingiu o maior valor histórico (18,1%), ultrapassando o gasto com alimentação (17,5%) (IBGE, 2019).

GRÁFICO 3

Brasil: histórico da taxa de motorização e IPKe (1994-2018)



Fonte: IBTS (2019), NTU (2019) e Anfavea (2020).

Elaboração do autor.

1. *Ride-sharing*, transporte por aplicativos com o compartilhamento de viagens entre passageiros de diferentes origens.

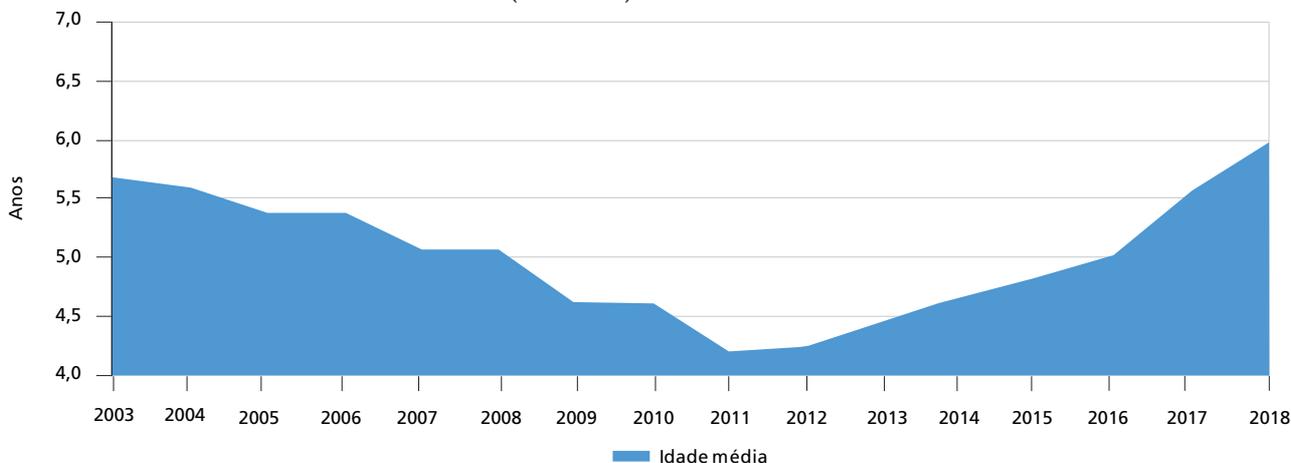
2. *Ride-hailing*, transporte por aplicativos sem o compartilhamento de viagens.

3. Por exemplo, criação de cláusulas com coeficientes operacionais que permitam a qualificação e/ou a eletrificação da frota de ônibus, aditivos condicionados ao efetivo cumprimento das obrigações da concessionária e investimentos na criação de sistemas de priorização do transporte público como Bus Rapid Service (BRS).

4. Frota circulante de automóveis e comerciais leves por 1 mil habitantes.

GRÁFICO 4

Brasil: idade média da frota de ônibus (2003-2018)



Fonte: IBTS (2019), NTU (2019) e Anfavea (2020).
Elaboração do autor.

2 CAMINHOS PARA TRANSFORMAR A MOBILIDADE DE PASSAGEIROS NO BRASIL

A transição para um transporte energeticamente sustentável requer a compreensão do padrão de uso da energia e de seus direcionadores. Assim, para atingir metas de compromissos ambientais – por exemplo, Contribuição Nacionalmente Determinada (Nationally Determined Contribution – NDC),⁵ 1,5°C –, os países devem projetar cenários de uso de energia e emissões considerando diferentes níveis de ambição e desempenho setorial.

Os caminhos de descarbonização consistentes com o Acordo de Paris atingem o pico de emissões global no menor tempo possível e emissões líquidas zero ou negativas na segunda metade do século XXI.⁶ Isso não significa que cada país ou setor econômico deva atingir a neutralidade total até 2050, mas que se busque um equilíbrio considerando o abatimento de carbono e emissões. Nessa linha, é comum a existência de metas de emissões negativas para o setor agricultura, florestas e outros usos do solo (agriculture, forests, and other land use – Afolu), compensando emissões líquidas positivas de setores como transporte e indústria.

Nesse cenário, os países lançam mão de bioenergia e, principalmente, da eletrificação. A Europa prevê a entrada de 50% (conservador) a 80% (otimista) de veículos elétricos na frota circulante para 2050 (EEA, 2016). Prognósticos semelhantes ocorrem em países como o Japão, que prevê 54% de veículos elétricos e híbridos em 2050 no cenário conservador (Palencia *et al.*, 2017). No Brasil, o estudo de La Rovere (2018) prevê 82% de veículos híbridos e 18% de elétricos na frota circulante em 2050. No caso dos ônibus, essa proporção é de 60% para híbridos e 8% para elétricos em 2050. Esses estudos revelam que o cenário de transição energética, pensando em uma descarbonização para 2050, passa pela premissa da eletrificação do setor de transportes.

Dessa forma, ainda sobre o transporte de passageiros, como primeiros passos para formular estratégias efetivas de governança na gestão municipal, sugere-se a identificação do problema e caracterização da mobilidade urbana. Isso pode ser conduzido pela compreensão do padrão espacial das viagens e indicadores-chave, como tempo de deslocamento, distribuição das viagens, eficiência energética (passageiros-quilômetro/KJ),⁷ emissões e percepção do nível de serviço da cidade.

O Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) fornece um método, desenvolvido em parceria com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para caracterizar a eficiência energética na mobilidade urbana, visando auxiliar o gestor público na escolha de estratégias (D'Agosto *et al.*, 2017). O estudo aponta como estratégias prioritárias a qualificação do transporte público e a renovação da frota considerando a introdução de veículos alternativos. Essas estratégias também são indicadas como ações fundamentais para o melhoramento da produtividade do transporte de passageiros do Brasil e o atendimento de compromissos nacionais (por exemplo, NDC) por estudos como Energy Revolution (Greenpeace, 2016), IES 2050 (La Rovere *et al.*, 2018), ICAT (La Rovere *et al.*, 2019), IBTS (2019).

5. Prevê a participação de bioenergia na matriz energética de 18% e melhoramento da eficiência energética para 2030.

6. Em 2050, para um aquecimento de 1,5°C, e em 2070 para 2°C.

7. Quilojoules.

É importante ressaltar que, historicamente, os ônibus em circulação no país possuem chassis de caminhões, com carrocerias adaptadas para o transporte de passageiros. Apesar de esses veículos possuírem um rendimento energético maior em comparação a ônibus qualificados (padrão Euro), não são tecnologias adequadas para o transporte de pessoas por emitirem ruídos altos (sobretudo devido aos motores dianteiros), presença de piso alto, portas estreitas etc. Caso supere a barreira de editais de concessão defasados, a qualificação da frota de ônibus se torna fundamental para a atração de novos usuários.

Nesse contexto, sugere-se que o processo de renovação e qualificação da frota de ônibus priorize a aquisição de veículos elétricos. No âmbito dos operadores, essa tecnologia permite a compensação financeira ao longo da vida útil, visto que os custos operacionais⁸ abatem o investimento inicial (Grottera, 2018). Além disso, a autonomia das baterias atuais é superior ao itinerário padrão de um ônibus municipal no Brasil – entre 250 km e 300 km por dia (Gonçalves *et al.*, 2019). Para a sociedade, a menor emissão de ruído e poluentes atmosféricos reduz o impacto do sistema no ambiente, induzindo a uma valorização do solo urbano e atração de usuários.

Além da indústria, as ações para fomentar tecnologias alternativas no transporte de passageiros requerem esforços multissetoriais em normas e regulamentações (N&R), infraestrutura e modelos de concessões e de financiamento. Sem o esforço político em regulamentação e infraestrutura urbana para essas tecnologias, dificilmente a eletromobilidade no transporte de passageiros, incluindo micromobilidade (patinetes elétricos, bicicletas etc.), se desenvolverá no ritmo dos principais atores internacionais, como Europa e China (IEA, 2019).

Do mesmo modo, as empresas precisam de crédito para financiar a renovação e a introdução de novas tecnologias à frota. Como ação direta para contornar a falta de financiamento e garantias do setor, o programa em andamento de Renovação de Frota do Transporte Público Coletivo Urbano (Refrota) – MDR/Caixa Econômica Federal (CEF) – estuda ofertar linhas de crédito específicas para viabilizar a renovação e a qualificação da frota de ônibus no Brasil, com ênfase em ônibus elétricos. Assim, não estão inclusos os convencionais ônibus equipados com chassis de caminhões. A versão nacional é semelhante ao programa europeu Zero Emission Urban Bus System (ZeEUS), com recursos do European Investment Bank (EIB).

Indiretamente, ações em nível municipal como a da Lei nº 16.802 da cidade de São Paulo induzem à eletrificação da frota ao exigir limites de emissões virtualmente impossíveis de serem atendidos por veículos convencionais.

Quanto aos veículos leves de passageiros, entende-se que a eletrificação da frota deva se iniciar nos veículos com alta intensidade de uso (por exemplo, táxis e serviços do tipo *ride-hailing*), que representam a maior fração da quilometragem efetiva nas cidades (Lombardi *et al.*, 2018). A entrada de veículos elétricos nessa fração mais ativa de usuários tende a reduzir preocupações de usuários comuns (mesmo que tecnicamente superadas) quanto à disponibilidade de carregadores, autonomia, custos e valor residual dos veículos.

Visando projetar caminhos para o Brasil, o estudo de Gonçalves *et al.* (2019) desenvolveu cenários baseados no grau de comprometimento do Brasil com políticas de atingimento da NDC brasileira. O estudo apresenta um cenário tendencial, de políticas vigentes, e um otimista, com maior engajamento em políticas de baixo carbono. Isso inclui premissas, como estratégias de indução de demanda para transporte ativo, aumento da política de integração no transporte urbano de passageiros e adoção da tendência internacional de eletrificação da frota de ônibus.⁹ Os resultados são ilustrados no gráfico 5.

O baixo prognóstico de desempenho do Brasil em eletromobilidade pode ser explicado também pela matriz energética intensiva em biocombustíveis, aproveitando o potencial de segundo maior produtor e consumidor de biocombustíveis do mundo (Barros, 2018).

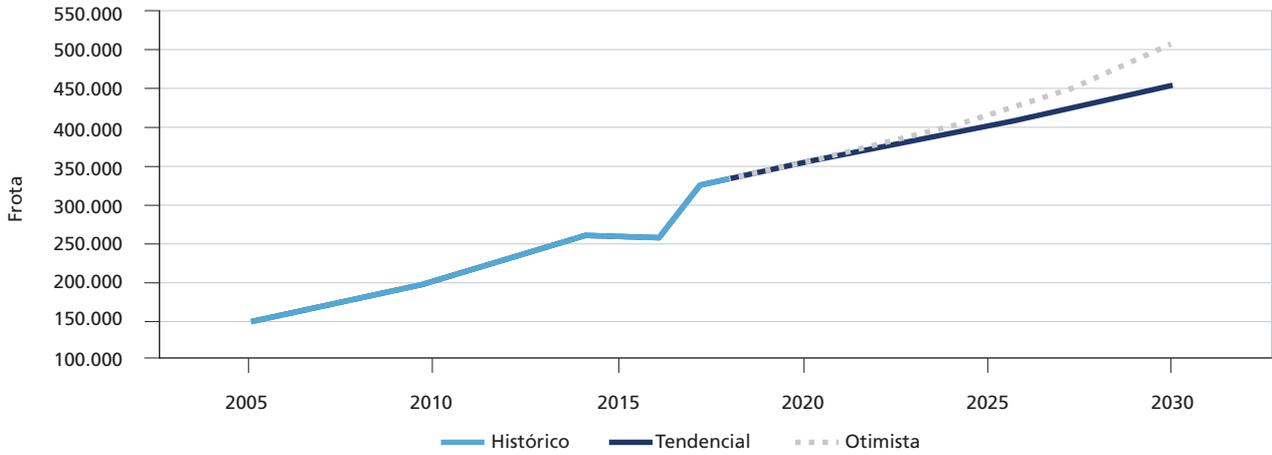
No cenário mais ambicioso, a frota de ônibus elétrica e híbrida atinge aproximadamente 9% do total em circulação. Para efeito de comparação, na China, essa proporção atinge 60% da frota no cenário ambicioso para 2030 (IEA, 2019). O menor ritmo de expansão da eletromobilidade no transporte de passageiros brasileiro pode explicar a não consideração de veículos autônomos como possibilidade para antes de 2050 (Grottera, 2018).

8. Maior eficiência energética, preço da energia, menor quantidade de componentes e necessidade de lubrificantes.

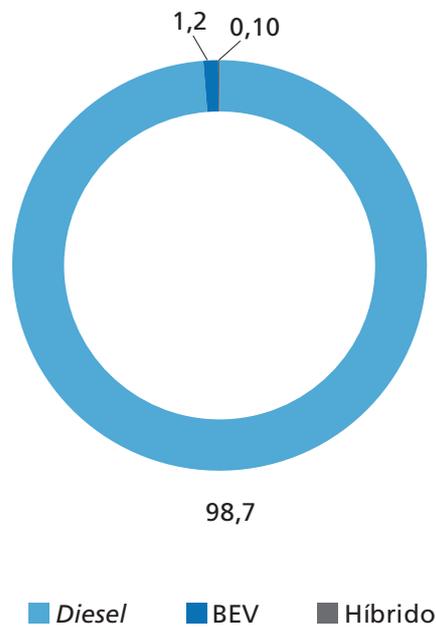
9. Cenário “resto do mundo”, no qual se encontra o Brasil (IEA, 2019).

GRÁFICO 5
Projeções da frota circulante de ônibus brasileira para 2030

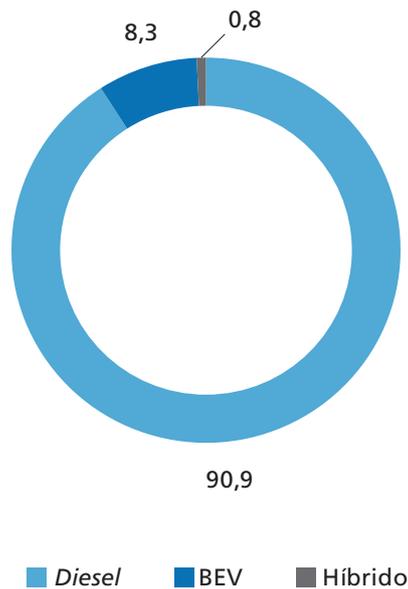
5A – Frota circulante de ônibus urbanos



5B – Tendencial (%)



5C – Otimista (%)



Fonte: Gonçalves *et al.* (2019) e La Rovere (2019).
 Elaboração do autor.
 Obs.: BEV – Battery Electric Vehicle.

BOX 1

Brasil: veículos autônomos

Os cenários internacionais que acreditam na introdução dessa tecnologia nos principais *players* (Europa, China e Estados Unidos) ainda consideram um horizonte de médio-longo prazo. Assim, entre as tecnologias prospectivas para as próximas décadas, os veículos efetivamente autônomos (níveis 4-5) ainda não se enquadram em uma tecnologia pré-2050 no Brasil. Apesar de ser uma tecnologia promissora, ainda há etapas preliminares a serem pensadas e discutidas, como:

- por serem elétricos, demanda-se a maturação prévia da eletromobilidade no país;
- criação de N&R específicas para essa nova tecnologia;
- investimentos em redes inteligentes de energia e infraestrutura viária, conservando sinalizações e pavimento;
- requisitos em conectividade, como velocidades iguais ou acima de 24 Gbps para autônomo níveis 3-5; e
- repensar o ordenamento urbano e o planejamento dos sistemas de transporte/atividades.

Elaboração do autor.

Obs.: Conforme a norma SAE J3016 (SAE, 2014), existem seis níveis de automação de condução representando o grau de autonomia do veículo. Entre os níveis 0 e 2, o motorista monitora o ambiente de direção. Entre os níveis 3 e 5, o sistema de direção automatizado monitora o ambiente de direção, sendo no nível 5, a automação é total.

BOX 2

Eletrificação da micromobilidade como política de governança

A eletrificação da micromobilidade é um processo contemporâneo e de grande penetração nos centros urbanos. No entanto, sugere-se cautela a esse tipo de transporte como política pública, uma vez que tende a capturar usuários do próprio transporte ativo, que possui menos de 4% da atividade de transporte total de um município (D'Agosto *et al.*, 2017), e gera impactos ambientais ao considerar a substituição de viagens a pé ou por bicicletas mecânicas. Além disso, ainda não há classificação para esses tipos de equipamento, restringindo a criação de N&R específicas para essas tecnologias.

Entre os impactos, citam-se a limitada capacidade de segunda vida da bateria (para uso estacionário etc.) e a maior emissão de poluentes devido à operação de reordenamento dos equipamentos em sistemas de compartilhamento (quando feita com veículos equipados com motores de combustão interna).

Elaboração do autor.

3 SÍNTESE E RECOMENDAÇÕES

As considerações levadas a efeito revelam que as políticas voltadas ao uso do automóvel, em conjunto com a perda de produtividade e a falta de qualificação da frota de ônibus, contribuem para a redução de atratividade do transporte por ônibus no Brasil. A transição para um transporte de passageiros energeticamente sustentável passa, portanto, pelo aprofundamento nos esforços em novos modelos de concessão, além de novas ações em N&R, financiamento e infraestrutura destinadas à eletrificação da frota.

Apesar dos benefícios como serviços de conveniência ao usuário, operações como *ride-hailing* e eletrificação de equipamentos de micromobilidade devem ser analisadas com cautela – em virtude das externalidades econômicas, sociais e ambientais que podem ser geradas –, devendo ser previamente superadas antes de virarem políticas de governança.

REFERÊNCIAS

- ANAIR, D. *et al.* **Ride-hailing's climate risks: steering a growing industry toward a clean transportation future.** Cambridge, United States: UCS, 2020. Disponível em: <<https://www.ucsusa.org/resources/ride-hailing-climate-risks>>.
- ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2020: competitividade, burocracia, infraestrutura e caos tributário.** São Paulo: Anfavea, 2020. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuarios>>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de informações da mobilidade urbana: relatório geral 2006.** São Paulo: ANTP, 2007. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/04/11/4231CF41-42D8-4F5E-935D-27765E1ECE8B.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2020.
- _____. **Sistema de informações da mobilidade urbana: relatório geral 2016.** São Paulo: ANTP, 2018. Disponível em: <<http://www.antp.org.br/relatorios-a-partir-de-2014-nova-metodologia.html>>. Acesso em: 3 fev. 2020.
- BARROS, S. Brazil biofuels annual. **GAIN Report**, n. BR18017, 2018.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético natural – 2019.** [s.l.]: EPE, 2019.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Quarta comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília: MCTI, 2020. v. 1.
- CAZZOLA, P. *et al.* **Global ev outlook 2016.** [s.l.]: IEA, 2016. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2016>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

- D'AGOSTO, M. de A. *et al.* **Estudo de bases técnicas: cálculo e monitoramento da eficiência energética da mobilidade urbana.** Brasília: IBTS; GIZ, dez. 2017.
- DENTON, T. J. *et al.* (Eds.). **AR5 climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability.** [s.l.]: IPCC, 2014, p. 1101-1131.
- EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Electric vehicles and the energy sector: impacts on Europe's future emissions.** [s.l.]: EEA, 2016. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-and-the-energy/download>>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- GONÇALVES, D. N. S. *et al.* Energy use and emissions scenarios for transport to gauge progress toward national commitments. **Energy Policy**, v. 135, Dec. 2019.
- GREENPEACE. **Energy [R]evolution: for a Brazil with 100% clean and renewable energy.** [s.l.]: Greenpeace, 2016. Disponível em: <<https://elib.dlr.de/107961/2/Energy%20Revolution%20E2%80%93%20Brazil%202016%20.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2020.
- GROTTERA, C. Custos setoriais de mitigação de emissões de gases de efeito estufa no Brasil para um cenário global de 1,5° em 2050. *In*: ROVERE, E. L. L. **Implicações econômicas e sociais dos cenários de mitigação de GEE no Brasil até 2050:** Projeto IES-Brasil, cenário 1,5°C. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2018.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101670>>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- IBTS – INSTITUTO BRASILEIRO DE TRANSPORTE SUSTENTÁVEL. **Transportes no Brasil – panorama e cenários prospectivos para atendimento da Contribuição Nacionalmente Determinada.** [s.l.]: IBTS, 2019. Disponível em: <https://ibts.eco.br/src/uploads/2019/12/transportes-no-brasil_relatorio-de-referencia.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World energy outlook 2018.** [s.l.]: IEA, 2018. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2018>>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- _____. **Global EV Outlook 2019.** [s.l.]: IEA, 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- LA ROVERE, E. L. (Coord.). **Implicações econômicas e sociais de cenários de emissão de gases de efeito estufa – GEE no Brasil até 2050: cenário de referência e cenário 1,5°C.** Rio de Janeiro: Centro Clima, 2018.
- _____. (Coord.). **Indicators for progress monitoring in the achievement of NDC targets in Brazil.** Rio de Janeiro: Centro Clima, 2019. Disponível em: <http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/Centro_Clima_CBC_ICAT_Brazil_Report_3_final.pdf>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- LOMBARDI, M. *et al.* **Electric vehicles for smarter cities: the future of energy and mobility.** Cologny: WEF, 2018. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_2018_%20Electric_For_Smarter_Cities.pdf>.
- NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Anuário NTU: 2018-2019.** Brasília: NTU, 2019. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub637020043450950070.pdf>>. Acesso em: 1º mar. 2020.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Revision of world urbanization prospects.** [s.l.]: UN, 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/>>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- PALENCIA, J. C. G. *et al.* Scenario analysis of lightweight and electric-drive vehicle market penetration in the long-term and impact on the light-duty vehicle fleet. **Applied Energy**, v. 204, p. 1444-1462, Oct. 2017.
- SAE – SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems.** [s.l.]: SAE, 2014. Disponível em: <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/>. Acesso em: 13 maio 2020.
- WANG, R.; JIANG, Z. Energy consumption in China's rural areas: a study based on the village energy survey. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, n. 2016, p. 452-461, 2017.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- D'AGOSTO, M. de A.; GONÇALVES, D. N. S.; ALMEIDA, I. R. P. L. de. **Ônibus elétricos a bateria (plug-in): uma primeira avaliação da viabilidade econômica e do impacto na tarifa para o uso nas cidades brasileiras.** 1. ed. Rio de Janeiro: IBTS, 2017. Disponível em: <https://ibts.eco.br/src/uploads/2019/11/relat_ltc_onibusbev.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- SÃO PAULO. Lei nº 16.802, de 17 de janeiro de 2018. Dá nova redação ao art. 50 da Lei nº 14.933/2009, que dispõe sobre o uso de fontes motrizes de energia menos poluentes e menos geradoras de gases do efeito estufa na frota de transporte coletivo urbano do município de São Paulo e dá outras providências. **Diário Oficial de São Paulo**, São Paulo, 18 jan. 2018. Disponível em: <<http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/leis/L16802.pdf>>.
- WALTER, M. K. C. *et al.* **Emissão de gases de efeito estufa 2050: implicações econômicas e sociais do cenário de plano governamental.** Rio de Janeiro: Centro Clima, 2016.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação

Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão

Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Mariana Silva de Lima

Marlon Magno Abreu de Carvalho

Vivian Barros Volotão Santos

Laysa Martins Barbosa Lima (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Louise de Freitas Sarmiento (estagiária)

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

