



PESQUISAS
TEMÁTICAS
NTU

MODERNIZAÇÃO
TECNOLÓGICA
DA FROTA DO

transporte coletivo urbano

2024



ASSOCIAÇÃO NACIONAL
DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS

MODERNIZAÇÃO
TECNOLÓGICA
DA FROTA DO

transporte
coletivo
urbano 2024

© 2024 ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS
EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU).

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte. Todos os direitos desta edição estão reservados à Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida por qualquer meio, sem a prévia autorização deste órgão/entidade.

A849a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

Modernização tecnológica da frota do transporte coletivo urbano: relatório preliminar/ Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. - Brasília: NTU, 2024. 41 p. (Série Pesquisas Temáticas NTU, 1)

Bibliografia

ISBN: 978-65-992900-1-5

1. Transporte Urbano. 2. Tecnologia. I. Título.

CDU 656.1/5

SAUS Q.1 Bl. J
Ed. Clésio Andrade 9º Andar
CEP: 70070-944 · Brasília, DF

Tel: (61) 2103-9293
www.ntu.org.br

 @ntubrasil

 /ntubrasil

 /ntubrasil

 /transporteurbanontu

 /ntunoticias

 /ntubrasil.bsky.social

 /ntubrasil

 @ntubrasil





FICHA TÉCNICA

Presidente do Conselho Diretor

João Antonio Setti Braga

Diretor Executivo

Francisco Christovam

Diretor de Gestão

Marcos Bicalho dos Santos

Equipe NTU



sumário

Apresentação — 9

Introdução — 10

1 Gases de efeito estufa: emissões do Brasil e do ônibus — 11

2 A modernização da frota de ônibus urbanos — 16

3 Conclusões e propostas — 39

Referências — 40



E47005C

RIOCENTRO



E47005C

MEGR
NEEDS

LSV-5862

APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa temática, elaborada pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), traça panorama amplo e completo do processo de modernização da frota de ônibus do transporte coletivo urbano no Brasil e discute os caminhos possíveis para a descarbonização do transporte público. Ciente do seu papel e da importância do tema para o setor, para a população, para o meio ambiente e para a economia brasileira, a NTU detalha, neste estudo, temas como transição energética, particularmente em relação à poluição veicular e ao aquecimento global, e o estágio atual de desenvolvimento e utilização das várias tecnologias que compõem as rotas da descarbonização da frota.

Segundo dados do Anuário NTU 2023–2024, a idade média da frota nacional de ônibus urbanos atingiu seis anos e cinco meses, o resultado mais elevado de toda a série histórica, de quase 30 anos. O envelhecimento da frota vem sendo observado desde 2011, quando houve renovação de boa parte dos coletivos urbanos do país, resultado do início da fase 7 do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), com a implementação dos motores Euro 5. Desde então, observa-se aumento crescente da idade média da frota nacional. A chegada do padrão Euro 6, em 2023, com a entrada em vigor do Proconve 8, traz a oportunidade de uma nova etapa de renovação do material rodante, com veículos ainda mais eficientes e significativa redução de emissões.

O tema é de suma importância, dada a realidade climática que se observa em todo o mundo, com o aquecimento global decorrente do acúmulo de gases do efeito estufa.

Vale ressaltar que o ônibus está em processo de descarbonização há décadas e é atualmente responsável por apenas 0,8% de todas as emissões de gases do efeito estufa no país. Apesar disso, o setor segue defendendo alternativas aos veículos poluentes com investimentos na mobilidade coletiva para a redução das emissões de todo o segmento de transporte público, a começar pela migração modal, com a transferência de viagens feitas em transporte individual motorizado para o coletivo. A lista inclui a adoção de novos ônibus da fase Euro 6 e de outras tecnologias menos poluentes, desde que viáveis operacionalmente e economicamente; e o necessário investimento em obras de infraestrutura, fundamentais para o pleno aproveitamento dos investimentos que vêm sendo feitos em tecnologias veiculares sofisticadas e caras. Esses investimentos em infraestrutura devem contemplar, entre outros, a ampliação e melhoria de sistemas BRTs, corredores de ônibus e faixas exclusivas, essenciais para a maior qualidade e eficiência na prestação do serviço.

Os dados coletados nos últimos anos poderão ser conferidos ao longo deste documento, com visão multifatorial e que oferece ao setor e ao país informações importantes para que o segmento continue avançando e se modernizando, em atuação conjunta envolvendo os setores público, privado e a sociedade como um todo.

INTRODUÇÃO

A Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU) acompanha com bastante atenção a modernização tecnológica da frota de ônibus urbanos ao longo dos anos. Entre uma variedade de temas, dois impactaram as operadoras de transporte público por ônibus nacionalmente nos últimos anos. Trata-se da evolução da tecnologia veicular com foco na redução da emissão de poluentes, por meio da instituição do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), e da acessibilidade, a qual universalizou o acesso da população via a elaboração e implementação de uma exemplar normatização liderada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Durante o desenvolvimento de ambos os assuntos, a NTU participou de comissões e fóruns, apresentou as demandas do setor de transporte coletivo urbano, sugeriu adequações estratégicas e contribuiu para os resultados alcançados. Complementarmente, a entidade realizou eventos e produziu conteúdo para viabilizar a capacitação por meio da disseminação de informações e orientações para o público interessado, mas, sobretudo, para as operadoras associadas. Várias foram as publicações produzidas sobre a evolução da frota de ônibus urbanos.

Recentemente, as questões relacionadas ao meio ambiente e à intensificação das consequências do aquecimento global têm cobrado o envolvimento e colaboração de todos os setores da sociedade. Especialmente as atividades econômicas mais representativas, entre as quais encontra-se o transporte, têm sido demandadas, de forma mais urgente e intensa, para promover investimentos e adequações com potencial de reduzir as emissões de gases do efeito estufa. No caso do transporte coletivo de passageiros, há uma pressão para a eletrificação dos ônibus urbanos. Esse cenário aqueceu os debates sobre a modernização tecnológica da frota.

A NTU participa ativamente das discussões. Nos últimos anos, a entidade foi responsável por publicações sobre os aspectos centrais relacionados à descarbonização dos ônibus urbanos:

1. A reportagem **'Descarbonização do ônibus urbano'** apresentou o processo de transição em curso para um transporte coletivo urbano sustentável e apontou desafios.
2. Em **'Na rota da descarbonização'** é destacada a relevância da construção de políticas públicas para otimizar e potencializar as reduções de emissões do setor.
3. Já a matéria **'Cadê a tomada?'** coloca luz no gargalo resultante da falta de planejamento estratégico e de infraestrutura adequada para a recarga dos veículos elétricos a bateria.
4. O artigo **'A difícil adoção de ônibus a tração elétrica'** chama a atenção, entre outros pontos, sobre o necessário nível de planejamento para orientar as decisões inerentes de cada projeto de mudança do perfil tecnológico da frota.
5. Por último, em **'Considerações sobre a renovação e modernização tecnológica da frota de ônibus urbano'**, uma lista de propostas e sugestões, para aprimorar o PAC - Renovação de frota, é apresentada ao governo federal para avaliação.

Esta publicação dá continuidade ao processo de análise e produção de conhecimento sobre a modernização tecnológica dos ônibus urbanos no transporte coletivo. O conteúdo aqui apresentado retoma alguns pontos, porém com maior destaque e detalhamento. Nesse sentido, o capítulo um mostra a participação do ônibus no total de emissões de gases do efeito estufa no Brasil; o segundo capítulo destaca a contribuição do setor, ao longo das últimas décadas, para com a redução das emissões, obtida com a modernização da motorização e a adoção de novas tecnologias; ainda no segundo capítulo são apresentados os cenários relacionados aos biocombustíveis e aos ônibus elétricos a bateria, por último, o terceiro capítulo apresenta as principais conclusões e propostas.



1 GASES DO EFEITO ESTUFA: EMISSÕES DO BRASIL E DO ÔNIBUS

Nos últimos anos, o aquecimento global decorrente das mudanças climáticas tem alcançado níveis cada vez mais preocupantes. A elevação da temperatura global, sobre a qual a ciência emite alertas há décadas, atinge agora, de forma mais intensa e severa, o clima na escala urbana, ou seja, nas cidades. As consequências observadas são diversas. O desequilíbrio ambiental provoca, com recorrência cada vez maior, uma série de incêndios, secas extremas, chuvas torrenciais, enchentes, entre outros desequilíbrios ambientais, por todos os cantos do planeta.

Diante desse contexto, todos os países do mundo são chamados a contribuir para a interrupção e reversão do aumento da temperatura por meio da redução das emissões de gases do efeito estufa. Essa contribuição tornou-se uma obrigação oficialmente declarada no ano de 2015, quando da realização da 21ª Conferência das Partes (COP 21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Naquela oportunidade foi adotado o Acordo de Paris, com o objetivo de criar e fortalecer uma resposta global sobre a ameaça da mudança climática.

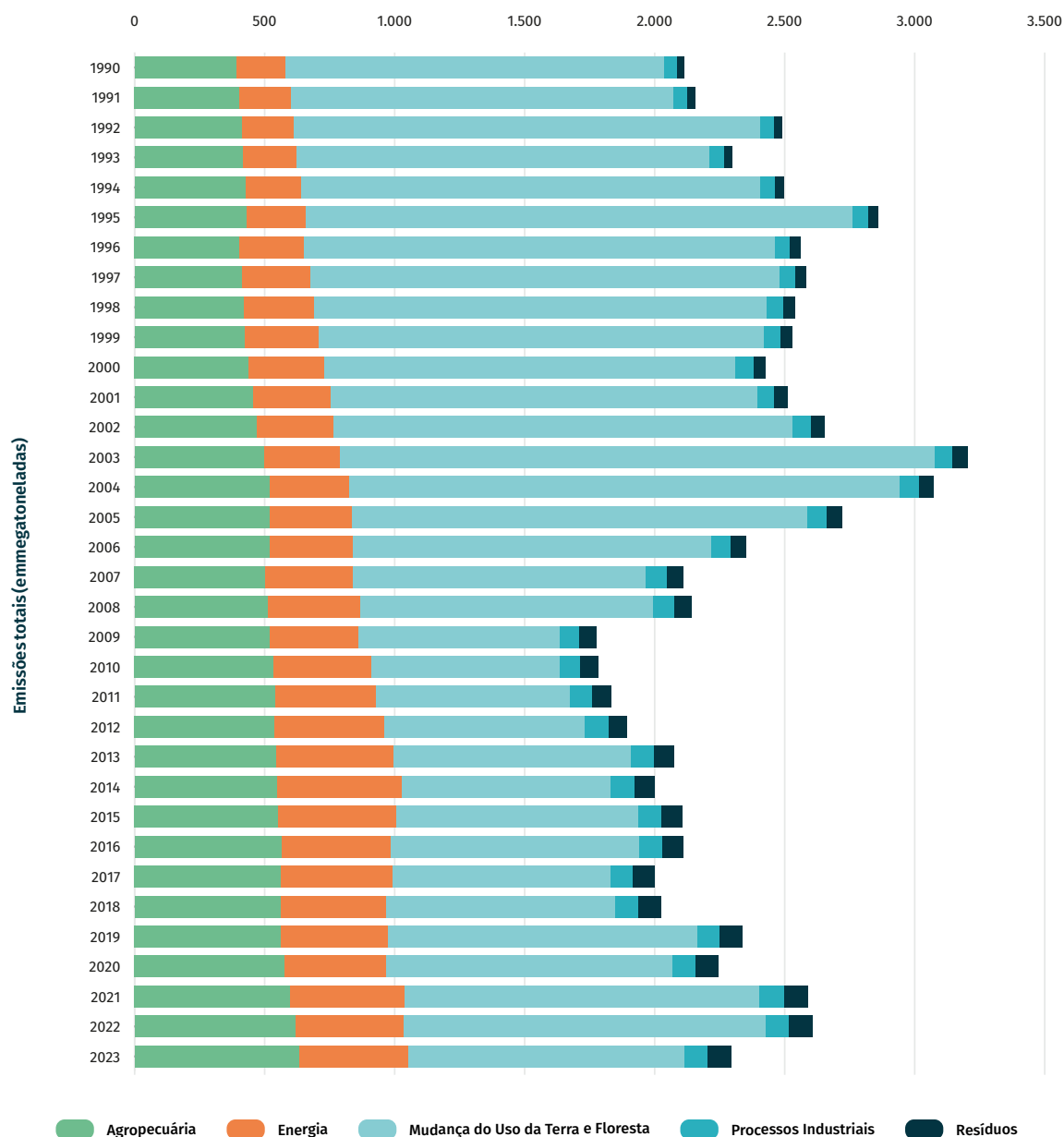


O Acordo de Paris, aprovado por um total de 195 países, assumiu como compromisso a manutenção do aumento da temperatura média global em até 2°C acima dos níveis pré-industriais, com a indicação de limitação da elevação do clima a 1,5°C. A partir dessa meta geral e das regras definidas pelo acordo, cada país definiu suas metas e construiu compromissos nacionais, oficializados nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs, em inglês).

Em relação às emissões totais de gases do efeito estufa, o Brasil encontra-se na sexta posição no ranking mundial, responsável por 3,1% de todas as emissões globais, segundo dados apresentados para o ano de 2021 pelo *Climate Watch*. O Brasil está muito distante dos principais países emissores em emissões totais e também per capita.

A série histórica da evolução das emissões nacionais totais, por setor de emissão, produzida pelo Observatório do Clima e apresentada no Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), revela pontos importantes. Ao longo das últimas três décadas, os setores 'Mudanças de uso da terra e floresta' e 'Agropecuária' são aqueles que emitem mais gases do efeito estufa no país (Figura 1). No ano de 2023, foi emitido no Brasil um total de 2,3 GtCO₂eq. Esses dois setores foram responsáveis por 73,7% das emissões nacionais. Já o setor 'Energia', no qual está incluída a categoria 'Transportes', foi responsável por 18,3%.

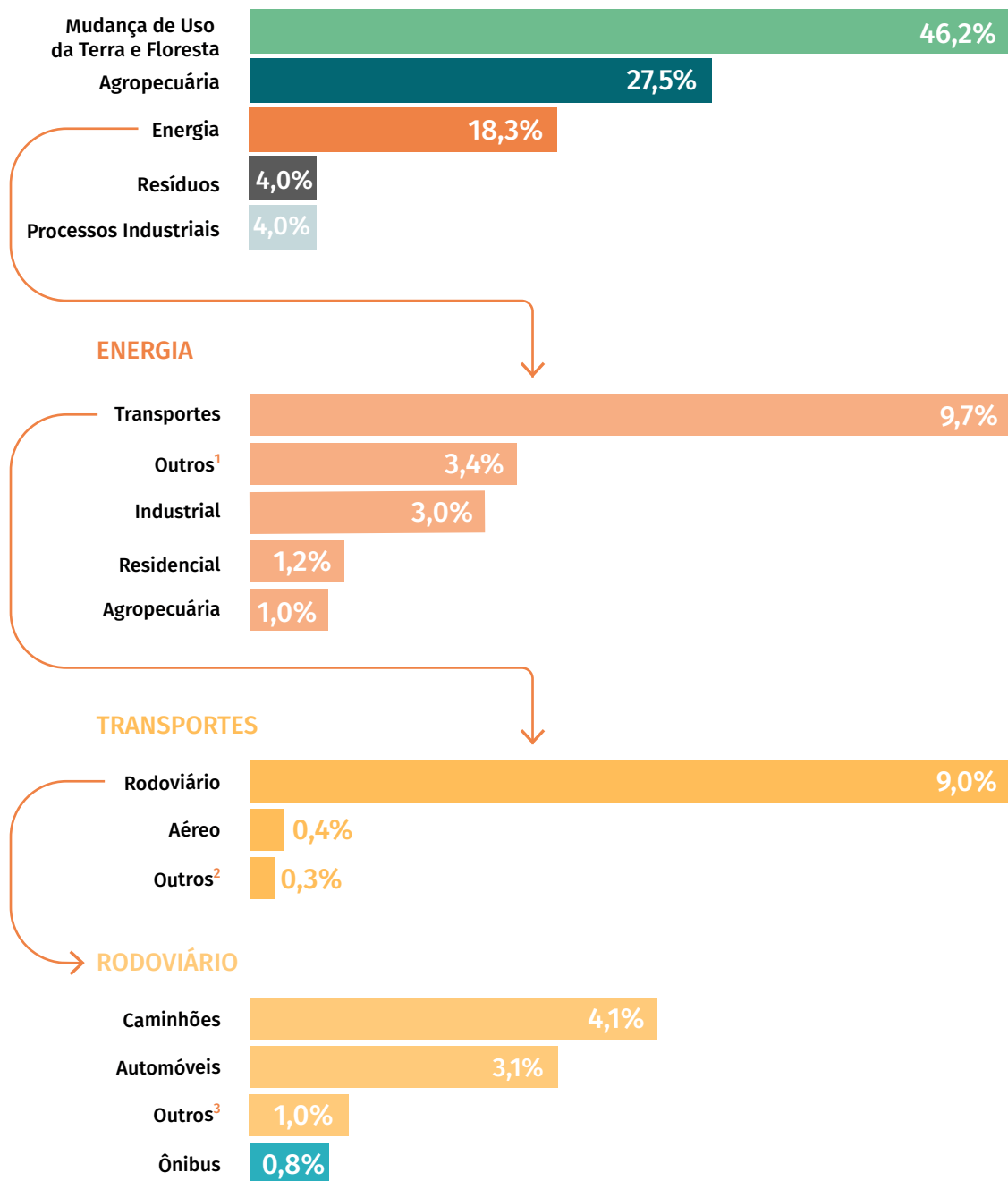
Figura 1 Emissões totais por setor no Brasil (1990-2023)



A categoria 'Transportes' contribuiu com 9,7% das emissões totais, sendo que, somente a subcategoria 'Rodoviário' emitiu 9,0%. A atividade 'Transporte de passageiros' (automóveis, ônibus, comerciais leves e motocicletas) foi responsável por 4,9% das emissões totais. Já os ônibus (urbanos, rodoviários e de fretamento) representam somente 0,8% do total de emissões (19,3 MtCO₂eq), conforme destacado nas Figuras 2 e 3, que apresentam os dados publicados pelo SEEG para o ano de 2023.

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões de Gases (SEEG) do Observatório do Clima.

Figura 2 A participação da categoria Transportes nas emissões totais do Brasil (2023)



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases (SEEG, 2023) do Observatório do Clima.

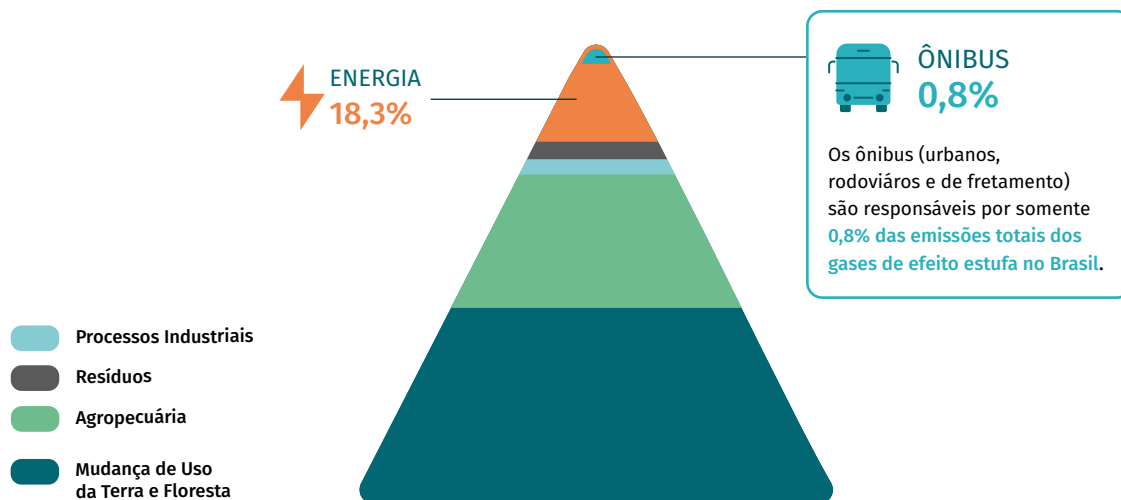
* Todos os percentuais apresentados na figura se referem às emissões nacionais totais.

1 Produção de combustíveis (2,4%), Geração de eletricidade (0,9%), Comercial (0,1%) e Público (0,04%).

2 Ferroviário (0,1%) e Hidroviário (0,2%).

3 Comerciais leves (0,7%) e Motocicletas (0,3%).

Figura 3 A participação dos ônibus nas emissões totais do Brasil (2023)



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases (SEEG, 2023) do Observatório do Clima.

O recente documento publicado pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), intitulado Rotas Tecnológicas de Descarbonização do Transporte Coletivo no Brasil, revelou dados semelhantes para o ano de 2020. Segundo a publicação, “comparados ao total das emissões brutas de GEE do País (2,4 GtCO₂eq), os ônibus urbanos a diesel — incluídos os rodoviários e de fretamento — contribuem com 22 MtCO₂eq, pouco menos de 1% das emissões nacionais. Trata-se de pequena fração das emissões totais nacionais de GEE...”.

Apesar da pequena participação do transporte coletivo por ônibus nas emissões de gases do efeito estufa, o setor merece atenção especial. O crescente nível de motorização das cidades gera um alerta e torna a mobilidade urbana fundamental para a estratégia brasileira direcionada a diminuir as emissões nacionais. Ainda de acordo com os dados apresentados na Figura 2, os automóveis emitem aproximadamente 4 vezes mais gases do efeito estufa do que os ônibus. Se considerada a emissão por passageiro transportado, o uso do automóvel é ainda mais poluente em comparação com a utilização do transporte coletivo por ônibus.

A medida mais eficiente para descarbonização da matriz de deslocamentos das cidades brasileiras é o investimento em infraestrutura e políticas públicas de mobilidade urbana com foco na priorização do transporte público, em detrimento dos modos individuais motorizados. Tais iniciativas resultariam no aumento da qualidade do serviço oferecido pelos modos coletivos de transporte e, conseqüentemente, na recuperação de demanda e migração modal.

Mas nas últimas décadas as políticas públicas de priorização do transporte coletivo foram pontuais e pouco efetivas. Por outro lado, o modo ônibus, responsável por 85,7% das viagens de transporte público em todo o país, evoluiu bastante em relação à motorização. Essa evolução representa ganhos importantes no processo de diminuição da emissão de poluentes, como está destacado no próximo capítulo.

2 A MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE ÔNIBUS URBANOS

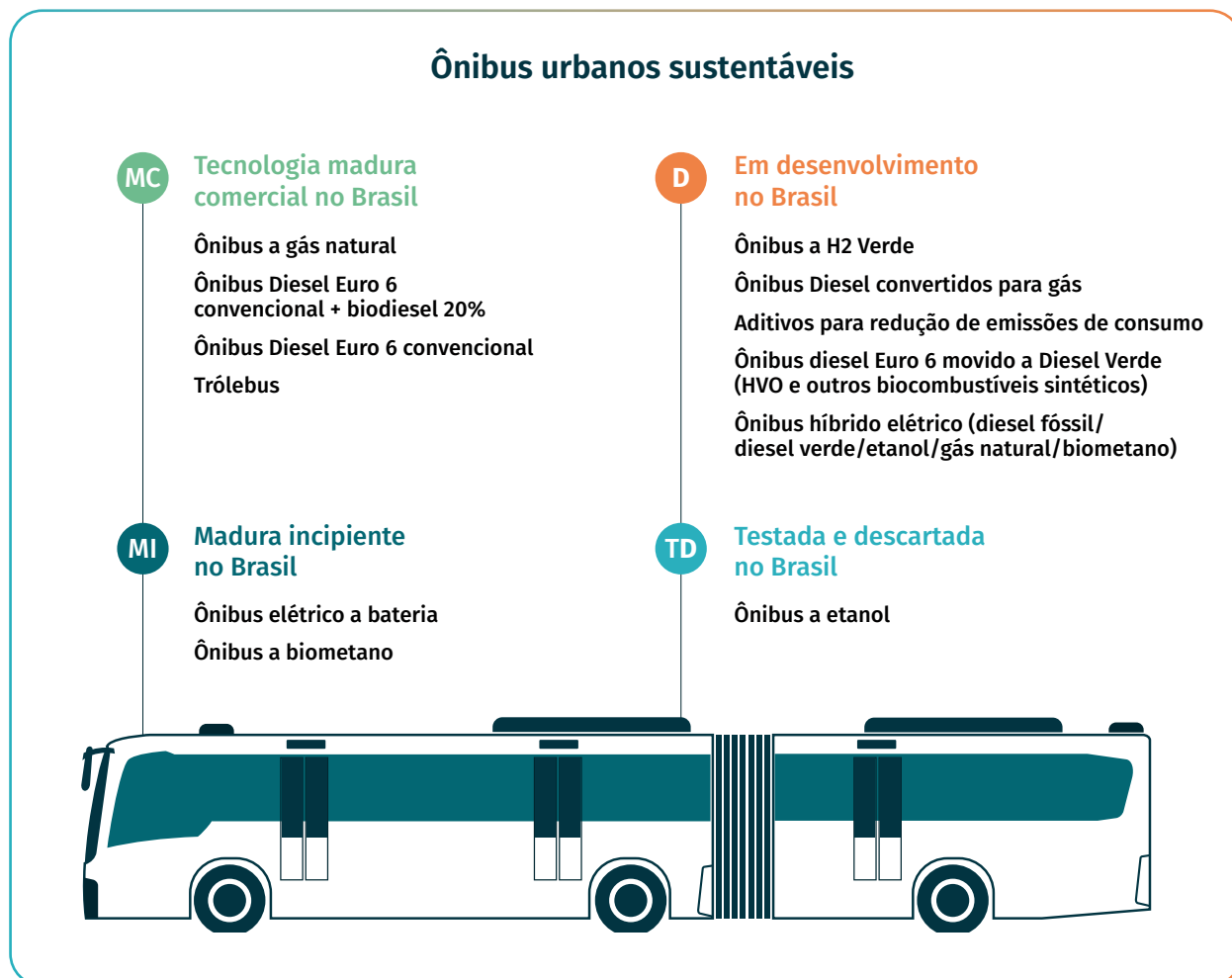
Conforme destacado na seção anterior, os ônibus são responsáveis por parcela muito pequena das emissões do setor de transportes e das emissões totais do Brasil. Em todo o mundo, a situação é similar. De acordo com o relatório 'Situação Global do Transporte e Mudança Climática' (2018), na escala mundial, os ônibus contribuem com somente 5% das emissões do setor de transportes, o que corresponde a 1,3% das emissões totais. Aliás, as únicas alternativas de viagem urbana, com menor pegada de carbono, em relação a viagem em transporte coletivo por ônibus, são aquelas realizadas em sistemas sobre trilhos (trem, metrô, VLT, etc.), além das viagens não motorizadas, realizadas por pedestres e ciclistas.

A modernização da frota de ônibus, nas últimas décadas, já viabilizou a diminuição das emissões de gases do efeito estufa. A maior parte dessa redução foi obtida com o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve). O Proconve promoveu a consolidação e o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional e a melhoria da qualidade dos combustíveis utilizados. Ao mesmo tempo, toda a cadeia de serviços e insumos relacionada aos ônibus, a partir do Proconve, amadureceu bastante.

Mais recentemente, tem-se observado a adoção de ônibus elétricos a bateria na prestação de serviço de transporte coletivo urbano. Como está apresentado na seção 2.2 deste relatório, atualmente, a quantidade de ônibus elétricos em todas as cidades brasileiras é muito pequena. Essa tecnologia consegue zerar as emissões diretas de gás carbônico e, por isso, tem sido amplamente apresentada como a alternativa mais viável para a modernização tecnológica do transporte coletivo. No entanto, há outras rotas tecnológicas com potencial para reduzir emissões de poluentes (Figura 4).



Figura 4 Rotas tecnológicas e fontes de energia para ônibus urbanos



Fonte: Revista NTUrbano
(edição n. 58, julho/agosto 2022).

Para esse conjunto de soluções, em termos de redução das emissões, houve avanços nos fatores de emissão dos principais tipos de poluentes. Na Tabela 1, destacam-se os exemplos de reduções dos fatores de emissão, obtidas da fase 5 para a 8 do Proconve, para o ônibus do tipo básico, de 92,3% e 93,9%, respectivamente para os poluentes MP e NOx. Para a tecnologia dos veículos híbridos, os fatores de emissão de MP e o NOx diminuiram 52,4% e 83,1%, nessa sequência, da fase Euro 5 para a Euro 6.

Tabela 1 Rotas tecnológicas e fatores de emissão para o ônibus do tipo básico

Tecnologia	Fatores de emissão		
	CO ₂ (kg/km)	MP (g/km)	NOx (g/km)
Proconve 2/3/4	-	1,07100	17,36800
Proconve 3/4	-	0,53300	10,97300
Proconve 4	-	0,20900	10,71300
Proconve 5	1,22900	0,15008	8,10800
Proconve 7	1,41600	0,02439	2,92700
Proconve 8	1,41600	0,01162	0,49500
Híbrido Euro 5	1,13300	0,01952	2,34200
Híbrido Euro 6	1,13300	0,00929	0,39600
GNV	1,33500	0,00023	0,08900
Elétrico a bateria	0	0	0

Fonte: Elaboração própria com dados da calculadora PlanFrota, desenvolvida pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA).

Atualmente, com exceção dos veículos com motorização Proconve, a representatividade das outras tecnologias na frota de ônibus urbanos é pequena. Algumas foram testadas e descartadas para o cenário brasileiro. Outras, sobretudo as que fazem uso de biocombustíveis, dependem de avanços e adequações na infraestrutura de produção e distribuição em grande escala.

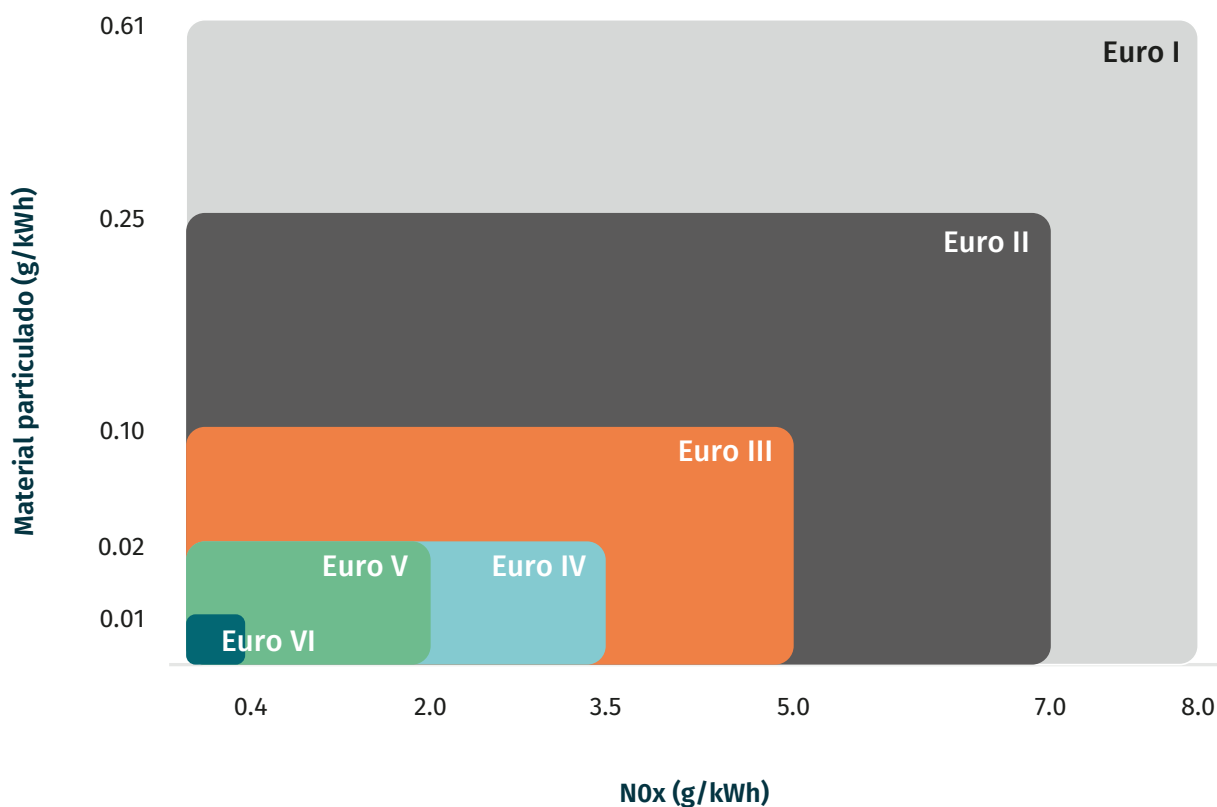
As próximas seções destacam os ônibus a diesel com motorização Proconve, alternativas de biocombustíveis e os ônibus elétricos a bateria.

O Proconve garantiu uma escalada na restrição dos limites de máximos de emissões estabelecidos para ônibus e caminhões. No caso dos veículos pesados, as emissões de poluentes tóxicos alcançadas são muito baixas, sobretudo dos óxidos de nitrogênio (NOx) e do tão temido material particulado (MP). A fase P8 do Proconve, equivalente ao Euro VI, possui o padrão mais avançado com controle rigoroso de emissões, como pode ser visualizado na Figura 5. Comparativamente com a fase inicial P1, os testes realizados com veículos da fase P8 revelaram reduções da ordem de 99% de CO, 99% de HC, 89% de NOx e 98% de MP.

2.1 O impacto do Proconve nas reduções de emissões

O Proconve consiste em um instrumento de controle das emissões por fontes móveis em todo o país. O Proconve foi criado, ainda em 1986, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Sua gestão é realizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Ao longo das oito fases do programa, verificou-se uma evolução importante do parque nacional industrial automotivo e da qualidade dos combustíveis.

Figura 5 Proconve: evolução das reduções de material particulado (MP) e óxidos de nitrogênio (NOx)



Fonte: Revista NTUrbano (edição n. 58, julho/agosto 2022).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) desenvolve há anos trabalho minucioso de acompanhamento das emissões veiculares no Estado de São Paulo. Os dados de fatores de emissão, publicados na edição de 2023 do 'Relatório de Emissões Veiculares no Estado de São Paulo' da Cetesb, revelam os ganhos obtidos ao longo das diferentes fases do Proconve, no período de 1999 até 2023. Verifica-se reduções de 96,7% para o monóxido de carbono (CO), de 96,1% para os hidrocarbonetos (HC), de 85,0% para o metano (CH₄), de 98,6% para o óxido de nitrogênio (NOx) e de 99,5% para o material particulado (MP), conforme Tabela 2.



Tabela 2 Proconve: evolução dos fatores de emissão para ônibus urbanos (1999–2023)

Ano	Fase Proconve	CO (g/km)	HC (g/km)	CH ₄ (g/km)	NOx (g/km)	MP (g/km)	N ₂ O (g/km)	Autonomia (km/l)
até 1999	P2/P3/P4	3,02	1,10	0,06	17,37	1,07	0,03	2,30
2000-2001	P3/P4	2,71	0,91	0,06	10,97	0,53	0,03	2,30
2002-2003	P4	1,48	0,50	0,06	10,71	0,21	0,03	2,30
2004-2005	P4/P5	1,41	0,38	0,06	9,00	0,17	0,03	2,30
2006	P4/P5	1,80	0,35	0,06	8,21	0,16	0,03	2,10
2007	P4/P5	1,80	0,35	0,06	8,21	0,16	0,03	2,10
2008	P5	2,16	0,33	0,06	8,61	0,16	0,03	2,10
2009	P5	1,84	0,29	0,06	8,26	0,15	0,03	2,10
2010	P5	1,83	0,31	0,06	8,38	0,15	0,03	2,10
2011	P5	1,67	0,21	0,06	8,47	0,15	0,03	2,10
2012	P7	0,63	0,02	0,06	2,81	0,02	0,03	2,10
2013	P7	0,53	0,02	0,06	2,68	0,02	0,03	2,10
2014	P7	0,53	0,02	0,06	2,68	0,02	0,03	2,10
2015	P7	0,53	0,02	0,06	2,71	0,02	0,03	2,10
2016	P7	0,57	0,02	0,06	2,87	0,02	0,03	2,10
2017	P7	0,46	0,02	0,06	2,65	0,02	0,03	2,10
2018	P7	0,54	0,01	0,06	2,02	0,02	0,03	2,10
2019	P7	0,43	0,02	0,06	2,61	0,02	0,03	2,10
2020	P7	0,39	0,04	0,06	2,63	0,02	0,03	2,10
2021	P7	0,47	0,03	0,06	2,69	0,03	0,03	2,10
2022	P7/P8	0,44	0,04	0,06	2,58	0,03	0,03	2,10
2023	P7/P8	0,10	0,04	0,01	0,24	0,01	0,03	2,10

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

A redução de emissões de poluentes, observada em condições operacionais reais, resultantes do uso da motorização do Proconve é surpreendente. Os dados do 'Relatório de sustentabilidade: transporte de passageiros por ônibus do Estado do Rio de Janeiro', publicado recentemente pela Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro (Semove), comprovam a eficiência da tecnologia utilizada.

A Tabela 3 aponta para uma redução real de 89,3% de material particulado (MP), 80,5% de monóxido de carbono (CO), 83,1% de óxido de nitrogênio (NOx) e de 90,5% de hidrocarbonetos (HC), no período de 2011 até 2023, com utilização predominante de frota com motorização da fase P7. Estima-se que com a entrada dos veículos da fase P8 essa diminuição atinja, em 2030, os níveis de 95,7% de MP, 84,7% de CO, 93,4% de NOx e de 94,8% de HC (Tabela 4). Os dados são do inventário anual de emissões do transporte por ônibus do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 3 Inventário anual de emissões locais totais dos ônibus urbanos regulares da região metropolitana do Rio de Janeiro (2011 até 2023)

Ano	MP Emitido (t)	CO Emitido (t)	NOx Emitido (t)	HC Emitido (t)
2011	24,44	211,34	1.117,52	46,94
2012	24,53	212,44	1.183,28	47,11
2014	16,45	178,92	946,21	31,13
2015	14,91	163,43	870,39	28,29
2016	9,88	119,32	626,82	18,22
2017	8,91	110,75	573,82	16,12
2018	7,03	91,3	468,45	12,43
2019	5,49	76,36	383,37	9,45
2020	3,09	44,26	223,46	5,25
2021	3,11	44,56	224,88	5,30
2022	2,74	41,75	208,86	4,56
2023	2,61	41,12	199,19	4,45
Reduções de 2011 a 2023	-89,32%	-80,54%	-83,08%	-90,53%

Fonte: Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro (Semove).

Tabela 4 Estimativas de emissões locais totais dos ônibus urbanos regulares da região metropolitana do Rio de Janeiro (2024 até 2030)

Ano	MP Emitido (t)	CO Emitido (t)	NOx Emitido (t)	HC Emitido (t)
2024	2,29	39,05	181,29	3,87
2025	1,67	33,60	144,72	2,84
2026	1,22	30,39	115,10	2,28
2027	1,18	30,88	106,28	2,32
2028	1,14	31,34	97,08	2,35
2029	1,10	31,82	87,64	2,39
2030	1,06	32,32	77,67	2,42
Reduções de 2011 a 2030	-95,68%	-84,71%	-93,40%	-94,84%

Fonte: Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro (Semove).

Atualmente, em todo o país, a frota de ônibus urbanos dos principais sistemas de transporte nas capitais, regiões metropolitanas, cidades de grande e médio porte, é composta por ônibus da fase P7 do Proconve. Desde janeiro de 2023, a renovação de frota está sendo realizada também por meio da aquisição de ônibus da fase P8, os quais restringem ainda mais a emissão de gases poluentes. Dessa forma, é plausível afirmar que a modernização tecnológica da frota de ônibus está, ano após ano, tornando o transporte público por ônibus uma alternativa de deslocamento não poluente.

A mistura do biodiesel no diesel e o uso de outros biocombustíveis está colaborando com essa evolução do transporte coletivo por ônibus para um modo de deslocamento cada vez mais ambientalmente limpo. A próxima seção analisa a participação dos biocombustíveis nesse processo.

2.2. O potencial dos biocombustíveis

Os biocombustíveis são derivados de algum tipo de biomassa renovável (cana-de-açúcar, óleos vegetais, gorduras animais, por exemplo). Eles consistem em alternativas interessantes para a substituição gradativa dos combustíveis fósseis, derivados de petróleo, majoritariamente utilizados nos motores a combustão, preponderantes no transporte rodoviário e, conseqüentemente, no transporte coletivo urbano.

Na seqüência, os biocombustíveis analisados neste trabalho estão separados em dois grupos, o etanol e o biodiesel, já utilizados em maior escala no mercado brasileiro; e os novos biocombustíveis, o biogás, biometano, óleo vegetal hidratado (HVO) e biocombustíveis de aviação (SAF).





Etanol e biodiesel

No Brasil, há dois principais biocombustíveis líquidos com aplicação em maior escala, de acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). São eles o etanol de cana-de-açúcar, há mais de 20 anos utilizado nos veículos flex; e o biodiesel, que é adicionado ao diesel de petróleo em diferentes proporções, produzido com o uso de óleos vegetais ou de gorduras animais em escala crescente.

Ainda de acordo com a ANP, o Brasil é o segundo maior produtor de etanol em todo o mundo. Desde a década de 1970, acontece o uso em grande escala de etanol no país, que ocorre na forma de etanol anidro misturado na gasolina C, ou na forma de combustível acabado como etanol hidratado.

Já a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira foi iniciada de maneira obrigatória em 2008, via mistura com o diesel fóssil, na proporção de 2% (B2), em todo o país, como determinação da Lei nº 11.097/2005, após experiências viabilizadas de forma experimental e voluntária no período de 2004 a 2007. Desde então, a proporção de adição de biodiesel no diesel de petróleo aumentou gradativamente e foi ampliada até os atuais 14%, conforme determinado pela Resolução CNPE nº 8/2023.

A ampliação da proporção de biodiesel no diesel fóssil tem se apresentado como desafio ao longo dos anos, com barreiras significativas para os atores do mercado brasileiro, governo, indústria, produtores e transportadores. A busca é por um equilíbrio, que garanta alinhamento entre a escala de produção, o crescimento da utilização do biodiesel, a maior contribuição com as metas de reduções de emissões de poluentes, a qualidade desejada e o desempenho dos modos de transporte.



Biogás, óleo vegetal hidratado (HVO) e biocombustíveis de aviação (SAF)

Além dessas duas opções, que se encontram mais avançadas em termos de produção e uso no território nacional, há também os novos biocombustíveis. Nesse grupo estão o biogás, o biometano, o HVO e os biocombustíveis de aviação. A Nota Técnica 'Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2023', elaborada e publicada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), apresenta como fatos relevantes para o biogás e o biometano:

Quanto ao biogás, a sua capacidade instalada em geração distribuída alcançou 131 MW em 2023, tendo como insumo resíduos agroindustriais, animais e urbanos. Ademais, sua participação na oferta interna de energia atingiu 460 mil toneladas equivalentes de petróleo (tep). No que se refere ao biometano, verifica-se um aumento dos registros de operação e de construção na ANP, além de maior participação no RenovaBio. Registra-se as iniciativas no âmbito federal instituídas em 2022, incluindo o biometano no Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) e instituindo a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano.

Já o óleo vegetal hidrotratado, designado como HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*), e os biocombustíveis de aviação, também conhecidos como Combustíveis Sustentáveis de Aviação (SAF), são destacados pela referida nota técnica da EPE devido aos projetos de unidades que estão sendo vislumbrados no médio prazo. De acordo com a publicação técnica da EPE:

No caso do HVO, são apresentadas características que podem influenciar a penetração no mercado brasileiro de biocombustíveis. Já para o SAF, apontam-se os desafios industriais e econômicos para que este possa ser competitivo frente ao querosene de aviação de origem fóssil, no Brasil e no mundo, e as iniciativas nacionais para o seu desenvolvimento.

No entanto, há uma vasta lista de problemas detectados com o uso do biodiesel, como foi demonstrado pela CNT no documento 'Sondagem CNT sobre o biodiesel brasileiro 2021'. Na pesquisa realizada foram entrevistados 710 empresários do setor de transporte rodoviário, que é o maior consumidor de biodiesel no Brasil, com 83,7% de todo o consumo. Um total de 60,3% das empresas relatou a ocorrência de problemas mecânicos relacionados ao teor de biodiesel presente no diesel, com maior predominância do aumento de frequência da troca de filtros, falhas no sistema de injeção, aumento no consumo de combustível por quilômetro rodado, paradas repentinas e desgaste prematuro de peças no motor.

A pesquisa apontou que todas essas complicações foram decorrentes do uso do óleo diesel com mistura de 10% de biodiesel (atualmente, o teor de mistura é de 14%). Constatou-se também que a degradação do produto ao longo da cadeia eleva os custos de manutenção e se intensifica com a elevação do percentual do biodiesel no diesel. Chama a atenção o fato de que os testes de homologação dos veículos da fase 8 do Proconve são realizados com diesel com mistura de biodiesel muito abaixo do teor em uso.

A ANP pontua que existe um processo de aperfeiçoamento das especificações do biodiesel, realizado pelos órgãos responsáveis, durante os últimos anos. O objetivo é encontrar alinhamento da qualidade do biodiesel com as características do mercado brasileiro, além da compatibilização com a normatização existente e a garantia do bom funcionamento dos modos de transportes que fazem uso do biodiesel. Esse objetivo ainda não foi atingido.

Lei do Combustível do Futuro

A viabilização do potencial do uso dos biocombustíveis em maior escala pelo transporte coletivo por ônibus está diretamente associada à capacidade de produção e ao nível de investimento do Brasil. A recente sanção da Lei do Combustível do Futuro seguramente contribuirá nesse sentido. A lei é uma das maiores apostas do governo federal para promover a mobilidade sustentável de baixo carbono em nível nacional. A norma, resultado da sanção da Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024, consiste em interessante instrumento para acelerar a transição energética no país.

Os dispositivos apresentados para viabilizar o alcance desse objetivo são programas nacionais, os quais têm como estratégia a promoção de pesquisa, produção e comercialização dos biocombustíveis. Estão previstos o Programa Nacional de Combustível Sustentável de Aviação (ProBioQAV), o Programa Nacional de Descarbonização do Produtor e Importador de Gás Natural e de Incentivo ao Biometano e o Programa Nacional de Diesel Verde (PNDV). Está prevista também a instituição do marco regulatório para a captura e estocagem de carbono.

Outras iniciativas estão contempladas no âmbito da referida lei, por exemplo, a alteração dos limites máximo e mínimo do teor de mistura de etanol à gasolina, e do teor de mistura de biodiesel no diesel fóssil. Ambas mencionadas e analisadas anteriormente, com destaque para o potencial de penetração do etanol via mistura na gasolina, devido à representatividade dos veículos total flex na frota nacional; e para a necessidade de adequação do percentual do biodiesel misturado ao diesel, em razão dos problemas ocasionados na frota de caminhões e ônibus.

A lei prevê ainda a integração de todos os programas, e do marco regulatório para captura e estocagem de carbono, com as iniciativas e medidas da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), do Programa Mobilidade Verde e Inovação (Programa Mover) e do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve). Tudo isso alicerçado por investimentos da ordem de R\$ 260 bilhões.

Em vista disso, a Lei do Combustível do Futuro poderá favorecer a adoção de um mix de rotas tecnológicas para tornar o transporte coletivo por ônibus ainda menos poluente e, conseqüentemente, mais sustentável.

2.3. Os ônibus elétricos a bateria

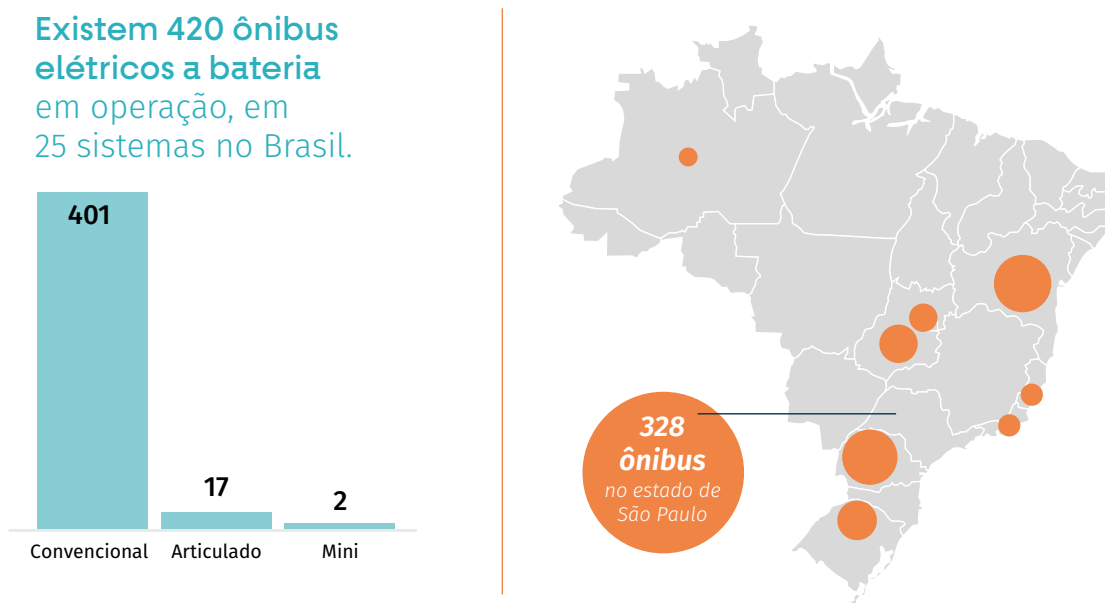
Esta seção destaca a evolução da operacionalização de ônibus elétricos a bateria no Brasil ao longo dos últimos anos. As figuras a seguir apresentam a atual quantidade total para todo o território nacional, a evolução ano após ano, a evolução anual por sistema de transporte e a representatividade dos ônibus elétricos na frota nacional.

2.3.1. Cenário Nacional

Atualmente, existem 420 ônibus elétricos a bateria em operação nas cidades brasileiras (Figura 6). Essa quantidade representa apenas 8,4% de todos os ônibus elétricos a bateria operantes em toda a América Latina, que possui 5.007 ônibus com essa tecnologia. O veículo do tipo convencional é o preponderante no caso brasileiro, com 401 ônibus dessa categoria, ou seja, 95,5% do total.



Figura 6 Cenário nacional da frota de ônibus elétricos a bateria no Brasil (novembro/2024)



Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

O primeiro ônibus elétrico a bateria entrou em operação no Brasil em 2014, conforme indicado na Figura 7. A partir de então, nos três anos seguintes (2015–2017), somente outros dois ônibus elétricos a bateria iniciaram operação. Já no período de 2018 a 2020, um total de 31 ônibus elétricos a bateria começou a operar na prestação do serviço de transporte coletivo. Um total de 34 ônibus elétricos inaugurou a operação de 2014 até 2020 em todo o país. Não houve adição de nenhum ônibus elétrico na frota nacional durante o ano de 2021.

Nos primeiros oito anos (2014–2021), ocorreram experiências pontuais de eletromobilidade no transporte público em um grupo pequeno de sistemas de transporte, provavelmente decorrentes de testes realizados com essa nova tecnologia. Não existia até aquele momento, mesmo em âmbito municipal, algum plano de renovação e modernização tecnológica da frota de ônibus urbanos.

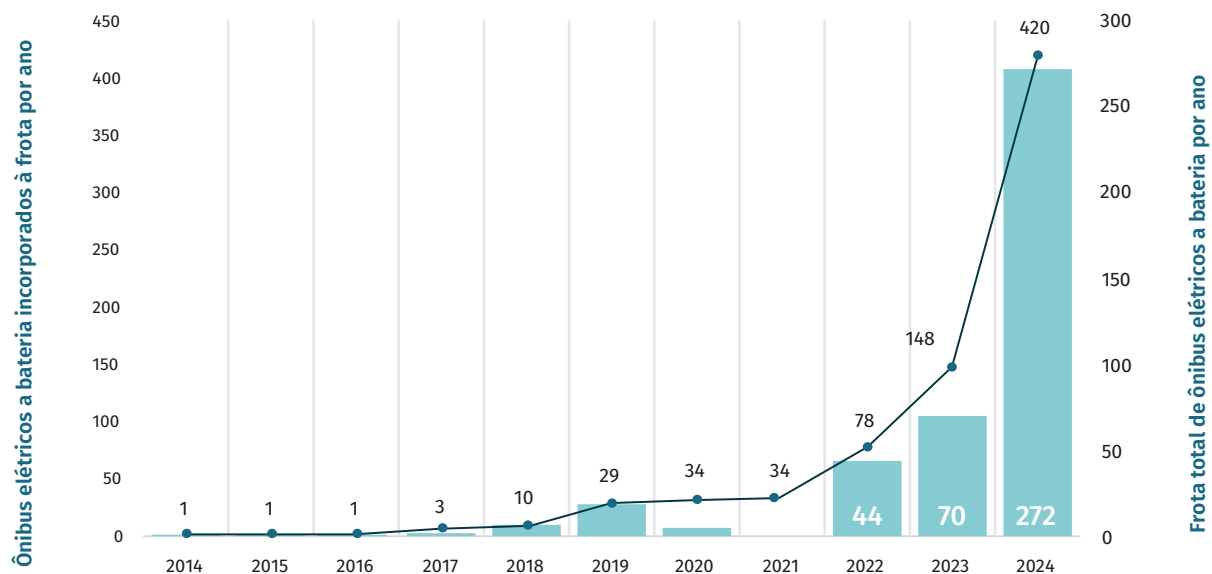
Entretanto, vale destacar que, em 2009, foi promulgada pelo município de São Paulo a Lei nº 14.933, a qual instituiu a Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo. O principal objetivo dessa iniciativa consiste em assegurar o cumprimento da contribuição da capital paulista referente aos propósitos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, tratado internacional estabelecido no âmbito da Organização das

Nações Unidas (ONU), com foco na estabilização da concentração de gases do efeito estufa na atmosfera.

De acordo com o artigo 50 dessa lei, em redação alterada pela Lei nº 16.802/2018, os operadores do Sistema de Transporte Urbano de Passageiros do Município de São Paulo devem zerar as emissões de gás carbônico até 2038. Isso deverá ocorrer por meio da adoção de combustíveis e tecnologias mais limpas e sustentáveis. A cidade fixou como meta chegar em 2024 com, no mínimo, 20% da frota total de ônibus elétricos a bateria, que significaria mais de dois mil veículos, o que está muito distante de ser alcançado há menos de um mês para o final do prazo estipulado. No entanto, foi nesse contexto, que nos anos de 2017, 2018 e 2019, a frota de 18 Ônibus elétricos a bateria iniciou operação na cidade de São Paulo.

Ainda de acordo com a Figura 7, o maior acréscimo de frota de ônibus elétricos a bateria aconteceu nos últimos três anos, de 2022 até 2024. Houve nesse período aumento de 386 veículos elétricos no transporte coletivo por ônibus, o correspondente a 92% da frota total atual desse tipo de ônibus. Até novembro de 2024, 272 ônibus elétricos começaram a operar. Recentemente, a operação de ônibus elétricos no transporte coletivo urbano brasileiro vem ganhando alguma representatividade.

Figura 7 Evolução da frota total de ônibus elétricos a bateria no Brasil (2014-novembro/2024)



Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

Em todo o país, há atualmente 25 sistemas de transporte público que já operam com pelo menos um ônibus elétrico a bateria (Figura 8). Nos últimos três anos, 14 novos sistemas iniciaram a operação de ônibus elétricos a bateria no transporte coletivo. Do total de dez sistemas de transporte em capitais e regiões metropolitanas que já possuem ônibus elétricos a bateria, sete inseriram veículos dessa tecnologia, em suas respectivas redes de transporte, nos últimos três anos. Com exceção do Brasil, na América Latina existem outros 32 sistemas de transporte, espalhados em 11 países, com operação de ônibus elétricos a bateria.

Os dados apresentados anteriormente evidenciam que o sistema municipal de São Paulo vem liderando a evolução da eletromobilidade no transporte coletivo por ônibus no Brasil, sobretudo a partir de 2023. Além da Política de Mudança do Clima no Município de São Paulo, promulgada ainda em 2009, que é um pilar legal e normativo para o avanço da eletromobilidade no município, há também o pilar econômico, pois 47% do custo total do sistema de transporte público por ônibus da capital paulista é subsidiado. A capital paulista conta com recursos públicos municipais como apoio para o custeio da prestação do serviço desde o início da década de 1990.

Outro fator que complementa tal suporte financeiro é a existência da possibilidade de investimento na aquisição de frota elétrica, compartilhado entre o poder público, responsável pela gestão dos serviços, e a empresa concessionária/permissionária dos serviços de transporte público coletivo, no âmbito dos contratos em vigor. Além de contar com a participação do investimento privado, essa possibilidade permite a realização da manutenção da frota pelas empresas operadoras, preservando todas as vantagens de tal situação como: simplificação do processo de compra dos veículos, garantia de manutenção adequada durante a vida útil, ajuste contratual em caso da necessidade de troca das baterias durante a vida útil e simplificação da venda do veículo ou da sucata ao final da vida útil.

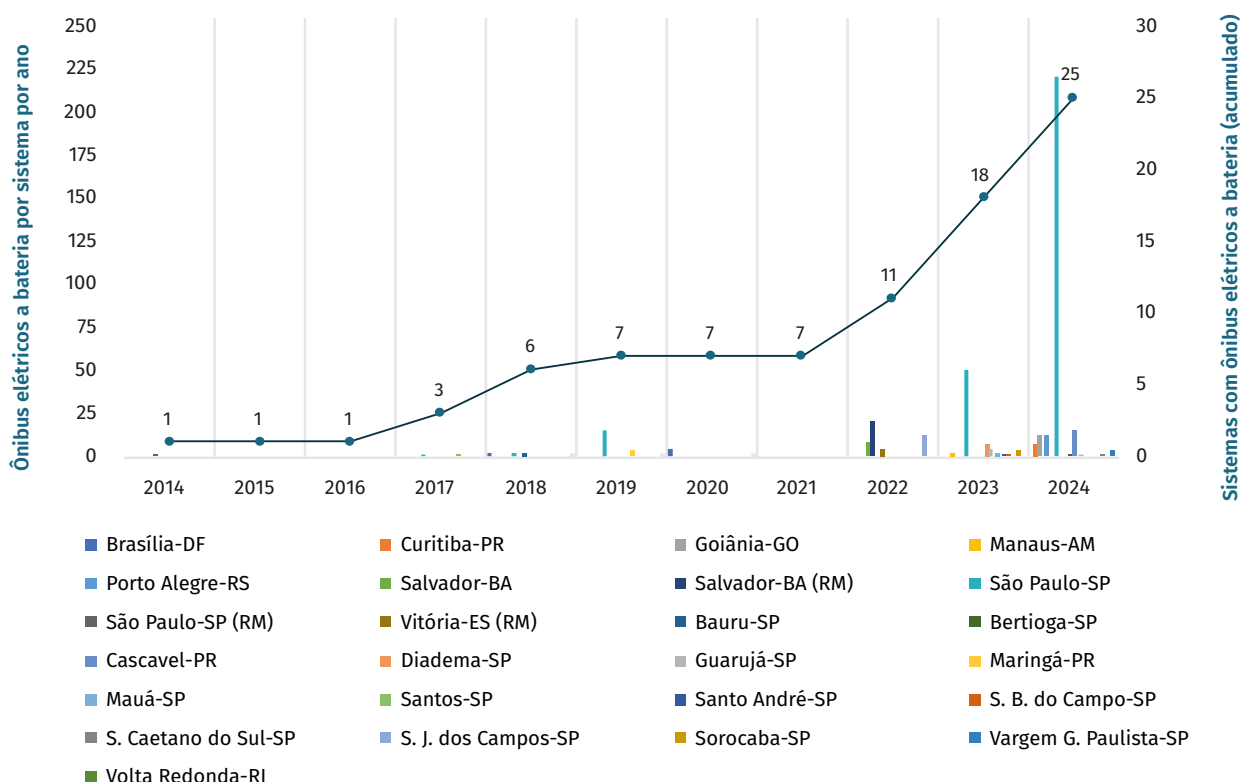
Apesar do crescimento do número de sistemas de transporte e, conseqüentemente, da quantidade de ônibus elétricos a bateria observada nos últimos três anos, a frota elétrica total em operação é muito pequena em relação à frota nacional. São 420 ônibus elétricos em uma frota de ônibus no país de 107 mil veículos. Isso demonstra a magnitude do transporte coletivo por ônibus nas cidades brasileiras e o tamanho do desafio que é a eletrificação da frota de ônibus urbanos.

Para atingir esse objetivo é importante reavaliar alguns pontos e adaptar as estratégias de renovação e modernização da frota, de forma a compreender melhor a realidade atual do setor. Observar

as experiências exitosas, e também os equívocos provocados no caminho, é fundamental. Outro ponto crucial é o alinhamento das políticas públicas nacionais do meio ambiente, de desenvolvimento industrial, de energia e de mobilidade urbana.

A modernização tecnológica da frota do transporte coletivo não pode acontecer tendo uma única alternativa como protagonista. A aceleração da redução de emissões do transporte coletivo por ônibus, por meio de ganhos de escala na renovação da frota, é desafio multifatorial, que deve acontecer com o envolvimento dos setores público e privado.

Figura 8 Evolução da frota total de ônibus elétricos a bateria no Brasil por sistema de transporte (2014-novembro/2024)



Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

2.3.2. Cenário por sistema de transporte

Como apresentado na Tabela 5, até o mês de novembro de 2024, a frota total de ônibus elétricos a bateria nas cidades brasileiras era composta por 420 veículos. Esse número contempla 25 sistemas de transporte coletivo por ônibus que atendem 10 capitais e regiões metropolitanas e outras 15 cidades de grande, médio e pequeno porte.

É importante destacar que a operação dos ônibus elétricos a bateria não está distribuída de maneira similar por todas as regiões do país. A Região Sudeste concentra 79,8% da frota total, com 335 veículos em 16 sistemas, ao passo que a Região Norte possui apenas 2 veículos em operação em um único sistema. Os outros 83 veículos estão distribuídos assim nas demais regiões: 37 na Região Sul, 28 na Região Nordeste e 18 na Região Centro-Oeste.

Tabela 5 Frota de ônibus elétricos a bateria no Brasil por sistema de transporte* (novembro/2024)

Nº	Cidade-UF	Tipo de Veículo		
		Convencional a bateria (12-15 m)	Articulado a bateria (> 18m)	Midi a bateria (8-11m)
Quantidade				
Capitais e regiões metropolitanas				
1	Brasília-DF	6	0	0
2	Curitiba-PR	7	0	0
3	Goiânia-GO	10	2	0
4	Manaus-AM	2	0	0
5	Porto Alegre-RS	12	0	0
6	Salvador-BA	8	0	0
7	Salvador-BA (RM)	20	0	0
8	São Paulo-SP	288	0	0
9	São Paulo-DP (RM)	0	1	0
10	Vitória-ES (RM)	4	0	0
Demais cidades				
11	Bauru-SP	2	0	0
12	Bertioga-SP	1	0	0
13	Cascavel-PR	13	2	0
14	Diadema-SP	7	0	0
15	Guarujá-SP	5	0	0
16	Maringá-PR	2	0	1
17	Mauá-SP	2	0	0
18	Santos-SP	0	0	1
19	Santo André-SP	1	0	0
20	São Bernardo do Campo-SP	1	0	0
21	São Caetano do Sul-SP	1	0	0
22	São José dos Campos-SP	0	12	0
23	Sorocaba-SP	3	0	0
24	Vargem Grande Paulista-SP	3	0	0
25	Volta Redonda-RJ	3	0	0

Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar. / RM: Região metropolitana.

*A frota indicada para as regiões metropolitanas refere-se aos ônibus elétricos a bateria que operam somente nas linhas intermunicipais metropolitanas.

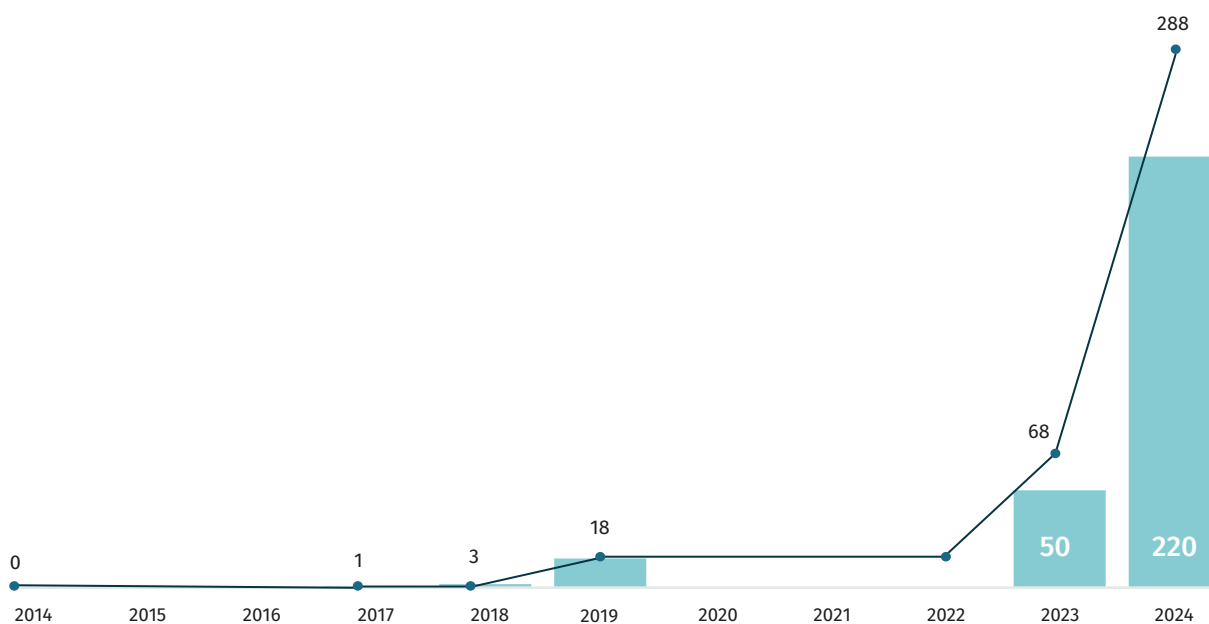
Cabe destacar que, entre os 25 sistemas, apenas seis possuem mais de 10 veículos elétricos a bateria incorporados à frota operacional. A cidade de São Paulo lidera com 288 ônibus elétricos em operação (Figura 9), representando 68,6% da frota nacional. Em segundo lugar, está a região metropolitana de Salvador, com 20 veículos em operação.

De acordo com a seção anterior, nos últimos três anos, 386 ônibus elétricos entraram em operação no Brasil, decorrente da aquisição desse tipo de veículo por 19 sistemas de transporte coletivo. Também se observa que a evolução da frota elétrica nas cidades brasileiras ocorreu de maneira pontual na maior

parte dos sistemas. Como mostrado na Figura 10, os sistemas incluíram os veículos em determinado momento, mas não houve continuidade no crescimento da frota elétrica ao longo dos anos, como evidenciado no caso da região metropolitana de São Paulo, a qual teve o primeiro ônibus elétrico em 2014 e desde então não foram acrescentados novos veículos.

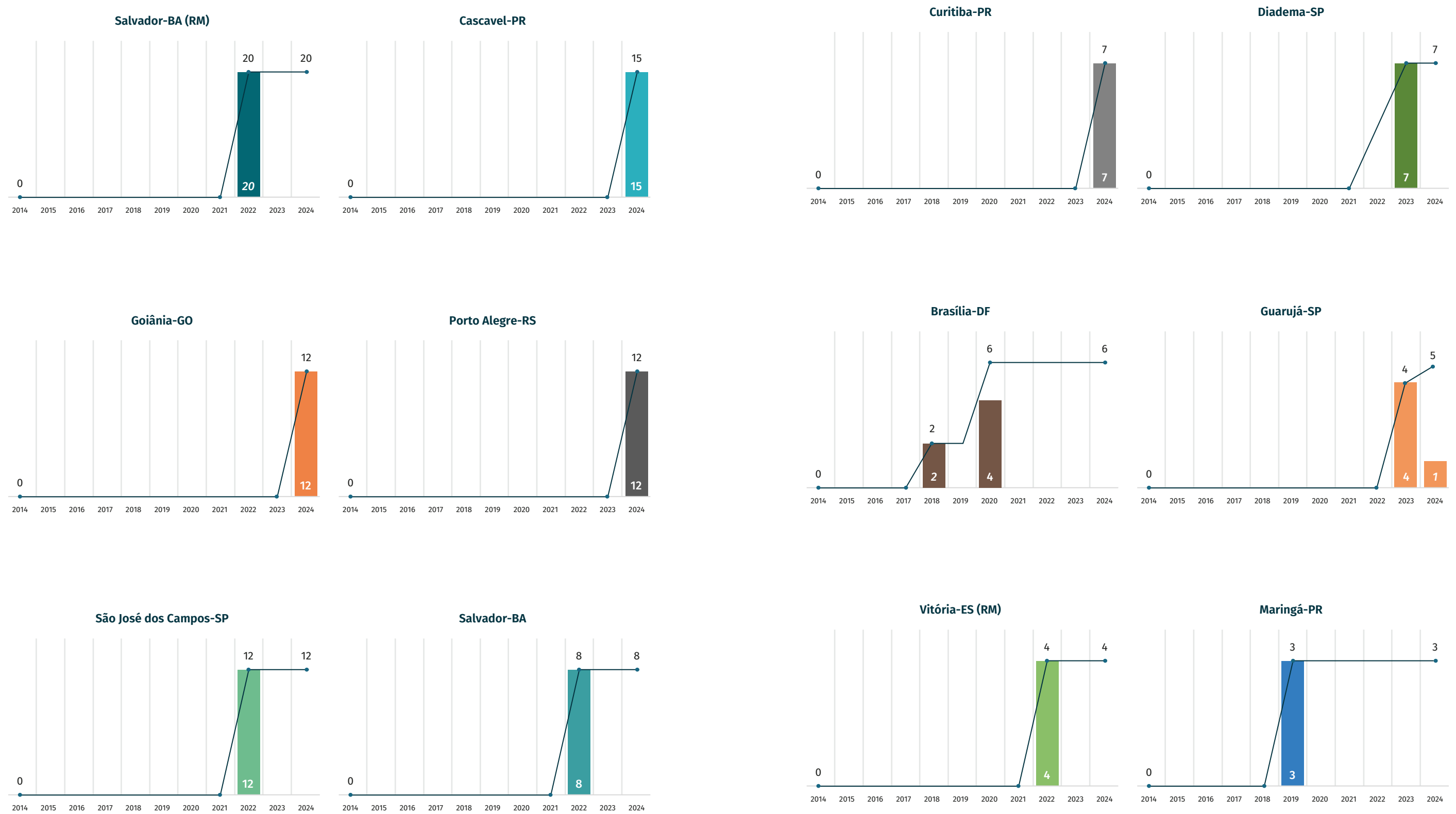
O cenário atual poderá ser alterado com o acréscimo de novos ônibus elétricos com financiamento via PAC Mobilidade Urbana – Renovação de frota, iniciativa do governo federal destacada na próxima seção.

Figura 9 São Paulo: evolução da frota de ônibus elétricos a bateria em operação (2014-novembro/2024)



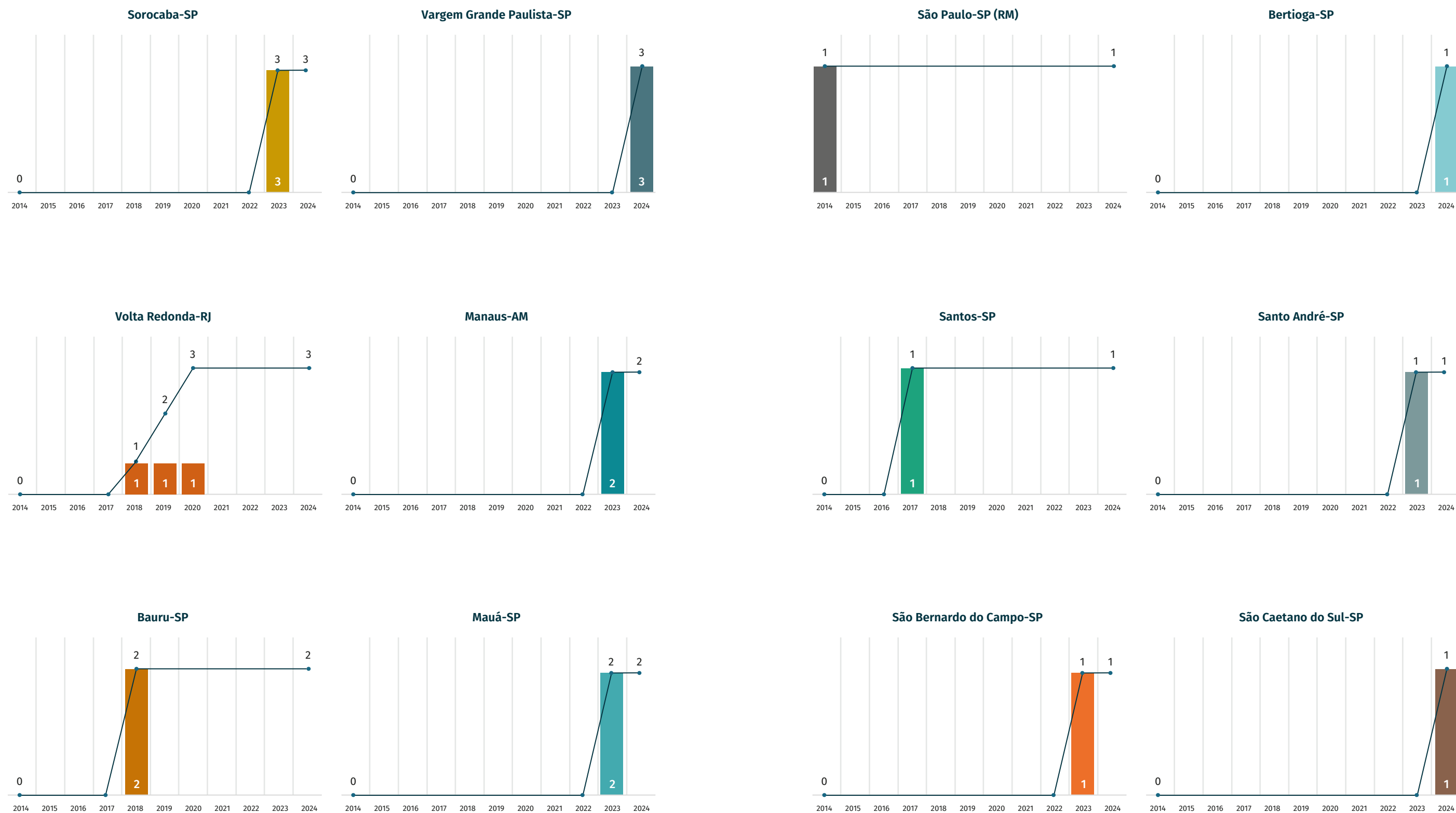
Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

Figura 10 Cidades brasileiras: evolução da frota de ônibus elétricos a bateria em operação (2014-novembro/2024) | continua



Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

Figura 10 Cidades brasileiras: evolução da frota de ônibus elétricos a bateria em operação (2014-novembro/2024) | conclusão



Fonte: Clipping NTU, E-Bus Radar.

2.4. PAC Mobilidade Urbana – Renovação de frota

Uma das ações adotadas pelo governo federal com o objetivo de promover a modernização tecnológica da frota de ônibus urbanos é o processo de seleção 'Renovação de frota', que faz parte do subeixo 'Mobilidade urbana', do eixo 'Cidades sustentáveis e resilientes', do Novo Programa de Aceleração do Crescimento - PAC.

A iniciativa promoverá investimento total de R\$ 9,8 bilhões para aquisição de 2.296 ônibus elétricos (R\$ 7,3 bilhões) e 3.015 ônibus a diesel Euro 6, correspondente à fase 8 do Proconve (R\$ 2,6 bilhões). Além do financiamento da frota de ônibus, os recursos também serão destinados para aquisição de 39 veículos sobre trilhos (R\$ 700 milhões). Um total de 98 municípios em 20 estados tiveram suas propostas aprovadas e selecionadas para receber os 5.311 ônibus.

Já o processo de seleção 'Grandes e médias cidades' destinará um montante total de recursos de R\$ 14,5 bilhões para o financiamento de obras de infraestrutura. Nesse grupo de projetos selecionados destacam-se os sistemas BRTs, os corredores de ônibus e as faixas exclusivas. Os dados e valores estão descritos na Figura 11.



Figura 11 Investimentos em Renovação de frota e em Infraestrutura

Contemplados		Extensão (km) do investimento por Categoria		Valor destinado
Infraestrutura	58 municípios atendidos em 24 Estados 330 km de vias com priorização para o Transporte Público Coletivo Investimento de R\$ 9,9 bilhões, sendo 4,8 bi de OGU e 5,1 bi de FGTS	Metrô	12,84	R\$ 14,5 bi
		Requalificação de trens urbanos	53,5	
		VLT	4,58	
		BRT	14,5	
		Corredor de ônibus (expansão)	61,7	
		Corredor de ônibus (requalificação)	53,5	
		Faixa exclusiva	129,8	

Contemplados		Equipamentos	Quantidade	Valor destinado
Renovação de frota	98 municípios em 20 estados	Ônibus Elétricos	2.296	R\$ 7,3 bi
		Ônibus Euro 6	3.015	R\$ 2,6 bi
		Trilhos	39	R\$ 0,7 bi
				R\$ 10,6 bi

Fonte: Governo Federal – Casa Civil.

Sobretudo em relação à frota de ônibus elétricos a bateria, o investimento prometido alterará, significativamente, a representatividade atual da eletromobilidade na frota de ônibus do transporte coletivo. O total de ônibus elétricos aumentará em mais de cinco vezes, em relação à frota atual desse tipo de veículo. Isso significa um desafio para as cidades no que é referente ao planejamento operacional e, especialmente, ao provimento de infraestrutura de carregamento da frota, tanto nas garagens das empresas operadoras quanto em terminais, estações e outros pontos com localização estratégica.

No entanto, o PAC - Renovação de frota contempla como modelos de aquisição da frota de ônibus apenas duas alternativas, pelas prefeituras municipais e pelas empresas operadoras concessionárias/permissionárias dos sistemas de transporte. A maior parte das propostas selecionadas para receberem recursos federais foi apresentada pelo poder público.

Nos casos de aquisições realizadas pelo poder público, várias questões precisam ser tratadas, como a manutenção da frota, que, ao longo dos anos, tornou-se uma expertise das operadoras. Outras vantagens relevantes da frota privada também poderão ser afetadas, entre elas a desburocratização do processo de compra dos veículos e a obtenção de garantia adequada durante a vida útil dos ônibus. Caso sejam necessários ajustes contratuais para viabilizar a substituição de baterias ao longo da vida útil, os casos de frota pública podem enfrentar entraves.

O ideal é que as regras e critérios do PAC - Renovação de frota sejam adequados para que seja incluída a possibilidade de investimento compartilhado entre o poder público e as concessionárias/permissionárias, no âmbito dos contratos em vigor. Esse modelo está sendo implementado nas cidades de Porto Alegre e São Paulo e tem gerado resultados positivos para viabilizar compras de mais unidades de ônibus elétricos a bateria.



3 CONCLUSÕES E PROPOSTAS

Entre os vários pontos apresentados neste trabalho, alguns são merecedores de destaque no contexto das emissões de gases poluentes e da mobilidade urbana. O primeiro deles é o seguinte: **transporte coletivo por ônibus não é poluente**. O transporte coletivo por ônibus é responsável por parcela muito pequena do universo total de emissões de gases poluentes no Brasil.

Como foi mostrado, somente 0,8% das emissões totais no país são resultantes da utilização da frota de ônibus.

O documento também demonstrou que **o transporte coletivo por ônibus está em processo de descarbonização há décadas**. Isso é resultado da modernização da frota de ônibus urbanos promovida durante os últimos anos. Nesse processo há articulação entre os órgãos nacionais responsáveis pela normatização da fabricação de veículos e pela política ambiental, a indústria brasileira e os operadores de transporte público por ônibus. O Proconve é certamente o maior resultado desse trabalho conjunto, que gera resultados positivos desde o fim da década de 1980. O programa garantiu, com previsibilidade, um processo de evolução dos veículos automotores. Desde a primeira fase do Proconve foram alcançadas reduções superiores a 90,0% de monóxido de carbono (CO), de hidrocarbonetos (HC), de óxido de nitrogênio (NOx) e de material particulado (MP), emitidos pelos ônibus urbanos.

Também é notório que **a descarbonização do transporte coletivo deve ser viabilizada com a adoção de diferentes rotas tecnológicas**. Além do mais, é preciso elaborar e colocar em prática um plano nacional de renovação de frota que considere a transição gradual da matriz energética, o status vigente da indústria brasileira e a predominância, no curto e médio prazo, das rotas tecnológicas já consolidadas e menos poluentes, por exemplo, o ônibus com motor Euro 6.

Na perspectiva da diversidade de fontes energéticas, **os biocombustíveis aparecem como alternativa interessante**. Contudo, são necessários ajustes na proporção da mistura regulamentada do teor de biodiesel no diesel fóssil ou melhorar o controle de qualidade sobre o biodiesel, para não comprometer o desempenho e os componentes mecânicos dos veículos; e alavancar investimentos sobretudo no diesel verde (HVO).

A frota de ônibus elétricos a bateria nas cidades brasileiras é pouco representativa diante da magnitude da frota nacional de ônibus urbanos. Apenas 25 sistemas de transporte reúnem 420 ônibus elétricos a bateria, dos quais 288 estão em operação na cidade de São Paulo, que conta com subsídios públicos superiores a 50% do custo total da prestação do serviço.

Atualmente, **há barreiras concretas para a expansão da frota de ônibus elétricos a bateria**. O que não é viável, neste momento, por um conjunto de fatores, com destaque para a inexistência de planos operacionais para a inserção dos ônibus elétricos nas redes de transporte, a indisponibilidade de infraestrutura com fornecimento de energia elétrica para o carregamento dos veículos, a garantia de recursos para a aquisição dos carregadores, além dos altos custos envolvidos.

A NTU elaborou um documento que apresenta considerações sobre a renovação e modernização tecnológica da frota de ônibus urbanos nas cidades brasileiras. Um conjunto de propostas e sugestões fazem parte do documento. As propostas apresentadas têm como objetivo apoiar os atores envolvidos na superação dos entraves indicados anteriormente. A íntegra do documento pode ser consultada [aqui](#).



REFERÊNCIAS

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Biocombustíveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/qualidade-de-produtos/biocombustiveis>. Acesso em: 5 nov. 2024.

ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Rotas tecnológicas de descarbonização do transporte coletivo no Brasil**. São Paulo: 2024.

BRASIL – Casa Civil. **Novo PAC Seleções 2023 – Renovação de frota**. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/selecoes/eixos/cidades-sustentaveis-e-resilientes/renovacao-de-frota>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL – Casa Civil. **Novo PAC Seleções 2023 – Mobilidade grandes e médias cidades**. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/novopac/selecoes/eixos/cidades-sustentaveis-e-resilientes/mobilidade-urbana-grandes-e-medias-cidades>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017. **Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)**. Brasília: Diário Oficial da União. Fonte: www.planalto.gov.br.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de emissões veiculares no Estado de São Paulo**. 2023. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes/>. Acesso em: 10 out. 2024.

CLIMATE WATCH. **Global Emissions 2019**. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/>. Acesso em: 10 out. 2024.

CHRISTOVAM, F. **A difícil adoção de ônibus a tração elétrica**. In: NTU. Revista NTUrbano. Brasília, DF: n.70, 2024, p. 26-29.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Nota técnica sobre o biodiesel na composição do óleo diesel – Possibilidade de redução e reflexos na redução do preço final**. Brasília, DF. 2021.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Problemas do biodiesel brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes-palestras/2023/arquivos/3-seminario-sbq/28-03-2023-tema7-cnt.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2024.

E-BUS RADAR. **Ônibus elétricos América Latina**. Disponível em: <https://ebusradar.org/>. Acesso em: 10 out. 2024.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **PDE 2034 - Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2034: oferta de biocombustíveis**. Brasília: 2024.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota técnica: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2023**. Brasília: 2024.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Veja em 6 gráficos quais são os países que mais poluem**. Disponível em: <https://www.folha.uol.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2024.

IEMA – INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **PlanFrota: ferramenta para transporte limpo**. Disponível em: <https://energiaeambiente.org.br/produto/planfrota-ferramenta-para-transporte-limpo>. Acesso em: 10 out. 2024.

MONTEIRO NETO, A. **Transição energética: de que falamos afinal? Contribuições ao debate sobre implementação de políticas públicas**. In: IPEA. Boletim Regional, Urbano e Ambiental. Brasília, DF: Ipea, n.32, 2024, p. 11-24.

NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Descarbonização do ônibus urbano**. Revista NTUrbano, ed. 58, jul/ago 2022, p. 55-79, 2022.

NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Na rota da descarbonização**. Revista NTUrbano, ed. 66, nov/dez 2023, p. 22-30, 2023.

NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Cadê a tomada?** Revista NTUrbano, ed. 69, mai/jun 2024, p. 22-27, 2024.

NTU – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Considerações sobre a renovação e modernização tecnológica da frota de ônibus urbano**. Brasília: 2024.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Estimativas anuais das emissões totais de gases de efeito estufa no Brasil**. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/>. Acesso em: 3 out. 2024.

SEMOVE – FEDERAÇÃO DAS EMPRESAS DE MOBILIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Relatório de sustentabilidade: transporte de passageiros por ônibus no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: 2024.

SLOCAT - PARTNERSHIP ON SUSTAINABLE LOW CARBON TRANSPORT. **Transport and climate change 2018**. Disponível em: <http://slocat.net/tcc-gsr>. Acesso em: 3 out. 2024.







ASSOCIAÇÃO NACIONAL
DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS


SAUS Q.1 Bl. J
Ed. Clésio Andrade 9º Andar
CEP: 70070-944 · Brasília, DF

Tel: (61) 2103-9293
www.ntu.org.br


 @ntubrasil


 /ntubrasil


 /ntubrasil

 /transporteurbanontu

 /ntunoticias

 /ntubrasil.bsky.social

 /ntubrasil

 @ntubrasil