

## Mobilidade elétrica

Por Pedro Bastos, C40 Cities 1; Bianca Macêdo, C40 Cities 2; Carmen Araújo, ICCT Brasil 3\*

# Capítulo III

## Como aproveitar oportunidades e superar desafios no mercado brasileiro de ônibus zero emissão: uma apresentação do Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil

### INTRODUÇÃO

A América Latina é uma das regiões que mais vem avançando na descarbonização da frota de ônibus em seus sistemas de transporte público. No continente, o mercado brasileiro é um dos mais promissores para a incorporação de veículos elétricos a bateria. Esta é a tecnologia com maior viabilidade econômica no segmento de zero emissões e, portanto, a alternativa mais eficiente para as cidades conseguirem enfrentar as mudanças climáticas e promover melhorias na qualidade do ar. Atualmente, 47% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no setor brasileiro de energia provêm do transporte movido a combustíveis fósseis e outras fontes de energia poluentes (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021)<sup>1</sup>.

Cidades como São Paulo, Curitiba, Salvador, Campinas, São José dos Campos, Goiânia, entre outras, têm planejado a conversão gradual das suas frotas para a eletromobidade<sup>2</sup>. No entanto, o descompasso entre a demanda – isto é, a expectativa que as cidades possuem de eletrificar suas frotas – e a capacidade da indústria nacional em atender o mercado é um dos principais desafios ao cumprimento das metas e compromissos climáticos firmados em diferentes níveis de governo.

Em face desse cenário, organizações internacionais como C40 Cities e o Conselho Internacional de Transporte Limpo (ICCT, da sigla International Council on Clean Transportation) têm trabalhado por meio de projetos colaborativos com diversos municípios para mitigar

os impactos ambientais e auxiliar na transição tecnológica de suas frotas de ônibus. Em janeiro de 2023, as iniciativas Zero-Emission Bus Rapid Deployment Accelerator (ZEBRA)<sup>3</sup> e a Missão de Ônibus Elétricos da Iniciativa Transformadora de Mobilidade Urbana (TUMI, da sigla Transformative Urban Mobility Initiative<sup>4</sup>), das quais a C40 Cities e o ICCT fazem parte, lançaram o Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil.

O Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil tem como missão expandir o investimento na descarbonização da frota de ônibus, com foco na tecnologia de veículos elétricos a bateria. Para isso, apresenta uma visão geral do mercado brasileiro, incluindo razões para investir e oportunidades no Brasil, com informações-chave sobre a demanda estimada para ônibus elétricos a bateria em oito cidades-chave: São Paulo, São José dos Campos, Campinas, Salvador, Niterói, Curitiba, Rio de Janeiro e Goiânia.

Partindo de uma demanda das próprias cidades em obter maior compreensão sobre o ecossistema de ônibus elétricos e as alternativas mais viáveis para modelos de negócio, o Guia também busca orientar os fabricantes de ônibus interessados em produzir veículos nesse segmento e atrair investidores em potencial, incluindo aqueles interessados em fornecer crédito (debt) ou investir na forma de equity.

Para esta edição da revista O Setor Elétrico, o presente artigo apresenta uma síntese da estrutura do Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil. São apresentadas diretrizes e informações

1 Observatório do Clima. Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil (1970-2019). Disponível em: [https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG\\_8/SEEG8\\_DOC\\_ANALITICO\\_SINTESE\\_1990-2019.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf). Acesso em 10 abr. 2023.

2 A plataforma E-Bus Radar oferece um panorama sobre a expansão de ônibus elétricos em cidades brasileiras e latino-americanas. Disponível em: <http://ebusradar.org>. Acesso em 10 abr. 2023.

3 A parceria ZEBRA foi lançada em 2019 para acelerar a implantação de ônibus zero emissão nas principais cidades da América Latina, sendo coliderada pela C40 Cities e pelo ICCT, com apoio adicional do Centro Mario Molina-Chile, Clean Energy Works, Global Green Growth Institute (GGGI) e WRI.

4 A Missão Ônibus Elétricos da TUMI é financiada pelo Ministério Federal Alemão para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ), implementada pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) e executada por um grupo de organizações não governamentais como C40 Cities, ICCT, ITDP, UITP e WRI, que trabalham em conjunto para acelerar a transição para ônibus elétricos no Sul Global.

5 Os dados apresentados foram levantados a partir de fontes primárias e, portanto, tem o Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil como principal referência bibliográfica. Para acessar o Guia, visite: [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Investment-guide-for-zero-emission-buses-in-Brazil?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Investment-guide-for-zero-emission-buses-in-Brazil?language=en_US). Acesso em 14 abr. 2023.

necessárias para promover uma maior sinergia entre as partes interessadas em alavancar a expansão de ônibus elétricos a bateria no Brasil. Além desta introdução e das considerações finais, o artigo contém outras cinco seções que justificam a importância do Guia e caracterizam a demanda por ônibus zero emissão, o panorama da fabricação local de ônibus no Brasil, modelos de negócio potenciais e recomendações para fabricantes e investidores entrarem no mercado brasileiro<sup>5</sup>.

## 1 - POR QUE UM GUIA DE INVESTIMENTO PARA ÔNIBUS DE ZERO EMISSÃO NO BRASIL?

Historicamente, o Brasil é um dos principais fornecedores de ônibus movidos a diesel na América Latina. Apesar do potencial para manter sua posição de principal exportador de ônibus na região da América Latina, países como Chile e Colômbia já estão eletrificando suas frotas e importando esses ativos da China. Modernizar a capacidade de produção brasileira com a inclusão de ônibus elétricos a bateria é fundamental para o mercado de exportação. Na Colômbia, por exemplo, entre 2017 e 2020, o Brasil teve uma participação média no mercado de importações de ônibus a diesel de 55%, ao passo que, em 2021, o Brasil fechou o ano com 37% de participação de mercado.

Neste sentido, a relevância do Guia de Investimento para Ônibus de Zero Emissão é concatenar informações estratégicas para alinhar interesses e oportunidades no planejamento para ônibus de zero emissão no Brasil capazes de aquecer o mercado latino-americano, mas especialmente o mercado interno. Outro ponto importante deste material é apoiar as cidades nas reformulações contratuais que implicam a adoção de ônibus de zero emissão. O alto custo inicial, por exemplo, é geralmente incompatível com os modelos contratuais em vigência no país baseados na centralização de responsabilidades e consequente concentração de risco em operadores privados.

Desde assistência técnica à exploração de modelos financeiros, passando principalmente por engajamento político, as iniciativas TUMI e ZEBRA auxiliam no fortalecimento desse ecossistema e endereçar respostas qualificadas à implantação de licitações competitivas e atrativas. O Guia surge no bojo deste trabalho, buscando mapear informações que levem a demanda ao encontro da oferta de ônibus de zero emissão.

## 2 - A DEMANDA EM OITO CIDADES-CHAVE BRASILEIRAS

Trabalhou-se com uma amostra de oito cidades consideradas "chave" para a implementação de ônibus elétricos a bateria. Elas foram escolhidas a partir de um processamento analítico de dados que levou em conta o perfil individual referente à prontidão do seu mercado, compromissos de mitigação das mudanças climáticas, modelos de negócio, partes interessadas, experiência com parcerias público-privadas, o modelo de negócio preferencial e outras informações essenciais que investidores precisam saber antes das negociações.

A partir desta pré-seleção, as cidades foram classificadas como "avançadas", "cidades a observar" e "cidades a prospectar". Os critérios de avaliação dos municípios foram baseados nos seguintes indicadores, alimentados com dados fornecidos e validados por pessoas representantes das próprias cidades<sup>6</sup>:

- testes piloto com ônibus de zero emissão;
- infraestrutura de recarga;
- adaptação de infraestrutura de garagens;
- modelo de negócio;
- garantias;
- legislação;
- operação de ônibus de zero emissão ou testes-piloto (em 2022).

As três cidades com planos mais avançados para ônibus de zero emissão estão localizadas no estado de São Paulo (São Paulo, São José dos Campos e Campinas). Estas cidades se caracterizam por terem metas bem definidas e o apoio significativo do governo e de outras partes interessadas importantes. Por sua vez, Salvador, Niterói e Curitiba são cidades com potencial a observar, pois apesar de contar com metas bem definidas e realistas, a aquisição significativa de ônibus elétricos e/ou melhoria de infraestrutura ainda depende de definições estratégicas quanto aos modelos de negócios. Por fim, cidades como Rio de Janeiro e Goiânia apresentam potencial a prospectar.

A partir dessa primeira categorização, a demanda calculada para estas oito cidades-chave é equivalente a 11 mil ônibus elétricos, ultrapassando US\$ 3,6 bilhões em investimento. A Tabela 1 a seguir mostra a quantidade de ônibus de zero emissão em circulação em 2022,

**TABELA 1: DEMANDA CALCULADA PARA OITO CIDADES BRASILEIRAS ATÉ 2030.**

	Classificação	Cidade	Qtd. de Ônibus ZE* (2022)	Demanda Prevista (2030)	% de Ônibus ZE na Frota Total (2030)
Cidades avançadas	1	São Paulo	18	8.060	60%
	2	São José dos Campos	12	350	100%
	3	Campinas	15	355	35%
Cidades a observar	4	Salvador	8	558	31%
	5	Niterói	0	229	50%
	6	Curitiba	0	498	33%
Cidades prospecto	7	Rio de Janeiro	0	652	20%
	8	Goiânia	0	306	32%
Total			54	11.008	48%

Fonte: Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil, 2023.

6 O Guia apresenta uma caracterização vasta e sistemática sobre cada um desses indicadores nas cidades analisadas.

a demanda prevista para 2030 e o percentual de eletrificação da frota em 2030.

No total, a expectativa é de que as oito cidades-chave mencionadas eletrifiquem pelo menos 48% da sua frota até o fim desta década. Também é importante destacar que a demanda tende a ser cíclica, uma vez que as substituições de ônibus geralmente ocorrem a cada 10 anos para os ônibus a diesel e 15 anos para os ônibus de zero emissão – como acontece em São Paulo, por exemplo. Desta maneira, não só a substituição de ônibus a diesel trará oportunidades, mas também a substituição de ônibus elétricos a bateria no longo prazo.

Contudo, um dos principais desafios abordados pelo Guia é o descompasso entre a oferta e a demanda. Haverá uma lacuna de 1.105 ônibus elétricos a bateria por ano, em média, sem mecanismos que incentivem a ampliação da oferta no território nacional. Por esta razão, o reconhecimento das necessidades de cada cidade, somado a seu contexto político e regulatório, é estratégico para fortalecer diferentes áreas de negócios que requerem novos atores; por exemplo, para financiamento de capital, captação de recursos para custear a operação, e produção de ônibus elétricos (carrocerias, chassis e baterias).

### 3 - O PANORAMA DA FABRICAÇÃO DE ÔNIBUS NO BRASIL

Diferentemente da produção a diesel, a produção local de ônibus de zero emissão no Brasil ainda é preambular, apesar de muitos fabricantes estarem trabalhando para uma mudança em seu portfólio de produtos.

Uma das hipóteses apresentadas pelo Guia refere-se à redução dos impostos de importação de ônibus de zero emissão como aposta para promover a competitividade da oferta no país. Como resultados esperados, seria possível suprir e impulsionar a demanda local e, também, futura demanda externa por ônibus de zero emissão, especialmente na América Latina.

Dados levantados pelo Guia mostram que a produção média histórica no Brasil é de 16 mil ônibus elétricos a bateria por ano. Apesar de caminhões e carros elétricos já contarem com isenção do imposto de importação, ônibus elétricos a bateria importados são taxados a 35%. A redução temporária dos impostos de importação<sup>7</sup> – limitada a uma cota de 3 mil veículos importados – seria uma oportunidade para que os operadores e as cidades antecipassem a obtenção de expertise técnica

com os ônibus elétricos, resultando num potencial aumento da demanda para a indústria nacional em médio prazo.

Com relação às baterias, a oportunidade de produzir baterias de lítio localmente é promissora mas, até dezembro de 2022, inexplorada. Por um lado, o país ainda não dispõe de tecnologia adequada para produzir células, ânodos, cátodos ou refino. Por outro lado, possui três atores-chave que montam baterias localmente a partir das células importadas, além de outros que trabalham com a segunda vida das baterias. Considerando que 40 a 60% do custo total dos ônibus de zero emissão correspondem às baterias, os investidores que se interessarem em desenvolver esse setor no Brasil terão espaço para ganhar escala e tornar-se um fornecedor regional.

### 4 - UM MODELO DE NEGÓCIO POTENCIAL: A SEPARAÇÃO DA PROPRIEDADE DE ATIVOS

O alto custo inicial dos ônibus elétricos a bateria dificulta sua implementação em escala dentro do atual modelo de negócio de transporte público. A centralização dos riscos comerciais nas cidades e nos operadores faz com que muitos desses atores não disponham de capital suficiente para adquirir novas frotas de ônibus (Figura 1).

Por essa razão, o Guia explora modelos comerciais alternativos que estão se destacando na América Latina como casos de sucesso. O modelo de separação da propriedade dos ativos, que já é utilizada exitosamente em capitais como Santiago (Chile) e Bogotá (Colômbia), transfere a propriedade dos ativos de ônibus de zero emissão para terceiros que têm capital disponível para fazer os altos investimentos iniciais, permitindo uma melhor alocação de risco entre as partes interessadas e mitigando os custos iniciais para o operador (Figura 2).

O modelo de separação de ativos cria oportunidades a serem exploradas por novos entrantes capazes de executar atividades específicas (como infraestrutura de recarga, manutenção, processamento de dados, entre outros) enquanto serviço. Em resumo, permite que as partes se dediquem ao que fazem de melhor, podendo ainda gerar interesse comercial por parte do capital privado e maior capacidade financeira para alavancar a transição. Este é um modelo que está sendo estudado principalmente por municípios como São Paulo e São José dos Campos, com as devidas adaptações a seus contextos e particularidades locais.



Figura 1: Modelo de negócio tradicional "teórico" implementado no Brasil liderado por operadores privados.

Fonte: Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil, 2023.

<sup>7</sup> Em 2022, C40, ICCT e WRI (suporte técnico), com o apoio de várias cidades (São Paulo, Fortaleza, Curitiba, Salvador, São José dos Campos, Niterói e o estado de Santa Catarina) e fabricantes, fizeram um pedido de isenção temporária do imposto de importação à Câmara de Comércio Exterior do Brasil (CAMEX) para reduzir o imposto de importação de ônibus de zero emissão de 35% para 0% para uma cota de 3.000 ônibus. Até dezembro de 2022, a CAMEX ainda não havia publicado o resultado da avaliação do pedido.

sil.com.br

**SIL, CONECTADA  
COM PEQUENAS  
E GRANDES  
OBRAS.**

CABO FLEXÍVEL SILNAX 0,6/1 kV HEPR 90 °C Δ

Pensou nos cabos grossos para o padrão de entrada do seu projeto, use os **Cabos Flexíveis Silnax 0,6/1 kV HEPR 90°C**, que podem ser utilizados em todos os métodos de instalações descritos da tabela 33 - Tipos de Linhas Elétricas, da norma NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

*SIL, energia e proteção de qualidade.*



SIL ESTÁ NA REDE!  
SIGA-NOS

**SIL**

**Conectada com o futuro.**



**Figura 2: Modelo de negócio desagregado "teórico", com separação de propriedade e operação de ativos baseado na segmentação de responsabilidades. Fonte: Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil, 2023.**

## 5 - COMO INVESTIR NO BRASIL?

A última seção do Guia explora como os fabricantes e investidores devem se preparar para entrar no Brasil. Seja como importador, montadora ou fabricante local, existem muitas possibilidades para fabricantes trabalharem no país e procedimentos a serem seguidos — os quais são esboçados pelo Guia na forma de recomendações do tipo passo-a-passo, principalmente para acessar crédito nacional.

A primeira modalidade, como importador, permitiria aos fabricantes trazer ônibus de fábricas internacionais. Esse tipo de player geralmente trabalha com a importação completa de ativos, como ônibus em monobloco, por exemplo (que não são produzidos localmente), criando uma ótima oportunidade para testes. Além disso, importar o chassi e montar a carroceria localmente também é uma possibilidade que pode ser explorada.

A opção intermediária é se tornar montadora, o que significa importar as peças mais relevantes, mas também trabalhar com encarroçadoras e fornecedores brasileiros. Esse tipo de player costuma importar kits de desmontagem parcial (PKD), que são unidades semiprontas com algumas peças desmontadas ou kits de semimontagem (SKD) com várias peças desmontadas. A importação de kits de desmontagem completa (CKD) também é uma possibilidade. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem produtos de financiamento específicos que podem ser usados para projetos de ônibus de zero emissão e incentivam os fabricantes locais a exigirem níveis mínimos de produção nacional.

Por fim, tornar-se uma indústria que produz localmente é a opção que apresenta maiores possibilidades de acesso a incentivos fiscais e outros benefícios. Ao mesmo tempo, é uma alternativa que envolve maior complexidade para regularização.

Outro ponto ressaltado pelo Guia são os diferentes papéis que os investidores de capital podem assumir na cadeia de valores de investimento. De provedores de crédito a proprietários de ativos, existem oportunidades significativas para assumir modelos de negócio baseados na separação de responsabilidades e propriedade de capital. Um ponto relevante dos proprietários de ativos é a possibilidade de tornarem parceiros de soluções para os

operadores, transferindo know-how sobre os cuidados adequados na manutenção da parte elétrica dos ônibus, por exemplo, e ocupando mais espaço na cadeia de valor.

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de ônibus de zero emissão é fundamental para as cidades reduzirem as emissões de gases de efeito estufa e poluentes locais. Além disso, tem o potencial de oferecer condições de deslocamento mais confortáveis e equitativas para as pessoas, melhorando inclusive indicadores de poluição sonora e conforto térmico. Para alcançar essa realidade, o Guia mostra que o Brasil é um mercado promissor para investidores em transporte limpo. Além de ser o terceiro maior mercado de ônibus do mundo em termos de receita, o país conta com diversas cidades que já estão eletrificando sua frota, enquanto outras estão se preparando para adequar esta transição em seus sistemas de transporte público.

Neste sentido, o Guia busca aumentar a sinergia entre as partes interessadas para alavancar a expansão de ônibus elétricos no país. De fabricantes a investidores, espera-se que o Guia também seja de interesse das autoridades municipais interessadas em prospectar modelos de negócio adequados para viabilizar a implantação de ônibus de zero emissão em sua frota de transporte público.

Este projeto, financiado e apoiado pelas iniciativas Zero-Emission Bus Rapid Deployment Accelerator (ZEBRA) e a Missão de Ônibus Elétricos da Iniciativa Transformadora de Mobilidade Urbana (TUMI, da sigla Transformative Urban Mobility Initiative) para ajudar as cidades a superarem barreiras rumo à descarbonização a partir de engajamento político e assistência técnica.

\* C40 CITIES; ZEBRA; TUMI. Guia de Investimento para Ônibus Zero Emissão no Brasil: Como Aproveitar Oportunidades e Superar Desafios no Mercado Brasileiro de Ônibus Zero Emissão (ZE). Elaborado pela Euromonitor em parceria com C40 Cities e ICCT através das iniciativas ZEBRA e TUMI. Brasil, dezembro de 2022. Versão online. Disponível em: [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Investment-guide-for-zero-emission-buses-in-Brazil?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Investment-guide-for-zero-emission-buses-in-Brazil?language=en_US).