



Ônibus Elétricos:

Guia de Baterias e Recarga

RESUMO EXECUTIVO



FICHA TÉCNICA

AUTORA

Beatriz G. Rodrigues, ITDP Global

AUTORES COLABORADORES

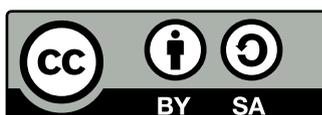
Swati Suman

EDIÇÃO, REVISÃO E SUPORTE ADICIONAL DA EQUIPE DO ITDP

Aimee Gauthier, ITDP Global

Jacob Mason, ITDP Global

APOIO DE



Este trabalho está licenciado sob licença Creative Commons Atribuição-Compartilhado 3.0 Brasil. Para visualizar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/> ou mande uma carta para Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, EUA.

PUBLICADO EM AGOSTO DE 2025



FOTO DE CAPA:
O transporte público de Jacarta inova ao apresentar ônibus elétricos ecologicamente sustentáveis para concretizar o programa Céu Azul Jacarta
FONTE: wibisono.ari via Shutterstock



Algumas palavras de Heather Thompson, CEO do ITDP

Nós, do ITDP, sabemos que, para que as cidades e governos do mundo todo consigam atingir suas metas climáticas, econômicas e de equidade social no menor prazo possível, é essencial que invistam em sistemas de transporte público que priorizem os ônibus elétricos. As iniciativas atuais de eletrificação do transporte urbano já estão preparando o terreno para cidades mais habitáveis com níveis mais baixos de emissões de carbono, melhor qualidade do ar, redução de custos para a população e aumento da acessibilidade para todas as pessoas. Atualmente, mais de 670 mil ônibus elétricos se encontram em circulação no mundo todo, e não há dúvida de que esses veículos representam a chave para a superação dos desafios de transporte enfrentados por muitas cidades.

A participação de ônibus elétricos no mercado continua crescendo. Para que essa tendência se mantenha e seja bem-sucedida, os planejadores e tomadores de decisão precisam, de maneira consciente e intencional, tratar as baterias e a infraestrutura de recarga como partes de políticas de transporte mais amplas. Atualmente, muitos governos se concentram apenas na aquisição e utilização dos veículos e frotas. No entanto, para garantir o sucesso duradouro desses sistemas e de suas operações, a transição elétrica precisa ir além da mera substituição das frotas de ônibus tradicionais.

Os governos também precisam dar a mesma ênfase à avaliação de oportunidades e desafios relacionados a tecnologias de baterias, infraestruturas de recarga, capacidade da rede elétrica e planejamento operacional. Isso ajudará a garantir que as frotas de ônibus elétricos se tornem resilientes e confiáveis no longo prazo. Por outro lado, se as cidades não planejarem adequadamente as capacidades de suas redes elétricas e infraestruturas de recarga, o resultado pode ser ineficiente e caro, o que prejudicaria — em vez de promover — a mobilidade elétrica.

É por isso que nossa equipe tem o prazer de compartilhar esta publicação, que enfatiza a importância de integrar a eletrificação veicular a estratégias de recarga bem planejadas por meio de cinco etapas práticas. A liderança e experiência do ITDP em transporte público, especialmente em sistemas de ônibus, coloca-nos numa posição privilegiada para desenvolver e consolidar boas práticas e inovações no setor. Esperamos que todos os atores do setor de transportes aproveitem o marco proposto aqui para tomar decisões mais bem embasadas sobre a evolução dos sistemas de ônibus elétricos, o que nos ajudará a garantir que o futuro do transporte público beneficie tanto as pessoas quanto o planeta.

Atenciosamente,
Heather Thompson
CEO do ITDP

ÔNIBUS ELÉTRICOS: GUIA DE BATERIAS E RECARGA

Os sistemas de transporte público são essenciais para criar cidades mais compactas, acessíveis, eficientes e equitativas, garantindo a mobilidade de todas as pessoas e minimizando os impactos ambientais. A eletrificação do transporte público coletivo também é necessária para que possamos atingir nossas metas climáticas. Muitas cidades ao redor do mundo já se comprometeram a descarbonizar seus sistemas de transporte público adquirindo ônibus elétricos a bateria. No entanto, um processo bem-sucedido de eletrificação requer mais que apenas a substituição veicular; é necessário entender o novo sistema de alimentação desses veículos.

Esse novo sistema é construído com base na inter-relação entre baterias e infraestrutura de recarga. A combinação certa das tecnologias de baterias e de recarga dos ônibus é fundamental para a eletrificação eficiente das frotas. A escolha deve considerar os tipos e locais de recarga, bem como os tamanhos e pesos das baterias. O processo de seleção das baterias e da infraestrutura de recarga influenciará o planejamento dos serviços e determinará seu desempenho operacional e financeiro. Dada a grande variedade de opções de baterias e modelos de recarga disponíveis, a decisão deve levar em conta o contexto local, a disponibilidade de mercado e estudos baseados em evidências.

A seleção do tipo de bateria e da infraestrutura de recarga é um fator central para a criação de um sistema bem-sucedido de transporte público com ônibus elétricos; logo, é crucial compreender esse processo na transição dos veículos a diesel para os elétricos. É necessária uma abordagem holística que considere as implicações mais amplas dos tamanhos das baterias para a autonomia dos veículos, sua capacidade de transporte passageiros e seu peso, além do impacto da infraestrutura de recarga no ambiente urbano e na rede elétrica.

Elementos interconectados do planejamento de ônibus elétricos: baterias, recarga e seus impactos

As escolhas de baterias e infraestrutura de recarga são interconectadas e têm impactos em cascata nos custos, na autonomia e nas capacidades operacionais.

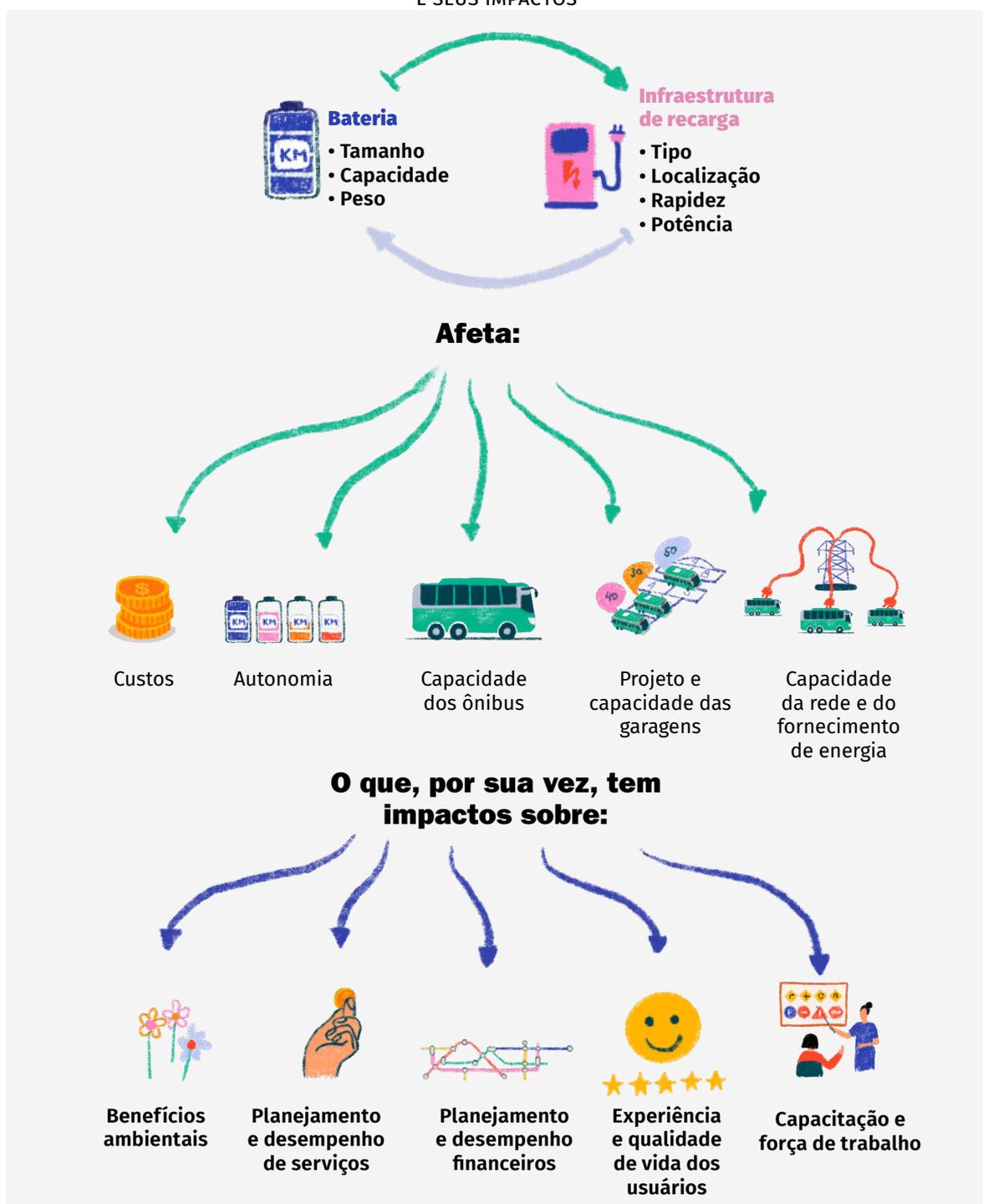
Um planejamento adequado é crucial não apenas para garantir uma transição tranquila, mas também para evitar erros e atrasos dispendiosos (comuns na adoção de ônibus elétricos), como, por exemplo, adquirir muitos ônibus e deixá-los parados por um ano enquanto as cidades elaboram um plano de recarga. O **Guia de Baterias e Recarga**, [disponível em português](#), apoia os tomadores de decisão e planejadores de transporte com informações sobre a implementação eficaz e eficiente de ônibus elétricos, enfatizando a importância de se priorizar a seleção de tecnologias de bateria e recarga adequadas, adaptadas a contextos urbanos específicos. Isso garante que os recursos sejam bem investidos e gerem os melhores resultados para atingir metas climáticas, de equidade e de saúde.

O guia descreve uma abordagem abrangente, incluindo a compreensão dos marcos de políticas, a priorização das rotas de ônibus elétricos, a avaliação de opções de mercado e o desenvolvimento de estratégias de recarga. Ao fornecer uma visão

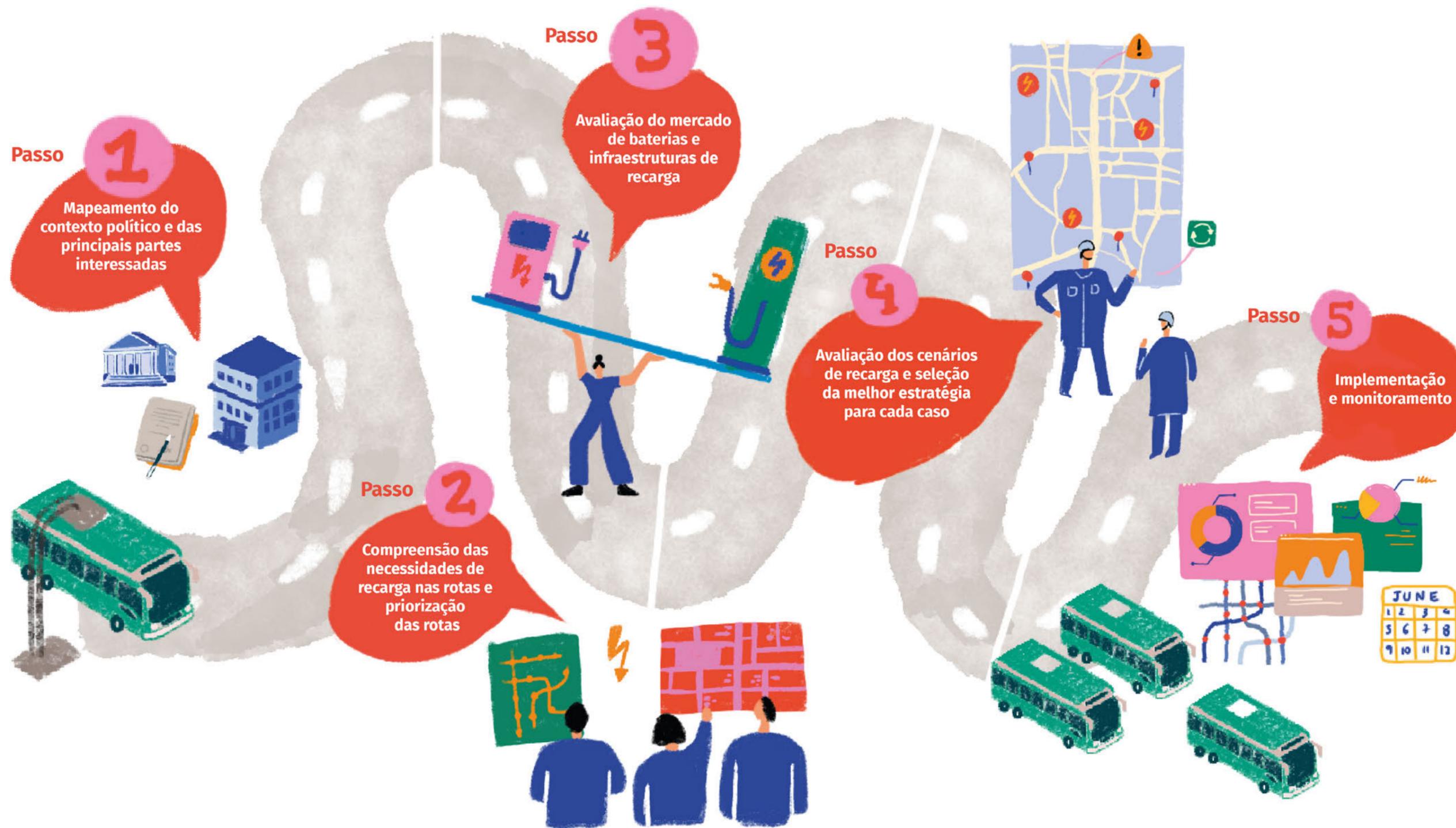
geral detalhada dos tipos de baterias, métodos de recarga e marcos decisórios, o guia busca oferecer às partes interessadas as ferramentas necessárias para tomar decisões bem fundamentadas no processo de eletrificação de frotas, beneficiando-se de boas práticas internacionais e dos mais recentes avanços tecnológicos.

Para implementar um sistema de ônibus elétricos de forma eficaz, é fundamental desenvolver um plano abrangente para selecionar baterias e tecnologias de recarga que estejam alinhadas às necessidades específicas das rotas de ônibus. Os cinco passos abaixo prepararão os tomadores de decisão com os conhecimentos e as ferramentas necessárias para tomar decisões estratégicas e fundamentadas que promovam uma descarbonização bem-sucedida de suas frotas de ônibus.

FIGURA 1. ELEMENTOS INTERCONECTADOS DO PLANEJAMENTO DE ÔNIBUS ELÉTRICOS: BATERIAS, RECARGA E SEUS IMPACTOS



Cinco passos essenciais para o planejamento de sistemas de ônibus elétricos



Passo 1: Mapeamento do contexto político e das principais partes interessadas

- 1. Mapear os objetivos das políticas públicas**
- 2. Mapear as principais partes interessadas**
 - Identificar políticas e instituições relevantes
 - Avaliar responsabilidades institucionais

Passo 2: Compreensão das necessidades de recarga nas rotas e priorização das rotas

- 1. Estabelecer metas de descarbonização**
- 2. Realizar análises preliminares para identificar rotas potenciais (fatores)**
 - Rotas bem conectadas
 - Rotas que atravessam áreas congestionadas
 - Rotas com prioridade de faixa de ônibus
 - Rotas dentro da faixa de autonomia das baterias
 - Rotas mais atraentes para os operadores
 - Rotas mais planas
 - Rotas com números regulares de passageiros
 - Rotas ao longo de áreas de alta densidade
 - Número de veículos por rota
- 3. Realizar análises de dados e testes-piloto para priorizar as rotas**
- 4. Estimar o consumo de energia para as rotas priorizadas**
- 5. Identificar as necessidades de recarga em cada rota**

Passo 3: Avaliação do mercado de baterias e infraestrutura de recarga

- 1. Identificar opções que atendam às necessidades de recarga**
 - Avaliar os prós e contras das baterias e carregadores
 - Selecionar as especificações das baterias e carregadores
 - Avaliar a capacidade e compatibilidade da rede
 - Garantir a escalabilidade
 - Verificar potenciais impactos ambientais
- 2. Avaliar a disponibilidade local e os custos das opções selecionadas**
 - Considerar as capacidades regionais de produção
 - Documentar o processo de coleta de informações
 - Avaliar os custos potenciais de todo o ciclo de vida

Passo 4: Avaliação dos cenários de recarga e seleção da melhor estratégia para cada caso

1. Identificar os locais de recarga mais adequados

- Disponibilidade, dimensão e propriedade dos terrenos
- Restrições regulatórias e de zoneamento
- Rede elétrica e proximidade da infraestrutura elétrica
- Proximidade das rotas priorizadas
- Área disponível para instalação da infraestrutura
- Possibilidade de fechamento de certas áreas

2. Realizar avaliações da rede em locais selecionados

- Analisar a capacidade de distribuição atual
- Verificar a necessidade de possíveis modernizações ou expansões
- Garantir a estabilidade do fornecimento de energia
- Identificar oportunidades de integração de energia renovável
- Interagir com a concessionária local de energia elétrica
- Avaliar custos de conexão e modernizações da rede

3. Analisar e comparar estratégias de recarga

- Avaliar os prós e os contras usando indicadores de comparação
- Avaliar o cenário de melhor uso
- Verificar a escalabilidade potencial da estratégia de recarga
- Definir a melhor estratégia de recarga

Passo 5: Implementação e monitoramento

1. Elaborar um plano e cronograma de serviços

2. Elaborar projetos para o desenvolvimento da infraestrutura

3. Identificar e monitorar indicadores de dados

4. Oferecer capacitação técnica

5. Desenvolver estratégias de comunicação externa

6. Planejar a reutilização ou reciclagem das baterias

Seguindo esses passos, os planejadores podem implementar efetivamente estratégias de recarga que contribuam para o sucesso e a sustentabilidade dos ônibus elétricos no longo prazo.

Embora os ônibus elétricos exijam investimentos iniciais mais altos, eles geram economias substanciais no longo prazo, pois reduzem as emissões, os gastos com combustíveis e a necessidade de manutenção. A implantação bem-sucedida de um sistema de ônibus elétricos exige novas formas de pensar, além de um maior comprometimento e uma visão comum entre as partes interessadas. Essa abordagem holística garante que as cidades não apenas satisfaçam suas necessidades de transporte, mas também melhorem a qualidade de vida em geral, promovendo um futuro em que o transporte público seja um elemento-chave de cidades sustentáveis e equitativas.

A eletrificação de nossas frotas de transporte público coletivo é um passo fundamental para a criação de cidades do futuro compactas, inclusivas e ecologicamente corretas. O guia **Ônibus Elétricos: Guia de Baterias e Recarga** fornece às cidades comprometidas com esse objetivo as informações necessárias para que tenham sucesso.

[A publicação completa está disponível em português no site do ITDP](#) e oferece uma visão geral mais detalhada das diversas tecnologias de bateria e recarga disponíveis e as considerações mais importantes para cada uma dessas opções, servindo como um guia prático para governos e planejadores.



Os novos ônibus elétricos utilizados na capital brasileira.
FONTE: Marcos Casiano via Shutterstock



**INSTITUTO DE POLÍTICAS
DE TRANSPORTE E
DESENVOLVIMENTO**

brasil@itdp.org

www.itdpbrasil.org

AGOSTO DE 2025