



De Santiago a Shenzhen

COMO OS ÔNIBUS ELÉTRICOS ESTÃO MOVENDO AS CIDADES

RESUMO EXECUTIVO



AUTORES E AGRADECIMENTOS

AUTORES DO ITDP

Mackenzie Allan
Stanford Turner
Tara Eisenberg

COLABORADORES DO ITDP

EDIÇÃO, REVISÃO E SUPORTE ADICIONAL
DOS SEGUINTES COLEGAS DO ITDP:

Aimee Gauthier
Beatriz Rodrigues
Heather Thompson
Jacob Mason
Shanshan Li

COLEGAS DE DIVERSOS ESCRITÓRIOS REGIONAIS DO ITDP
CONTRIBUÍRAM COM DADOS E INFORMAÇÕES DE APOIO, ALÉM DA
REVISÃO INTERNA:

Beatriz Rodrigues	ITDP Brazil
Shanshan Li	ITDP China
Vaishali Singh	ITDP India
Sivasubramaniam Jayaraman	ITDP India
Anuj Dhole	ITDP India
J. César Hernández Muñoz	ITDP Mexico
Gonzalo Peon Carballo	ITDP Mexico
Felix Vidal	ITDP Mexico

APOIO

O ITDP gostaria de agradecer à Hewlett Foundation por seu apoio a esta pesquisa.

LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

BEB	Ônibus elétrico a bateria
BRT	<i>Bus rapid transit</i>
BYD	Build Your Dreams (empresa chinesa de BEBs)
CO	Óxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
GNC	Gás natural comprimido
VE	Veículo elétrico
FAME	Adoção e fabricação mais rápida de veículos híbridos e elétricos <i>[Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid and Electric Vehicles]</i>
GEE	Gás de efeito estufa
HVIP	Projeto de Incentivo para Caminhões e Ônibus Híbridos e de Zero Emissão (Califórnia, EUA) <i>[Hybrid and Zero-Emission Bus and Truck Voucher Incentive Project (California, U.S.)]</i>
ICE	Motor de combustão interna <i>[internal combustion engine]</i>
ITDP	Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
kWh	Quilowatt-hora
LFP	Fosfato de ferro-lítio (tipo de bateria)
Li-S	Lítio-enxofre (tipo de bateria)
LMP	Lítio-metal-polímero (tipo de bateria)
LTO	Titanato de lítio (tipo de bateria)
N ₂	Nitrogênio (dinitrogênio)
N ₂ O	Óxido nitroso
NEV	Veículo de energia nova <i>[new energy vehicle]</i>
NO _x	Óxido de nitrogênio
NMC	Óxido de lítio níquel manganês cobalto (tipo de bateria)
GNL	Gás natural liquefeito
VEP	Veículo elétrico privado
MP	Material particulado
SOC	Estado de carga <i>[state of charge]</i>
SO ₂	Dióxido de enxofre
TCO	Custo total de propriedade <i>[total cost of ownership]</i>
TtW	Do tanque à roda <i>[tank-to-wheel]</i>
VKT	Quilometragem percorrida por veículos <i>[vehicle kilometers travelled]</i>
COV	Compostos orgânicos voláteis
WtT	Do poço ao tanque <i>[well-to-tank]</i>
WtW	Do poço à roda <i>[well-to-wheel]</i>
ZeEUS	Sistema de ônibus urbano com emissão zero <i>[zero-emission urban bus system]</i>



FOTO DE CAPA
FONTE: ITDP China

RESUMO EXECUTIVO

As cidades precisam reduzir significativamente suas emissões e o consumo de recursos nos próximos anos para evitar danos irreparáveis causados pelas mudanças climáticas. A eletrificação do transporte público é fundamental para que possamos cumprir as metas climáticas na próxima década e além dela. Principalmente a eletrificação dos ônibus, já que mais pessoas ao redor do mundo dependem de ônibus que de qualquer outro modo de transporte público. À medida que a tecnologia avança e se torna mais acessível, os ônibus elétricos a bateria (BEBs) oferecem uma solução oportuna para as cidades que procuram reduzir significativamente seu impacto ambiental. Ao eletrificarem suas frotas públicas, as cidades melhoram a qualidade do ar, diminuem a poluição sonora, reduzem o uso de recursos, diminuem as emissões de GEEs e mitigam as mudanças climáticas induzidas pelo ser humano. Ademais, podem melhorar seus serviços de ônibus e melhorar a saúde da população. À luz da pandemia de covid-19, não há dúvidas de que as

O QUE SÃO OS ÔNIBUS ELÉTRICOS A BATERIA E POR QUE SÃO IMPORTANTES?

Os ônibus elétricos a bateria são ônibus totalmente elétricos, cujos motores são alimentados por uma bateria. Embora ainda sejam uma tecnologia relativamente nova (principalmente fora da China), várias cidades ao redor do mundo, desde a chinesa Shenzhen até a chilena Santiago, têm ampliado com sucesso o número de BEBs em suas frotas de ônibus. As tecnologias e operações estão evoluindo rapidamente. Como resultado disso, a autonomia das baterias e o custo total de propriedade dos BEBs estão cada vez mais competitivos com os de ônibus híbridos, a diesel e a gás natural comprimido (GNC). O custo total de propriedade (TCO, na sigla em inglês) é o custo agregado da aquisição, operação e manutenção de um ativo ao longo de toda a sua vida útil.



PÁGINA AO LADO
Dois ciclistas pedalam em segurança ao lado de um ônibus híbrido na Polônia.
FONTE:
WrS.tm.pl, Flickr.

Mulher desembarca de um ônibus elétrico em Medellín, Colômbia. Como em muitas cidades, a adoção de ônibus elétricos em Medellín foi um processo que envolveu várias partes interessadas, inclusive o C40 (como se vê na imagem).
FONTE:
Secretaria de Movilidad de Medellín, Flickr.



Os BEBs dispõem de um enorme potencial para melhorar os sistemas de transporte urbano de forma sustentável e equitativa. Quando bem implementados, os sistemas de ônibus públicos aumentam o acesso a destinos, atividades, bens e serviços; e o fazem de uma forma **segura e equitativa**, que minimiza os danos **ambientais**, usa os recursos **com eficiência** e atenua os impactos negativos sobre a **saúde** da população. Com base nesses parâmetros, podemos avaliar os benefícios potenciais dos ônibus elétricos a bateria em comparação aos ônibus híbridos, a diesel e a GNC:

- Meio ambiente.** Os BEBs podem reduzir as emissões e o consumo de recursos ao reduzir a quilometragem percorrida (VKT) por veículos a diesel.
- Saúde e segurança.** Os ônibus elétricos a bateria diminuem a poluição atmosférica e sonora, melhorando a qualidade do ar e a qualidade de vida de todos os cidadãos urbanos.
- Eficiência.** Os BEBs usam menos energia que os ônibus com motor de combustão interna (ICE, na sigla em inglês). Em condições ideais, os BEBs podem reduzir o custo total de propriedade em comparação aos ônibus a diesel e de outros tipos, aumentando, assim, sua eficiência financeira.
- Equidade.** Dependendo da rota, os BEBs podem melhorar a qualidade atmosférica e a poluição sonora em áreas com maior frequência de ônibus e densidade populacional, nas quais a qualidade do ar pode ser pior devido ao aumento da poluição veicular. Frequentemente, as comunidades mais vulneráveis ou desfavorecidas estão localizadas em áreas urbanas em que a qualidade do ar é mais baixa.

Os ônibus elétricos representam um segmento crescente do mercado de veículos elétricos em todo o mundo. Os BEBs estão crescendo em popularidade e escala devido a várias evoluções, tais como:

- Maior autonomia,** à medida que evoluem as tecnologias de baterias e melhoram as práticas de condução, carregamento e manutenção;
- Custos iniciais decrescentes,** à medida que a indústria realiza economias de escala;
- Tomadas de decisão mais bem embasadas,** com o aumento da disponibilidade de dados e boas práticas sobre ônibus elétricos;
- Melhor compreensão sobre como usar as tecnologias de BEBs,** à medida que mais cidades conduzem projetos-piloto em contextos geográfica e economicamente diversos; e
- Mais oportunidades de financiamento,** mediante fundos de apoio e mecanismos de financiamento inovadores.

À MEDIDA QUE MAIS CIDADES ADOTAM ÔNIBUS ELÉTRICOS A BATERIA, O QUE ELAS DEVEM LEVAR EM CONSIDERAÇÃO?

O planejamento dos sistemas de ônibus elétricos a bateria requer a consideração de cada um dos seguintes aspectos: **tecnologia atual, carregamento, projetos-piloto, contratos, financiamento, operações, manutenção e estratégias de apoio.**

Esta publicação apresenta uma visão geral de cada um desses aspectos a partir de uma perspectiva de planejamento inicial. A elaboração de um plano para a adoção de BEBs também deve considerar a relação entre todas essas variáveis, pois o planejamento de BEBs é um processo altamente iterativo, e as decisões relativas a cada uma das variáveis podem afetar as outras. É fundamental que o planejamento busque, na medida do possível, atingir uma taxa de substituição próxima a 1:1 entre BEBs e ônibus a diesel. Isso economizará dinheiro para as cidades e tornará os sistemas mais eficientes. Manter o foco nas operações e na relação entre o plano de serviços e a infraestrutura de carregamento garantirá que isso aconteça.

Vale notar que a adoção e implantação de ônibus elétricos a bateria continuam a evoluir rapidamente. Portanto, embora os números e dados fornecidos sejam atuais no momento do lançamento desta publicação, o foco principal é o marco mais amplo que deve nortear a tomada de decisões para a adoção de ônibus elétricos a bateria.

TECNOLOGIA DE ÔNIBUS E BATERIAS

As tecnologias de ônibus e baterias para os BEBs estão em constante evolução, e há muita concorrência global entre vários fabricantes. As maiores empresas de BEBs são sediadas na China (como a BYD e a Yutong), mas vêm surgindo muitos fabricantes em outras regiões (como, por exemplo, a Proterra, a New Flyer e a Solaris na América do Norte e na Europa). Os ônibus elétricos a bateria costumam ser significativamente mais caros que outros tipos de ônibus, inclusive os modelos a diesel e a GNC. Em alguns casos, um BEB pode custar o dobro de um ônibus a diesel. Embora o custo inicial dos ônibus elétricos a bateria seja mais alto, ao longo do ciclo de vida total do veículo, as cidades já têm formas de recuperar essas despesas. As baterias são o aspecto mais caro dos BEBs, e há muitas tecnologias de bateria no mercado. As baterias de íon de lítio (Li-ion) são o tipo mais popular atualmente. Há, também, preferências regionais: muitos fabricantes na China favorecem as baterias de fosfato de ferro-lítio (LFP), ao passo que, na América do Norte e na Europa, as baterias de óxido de lítio níquel manganês cobalto (NMC) e as de titanato de lítio (LTO) costumam ser preferidas. A duração típica de uma bateria é de até 12 anos. Com base nisso, algumas empresas oferecem garantias que variam de seis anos (New Flyer) a 12 anos (BYD e Proterra). No entanto, é importante observar que poucos modelos de bateria já atingiram ciclos de vida completos; portanto, essas estimativas são, com frequência, baseadas em estudos de modelagem. O tipo de ônibus e o modelo de bateria mais adequados para determinada cidade dependerão do modelo de carregamento escolhido.

CARREGAMENTO E INFRAESTRUTURA

O carregamento elétrico é a maior diferença entre os ônibus elétricos a bateria e os ônibus a diesel. Tomar decisões corretas quanto à infraestrutura de carregamento é tão importante quanto acertar na definição dos ônibus elétricos a serem adotados. Há vários tipos de carregamento, tais como o carregamento *plug-in* lento ou rápido (geralmente instalado em garagens ou terminais: exige de 1 a 10 horas para atingir a carga total); o carregamento por pantógrafo suspenso (normalmente instalado ao longo da rota: com 5 a 20 minutos, oferece carga suficiente para rodar; quando instalado nas garagens, requer algumas horas); e o carregamento sem fio (carregamento contínuo entre a bateria do ônibus e a infraestrutura de carregamento subterrâneo: a carga varia de cinco minutos a algumas horas). Os operadores e/ou outras partes interessadas que serão responsáveis por gerenciar e manter a infraestrutura de carregamento devem analisar a demanda da cidade, os serviços e a infraestrutura de rede existente, bem como algumas opções viáveis de carregamento. A recarga noturna é a mais comum, mas outros tipos de carregamento podem oferecer maior autonomia e confiabilidade (com maiores custos de capital). Os operadores precisam colaborar com as concessionárias de energia elétrica para planejar a infraestrutura de carregamento, estender a rede (se necessário), garantir um carregamento estável que não sobrecarregue a rede e identificar maneiras de reduzir os custos de carregamento.



Um ônibus elétrico em Viena, Áustria.
FONTE: Sandor Samkuti, Flickr.

Passageiros desembarcam de um ônibus elétrico em Shenzhen, China. **FONTE:** Wahsaw, CCO, Wikimedia Commons.



PROJETOS-PILOTO.

Os BEBs apresentam grandes diferenças em relação aos ônibus não elétricos tradicionais devido a uma série de fatores distintos (abastecimento/carregamento, operações e manutenção programada, entre outros). Portanto, é necessário realizar projetos-piloto com um número reduzido de ônibus elétricos e infraestrutura correspondente. Os projetos-piloto oferecem uma oportunidade para testar os ônibus, as baterias e a infraestrutura de carregamento das rotas e serviços da cidade, permitindo que os tomadores de decisões e os operadores colem informações sobre as reais condições locais e, assim, se sintam mais seguros em relação à adoção de uma nova tecnologia. Além disso, os projetos-piloto oferecem uma oportunidade de capacitação do pessoal e de coleta de dados para melhorar as operações e a manutenção das frotas. Embora esses projetos-piloto devam buscar, na medida do possível, compreender todas as oportunidades e considerações, um projeto sozinho não conseguirá cobrir todos os benefícios e considerações (principalmente de longo prazo) envolvidos na adoção de frotas completas de BEBs. Trata-se, contudo, de um passo na direção certa, que pode melhorar muito a transição final, especialmente quando os dados são coletados e usados para melhorar o planejamento e as operações.

CONTRATOS.

A adoção de ônibus elétricos depende da flexibilidade dos contratos em vigor. Se os contratos forem rígidos e não permitirem a adoção de novas tecnologias, isso representará um desafio para a eletrificação no âmbito do contrato vigente. Os contratos de ônibus elétricos devem garantir o desempenho adequado dos ônibus, das baterias e da infraestrutura. O financiamento e os contratos estão intimamente ligados às frotas de ônibus públicos em geral. Como os ônibus elétricos têm um custo de capital muito mais alto que outros tipos de ônibus, novos mecanismos de financiamento devem ser considerados. Dada a variabilidade do desempenho dos ônibus elétricos, os contratos devem vincular a vida útil prometida da bateria/ônibus e seu desempenho ao financiamento. Além disso, os contratos devem incluir requisitos de infraestrutura de carregamento e garagens, alinhar-se à legislação ambiental, criar marcos para monitorar e avaliar as operações em relação à qualidade dos serviços e aos impactos ambientais, definir o treinamento do pessoal e estabelecer penalidades pelo não cumprimento dos requisitos. As operações e o financiamento de ônibus elétricos podem envolver novas partes interessadas, tais como empresas de serviços públicos e partes financiadoras, que devem ser levadas em consideração nos contratos.

FINANCIAMENTO.

Os ônibus elétricos são mais caros que os ônibus híbridos, a diesel, a GNC e a GNL. Em alguns casos, o custo inicial pode ser o dobro. No entanto, o custo total de propriedade dos ônibus elétricos a bateria é cada vez mais competitivo com os ônibus híbridos, a diesel, a GNC e a GNL. Os custos de capital e a competitividade do TCO dos ônibus elétricos variam significativamente conforme a região: por exemplo, alguns estudos constataram que o TCO de BEBs em Santiago, em São Paulo e na Cidade do México é competitivo com o de ônibus a diesel e a GNC, ao passo que, em Buenos Aires, o TCO de BEBs permanece mais caro. Embora o custo inicial dos ônibus elétricos possa ser o dobro dos ônibus a diesel, a operação e a manutenção ao longo da vida útil do veículo compensam esses altos investimentos. Recursos de apoio (por exemplo, subsídios) e mecanismos inovadores de financiamento (por exemplo, *leasing* de baterias, *leasing* financeiro e investimento/propriedade de concessionárias de serviços públicos) são meios populares para distribuir os custos dos ônibus elétricos ao longo da vida útil do veículo. Incentivos financeiros, como concessões operacionais, concessões de terrenos, preços preferenciais para a eletricidade, incentivos fiscais, reduções de impostos sobre valor agregado e redução dos tributos sobre o lucro empresarial podem diminuir os custos dos BEBs.

OPERAÇÕES E MANUTENÇÃO.

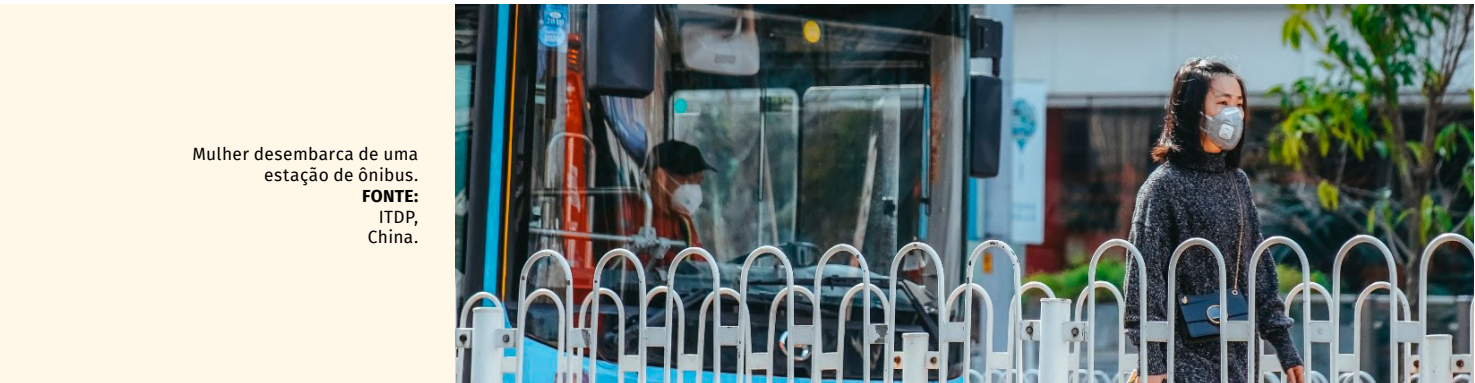
Além do carregamento, a eficiência das operações é fundamental para atingir uma taxa de substituição próxima a 1:1 entre ônibus elétricos e ônibus a diesel. Da mesma forma, a eficiência de custo dos BEBs (frequentemente representada por meio do TCO) depende de quão próxima a 1:1 é a taxa de substituição. A otimização das operações e a garantia de manutenção adequada geram economias anuais significativas nas operações e na manutenção dos BEBs. Isso se deve ao menor custo de abastecimento (carregamento) dos veículos e ao sistema de propulsão, que exige menos peças e menos manutenção que os ônibus ICE. O planejamento das rotas e operações deve garantir que a bateria tenha carga suficiente para prestar os serviços considerando a próxima necessidade de reabastecimento (isto é, recarga). O planejamento das operações e da manutenção deve prever treinamento específico do pessoal para operar os BEBs de forma a garantir a segurança dos operadores, a longevidade do equipamento e a eficiência financeira do sistema.

PLANEJAMENTO DE ROTAS E INFRAESTRUTURA.

Implementar uma infraestrutura de carregamento de forma inteligente é fundamental para o sucesso do sistema, visto que a infraestrutura de carregamento é imóvel e cara. As partes interessadas no planejamento precisam considerar vários estágios de eletrificação ao planejar e modelarem o sistema, de forma a permitir a transição de frotas completas para um modelo elétrico. Como a transição ocorrerá ao longo de muitos anos, os operadores e o pessoal de manutenção devem considerar o uso de uma frota diversificada durante a transição. O planejamento e a modelagem da infraestrutura das rotas dependerão do tipo de carregamento selecionado para os BEBs e do que é viável, dadas as restrições geográficas. Os três principais tipos de infraestrutura de carregamento (*plug-in* tradicional, carregamento por pantógrafo e carregamento sem fio) requerem diferentes tipos de infraestrutura e área. Tradicionalmente, as rotas de ônibus são desenvolvidas com base em vários fatores, tais como: origem e destino das necessidades de deslocamento dos usuários, número de passageiros, expansão urbana e demanda futura. O planejamento das rotas de BEBs também deve se concentrar na otimização da rota — garantindo que todos os ônibus tenham carga suficiente para concluir suas rotas e retornar às garagens ou estações de recarga. Considerando as limitações das baterias, os operadores podem ajustar as rotas para otimizar o desempenho das baterias, as operações e a confiabilidade do sistema. A eficiência de custos depende da capacidade de alcançar uma razão próxima a 1:1 para a substituição de ônibus movidos a combustíveis por ônibus elétricos, e isso está diretamente vinculado à otimização das rotas e da programação.

ESTRATÉGIAS DE APOIO.

Os ônibus elétricos podem reduzir significativamente as emissões e o uso de recursos, mas seus benefícios são ainda maiores quando combinados a outras estratégias, tais como: introdução de políticas que encorajem a adoção de modos de transporte com emissão zero; redução do tráfego; transição rumo a fontes renováveis de energia (ou seja, uma rede mais verde); integração do planejamento dos BEBs ao desenvolvimento urbano; e integração dos serviços de ônibus a outros modos de transporte público para criar uma rede de transporte



RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES: O QUE AS CIDADES DEVEM FAZER PARA PERMITIR A ADOÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICOS A BATERIA EM SEU SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO?

Para que os ônibus elétricos a bateria possam atingir uma taxa de substituição de 1:1 em relação aos ônibus a diesel, as seguintes medidas são essenciais: tomadas de decisões bem-embasadas (ou seja, orientadas por dados e boas práticas); testes em projetos-piloto; financiamento viável; contratos que garantam o desempenho; e operações e manutenção adequadas para prolongar a vida útil da bateria A seguir, é apresentado um resumo das etapas necessárias para a adoção bem-sucedida de um sistema de BEBs, com uma lista das principais ações a serem implementadas nesse sentido:

OBJETIVO DO PROJETO	PRINCIPAIS AÇÕES PARA O SUCESSO
Autonomia da bateria, tipo de ônibus e modelos de carregamento adequados para a área urbana e a rede existente	Pesquisar tecnologias comerciais e infraestruturas disponíveis; Avaliar, em conjunto com os prestadores de serviços públicos atuais, as opções de carregamento levando em consideração as oportunidades e restrições dos BEBs; Identificar como a demanda por deslocamentos, a topografia urbana e o clima podem afetar a vida útil das baterias; Conduzir um projeto-piloto que seja representativo das oportunidades e desafios locais; coletar dados para melhorar as aquisições e operações; e ajustar o planejamento da frota com base no projeto-piloto.
Infraestrutura bem projetada	Compreender as vantagens e considerações geográficas locais; Modelar a localização da infraestrutura de carregamento; Realizar projetos-piloto para garantir área e conexões à rede adequadas; Descrever os requisitos das garagens e da infraestrutura nos contratos; Envolver diferentes partes interessadas no planejamento da infraestrutura.
Rotas e serviços bem planejados	Modelar as rotas e serviços de ônibus; Verificar e comparar dados operacionais de cidades com condições semelhantes (tamanho da frota, topografia, clima, condições de tráfego); Coletar e monitorar dados operacionais; Fundamentar as decisões com dados; Se os serviços tiverem de ser alterados, usar formas de planejamento participativo para melhorar as rotas e buscar o consenso da comunidade; Adicionar tempos de carregamento às programações das rotas; Ajustar as rotas para melhorar a conectividade de carregamento dos BEBs (se necessário).

Operações de suporte e manutenção	Incluir requisitos de treinamento e manutenção específicos para BEBs nos contratos; Definir padrões de desempenho nos contratos; Avaliar diferentes estruturas de propriedade e responsabilidade (detalhadas nos contratos e instrumentos de financiamento) para escolher aquela que levará à melhor divisão de responsabilidades com base nas diferentes capacidades das partes interessadas; Oferecer treinamento específico aos operadores e às equipes de manutenção sobre ônibus elétricos a bateria; Realizar as operações e a manutenção de acordo com as orientações do fabricante.
Políticas e estratégias de apoio	Elaborar novas políticas e/ou atualizar as existentes para incentivar a adoção de veículos com emissão zero, bem como a infraestrutura de carregamento elétrico e conexões de rede correspondentes; Alinhar contratos à legislação ambiental, incentivando a redução de emissões e a adoção de tecnologias de emissão zero; Alinhar as políticas às pautas ambientais e sanitárias da cidade; Adotar estratégias de apoio (reduzir o tráfego, tornar a rede mais verde, envolver e educar a comunidade, integrar o planejamento dos BEBs ao planejamento e melhoria do uso do solo e integrar o serviço de ônibus com outros modos, entre outras) para criar uma rede de transporte sustentável.
Custeio adequado e mecanismo de financiamento viável	Utilizar recursos e incentivos financeiros locais, estaduais e nacionais; Considerar mecanismos de financiamento inovadores, tais como <i>leasing</i> de baterias, <i>leasing</i> financeiro e empréstimos/títulos verdes; Considerar novas partes interessadas para mecanismos de financiamento, tais como concessionárias de serviços públicos (energia) ou empresas de investimentos; Forjar parcerias com concessionárias de serviços públicos para estender a rede, reduzir os custos de carregamento e instalar infraestrutura pelo menor custo.
Comunicação clara e apoio adequado das partes interessadas	Aumentar a capacitação interna por meio de coletas de dados e workshops; Buscar apoio externo envolvendo a comunidade e disponibilizando informações/dados sobre o projeto de eletrificação ao público e à sociedade civil; Reunir-se com a concessionária no início do processo de planejamento; Ter clareza quanto aos desafios que os governos enfrentarão e estabelecer expectativas claras dos setores público e privado.

ÔNIBUS ELÉTRICOS ESTÃO MOVENDO CIDADES



O seu município está pronto?

Trace o caminho para incluir ônibus elétricos movidos a bateria em sua malha de transporte

1 PLANEJAMENTO

- Elabore contratos de operação de até 10 anos para garantir a qualidade do serviço, estabelecer maior competitividade e alinhamento com a legislação ambiental vigente;
- Separe os contratos de gestão e operação dos veículos e/ou garagens dos contratos de posse para otimizar a operação e aprimorar a qualidade;
- Garanta que os contratos apresentem obrigatoriedades e incentivos à utilização de novas tecnologias por meio de metas, bônus, sanções ou multas;
- Realize testes em corredores convencionais e em BRTs para monitorar o desempenho e estruturar um plano para implementação em escala;
- Estruture acordos para baratear as tarifas elétricas com as companhias de energia e no mercado livre de energia para reduzir os custos de operação.

2 FINANCIAMENTO

- Identifique os modelos de financiamento existentes para a infraestrutura, veículos e baterias com diferentes entidades financeiras, bancos e outros investidores interessados;
- Garanta que os custos de aquisição não sejam repassados para os usuários através do valor da tarifa;
- Planeje o financiamento considerando a economia operacional ao utilizar veículos elétricos em longo prazo, o ciclo de vida da bateria e futuras atualizações tecnológicas;
- Pesquise e aplique ao financiamento acordado potenciais subsídios e acordos para a tributação de combustíveis a diesel e para redução de taxas para veículos elétricos.

3 OPERAÇÃO

- Monitore a operação dos ônibus e da bateria em diferentes rotas, considerando as condições de elevação, clima, variação topográfica e prioridade viária;
- Assegure-se das necessidades elétricas da frota e garanta a compatibilidade com o sistema elétrico;
- Realize treinamentos sobre as novas tecnologias com condutores e técnicos de manutenção e operação;
- Otimize as rotas para melhorar o serviço e maximizar a carga da bateria considerando a autonomia dos veículos (200-300 km);
- Garanta que os veículos utilizem rotas que evitem engarrafamentos, de modo a otimizar o uso da bateria;
- Envolver a população no planejamento das rotas e garanta que a sua revisão não traga impactos negativos aos usuários.

4 CARREGAMENTO

- Padronize os equipamentos do sistema para conectarem-se à rede elétrica;
- Reorganize o espaço das garagens para permitir um melhor carregamento;
- Instale pontos de carregamento bem localizados em relação às rotas e à infraestrutura da rede elétrica;
- Otimize e garanta o carregamento da bateria em local coberto e arejado;
- Garanta uma fonte de energia estável e sustentável, considerando reservas para os casos de queda de energia;
- Contate o fabricante e planeje o descarte da bateria. Esta pode ser utilizada como fonte para a infraestrutura de recarga abastecimento geral.

5 MANUTENÇÃO

- Defina as atividades de manutenção de cada ator envolvido na operação, desde operadores a empresas de energia elétrica;
- Treine os funcionários e motoristas envolvidos na manutenção dos veículos, das baterias e da infraestrutura de carregamento;
- Considere a inclusão de requisitos adicionais de gerenciamento de software em comparação com as frotas tradicionais.

6 SUPORTE

- Implemente políticas de gestão de demanda de veículos individuais motorizados para incentivar o uso do transporte público;
- Estabeleça padrões de desempenho e monitoramento dos contratos;
- Divulgue as mudanças e os benefícios da nova tecnologia ao longo de todo o processo;
- Integre as rotas de ônibus a zonas de baixa emissão planejadas e existentes;
- Integre o sistema de ônibus à mobilidade a pé e por bicicleta.



BENEFÍCIOS DA ELETRIFICAÇÃO DO SISTEMA:

- Sem emissões de poluentes
- Viagens mais confortáveis e silenciosas
- Menor manutenção
- Ciclo de vida mais econômico



VISITE ITDPBRASIL.ORG PARA MAIS INFORMAÇÕES SOBRE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL E DE BAIXO CARBONO.

