



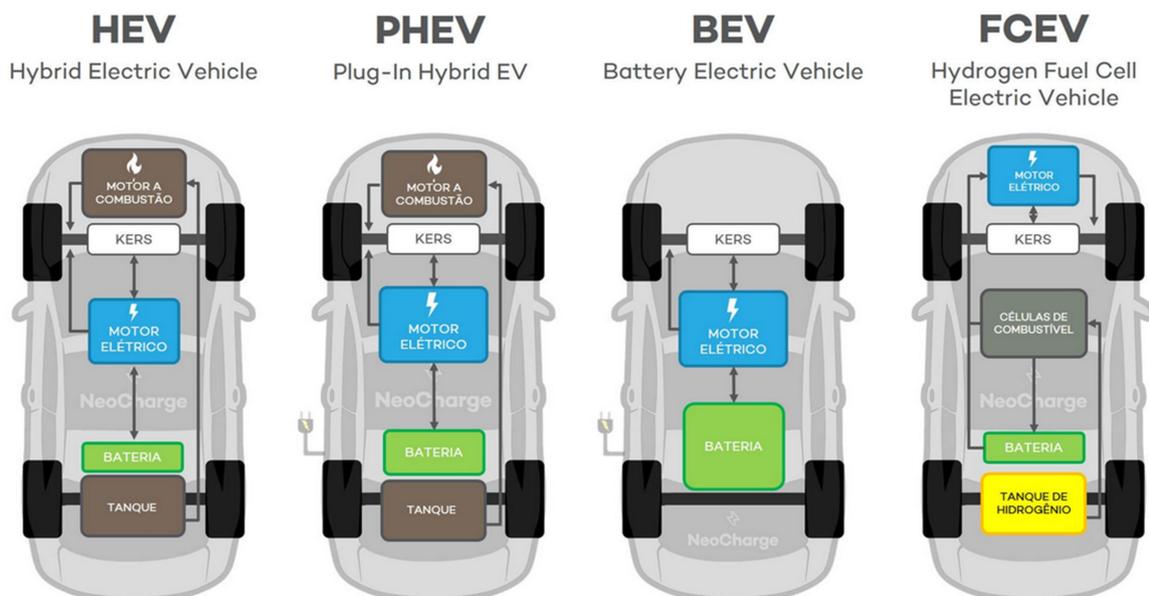
## NOVO TRANSPORTE PÚBLICO

### Atualização do Sistema de Transporte Público Coletivo Urbano Municipal

#### AUTONOMIA E RECARGA DE “BEV” ARMAZENAMENTO E REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO

#### SISTEMA DE REGENERAÇÃO

A autonomia de deslocamento/funcionamento de um veículo elétrico pode ser diretamente influenciada se o veículo em questão possuir sistema de freio regenerativo (KERS – *Kinetic Energy Recovery System* ou SREC – *Sistema de Recuperação de Energia Cinética*) instalado, pois esse sistema utiliza a energia cinética dissipada quando realizadas frenagens em seu deslocamento para recarregamento das baterias. O funcionamento de um sistema de freio regenerativo é similar à atuação de um "freio-motor", só que gerando eletricidade para recarga de baterias enquanto reduz a velocidade do veículo. Além de aumentar a autonomia de deslocamento/funcionamento de um veículo elétrico, o sistema de freio regenerativo também melhora a vida útil de diversos componentes do veículo, e é importante destacar que esse sistema não gera energia se o veículo estiver com carga completa nas baterias.



*Imagem extraída de publicação do site NeoCharge<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/freio-regenerativo-kers-veiculo-eletrico>



## PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA

Considerando que a regeneração energética por meio dos freios, principalmente em relação à quantidade de energia regenerada, depende de diversos fatores não previsíveis e não calculáveis, não é possível estimar e garantir se, e quanto, haverá regeneração de carga para as baterias em todas as utilizações do veículo. Por esse motivo a área técnica da SEMOB colocou como exigência uma autonomia mínima para cada modelo de veículo no edital "sem considerar carga regenerada pelo sistema de frenagem", ficando a possível carga regenerada na utilização do veículo como uma "sobra operacional" que poderá ser utilizada para otimizar a operação diária dos veículos do sistema de transporte público, assim como poderá ser utilizada para alterações no ciclo de recarga de cada veículo.

### **ESTRATÉGIAS E TECNOLOGIAS PARA RECARGA ELÉTRICA**

A definição de uma estratégia eficiente de recarga para certo modelo de veículo elétrico depende diretamente do contexto local e operacional no entorno dele. Para veículos que operem em serviços de Transporte Público, pode-se estabelecer que há 3 (três) estratégias de recarga: DE GARAGEM (lenta), DE OPORTUNIDADE (rápida) ou MISTA (na garagem e por oportunidade):

- **RECARGA DE GARAGEM** (lenta) é a recarga realizada com equipamentos de recarga que forneçam menor potência, e para isso é exigido então que o veículo permaneça maior tempo “parado” no local para ser recarregado. Essa estratégia de recarga necessita de equipamentos menores, e respectivamente com menor custo individual, porém demandam de maior espaço físico e mais unidades de carregamento, para que seja possível recarregar vários veículos de forma simultânea. A depender do volume de unidades de carregamento no local, e da potência individual de cada equipamento, pode ser necessária adequação da infraestrutura predial e energética para suportar o nível de tensão demandado para as recargas simultâneas.
- **RECARGA DE OPORTUNIDADE** (rápida) é a recarga realizada com equipamentos de recarga que forneçam maior potência, possibilitando recargas de grande volume energético em curto intervalo de tempo. Essa estratégia de recarga necessita de equipamentos maiores, e respectivamente com maior custo individual, e por serem utilizados durante menor intervalo de tempo podem ser otimizados para atendimento de maior volume de veículos, não sendo necessária a instalação de um grande volume de equipamentos individuais. Como a potência desses equipamentos é bem mais alta do que carregadores elétricos convencionais, se faz necessária verificação prévia da infraestrutura energética do local para suportar o nível de tensão demandado pelo equipamento.



## PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA

- **RECARGA MISTA** é a estratégia que utiliza em uma mesma operação instalações para recarga de garagem e para recarga de oportunidade.

Em relação ao tipo de equipamentos que podem se utilizados, temos os que utilizam conexão física entre a rede elétrica e o veículo (recarga condutiva) e os que fornecem energia para o veículo por meio de um campo magnético (recarga indutiva).

Entre os tipos de equipamentos que utilizam recarga condutiva, a **RECARGA PLUG-IN** é a mais popular e viável economicamente, com ampla variedade de conectores, potências, fornecedores e fabricantes. A recarga plug-in pode ser utilizada para recarga de garagem ou de oportunidade. Outra tecnologia de recarga condutiva é a **RECARGA POR PANTÓGRAFO**, a qual é realizada com equipamentos que se aproximam na parte superior ou na parte lateral do veículo para recarga com altas potências, e respectivamente em menor tempo. Essa tecnologia possui valor bem superior ao plug-in, porém demanda que os veículos não necessitem transportar baterias com maior volume de carga.

Para recarga indutiva o equipamento se assemelha ao já utilizado em sistemas de transporte sobre trilhos, demandando menor tempo para recarga e menor tamanho de baterias para o veículo, e também possibilitando que a recarga possa ser realizada durante certo deslocamento, sem a necessidade de parada do veículo para seu carregamento.

### **MANUTENÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE BATERIAS VEICULARES**

A utilização de veículos de tração elétrica por meio de baterias em sistemas de Transporte Público Coletivo Urbano no Brasil se iniciou há poucos anos e vêm progredindo de forma gradual, demonstrando maior crescimento de 2020 em diante, com um maior número de cidades adquirindo/implantando veículos deste tipo para integrar as frotas de veículos diesel já existentes e operantes, tendo como exemplo a aquisição e operação de 12 (doze) Veículos Leves sobre Pneus (VLP's) pela Prefeitura de São José dos Campos no ano de 2020, expansão de frota elétrica na cidade da São Paulo/SP, implantação de frota elétrica em Salvador/BA, testes de modelos de veículos elétricos em Curitiba/PR, entre outros.

A Secretaria de Mobilidade Urbana mantém parceria com a *World Resources Institute*<sup>2</sup> (WRI) para o planejamento de políticas públicas alinhadas com a ODS 30<sup>3</sup>. Em especial, no que se

---

<sup>2</sup> O **WRI Brasil** é um instituto de pesquisa que transforma grandes ideias em ações para promover a proteção do meio ambiente, oportunidades econômicas e bem-estar humano. Atua no desenvolvimento de estudos e implementação de soluções sustentáveis em clima, florestas e cidades. Alia excelência técnica à articulação política e trabalha em parceria com governos, empresas, academia e sociedade civil. O WRI Brasil faz parte do World Resources Institute (WRI), instituição global de pesquisa com atuação em mais de 50 países. O WRI conta com o conhecimento de aproximadamente 1700 profissionais em 12 escritórios internacionais, entre eles Brasil, China, Estados Unidos, Europa, México, Índia, Indonésia e África.



## PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA

refere ao tópico da Eletromobilidade, o Município participa na troca de experiências com outros municípios nacionais e internacionais (tais quais Curitiba e Bogotá). A incerteza que permeia esse universo com foco na sustentabilidade do transporte público tem sido cada vez mais aclarada com a divulgação de estudos de renome, em especial àquele produzido pela Bloomberg NEF anualmente.

Conforme publicado no Guia de Eletromobilidade<sup>4</sup>, o qual conta com uma seção específica e completa sobre baterias (Capítulo 2 “Caracterização Da Eletromobilidade No Transporte Coletivo Por Ônibus”), destaque-se, a seguir, resumo comparativo dos tipos de ônibus de tração elétrica:

FIGURA 7. Resumo comparativo dos tipos de ônibus de tração elétrica



Em outra publicação, Electric Vehicle Outlook 2022<sup>5</sup>, trata de estudo realizado anualmente no qual, dentre vários tópicos, realiza uma pesquisa de preço sobre o custo das baterias. No relatório anterior (2021), o preço de baterias caiu 89%, desde 2010 (“Figure 37” abaixo, demonstrando a variação do custo das baterias ao longo dos últimos anos). Já no último relatório (2022), pela primeira vez em mais de 10 anos, o preço teve um aumento de 7% em relação ao ano anterior, devido ao aumento dos preços das matérias-primas e dos componentes da bateria, somados a inflação. Destaca-se que essa não é uma tendência para os próximos anos, pois esse período de alta ainda sofre efeitos do “pós-COVID” e também foi impactado pelos efeitos econômicos da Guerra da Ucrânia<sup>6</sup>.

<https://www.wribrasil.org.br/>

<sup>3</sup> ODS 30 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – Coleção de metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas, estabelecidos em agosto de 2015 e que são o cerne da Agenda 2030, com implementação no período de 2016 à 2030.  
<https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/desenvolvimento-sustentavel/agenda-2030-para-desenvolvimento-sustentavel>

<sup>4</sup> <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-implementar-onibus-eletricos-um-guia-de-eletromobilidade-para-cidades-brasileiras>  
[https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia\\_Eletromobilidade.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/mobilidade-e-servicos-urbanos/Guia_Eletromobilidade.pdf)

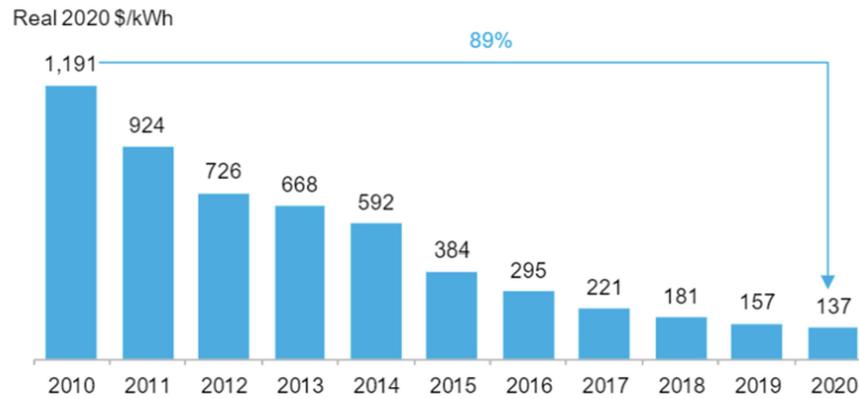
<sup>5</sup> <https://about.newenergyfinance.com/electric-vehicle-outlook/>

<sup>6</sup> <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2022/03/14/economias-mais-afetadas-pela-guerra-tem-paises-europeus-e-africanos.htm>



## PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA

Figure 37: Volume-weighted average lithium-ion pack price



Source: BNEF.

Conforme indicação de fabricantes<sup>7</sup> desse tipo de veículo, e considerando a tecnologia empregada nos veículos já operantes, os bancos de baterias, onde fica armazenada a energia para funcionamento e deslocamento dos veículos na quantidade suficiente para a autonomia máxima oferecida por cada modelo, têm, em média, garantia de desempenho e capacidade de retenção de carga energética até o 8º (oitavo) ano, com tolerância de perda de até 20% de sua eficiência, e consequente autonomia de deslocamento do veículo.

Nos últimos anos a evolução tecnológica no desenvolvimento e fabricação de baterias para veículos de tração elétrica têm sido significativa, com novos lançamentos de produtos indicando melhorias no desempenho de cargas, capacidade de armazenamento e prolongamento da vida útil.

Importante destacar que ainda não há, em operação em sistemas de Transporte Público Coletivo Urbano no Brasil, veículos que já completaram 8 (oito) anos, para que existam estudos reais de operação e demonstração dos níveis e curvas de perda de eficiência dos bancos de baterias que possam afirmar que com esse tempo de operação há a real necessidade de troca completa dos bancos de baterias dos veículos.

Em relação ao custo total de um banco de baterias de um veículo de tração elétrica, existe variação no mercado entre 20% e 50% do custo total do veículo<sup>8</sup>, a depender do modelo do veículo,

<sup>7</sup> “A garantia das baterias é de oito anos”

<https://diariodotransporte.com.br/2022/01/22/higer-confirma-onibus-articulado-eletrico-em-sao-paulo-para-julho/>

“Oito anos ou 500 mil km de garantia para a bateria”

<https://www.byd.ind.br/2020/wp-content/uploads/2020/12/BYD-D9F-20.410-v-7.0-2020-min-1.pdf>

“... e a troca de bateria a cada oito anos”

<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/chinesa-higer-bus-deve-produzir-onibus-eletrico-no-brasil-em-2023/>

<sup>8</sup> “Como a bateria corresponde a cerca de 50% do valor do veículo...”

<https://estradao.estadao.com.br/caminhoes/byd-producao-baterias-onibus-eletricos/>

“O custo das baterias, que hoje representa até 50% do valor do ônibus elétrico, deve cair, o que só deve tornar os preços mais atraentes.”

<https://umsoplaneta.globo.com/energia/noticia/2022/02/14/vendidos-por-quase-r-2-milhoes-onibus-eletricos-buscam-formas-de-amenizar-custo-para-abrir-caminho-no-brasil.ghtml>



## PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA

capacidade das baterias, tecnologia empregada, fabricante, localização do fornecedor, tributos e fornecimento de matéria-prima.

Conforme especificado no Termo de Referência da licitação de fornecimento de frota para o projeto do Novo Transporte Público, os veículos deverão ser fornecidos com baterias dimensionadas para atender, no mínimo, a autonomia de deslocamento especificado para tipo de veículo, e a empresa fornecedora da frota terá como obrigação preservar e garantir a autonomia dos veículos, com tolerância de perda de até 20%, até completar 8 (oito) anos de operação de cada veículo, devendo realizar as medidas necessárias para atendimento dessa obrigação, incluindo a substituição total ou parcial do banco de baterias, caso seja necessário.

Após esse período, a responsabilidade e obrigação da preservação e garantia de autonomia dos veículos, conforme Termo de Referência da licitação de fornecimento de frota, são exclusivamente da Administração Municipal, ou seja, após completar os 8 (oito) anos de operação de cada veículo a URBAM S.A., responsável pelo contrato de fornecimento de frota, deverá tomar as medidas necessárias para manutenção da eficiência dos veículos. Considerando as tecnologias atuais de baterias para veículos de tração elétrica, uma perda de capacidade de retenção de carga, e consequentemente uma diminuição de autonomia de deslocamento do veículo, pode ser corrigida desde uma reprogramação das células, substituição parcial de componentes do banco de baterias, até a substituição completa do banco de baterias do veículo, a depender do nível de perda ocorrido e da real necessidade no momento futuro quanto a utilização daquele veículo. Cabe acrescentar também que, caso haja a necessidade de substituição de baterias em algum dos veículos que compõem a frota, a bateria retirada não necessita obrigatoriamente ser descartada, podendo a mesma ser destinada a uso de segunda vida em outros tipos de serviço, como: armazenamento de energia para iluminação de emergência, armazenamento de energia pós-geração, venda para empresas de recuperação de células, entre outros.

Isto posto, não há como afirmar, atualmente, que, obrigatoriamente, ao completar 8 (oito) anos de operação de cada veículo a Administração Municipal terá custos imediatos para manutenção do banco de baterias, ou até de sua completa substituição, e qual será o valor financeiro futuro da manutenção que vier a ser necessária. Somente será possível estimar este dispêndio futuro conforme a operação for se desenvolvendo, ou com a disponibilização pelo mercado de mais dados fidedignos com a realidade brasileira e com a real operação urbana de transporte público.