

BOLETIM DE LOGÍSTICA **SÉRIE**

**VOLUME I**

**TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO**

**SETOR DE TRANSPORTES**

**CARROS E ÔNIBUS ELÉTRICOS**



 [infrasaoficial](#)

 [infra.oficial](#)

 [infra-oficial](#)

 [infrasa.oficial](#)

 [observatório@infrasa.gov.br](mailto:observatório@infrasa.gov.br)

 [institucional@infrasa.gov.br](mailto:institucional@infrasa.gov.br)

 [www.ontl.infrasa.gov.br](http://www.ontl.infrasa.gov.br)

 [www.infrasa.gov.br](http://www.infrasa.gov.br)

# CONTEXTUALIZAÇÃO

A venda de veículos de zero emissões está aumentando rapidamente nos principais mercados globais, mas a adoção de veículos elétricos e a hidrogênio nos países em desenvolvimento, em especial no Brasil, vem crescendo em um ritmo menor. Com incentivos adequados, o uso de veículos com emissão zero pode reduzir em até 51% os níveis de emissões de carbono em 2050. Por isso, é necessário acelerar a transição da eletrificação dos transportes e do uso de Veículos de Emissões Zero (VEZ) <sup>1</sup>.

O incentivo ao uso de veículos com zero emissões é uma estratégia chave para se aproximar da descarbonização do setor de transporte e, com isso, facilitar o atingimento das metas climáticas de longo prazo. Veículos com emissões zero incluem os movidos a bateria elétrica, a hidrogênio, a célula de combustível e outros que não emitem gases poluentes quando em funcionamento.

Neste boletim, abordamos os diferentes tipos de veículos elétricos, sua tecnologia e o mercado de veículos não poluentes, no Brasil e no mundo. Também descrevemos a eletrificação do transporte coletivo urbano e novos modelos de negócios possibilitados pela adoção de ônibus não poluentes.

<sup>1</sup> ZEV-EMDE-white-paper-A4-v3, p. 6, BID, 2022.



Carros elétricos costumam ter pegada de carbono menor do que veículos similares a gasolina ou a diesel, mesmo considerando a eletricidade usada para carregar suas baterias. Pegada de carbono é a medida de gases de efeito estufa – GEE – gerados em todo o ciclo de produção, operação e reciclagem do veículo, baseada na quantidade de carbono equivalente emitida na atmosfera. Veículos movidos apenas a energia elétrica não emitem gases poluentes pelo cano de descarga, mas a geração de energia elétrica pode ser poluente se forem usados combustíveis fósseis, como óleo combustível, gás natural ou mesmo carvão. Isso não ocorre no Brasil, pois na matriz de energia elétrica brasileira as fontes renováveis, como hidrelétrica, solar, eólica e biomassa, respondem por mais de 90% de sua geração<sup>2</sup>. Mesmo neste caso, e especialmente quando a usina elétrica fica longe dos grandes centros, o ganho de qualidade do ar urbano é significativo, como acontece na grande maioria das capitais brasileiras<sup>3</sup>.

Visando comprovar a vantagem ambiental da eletrificação dos transportes urbanos, um estudo realizado pela empresa alemã Mahle<sup>4</sup> observa que, como grande parte da energia elétrica do Brasil advém de fontes renováveis e mais limpas, como usinas hidrelétricas, um carro elétrico nas cidades brasileiras emitiria 17,6 toneladas de CO<sup>2</sup> ao longo de 10 anos. É diferente do que ocorre em países onde a maior parte da sua eletricidade é gerada a partir de combustíveis fósseis. Esse tipo de geração de energia elétrica aumenta a emissão de GEE do carro elétrico para 32,5 toneladas de CO<sup>2</sup> equivalente, que é maior do que a de um veículo movido a gasolina, cerca de 31,3 toneladas de CO<sup>2</sup> nos mesmos 10 anos<sup>5</sup>.

O que permitiu a crescente adoção de veículos não poluentes foi o aumento da autonomia com o desenvolvimento de novos tipos de baterias que fornecem maior quantidade de energia elétrica. Baterias que fornecem maior quantidade de energia elétrica com menores peso e tamanho. Isso resultou em carros e ônibus com autonomia compatível com o uso urbano. A utilização destes

veículos em viagens de longa distância depende do aumento do número de carregadores instalados nas principais rodovias. Já existem iniciativas para aumentar o número de carregadores em rodovias no Brasil, que devem ser efetivadas em alguns anos.

Com o avanço da tecnologia, carros elétricos já possuem autonomia suficiente para as necessidades típicas de uso nas cidades. Estudos mostram que a maioria das pessoas, normalmente, não costuma dirigir mais que 168 km por dia e os carros elétricos disponíveis para compra possuem autonomia maior que 336 km.<sup>3</sup>



<sup>2</sup> <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/05/13/carros-eltricos-so-realmente-verdes.ghtml>

<sup>3</sup> <https://www.epa.gov/greenvehicles/electric-vehicle-myths>

<sup>4</sup> <https://www.mahle.com/de/about-mahle/>

<sup>5</sup> Energy Efficiency and CO<sup>2</sup> Emissions Brazilian Perspective , MAHLE 2020

# SITUAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL

Em 2020, alguns países de mercados emergentes e em desenvolvimento alcançaram participação relevante na utilização de veículos com emissões zero na proporção total de veículos. No Chile, ônibus urbanos elétricos compõem 15% da frota. No Vietnã, motos elétricas são 8,5% do total. No caso específico de carros de passeio, os melhores resultados em mercados emergentes foram alcançados pela Ucrânia, com 0,9% e pela Jordânia, com 0,8%. Ainda existem poucas políticas de incentivo ao uso de veículos de emissão zero nesses mercados e as que existem não possuem data de previsão para alcançar 100% de venda desses veículos. A implementação de políticas de incentivo ao uso de veículos não poluentes bem desenhadas pode levar a uma maior adoção deles.<sup>7</sup>

Uma forma de reduzir bastante as emissões nos transportes urbanos é a adoção de veículos não poluentes no transporte público, em especial nas frotas de ônibus. Mesmo que a frota mundial de ônibus elétricos ainda seja proporcionalmente pequena, a venda de ônibus elétricos novos em todo o mundo é significativa. Em 2021, 45% dos novos ônibus vendidos no mundo foram eletrificados. Estima-se que a proporção mundial de ônibus elétricos chegue perto de 80% nas próximas duas décadas<sup>6</sup>.

O *market share* de carros eletrificados no Brasil foi de 2,5% em 2022. Com uma frota total circulante de 126.504 veículos. Sua participação no total da frota de carros leves ficou em 1,8% em 2021.

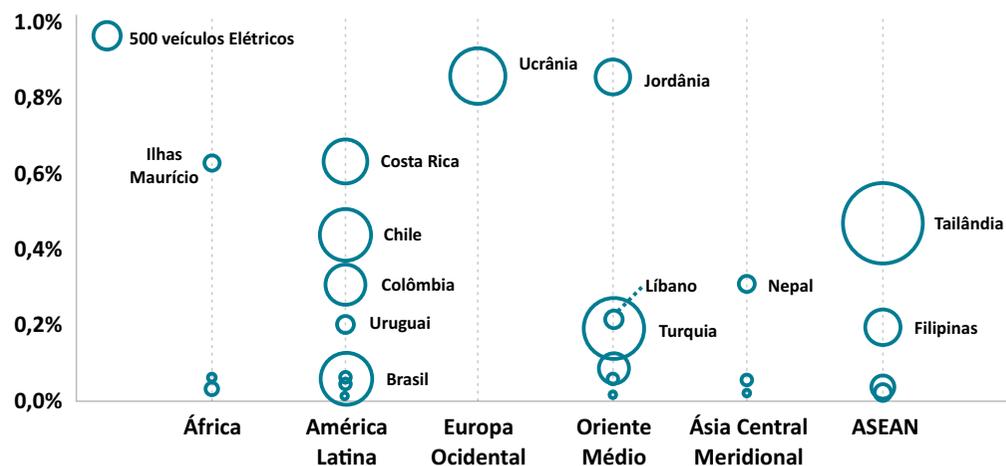
Países de alta renda como Israel, Singapura e EAU – Emirados Árabes Unidos – tem um *market share* de 3,1%; 2,5% e 1,7% respectivamente. Colômbia, Nepal, Uruguai, Líbano e Filipinas possuem *market share* menor que 0,3%. A participação destes veículos no Chile está em 0,5%, enquanto que a participação de Costa Rica, Colômbia e Tailândia está em 0,6%, conforme a Tabela ao lado. (Dados de 2020)<sup>7</sup>.

## Market Share de Veículos com Emissões Zero

Israel	3,1%
Singapura	2,5%
EUA	1,7%
Chile	0,5%
Costa Rica e Tailândia	0,6%
Colômbia, Nepal, Uruguai, Líbano e Filipinas	< 0,3%

Fonte: ZEV-EMDE-white-paper-A4-v3, p. 6, BID, 2022. Adaptado.

## Participação na venda de novos carros elétricos a bateria (%) e tamanho relativo do mercado em países emergentes e em desenvolvimento.



Fonte: ZEV-EMDE-white-paper-A4-v3, p. 6, BID, 2022. Adaptado.

<sup>6</sup> <https://alphastruxure.com/overcoming-three-big-barriers-to-fleet-electrification-through-eaas-microgrids/>

<sup>7</sup> KHAN, Tanzila, A Critical Review of ZEV Deployment in Emerging Markets, p. 6, BID, 2022.

# SITUAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL

A produção de carros elétricos está crescendo rapidamente nos países desenvolvidos. Na União Europeia, 21% dos carros novos já são elétricos. Na Noruega, 79% são elétricos ou híbridos plug-in. Nos EUA, em 2022, 7,2% foram eletrificados. Na média mundial, são produzidos 13% de carros elétricos em relação à produção total<sup>8</sup>.

Pela primeira vez, um carro elétrico foi o mais vendido no mundo. Apesar de mais caro, o Tesla Modelo Y superou as vendas do Toyota RAV4 e dos modelos Corolla da mesma marca no primeiro trimestre de 2023. A venda do Tesla foi de 267.000 unidades. Já o número de carros Corolla vendidos foi de 256.400, seguido pela Hilux com 214.000, a RAV4 com 211.000 e o Camry com 166.200<sup>9</sup>. Todos da Toyota.

Na China, 27% dos carros novos vendidos já são elétricos e em 2022 foram produzidos 6,2 milhões de carros elétricos ou híbridos plug-in. Lá, a venda cresceu 82% em 2022 enquanto o crescimento global deste mercado foi de 55%, em relação ao ano anterior. A Tabela abaixo apresenta esses dados de forma mais clara.

## Market Share de Carros Elétricos ou Elétricos Plug-in Novos

União Europeia	21%
Noruega	79%
Estados Unidos	7,2%
China	27%
Mundo	13%

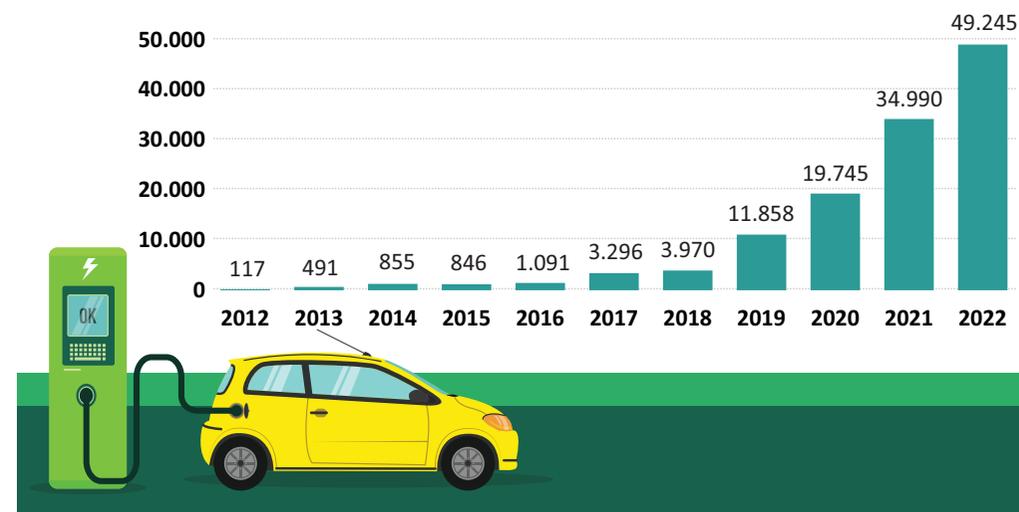
Fonte: KHAN, Tanzila, A Critical Review of ZEV Deployment in Emerging Markets, p. 6, BID, 2022.

<sup>8</sup> <https://www1.folha.uol.com.br/opiniaio/2023/03/choque-eletrico.shtml>

<sup>9</sup> <https://www.theverge.com/2023/5/26/23738581/tesla-model-y-ev-record-world-best-selling-car-electric>

Segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE – e como mostra o gráfico abaixo, foram emplacados 34.990 veículos eletrificados leves em 2021, que representam 1,4% do total de 1.006.685 veículos comercializados no mercado interno entre janeiro e junho de 2021. Em 2022, a frota brasileira de veículos eletrificados leves chegou a 126.504 e obteve 41% de crescimento de emplacamentos frente a 2021<sup>10</sup>. A ABVE considera veículos eletrificados os Veículos Elétricos Híbridos, Veículos Elétricos Plug-in e Veículos Elétricos a Bateria, incluindo automóveis e veículos comerciais leves. Não entram nesta lista caminhões, ônibus, quadriciclos, minimotos, motonetas, patinetes, etc. O uso de veículos elétricos pesados, como caminhões, ainda é experimental nos mercados emergentes.

## Evolução do Emplacamento de Veículos Eletrificados a cada ano no Brasil



Fonte: ABVE - [www.abve.org.br](http://www.abve.org.br)  
<http://www.abve.org.br/eletrificados-crescem-51-no-1o-quadrimestre/>

<sup>10</sup> <https://www1.folha.uol.com.br/opiniaio/2023/03/choque-eletrico.shtml>

# TECNOLOGIA DE CARROS ELÉTRICOS

## PANORAMA DA TECNOLOGIA DE CARROS ELÉTRICOS

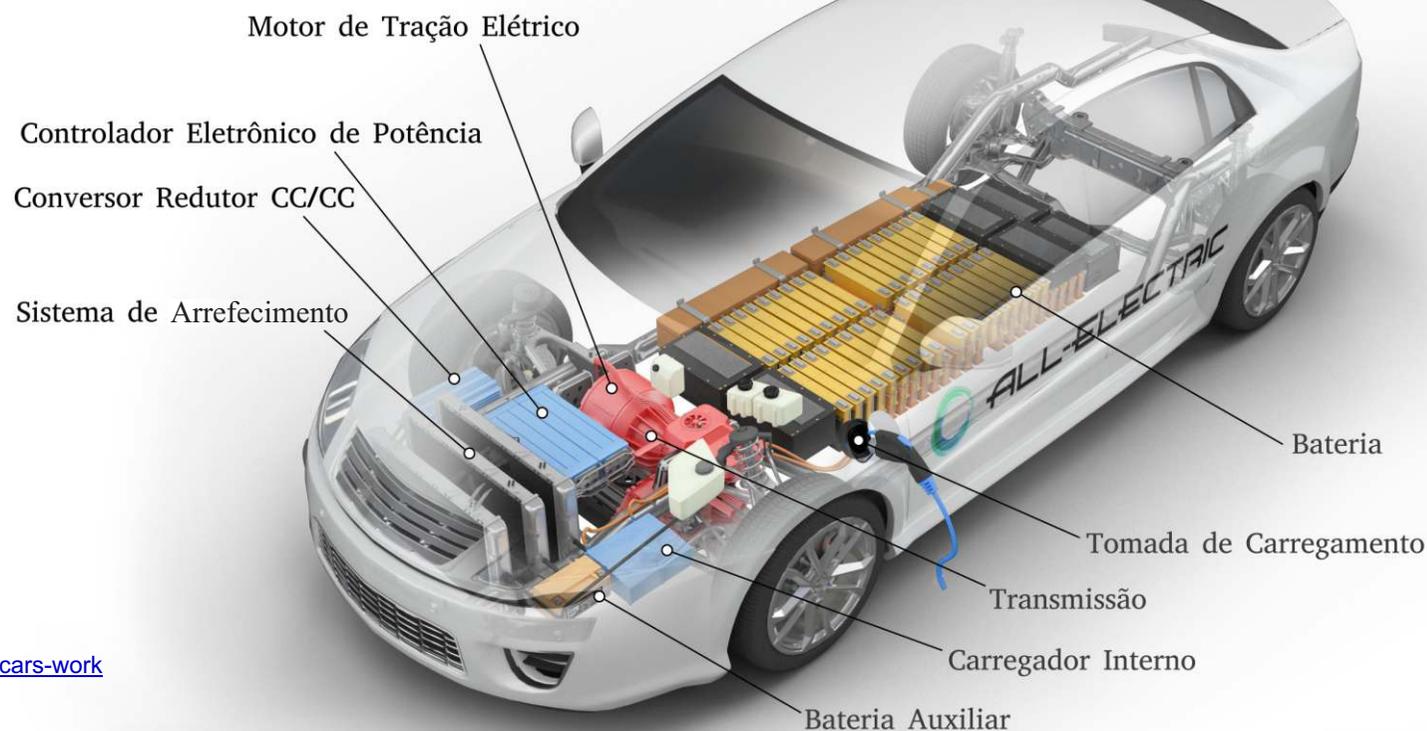
### Situação Atual

Carros elétricos são divididos em três tipos, carro elétrico a bateria, *Battery Electric Vehicle* (BEV), carro elétrico híbrido, *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), e carro elétrico híbrido plug-in, *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). O primeiro funciona apenas com baterias elétricas, o segundo é movido por um conjunto de motores a combustão e a energia elétrica. O terceiro além de funcionar com estes dois motores, também permite carregar a bateria na rede elétrica. Este

último, com bateria maior e com tomada para usar um carregador externo é mais eficiente, usa menos o motor a combustão, permite funcionar com mais frequência no modo elétrico, não depende tanto da desaceleração para carregar suas baterias e usa ainda menos gasolina. Normalmente, isso significa um custo operacional menor para o proprietário do carro elétrico híbrido plug-in.

### Carro elétrico

Representação dos principais componentes de um carro elétrico a bateria BEV.



Fonte: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>  
Com adaptações.

## Principais Componentes de um Carro Elétrico

<i>Componente</i>	<i>Função</i>
<b>Bateria Auxiliar</b>	Em um carro elétrico, a bateria auxiliar fornece energia elétrica para alimentar seus acessórios.
<b>Tomada de Carregamento</b>	A tomada de carregamento permite a conexão de uma fonte externa de energia para carregar a bateria de tração.
<b>Conversor CC/CC</b>	Este dispositivo rebaixa a corrente contínua de alta tensão oriunda da bateria de tração em corrente contínua de baixa tensão com a potência necessária para recarregar a bateria auxiliar e alimentar os acessórios do veículo.
<b>Motor de Tração Elétrico</b>	Esse motor usa energia elétrica fornecida pela bateria de tração para girar as rodas do veículo. Alguns veículos usam motores/geradores que tanto carregam a bateria quanto impulsionam suas rodas.
<b>Carregador interno</b>	Este carregador converte a corrente alternada da rede elétrica para corrente contínua, que chega na tomada de carregamento, para carregar a bateria de tração. Ele também comunica com o carregador externo, para determinar a velocidade e potência da carga, se lenta ou rápida, a tensão, a corrente, a temperatura e o nível de carga da bateria enquanto ela está sendo carregada.
<b>Controlador de Potência Eletrônico</b>	Esta unidade gerencia o fluxo de energia elétrica entregue pela bateria de tração controlando a velocidade, a potência e o torque do motor de tração elétrica.
<b>Sistema de Arrefecimento</b>	Este sistema mantém a faixa de temperatura adequada do motor elétrico, do controlador de potência eletrônico e de outros componentes.
<b>Bateria de Tração</b>	Armazena eletricidade a ser usada pelo motor de tração.
<b>Transmissão</b>	A transmissão transfere potência mecânica do motor elétrico de tração para o diferencial e, daí, para os semieixos que giram as rodas.

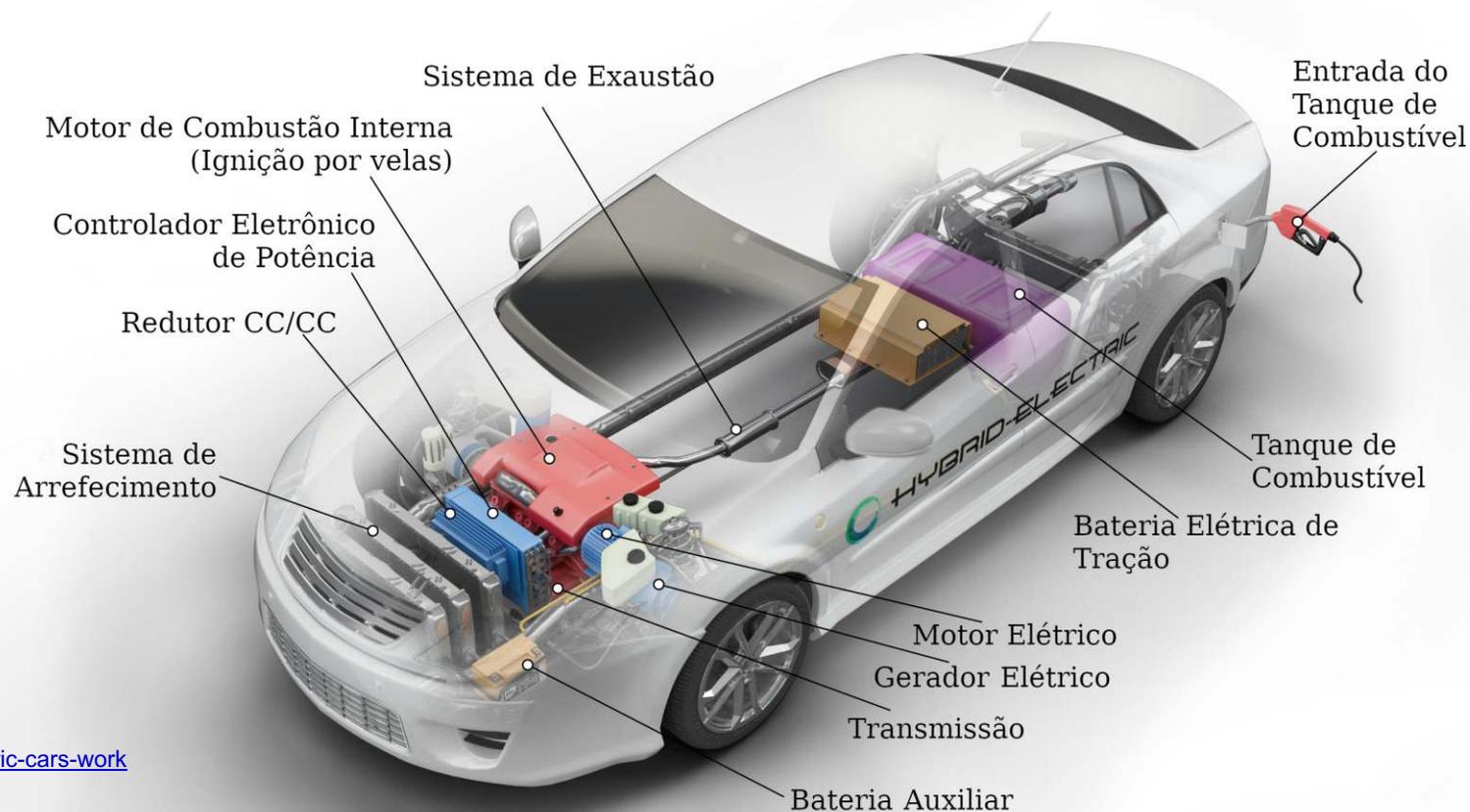
# TECNOLOGIA DE CARROS ELÉTRICOS

Veículos elétricos diferenciam-se dos veículos a combustão interna por possuírem uma grande bateria de tração que fornece energia a um motor elétrico, e que também pode funcionar como um gerador que aproveita a inércia ou a desaceleração do carro para gerar energia elétrica, uma bateria auxiliar para acessórios, um carregador interno, uma tomada para conexão à rede de energia elétrica, um controlador eletrônico de potência, um conversor de corrente contínua e um sistema de arrefecimento.

O controlador eletrônico de potência regula o fluxo de energia elétrica fornecida pela bateria de tração, de forma a regular a velocidade e o torque do motor. O conversor de corrente contínua rebaixa a tensão fornecida pela bateria de tração a uma voltagem compatível com os acessórios e com a recarga da bateria auxiliar. O carregador interno converte a corrente alternada da rede elétrica para corrente contínua para carregar a bateria de tração. Ele também possui um circuito de controle com o carregador externo que permite a comunicação entre os carregadores para alternar entre carga lenta e rápida e controlar tensão, corrente, temperatura e carga da bateria durante seu carregamento.

## Carro elétrico híbrido

Representação de um carro elétrico híbrido – Este tipo de carro possui um motor elétrico e um motor a combustão interna, além de uma bateria relativamente pequena.



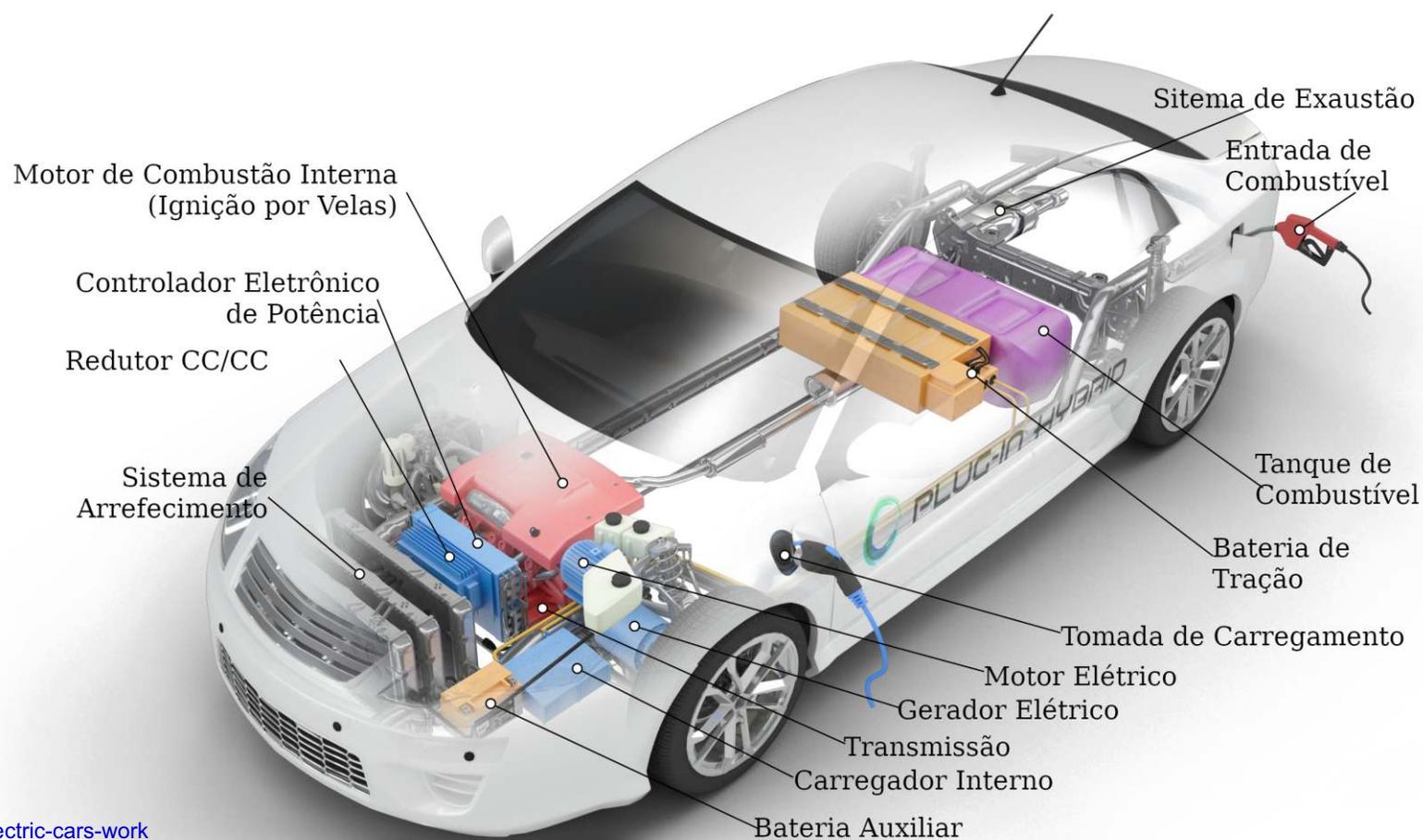
Fonte: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>  
Com adaptações.

## Principais Componentes de um Carro Híbrido

<i>Componente</i>	<i>Função</i>
<b>Bateria Auxiliar (em veículos híbridos)</b>	Em um carro híbrido, a bateria auxiliar fornece energia elétrica para dar partida no motor a combustão interna e alimenta com energia elétrica seus acessórios.
<b>Conversor CC/CC</b>	Este dispositivo rebaixa a corrente contínua de alta tensão oriunda da bateria de tração em corrente contínua de baixa tensão com a potência necessária para recarregar a bateria auxiliar e alimentar os acessórios do veículo.
<b>Motor de Tração Elétrico</b>	Este motor usa energia elétrica fornecida pela bateria de tração para girar as rodas do veículo. Alguns veículos usam motores/geradores que tanto carregam a bateria quanto impulsionam suas rodas.
<b>Motor de combustão interna</b>	No carro híbrido, combustível é introduzido ou diretamente nos cilindros ou em um coletor de admissão. O combustível é introduzido combinado com ar para permitir a ignição iniciada pela vela que cria uma corrente elétrica dentro dos cilindros. Com a ignição da mistura, já comprimida, surge uma explosão que expande o pistão e gera força na biela para impulsionar a árvore de manivelas do motor. Isto faz com que o motor gire um eixo que é conectado à transmissão e ao sistema motriz.
<b>Gerador Elétrico</b>	Produz energia elétrica ao converter a energia mecânica vinda das rodas durante as frenagens ou com a inércia do veículo. Alguns veículos usam motores/geradores que tanto carregam a bateria quanto impulsionam suas rodas.
<b>Controlador de Potência Eletrônico</b>	Esta unidade gerencia o fluxo de energia elétrica entregue pela bateria de tração controlando a velocidade, a potência e o torque do motor de tração elétrica.
<b>Sistema de Arrefecimento</b>	Este sistema mantém a faixa de temperatura adequada do motor elétrico, do controlador de potência eletrônico e de outros componentes.
<b>Sistema de Exaustão</b>	O sistema de exaustão canaliza gases oriundos do coletor de escapamento do motor através do cano de descarga e do catalizador, que é projetado para reduzir as emissões de gases no sistema de exaustão.
<b>Bateria de Tração</b>	Armazena eletricidade a ser usada pelo motor de tração.
<b>Transmissão</b>	A transmissão transfere potência mecânica do motor elétrico de tração para o diferencial e, daí, para os semieixos que giram as rodas
<b>Bico e mangueira de combustível</b>	O bico da mangueira de combustível é inserido na entrada do tanque de combustível para enchê-lo.
<b>Tanque de combustível</b>	Este tanque armazena gasolina, ou também álcool no caso de motores flex, dentro do veículo para o acionamento do motor a combustão, quando necessário.

## Carro elétrico híbrido plug-in

Representação de um carro elétrico híbrido plug-in – Este tipo de carro possui um motor elétrico e um motor a combustão interna, além de uma bateria de tamanho intermediário entre as dos carros elétricos e híbridos.



Fonte: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-all-electric-cars-work>  
Com adaptações.

## Principais Componentes de um Carro Híbrido Plug-In

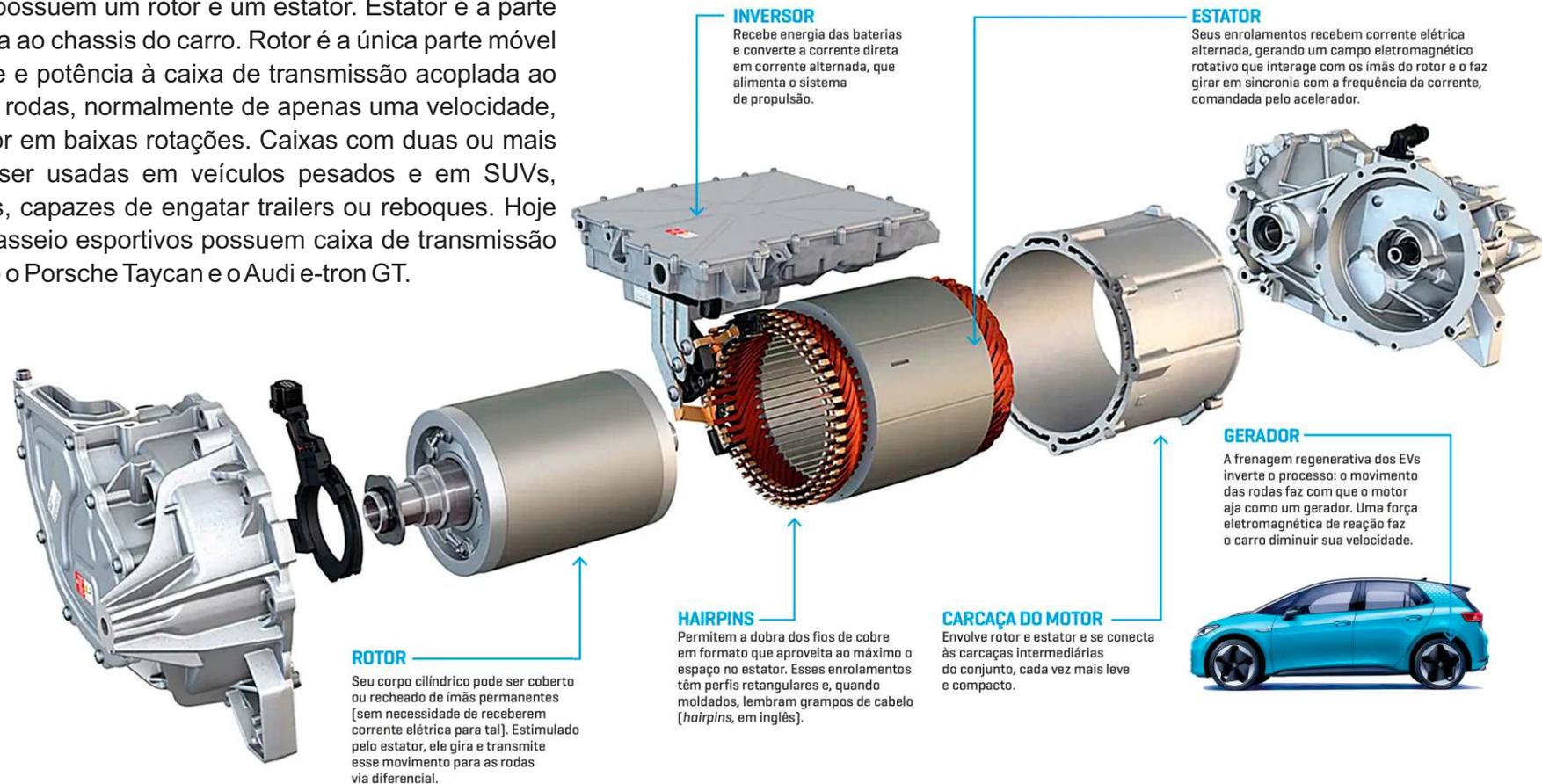
<i>Componente</i>	<i>Função</i>
<b>Bateria Auxiliar (em veículos híbridos)</b>	Em um carro híbrido, a bateria auxiliar fornece energia elétrica para dar partida no motor a combustão interna e alimenta com energia elétrica seus acessórios.
<b>Conversor CC/CC</b>	Este dispositivo rebaixa a corrente contínua de alta tensão oriunda da bateria de tração em corrente contínua de baixa tensão com a potência necessária para recarregar a bateria auxiliar e alimentar os acessórios do veículo.
<b>Tomada de Carregamento</b>	A tomada de carregamento permite a conexão de uma fonte externa de energia para carregar a bateria de tração.
<b>Carregador interno</b>	Este carregador converte a corrente alternada da rede elétrica para corrente contínua, que chega na tomada de carregamento, para carregar a bateria de tração. Ele também comunica com o carregador externo, para determinar a velocidade e potência da carga, se lenta ou rápida, a tensão, a corrente, a temperatura e o nível de carga da bateria enquanto ela está sendo carregada.
<b>Motor de Tração Elétrico</b>	Este motor usa energia elétrica fornecida pela bateria de tração para girar as rodas do veículo. Alguns veículos usam motores/geradores que tanto carregam a bateria quanto impulsionam suas rodas.
<b>Motor de combustão interna</b>	No carro híbrido, combustível é introduzido ou diretamente nos cilindros ou em um coletor de admissão. O combustível é introduzido combinado com ar para permitir a ignição iniciada pela vela que cria uma corrente elétrica dentro dos cilindros. Com a ignição da mistura, já comprimida, surge uma explosão que expande o pistão e gera força na biela para impulsionar a árvore de manivelas do motor. Isto faz com que o motor gire um eixo que é conectado à transmissão e ao sistema motriz.
<b>Gerador Elétrico</b>	Produz energia elétrica ao converter a energia mecânica vinda das rodas durante as frenagens ou com a inércia do veículo. Alguns veículos usam motores/geradores que tanto carregam a bateria quanto impulsionam suas rodas.
<b>Controlador de Potência Eletrônico</b>	Esta unidade gerencia o fluxo de energia elétrica entregue pela bateria de tração controlando a velocidade, a potência e o torque do motor de tração elétrica.
<b>Sistema de Arrefecimento</b>	Este sistema mantém a faixa de temperatura adequada do motor elétrico, do controlador de potência eletrônico e de outros componentes.
<b>Sistema de Exaustão</b>	O sistema de exaustão canaliza gases oriundos do coletor de escapamento do motor através do cano de descarga e do catalizador, que é projetado para reduzir as emissões de gases no sistema de exaustão.
<b>Bateria de Tração</b>	Armazena eletricidade a ser usada pelo motor de tração.
<b>Transmissão</b>	A transmissão transfere potência mecânica do motor elétrico de tração para o diferencial e, daí, para os semieixos que giram as rodas
<b>Bico e mangueira de combustível</b>	O bico da mangueira de combustível é inserido na entrada do tanque de combustível para enchê-lo.
<b>Tanque de combustível</b>	Este tanque armazena gasolina, ou também álcool no caso de motores flex, dentro do veículo para o acionamento do motor a combustão, quando necessário.

## Carregador Externo



## Motor elétrico

Todos os motores elétricos possuem um rotor e um estator. Estator é a parte externa e fixa do motor, presa ao chassis do carro. Rotor é a única parte móvel do motor que fornece torque e potência à caixa de transmissão acoplada ao diferencial e ao eixo com as rodas, normalmente de apenas uma velocidade, pois o motor funciona melhor em baixas rotações. Caixas com duas ou mais velocidades só costumam ser usadas em veículos pesados e em SUVs, veículos utilitários pequenos, capazes de engatar trailers ou reboques. Hoje em dia, apenas carros de passeio esportivos possuem caixa de transmissão com duas velocidades, como o Porsche Taycan e o Audi e-tron GT.

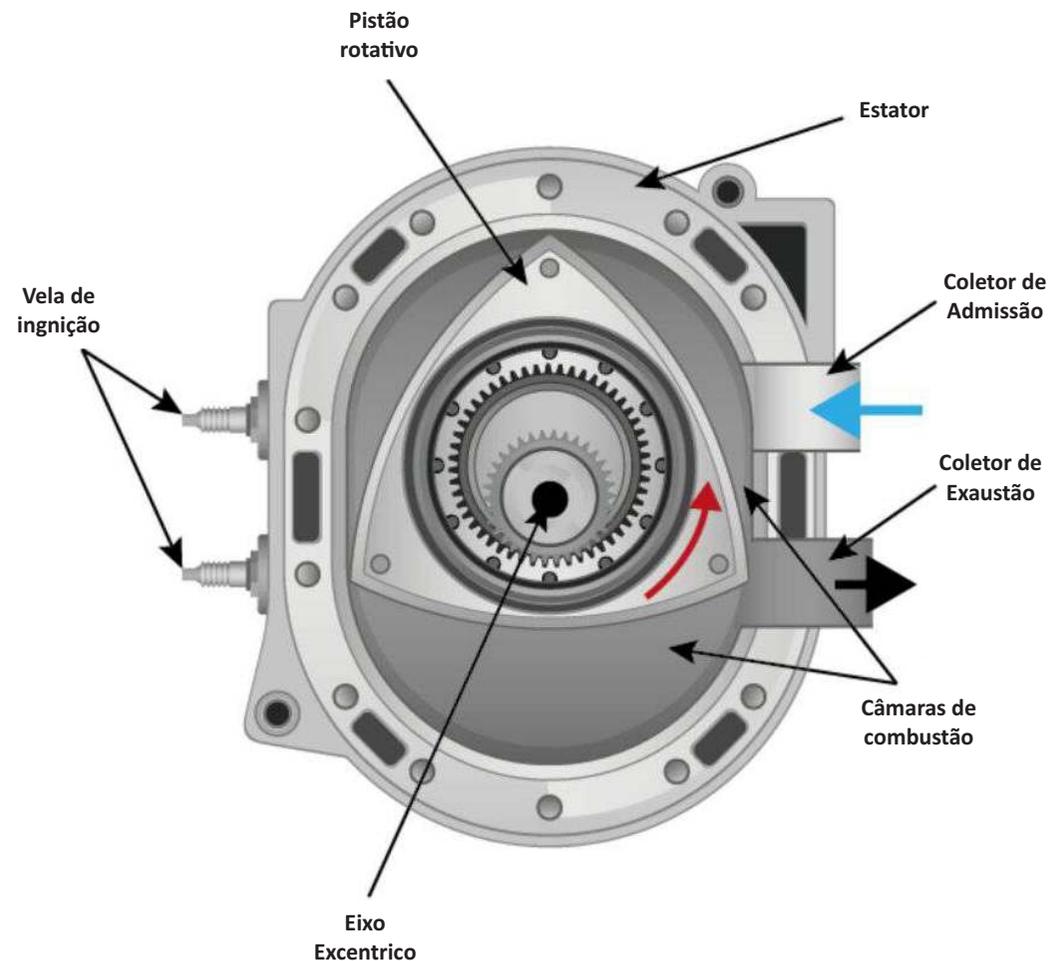


Fonte: <https://quatorrodas.abril.com.br/wp-content/uploads/2021/09/Novas1.jpg?quality=70&strip=info> Quatro Rodas

## Motor rotativo wankel

Assim como existem vários tipos de motores a combustão interna como motores de dois ou quatro tempos, de dois a doze cilindros, ou motores rotativos tipo Wankel, ou mesmo motores em linha e motores em V, também existem vários tipos de motores elétricos. Motores elétricos automotivos podem ser assíncronos de indução e síncronos com eletroímãs ou ímãs permanentes no rotor.

O motor rotativo a combustão interna tipo Wankel, desenvolvido pelo engenheiro alemão Felix Wankel na década de 50<sup>12</sup>, tem os mesmos quatro tempos de um motor em linha. Esta tecnologia fornece um motor potente, mais leve e compacto, com menos peças e vibração mas com maior consumo de combustível do que motores em linha. Foi inicialmente produzido pela Mazda, que também o forneceu para a Citroën. O último modelo de carro de passeio a combustão interna a usar este motor foi o Mazda RX-8, que não é mais produzido a partir de 2012. Com o crescimento das vendas de carros elétricos, a Mazda passará a equipar seus novos modelos híbridos com o motor rotativo tipo Wankel<sup>13</sup>.



<sup>12</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Mazda\\_Wankel\\_engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Mazda_Wankel_engine)

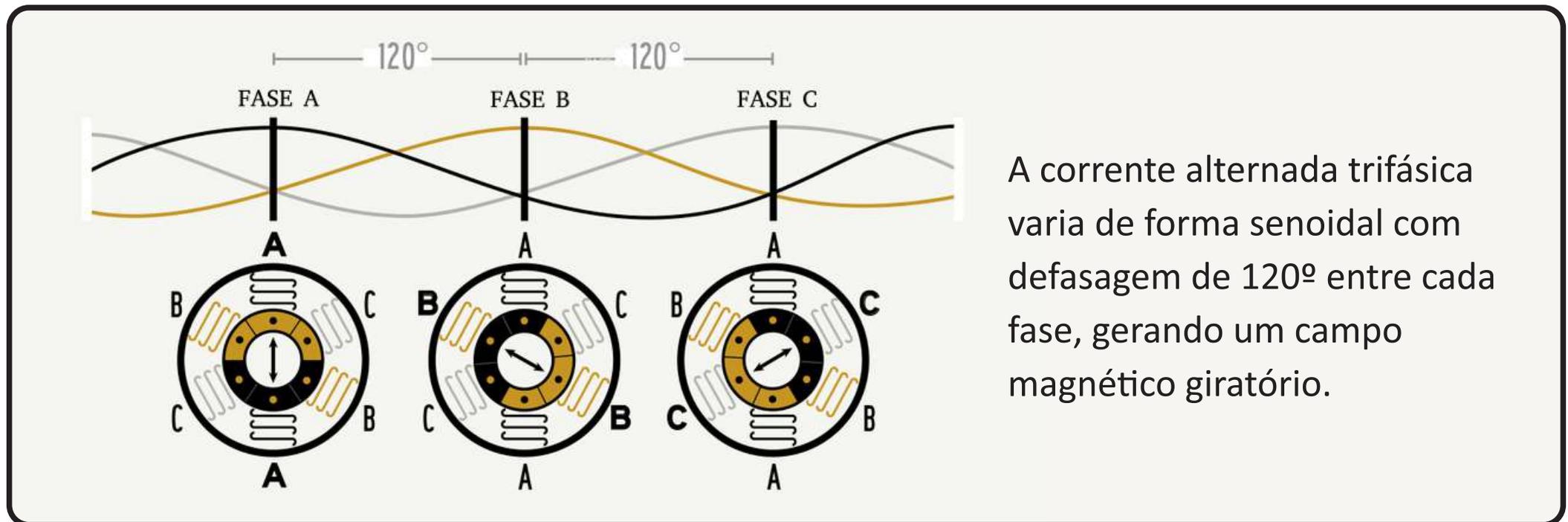
<sup>13</sup> <https://www.caranddriver.com/news/a42433264/mazda-plug-in-hybrid-mx-30-rotary-engine-announced/>

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel\\_engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Wankel_engine) Adaptado.

Todos os motores elétricos automotivos atuais usam corrente alternada trifásica para gerar um campo magnético giratório que tem sua frequência, torque e potência moduladas pelo controlador eletrônico de potência que responde aos comandos do motorista, ou do piloto automático, ao pisar no acelerador. Para que veículos elétricos funcionem adequadamente é necessário o uso de baterias com boa autonomia e baixo peso. A figura abaixo mostra o funcionamento de motores acionados por corrente alternada trifásica.

Como baterias funcionam em corrente contínua, motores elétricos possuem um inversor CC-CA, que converte corrente em corrente alternada para alimentar o estator com a corrente trifásica necessária para gerar o campo magnético giratório que move o rotor e aciona o sistema motriz do veículo – conjunto transmissão, diferencial, eixos e rodas –. Estes mesmos motores podem funcionar como geradores de corrente elétrica para carregar as baterias aproveitando a inércia ou a desaceleração do veículo. A inércia do veículo é mais eficiente para carregar as baterias do que a frenagem.

Corrente alternada trifásica



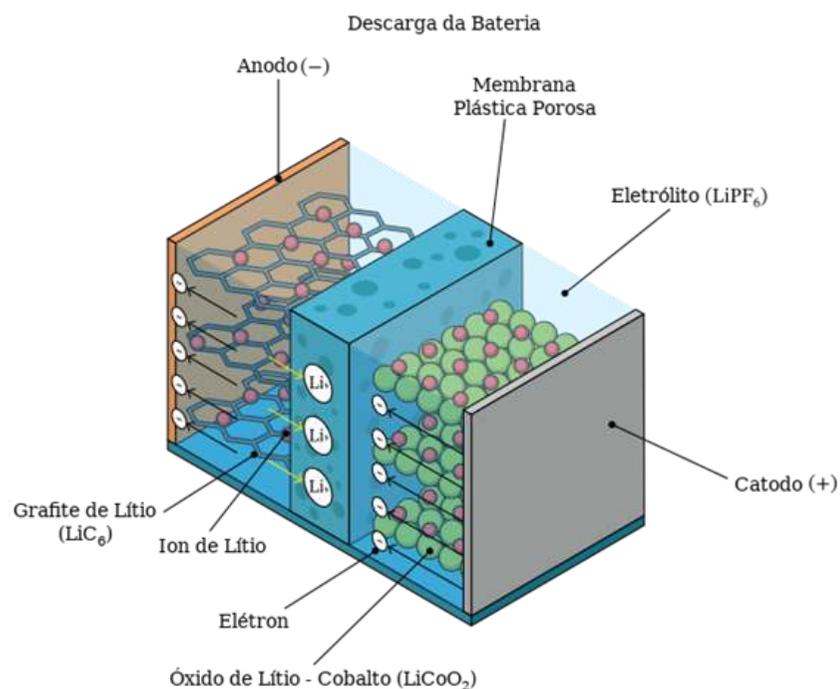
A corrente alternada trifásica varia de forma senoidal com defasagem de  $120^\circ$  entre cada fase, gerando um campo magnético giratório.

Fonte: <https://www.caranddriver.com/features/a39493798/ev-motors-explained/> Adaptado.

# TECNOLOGIA DE CARROS ELÉTRICOS

Hoje em dia existem essencialmente dois tipos de baterias automotivas. Todas usam lítio nos seus catodos e, por isso, são chamadas de baterias de íon de lítio. Elas usam dois metais diferentes separados por um eletrólito, que é um material eletro condutor que produz íons, para gerar corrente elétrica. Os polos das baterias são chamados de catodo e anodo, positivo e negativo respectiva-

**Representação de uma bateria de íons de lítio gerando corrente elétrica.**



Fonte: <https://www.nagwa.com/en/explainers/716159458715/#:-:text=Lithium%2Dion%20batteries%20are%20a,i%20C%20o%20O%20%20>

mente. O lítio é usado junto com outros metais para aproveitar o desbalanceamento dos íons da bateria, que podem ser negativos – ânions – ou positivos – cátions –, para gerar corrente elétrica. Em todas as baterias automotivas, o anodo, ou polo negativo, costuma ser feito de grafite.

**Representação do conjunto de baterias sob o assoalho de um carro elétrico.**



Fonte: <https://www.turbo.pt/wp-content/uploads/2020/05/Jaguar-i-Pace-Platform-1500x1000-2.jpg>

O tipo mais comum de bateria usa uma mistura de três ou quatro metais. Baterias tipo NMC usam níquel, manganês e cobalto. As baterias tipo NMCA também usam alumínio. Estas baterias possuem maior densidade de energia – energia por peso ou volume –, mas também têm alta propensão a oxidar e pegar fogo em caso de curto-circuito ou impacto violento, como em um acidente grave.

Outro tipo de bateria, mais comum na China, é a de lítio-ferro-fósforo – LFP –. Baterias LFP possuem significativamente menor densidade energética e, por isso, demandam maiores volumes para garantir a mesma energia e autonomia para o carro elétrico, comparativamente às baterias NMC e NMCA. Em compensação, baterias LFP são mais difíceis de oxidar e pegar fogo e não usam metais raros, e caros. Tanto ferro quanto fósforo são amplamente utilizados e não existem grandes limites para sua utilização, devido à sua abundância. Carros de linha mais barata da Tesla e da Ford usam este tipo de bateria e deixam as baterias mais caras para seus veículos de alta gama, de luxo ou esportivos.

Todos os veículos elétricos usam software para gerenciar o carregamento e garantir maior vida útil das baterias. Como estas baterias funcionam melhor em

temperatura amena, em torno de 22 C, carros elétricos possuem sistemas de arrefecimento e aquecimento computadorizados, ou gerenciados por software, para manter uma temperatura constante durante uso ou carregamento. Se, hoje em dia, o componente mais importante de um carro à combustão é o motor, a tendência no mercado de carros elétricos é de que o componente mais importante seja o computador de bordo, ou o software embarcado que controla quase tudo no carro. Desde a velocidade e torque do motor, a carga e recarga das baterias e até a condução dos veículos. Haverá cada vez mais carros com direção assistida, ou mesmo autônomos. Recentemente, a Uber anunciou que vai começar a oferecer viagens e entregas com carros sem motorista em Phoenix-AZ, capital do estado do Arizona nos EUA, em uma parceria com a Waymo, empresa de carros autônomos da controladora do Google, Alphabet. A General Motors já recebeu autorização para usar carros autônomos em sua startup de mobilidade, Cruise, em São Francisco na Califórnia<sup>14</sup>.

Com o intuito de reduzir custos, fabricantes de automóveis estão construindo fábricas exclusivas para a produção de baterias. Estes costumam estabelecer joint-ventures com empresas de material eletrônico como aconteceu entre a GM e a LG em vários estados americanos como Michigan, Ohio e Tennessee.

<sup>14</sup> <https://jornaldocarro.estadao.com.br/carros/uber-vai-iniciar-corridas-e-entregas-sem-motorista-com-empresa-do-google/>

Nos motores elétricos, escovas são peças que conectam permanentemente o estator e o rotor para transmitir corrente elétrica entre estes dois. Até pouco tempo, apenas motores sem escovas para levar corrente elétrica até o rotor eram adequados a carros elétricos, pois elas têm a tendência de se desgastarem e de produzirem pó, normalmente de grafite, com o desgaste das escovas. Recentemente, a BMW lançou seu novo modelo do i4 e do iX com motores com escovas. A vantagem do motor com escovas é que o rotor não precisa de ímãs permanentes, que costumam ser feitos com terras raras. O campo magnético giratório é criado por uma corrente contínua em enrolamentos de cobre no rotor. O fato de não precisar de ímãs permanentes de terras raras diminui bastante o custo de produção. Para superar os problemas de desgaste das escovas e consequente acúmulo de pó, essas são envolvidas em um compartimento isolado, com um invólucro de fácil remoção para facilitar a troca, que deve ser periódica. Outra vantagem do motor com escovas é que o eletroímã do rotor permite variar o campo magnético podendo otimizar o funcionamento. Entretanto, é necessário aplicar corrente para energizar o rotor tornando o motor menos eficiente. Especialmente em baixas velocidades, em que a corrente elétrica necessária para gerar o campo magnético do rotor representa grande porcentagem de todo o consumo desta no motor.

Vários novos tipos de baterias estão sendo estudados para melhorar o desempenho dos carros elétricos. Muitos fabricantes estão pesquisando baterias de

estado-sólido, que usam eletrólitos sólidos no lugar dos úmidos ou líquidos. Este tipo de bateria promete maior densidade energética, que permitirá maior autonomia, menor peso e menor volume em relação às baterias de íons de lítio. Mas ainda será necessário reduzir o custo de fabricação e aumentar a vida útil deste tipo de bateria, o que pode acontecer com a produção em larga escala. A Toyota planeja vender carros com baterias de estado-sólido no meio desta década, inicialmente nos carros híbridos por usarem baterias menores e não precisarem de grande autonomia.

Também está sendo estudada a produção de baterias de íons de sódio. Estas têm uma construção semelhante às de íons de lítio, mas usam sódio como principal ingrediente químico. Neste caso, a grande vantagem seria a redução do custo de produção, visto que o sódio é um elemento químico abundante. Ainda não se sabe se estas baterias serão capazes de atender os requisitos de carga e autonomia de veículos elétricos, por isso muitas empresas estão pesquisando seu uso em aplicações mais simples como bicicletas, minimotos, motonetas e patinetes elétricos<sup>15</sup>.

Outra linha de pesquisa está desenvolvendo anodos – eletrodos negativos –, mais avançados e feitos de compostos de carbono ou de silício com o intuito de aumentar a densidade de energia em até 10 vezes em relação aos anodos de grafite usados atualmente<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> <https://www.technologyreview.com/2023/01/04/1066141/whats-next-for-batteries/#:~:text=Sodium%2Dion%20batteries%20also%20swerve,as%20the%20main%20chemical%20ingredient>

<sup>16</sup> <https://www.caranddriver.com/features/a39493871/the-future-for-ev-batteries/>

## PECULIARIDADES DA TECNOLOGIA DO CARRO ELÉTRICO

### Vida útil da bateria

Apesar de alguns estudos mostrarem que a fabricação de carros elétricos pode gerar mais carbono poluente do que a fabricação de carros a gasolina por conta da fabricação da bateria, durante a vida útil de um carro elétrico sua pegada de carbono é menor pelo fato de não emitirem gases poluentes<sup>17</sup>. Baterias de carros elétricos podem funcionar adequadamente por mais de 10 anos e mais de 168 mil km rodados, e é por isso que muitos fabricantes de carros elétricos oferecem garantia para a bateria por mais de oito anos ou mais de 168 mil km. Isso é importante pois a bateria costuma ser o item mais caro do carro elétrico e, normalmente, a troca da bateria pode ser mais cara do que o valor de mercado do carro.

As baterias tendem a perder eficiência com o uso, por isso que o software do carregador é importante para minimizar o desgaste. A perda de capacidade de carga inicial, até 30 mil km rodados, costuma cair aproximadamente 5%. Mas, depois disso, a perda de capacidade de reter carga destas baterias acontece de forma mais lenta e gradual. Muitos modelos de carros elétricos conseguem manter a capacidade de carga acima de 90% da original por mais de 168 mil km rodados, o que significa o uso padrão por mais de oito anos destes carros, visto que, em média, um carro costuma rodar 20 mil km por ano<sup>18</sup>.

### Reciclagem e descarte

Para manter a sustentabilidade da indústria de mobilidade elétrica é necessário fomentar a indústria de reciclagem de baterias, pois estas possuem material tóxico e poluente. A reciclagem também pode baratear as baterias por serem outra fonte de matéria prima sua fabricação. Por esse motivo, a indústria vem

desenvolvendo processos de reciclagem de baterias para minimizar o efeito ambiental e reduzir custos.

Alguns métodos de reciclagem já existem e apenas necessitam ser expandidos. Outros são novos e precisam ser desenvolvidos. Todos os processos de reciclagem devem levar em conta a logística reversa, o que não é complicado pois baterias de carros elétricos são grandes e costumam ser trocadas em grandes oficinas. A reciclagem deve ser exigida também ao fim da vida útil do veículo elétrico.

A reciclagem de baterias via fundição já funciona em larga escala. A fundição acontece em altas temperaturas para separar os diversos materiais. Compostos orgânicos são queimados e os metais são recuperados e refinados. Certos materiais, como o lítio, são recuperados no resíduo da fundição e este pode ser usado como aditivo para concreto de construção civil.

Os diversos componentes da bateria também podem ser separados por processos químicos e por desmontagem em baixas temperaturas e com pouco dispêndio energético. O design das baterias deve levar em conta o processo de reciclagem para garantir sua sustentabilidade ecológica. A padronização de materiais e desenho das células facilita a desmontagem e torna a reciclagem mais eficiente<sup>19</sup>.

**Fonte:** ZEV-EMDE-white-paper-A4-v3, p. 16, BID, 2022

<sup>17</sup> <https://www.epa.gov/greenvehicles/electric-vehicle-myths>

<sup>18</sup> <https://www.caranddriver.com/research/a31875141/electric-car-battery-life/>

<sup>19</sup> [https://afdc.energy.gov/vehicles/electric\\_batteries.html](https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html)

# ELETRIFICAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO NO BRASIL

Os mercados emergentes também enfrentam dificuldades como a não existência de regulação específica para veículos com emissões zero, sistema tributário inadequado, alto custo no financiamento de veículos, altas tarifas de importação de veículos e de peças automobilísticas, além de baixa capacidade técnica para produzir veículos elétricos. Para derrubar as principais barreiras à adoção de ônibus elétricos, novos modelos de negócio estão sendo adaptados à realidade do transporte público brasileiro e leis ambientais mais rigorosas já foram aprovadas em grandes centros urbanos.

As principais barreiras ao crescimento do uso de veículos de emissões zero são sua disponibilidade, preços acessíveis, conveniência, acesso a estações de recarga, infraestrutura de apoio e conscientização do consumidor.

A adoção de motores não poluentes é a melhor forma para reduzir a emissão de GEE no transporte coletivo urbano e de carga, pois nas grandes cidades brasileiras, a maior parte da poluição oriunda dos transportes vem dos motores a diesel de ônibus e caminhões. Além de incentivar o uso de metrô e VLT – Veículo Leve sobre Trilhos –, outra forma de reduzir as emissões de GEE e outros poluentes é incentivar a troca da frota de ônibus a diesel por modelos elétricos. Políticas públicas que atuam neste sentido também devem levar em conta as principais dificuldades para a adoção de veículos de emissão zero, em especial de carros e ônibus elétricos.

O uso de ônibus elétricos já é uma realidade no Brasil, ainda que em pequena escala. Mas essa realidade está mudando rapidamente. Várias prefeituras já estão adotando ônibus elétricos na frota de transporte urbano. Em outubro de 2022, a Prefeitura de São Paulo determinou que apenas ônibus movidos a tecnologias sustentáveis poderão ser incorporados ao conjunto de ônibus que atendem ao transporte coletivo<sup>20</sup>.

Com essa medida, as concessionárias não poderão mais adquirir ônibus a

diesel para operar na cidade de São Paulo, que caminha no sentido de ter 20% de ônibus elétricos até 2024 na frota de transporte coletivo para atingir a meta de reduzir em 50% a emissão de CO<sub>2</sub> até 2028 e atender à Lei 16.802/2018-SP, que dispõe sobre o uso de veículos menos poluentes nas frotas de serviços públicos da cidade de São Paulo.

Para isso, as concessionárias de transporte coletivo de São Paulo encomendaram 2.152 ônibus elétricos para integrar a frota de cerca de quatorze mil veículos. Em 2023, 1.484 ônibus elétricos já devem começar a operar e outros 2.024 em 2024. A Cidade de São Paulo possuía, em outubro de 2022, 219 ônibus elétricos, sendo 201 trólebus e 18 movidos à bateria. Trólebus são ônibus elétricos com alimentação por cabos aéreos. Para atender a esta nova demanda, os fabricantes de ônibus urbanos já estão se movimentando<sup>21</sup>.



Fonte: Rafael-CDHT - Own work, Public Domain,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4134534>

<sup>20</sup> <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-passa-a-aceitar-somente-onibus-eletricos-no-transporte-publico>

<sup>21</sup> <https://estradao.estadao.com.br/onibus/sao-paulo-ja-encomendou-mais-de-21-mil-onibus-eletricos/>

# ELETRIFICAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO NO BRASIL

Estima-se que a fabricante de chassis motorizado Mercedes-Benz junto com a fábrica de carrocerias Caio, devem ser as principais fornecedoras de ônibus elétricos para o Brasil. Aquela lançou seu primeiro chassi elétrico para ônibus no Brasil em 2021. O modelo eO500U tem autonomia de 250 km e pode acomodar quatro conjuntos de baterias e um motor elétrico para uma carroceria de mais de treze metros. A fabricante de ônibus elétricos híbridos Eletra, com sede em São Bernardo do Campo - SP, utilizará esse chassi em seus ônibus de piso baixo, com 22 m de comprimento. A Volvo, com fábrica em Curitiba, começa a produzir o ônibus BZL 100% elétrico em parceria com as fabricantes de carrocerias Caio e Padron em junho de 2023 que será testado em São Paulo, no Rio de Janeiro e em Curitiba com modelos de piso baixo e autonomia de até 300 km. A empresa chinesa BYD também está planejando oferecer ônibus elétricos de piso baixo de até 13m e de piso alto de até 23m para *Bus Rapid Transit* (BRT). A primeira implementação do BRT no Brasil foi em Curitiba-PR em 1974, a segunda no mundo.



Fonte: Mario Roberto Duran Ortiz Mariordo - Own work, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3569611>

Concessionárias de energia elétrica estão se unindo a fabricantes de ônibus e de equipamentos de geração solar e de carregadores de bateria para fornecer o serviço de ônibus elétricos como um todo. Um modelo de negócios inovador para o transporte público sustentável é o *E-bus as a Service* (EaaS), uma solução compreensiva que fornece ônibus elétricos, energia e toda infraestrutura necessária para sua operação sem a necessidade de gasto de capital prévio<sup>22</sup>. Esta solução permite a substituição progressiva dos ônibus a diesel.

Neste modelo, não é a concessionária de transporte coletivo que projeta, constrói, financia e opera a infraestrutura de energia, a manutenção e o carregamento das baterias dos ônibus. Isto reduz o risco, o custo e a complexidade do negócio, aumentando as vantagens competitivas da concessionária de transporte coletivo, em comparação ao modelo em que a concessionária sozinha faz tudo isso. O EaaS facilita a transição das cidades e concessionárias de transporte público para o transporte coletivo eletrificado. O custo deste serviço pode incluir<sup>23</sup>:

- Apoio para a fase de estudos iniciais e desenvolvimento;
- Fornecimento e financiamento de toda a frota de ônibus elétricos, que pode ser pago por km rodado;
- Instalação da infraestrutura de carregamento das baterias;
- Gestão, operação e manutenção dos carregadores e das baterias;
- Geração de energia renovável para um transporte neutro em carbono; e
- Garantia do fornecimento de energia.

<sup>22</sup> <https://alphastruxure.com/overcoming-three-big-barriers-to-fleet-electrification-through-eaas-microgrids/>

<sup>23</sup> [https://www.linkedin.com/pulse/meet-e-bus-as-a-service-from-enel-x-easy-choice-driving-marco-gazzino/?trk=public\\_post\\_main-feed-card\\_feed-article-content](https://www.linkedin.com/pulse/meet-e-bus-as-a-service-from-enel-x-easy-choice-driving-marco-gazzino/?trk=public_post_main-feed-card_feed-article-content)

# ELETRIFICAÇÃO DO TRANSPORTE COLETIVO RODOVIÁRIO NO BRASIL

O uso de ônibus elétricos tem outras vantagens além das ambientais e energéticas como:

- Ônibus confortáveis e silenciosos que aumentam a atratividade do transporte coletivo;
- Redução da vibração devido ao motor a diesel; e
- Menores custos operacionais.

Este modelo de negócios já está sendo usado em várias cidades do mundo e do Brasil. No Rio de Janeiro, a Enel X em parceria com a BYD está fornecendo o serviço de EaaS para aumentar a sustentabilidade do transporte coletivo de passageiros<sup>24</sup>. Na cidade de São Paulo, a Enel X, em parceria com a montadora chinesa Higer, fornece um pacote de serviços com 50 ônibus elétricos, dentro de um contrato inicial de 200 unidades. Esta empresa chinesa também venceu uma licitação para fornecimento e manutenção de 15 ônibus para substituir 10% dos modelos a diesel em Cascavel no Paraná. A prefeitura foi financiada pelo Banco Mundial – BIRD – para iniciar o processo de transição de seu transporte coletivo para um modelo sustentável. Outras cidades como São José dos Campos, Goiânia e Cuiabá também estudam adotar ônibus elétricos usando EaaS. O BNDES e Banco do Nordeste também dispõem de linhas de crédito para projetos de eletro mobilidade e já há planos para a produção de ônibus e peças elétricas em Pecém, no Ceará. A Baterias Moura também tem um acordo de transferência de tecnologia para a produção de baterias para veículos elétricos no Brasil<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> <https://www.enelx.com/br/pt/historias/cidade-do-rio-de-janeiro-recebe-primeiro-onibus-eletrico-da-enel1>

<sup>25</sup> <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2023/04/19/higer-vence-primeira-licitacao-de-onibus-eletricos-do-brasil.ghtml>

O futuro é muito promissor para indústria de carros e ônibus elétricos. Junto com outros veículos elétricos como trens, navios, caminhões, vans, caminhonetes, motos, motonetas, patinetes e bicicletas, veículos elétricos mudarão a mobilidade e permitirão reduzir significativamente a emissão de gases de efeito estufa advindos dos transportes.

A instalação de carregadores para carros elétricos em vagas de casas unifamiliares e em garagens de prédios residenciais e comerciais não apresenta grandes desafios e pode ser feita com pequenas reformas. Isso possibilita a adoção de carros para uso urbano elétricos sem maiores transtornos. Muitos centros comerciais e estacionamentos rotativos já instalaram carregadores nas suas garagens e até oferecem carregamento gratuito como forma de atrair clientes.

Com a eletrificação do transporte rodoviário, estão surgindo novos modelos de negócios que permitem que prefeituras ofereçam transporte coletivo a um custo mais baixo, com mais conforto e de forma mais eficiente. Empresas privadas também estão usando veículos elétricos para substituir vans e pequenos caminhões para o transporte de carga dentro das cidades. Fabricantes de automóveis estão se associando às redes de postos de combustíveis para implementar carregadores de baterias em um número adequado nas principais rodovias, começando pelo Estado de São Paulo. Esta iniciativa tornará mais fácil e barato a instalação de carregadores para ônibus e caminhões.

A eletrificação do transporte de passageiros de longa distância deverá surgir antes do de cargas em razão da maior rigidez do trajeto percorrido pelos ônibus, o que permite planejar com mais facilidade as paradas para recarregar as baterias e, com isso, planejar a instalação dos carregadores.

Com a implementação da infraestrutura de recarga de baterias dos ônibus elétricos nas estradas interestaduais, será mais fácil instalar estes equipamentos para carregar baterias de caminhões. A eletrificação do transporte de cargas de longa distância não demorará muito a ser adotada à medida que as rodovias passem a ter quantidade suficiente de carregadores para baterias de caminhões.

Em próximos boletins serão abordadas as políticas públicas para a descarbonização e a eletrificação do transporte, o uso de hidrogênio no transporte, a eletrificação de ferrovias e a transformação do modal aquaviário visando a redução de suas emissões de gases de efeito estufa.

**Carregadores para carros elétricos em um centro comercial**

# GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

<i>Termos Técnicos</i>	<i>Definição</i>
<b>Átomo</b>	Átomo é uma unidade básica de matéria, ou partícula, composta por um núcleo de carga positiva e uma nuvem de elétrons com carga negativa. Um átomo é neutro e tem carga elétrica zero. O núcleo do átomo é composto por nêutrons e prótons.
<b>Elétron</b>	Elétron é uma partícula subatômica com uma carga negativa – e- –. É uma das partículas fundamentais ou elementais, junto com o nêutron, pelo fato de não serem compostas de outras partículas conhecidas. Os elétrons não têm órbitas definidas em torno do núcleo. Eles flutuam em torno dele a uma distância definida por seu nível de energia. Maior a energia do elétron, maior é a distância do centro da faixa em que ele flutua. Estas faixas não são contínuas e os elétrons podem pular ou descer de faixa se ganharem ou perderem energia. Segundo <i>Linus Pauling</i> , existem 7 faixas com níveis de energia crescentes, múltiplos de uma constante, ou quantificados, que são as faixas K, L, M, N, O, P e Q. Cada faixa permite a existência de uma quantidade máxima de elétrons que são: 2, 8, 18, 32, 32, 18 e 8, respectivamente.
<b>Próton</b>	Próton é uma partícula subatômica não elementar com uma carga positiva, estável fora do núcleo atômico e composto por dois <i>quarks up*</i> e um <i>quark down*</i> . A força que mantém os <i>quarks</i> juntos se chama <i>gluon*</i> . Cada <i>quark up</i> tem carga de +2/3 e cada <i>quark down</i> tem carga de -1/3. Por isso que a soma de dois <i>quarks up</i> e um <i>quark down</i> resulta em uma carga de +1. Por ser composto de outras partículas subatômicas, o próton não é considerado uma partícula fundamental.
<b>Nêutron</b>	Nêutron é uma partícula subatômica não elementar, de carga neutra, instável fora do núcleo atômico e composta por um <i>quark up*</i> e dois <i>quarks down*</i> ligados por <i>gluons</i> . * Cada <i>quark up</i> tem carga de +2/3 e cada <i>quark down</i> tem carga de -1/3. Por isso que a soma de um <i>quark up</i> e dois <i>quarks down</i> resulta em uma carga zero.
<b>Elemento químico</b>	Elemento químico é uma substância química que não pode ser dividida em outras substâncias. Elemento químico também uma classe de átomos com o mesmo número de prótons. O elemento Hidrogênio tem 1 próton, o elemento Hélio tem 2 prótons, o elemento Lítio tem 3 prótons.
<b>Substância química</b>	Substância química é uma forma constante de matéria, ou com composição química constante e com propriedades constantes. São compostas por um ou mais elementos químicos. Exemplos de substâncias são a água – H <sub>2</sub> O –, sal de cozinha – NaCl – ou mesmo os gases Oxigênio e Hidrogênio, O <sub>2</sub> e H <sub>2</sub> respectivamente.
<b>Íon</b>	Íon é uma partícula atômica carregada eletricamente que se forma quando elétrons são adicionados ou removidos de um átomo ou de uma molécula neutra.
<b>Molécula</b>	Molécula é uma estrutura básica da matéria, com carga neutra e composta de mais de um átomo, todos ligados entre si com uma ligação covalente*. Por isso, metais e gases nobres não são moléculas.

# GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

<i>Termos Técnicos</i>	<i>Definição</i>
<b>Ânion</b>	Ânion é um íon com carga negativa, por ter mais elétrons do que prótons.
<b>Cátion</b>	Cátion é um íon com carga positiva, por ter menos elétrons do que prótons.
<b>Eletrólito</b>	Eletrólito é um meio não metálico, líquido ou não, que conduz eletricidade por conter íons que se movem neste meio e não pela movimentação de elétrons, como ocorre nos metais e nos semicondutores.
<b>Eletrodo</b>	Eletrodo é um condutor elétrico usado para fazer contato com uma parte não metálica de um circuito como um eletrólito, um semicondutor ou um vácuo. Ele é parte essencial de baterias.
<b>Anodo</b>	Anodo é um eletrodo com carga negativa. Em uma bateria ou na eletrólise, é nele que ocorre a oxidação do metal.
<b>Catodo</b>	Catodo é um eletrodo com carga positiva.
<b>Lítio</b>	Lítio é o elemento químico de número atômico 3, com 3 prótons. É um metal macio, prateado e alcalino ou básico. É o metal o sólido com menor densidade dentre os elementos químicos. É altamente reativo, corrosivo e inflamável.
<b>Terras raras / Metais raros</b>	<p>Terras raras, ou metais raros, são um conjunto de 17 metais macios e pesados, com alta densidade, importantes na produção de componentes eletrônicos, lasers, insumos para indústria nuclear, lâmpadas, vidros e ímãs e em processos industriais.</p> <p>Apesar do nome, esses metais não são escassos, mas não costumam ser encontrados em grandes jazidas minerais e demoraram a serem isolados. Por serem encontrados em jazidas de baixa concentração e com impurezas, é necessário processar grandes quantidades de minério bruto em processos caros e por isso ficaram conhecidos como terras raras, ou metais raros.</p> <p>Um dos metais raros chamado de Neodímio é usado na produção de um tipo de ímã muito usado em tweeters – alto falantes para sons agudos em caixas de som –. Também é usado em outros alto-falantes, televisores e discos rígidos de computadores, motores e geradores elétricos. Os ímãs feitos de Neodímio-ferro-boro são os mais potentes em produção atualmente.</p> <p>Outros metais raros importantes na produção de ímãs em motores elétricos, monitores e TVs, equipamentos de informática e componentes eletrônicos são o Samário e o Térbio.</p>

# GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

## Termos Técnicos

## Definição

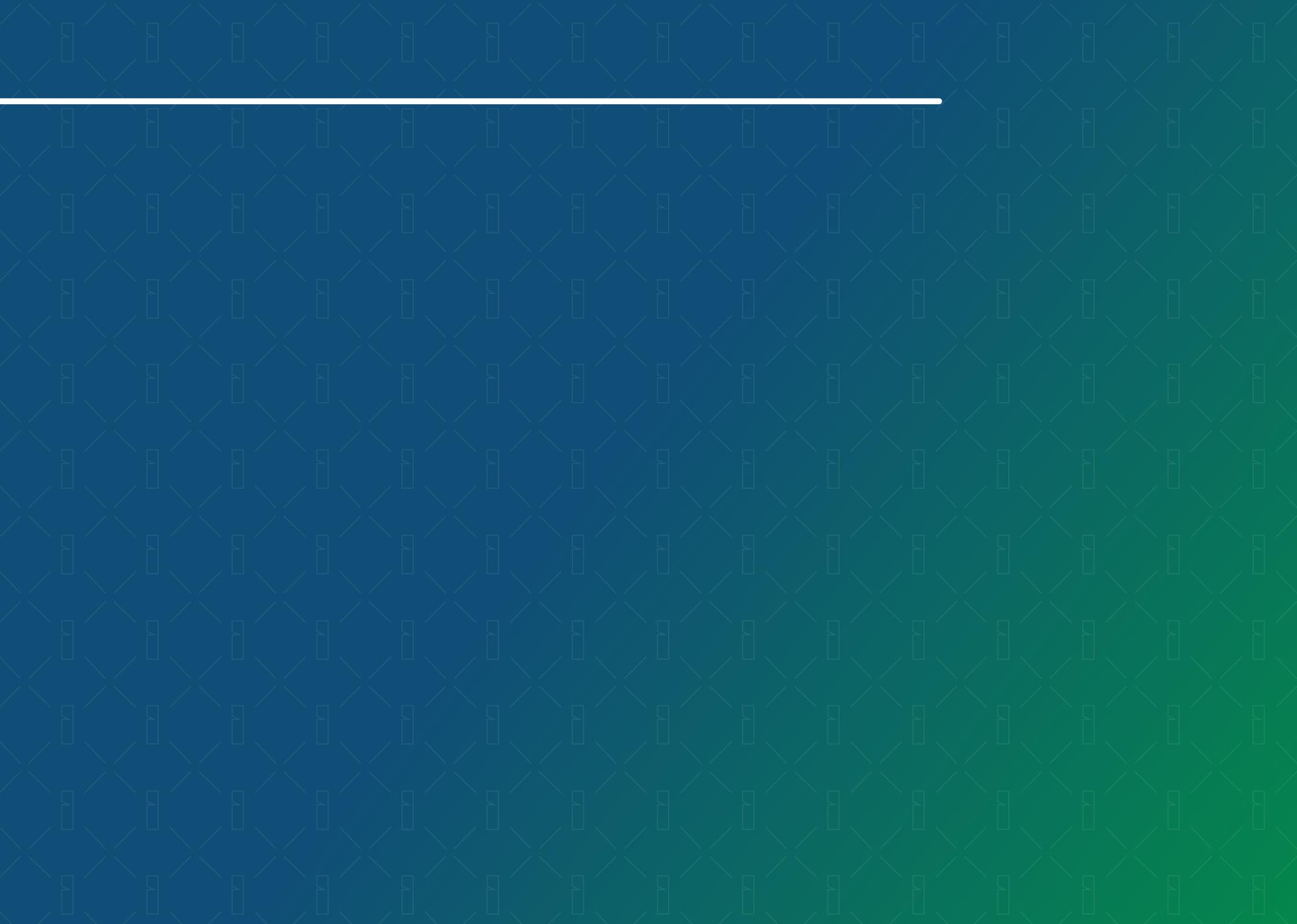
Na tabela periódica, os metais raros são encontrados na parte de baixo na série dos lantanídeos e possuem número atômico de 57 a 71, além dos elementos Ítrio, de número atômico 39 e o Escândio de número atômico 21.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

### Lantanídeos

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tabela-Periodica-terras-raras\\_fig1\\_320047545](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Tabela-Periodica-terras-raras_fig1_320047545)  
 wikipedia, <https://www.rareelementresources.com/rare-earth-elements>  
<https://etech-resources.com/what-are-rare-earth-elements-rees-where-are-they-found-and-how-are-they-mined/>





**INFRA S.A.**



 [infrasaoficial](#)

 [infra.oficial](#)

 [infra-oficial](#)

 [infrasa.oficial](#)

 [observatorio@infrasa.gov.br](mailto:observatorio@infrasa.gov.br)

 [institucional@infrasa.gov.br](mailto:institucional@infrasa.gov.br)

 [www.ontl.infrasa.gov.br](http://www.ontl.infrasa.gov.br)

 [www.infrasa.gov.br](http://www.infrasa.gov.br)

 **SEDE** - SAUS, Quadra 01, Bloco "G", Lotes 3 e 5.  
Asa Sul - Brasília - DF - 70.070-010