

**REDE DE ENSINO DOCTUM**

# **Infraestrutura de Carregamento de Veículos Elétricos na BR040: Viabilidade e Estratégias entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro**



**PROFESSOR: Luiz Gustavo Schroder e Braga**

**2025**

**Infraestrutura de Carregamento de Veículos Elétricos na BR-040: Viabilidade e Estratégias entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro**  
**Dezembro 2025**

*Rede de Ensino Doctum*

**Elaborado por: Rodrigo Panzera Vaz Oliveira**

**Luiz Gustavo Schroder e Braga**

**Professor dos cursos de Engenharia da Rede de Ensino Doctum**

## APRESENTAÇÃO

O presente artigo, desenvolvida no âmbito do curso de Engenharia Elétrica, tem como objetivo analisar situação atual e a viabilidade da implantação de uma estrutura de carregamento de veículos elétricos ao longo da Rodovia BR-040, nos 440km do trecho compreendido entre as cidades de Belo Horizonte e Rio de Janeiro. A escolha desse tema se justifica pela crescente demanda por soluções sustentáveis no setor de transporte e pela necessidade de adaptação da infraestrutura rodoviária brasileira às novas tecnologias de mobilidade elétrica.

Considerando que a BR-040 é uma via de grande importância econômica e logística, e que uma parte significativa de seu trajeto está sob concessão da EPR Via Mineira e outra parte igualmente importante sob concessão da Concer, o estudo busca compreender as atuais condições de recarga existentes, os desafios enfrentados pelos usuários de veículos elétricos e as oportunidades para expansão da infraestrutura de eletropostos. A pesquisa também examina aspectos técnicos, econômicos e ambientais, com base em regulamentações nacionais e padrões internacionais, como as normas NBR IEC 61851 e NBR 17019.

Este trabalho foi realizado com base em levantamento bibliográfico, análise de dados secundários, mapeamento geográfico e estudos de caso, buscando oferecer uma contribuição relevante para a discussão sobre mobilidade elétrica no Brasil. A monografia reflete o compromisso com a inovação, a sustentabilidade e a formação crítica exigida na prática da engenharia.

**Infraestrutura de Carregamento de Veículos Elétricos na BR-040: Viabilidade e Estratégias entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro**  
**Electric Vehicle Charging Infrastructure on BR-040: Feasibility and Strategies between Belo Horizonte and Rio de Janeiro**

Rodrigo Panzera Vaz Oliveira  
Luiz Gustavo Schroder e Braga

## RESUMO

O presente trabalho analisa a viabilidade e as estratégias para melhoria da infraestrutura de carregamento de veículos elétricos ao longo da Rodovia BR-040, no trecho compreendido entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro. A pesquisa foi desenvolvida a partir de levantamento bibliográfico, análise de dados secundários e mapeamento dos pontos de recarga existentes, buscando identificar lacunas e oportunidades para expansão da rede. Observou-se que, embora o número total de eletropostos no Brasil tenha crescido de forma significativa nos últimos anos, sua distribuição ainda é concentrada em áreas urbanas, permanecendo deficiente em corredores rodoviários de longa distância. No caso específico da BR-040, foram identificados trechos críticos sem cobertura adequada, o que compromete, porém não inviabiliza os deslocamentos contínuos por veículos elétricos. A análise demonstra que a principal barreira para a consolidação da mobilidade elétrica nas rodovias brasileiras não está na quantidade de carregadores instalados, mas sim em sua distribuição estratégica e na ausência de planejamento integrado entre o setor público e privado. Conclui-se que a expansão planejada da infraestrutura de recarga, associada a fontes renováveis de energia e à adoção de padrões técnicos adequados, é essencial para garantir segurança, eficiência e sustentabilidade à mobilidade elétrica.

Palavras-chave: Veículos eletricos. Eletroposto. Infraestrutura. Mobilidade elétrica.

## ABSTRACT

This study analyzes the feasibility and strategies for implementing an electric vehicle charging infrastructure along the BR-040 highway, in the section between Belo Horizonte and Rio de Janeiro. The research was developed through bibliographic review, analysis of secondary data, and mapping of existing charging stations in order to identify gaps and opportunities for network expansion. It was observed that, although the total number of charging points in Brazil has increased significantly in recent years, their distribution remains concentrated in urban areas, with persistent deficiencies in long-distance highway corridors. In the specific case of BR-040, critical sections with no adequate charging coverage were identified, compromising the feasibility of continuous travel for electric vehicle users. The analysis shows that the main barrier to the consolidation of electromobility on Brazilian highways lies not in the total number of chargers installed, but in their strategic distribution and the lack of integrated planning between public and private sectors. It is concluded that the planned expansion of charging infrastructure, associated with renewable energy sources and the adoption of appropriate technical standards, is essential to ensure safety, efficiency, and sustainability for national electric mobility.

**Keywords:** Electric vehicles. Electric charging station. Infrastructure..

## 1 Introdução

A eletrificação da frota veicular representa uma importante oportunidade para aprimorar a matriz energética brasileira como um todo. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025), em seu *Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2025* (ano base 2024), a matriz elétrica do Brasil atingiu 88,2% de participação de fontes renováveis, conforme o gráfico 1, enquanto a matriz energética total alcançou cerca de 50% de renovabilidade. Deste total, aproximadamente 34% da energia consumida no país ainda é proveniente do uso de petróleo e derivados, como ilustrado no gráfico 2.

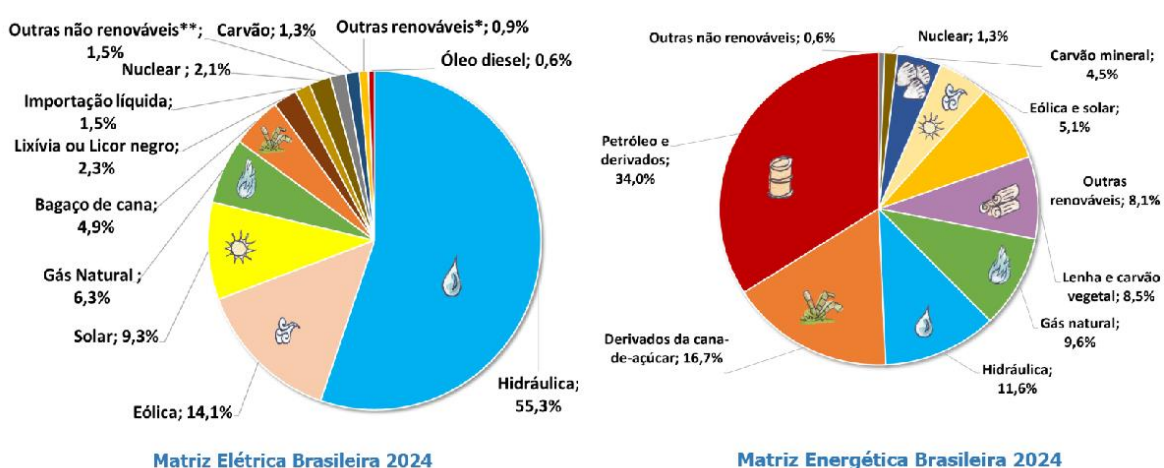


Gráfico 1 – Matriz Elétrica no Brasil (2024)

Gráfico 2 – Matriz Energética no Brasil em (2024)

Fonte: MME Ministério de Minas e Energia (2025), e EPE (2025).

Essa composição torna o uso de veículos elétricos no Brasil ambientalmente mais eficiente, uma vez que a energia utilizada para o carregamento não está majoritariamente associada à queima de combustíveis fósseis, como ocorre em muitas nações desenvolvidas. O documento da EPE (2025) destaca ainda que o consumo de eletricidade para o transporte rodoviário eletrificado foi registrado pela primeira vez, somando 309GWh, o que demonstra que a mobilidade elétrica já começa a exercer influência mensurável sobre o balanço energético nacional.

Dessa forma, a expansão da frota elétrica não apenas reduz emissões ao evitar o uso de combustíveis fósseis, mas também fortalece o aproveitamento da matriz predominantemente renovável do país, promovendo maior sinergia entre os setores elétrico e de transporte. Esse avanço contribui ainda para o gerenciamento eficiente da demanda energética e o progresso da transição para uma economia de baixo carbono.

No Brasil, embora o número de veículos elétricos (VEs) tenha crescido de forma expressiva nos últimos anos, a infraestrutura de carregamento não acompanha o mesmo ritmo, revelando um dos principais entraves à consolidação da eletromobilidade, sobretudo em trajetos de longa distância. Nesse contexto, é

necessário considerar os diferentes perfis de uso dos veículos elétricos, pois esses influenciam diretamente na escolha do modelo mais adequado para cada usuário.

Para deslocamentos esporádicos, como viagens ocasionais entre cidades, veículos 100% elétricos com autonomia média (250 a 350 km por carga) podem atender satisfatoriamente, desde que haja planejamento de rotas e disponibilidade de estações de recarga. Em contrapartida, usuários que percorrem longas distâncias com frequência, como entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro, se beneficiam mais de modelos com maior autonomia (acima de 400 km) e suporte à recarga rápida, reduzindo o tempo de parada. Em regiões com baixa densidade de eletropostos, os veículos híbridos plug-in (PHEVs) também se apresentam como alternativa viável, oferecendo maior flexibilidade sem abrir mão da eficiência energética.

A Rodovia BR-040, que conecta o Distrito Federal ao Rio de Janeiro, passando por Belo Horizonte, desempenha papel estratégico na mobilidade interestadual, interligando importantes centros econômicos, industriais e turísticos do país. No entanto, a ausência de uma rede de carregamento adequada ao longo desse trajeto compromete a autonomia dos veículos elétricos e limita a confiança dos motoristas quanto à viabilidade dessa tecnologia, evidenciando uma desigualdade estrutural em relação à ampla distribuição dos postos de combustíveis tradicionais.

A chamada ansiedade de autonomia (*range anxiety*) constitui um dos principais obstáculos à popularização dos veículos elétricos, sendo caracterizada pelo receio de o condutor ficar sem carga antes de alcançar um ponto de recarga disponível. Estudos indicam que esse fenômeno está relacionado não apenas à autonomia das baterias, mas também ao tempo de espera para recarregar e à confiabilidade da rede de eletropostos. Pesquisas recentes demonstram que a percepção de segurança energética dos usuários depende tanto da distribuição geográfica das estações de recarga quanto da eficiência do carregamento rápido, fatores determinantes para reduzir barreiras psicológicas e ampliar a aceitação da mobilidade elétrica (HAN et al., 2023).

Diante desse panorama, esta pesquisa tem como objetivo analisar a viabilidade da implantação de uma infraestrutura de suporte e carregamento de veículos elétricos ao longo da BR-040, no trecho entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro. O estudo busca compreender a situação até setembro de 2025, mapear os pontos estratégicos para novas instalações e avaliar alternativas energéticas sustentáveis.

Parte-se da seguinte problematização: como viabilizar, de maneira técnica e economicamente eficiente, uma infraestrutura de carregamento que atenda às demandas crescentes da mobilidade elétrica em uma das principais rodovias federais do país?

Este estudo justifica-se pela urgência em promover uma infraestrutura que acompanhe o avanço da mobilidade elétrica e possibilite sua consolidação no Brasil. A BR-040, por sua relevância logística e econômica, representa um eixo estratégico para essa transição. A implementação de uma rede eficiente de recarga poderá não apenas acelerar a adoção de veículos elétricos, mas também fomentar políticas públicas, investimentos privados e soluções tecnológicas alinhadas aos compromissos ambientais assumidos pelo país.

## **2 Metodologia**

### **2.1 Tipo e natureza da pesquisa**

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, pois tem como propósito propor soluções práticas e tecnicamente viáveis para a melhoria da infraestrutura de recarga de veículos elétricos ao longo da Rodovia BR-040, contribuindo para o avanço da mobilidade elétrica no Brasil.

Quanto à abordagem, adota-se o método misto, qualitativo e quantitativo. O caráter qualitativo manifesta-se na análise interpretativa dos dados obtidos e na avaliação dos fatores que influenciam a distribuição espacial dos eletropostos. O aspecto quantitativo decorre do uso de informações numéricas e estatísticas provenientes de fontes oficiais, que permitem mensurar o crescimento, a concentração e a viabilidade operacional da rede de recarga existente.

Em relação aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva e exploratória. É descritiva, pois apresenta o cenário atual da implantação dos pontos de recarga no Brasil e, de forma específica, no trecho estudado da BR-040. É também exploratória, uma vez que busca compreender os fatores limitantes da expansão dessa infraestrutura, identificar lacunas de cobertura e propor estratégias de aprimoramento.

### **2.2 Fontes de dados**

A pesquisa baseou-se em fontes de dados secundários, provenientes de instituições públicas e privadas reconhecidas nacional e internacionalmente. Entre as principais referências utilizadas destacam-se:

Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) – responsável por relatórios e estatísticas sobre a frota e infraestrutura de recarga no país;

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) – fornecedora de dados sobre a matriz energética nacional e projeções de consumo elétrico;

Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) – utilizada para consulta da malha rodoviária e informações sobre as concessionárias da BR-040;

Operadoras e concessionárias de rodovias – empregadas para identificação de postos de abastecimento e pontos estratégicos ao longo do trecho analisado;

Artigos científicos e publicações técnicas recentes – abordando conceitos como ansiedade de autonomia e políticas de incentivo à eletromobilidade.

Todos os dados coletados foram tratados de forma crítica, priorizando fontes atualizadas (2023–2025) e verificáveis, o que assegura a confiabilidade e a validade das informações apresentadas.

### **2.3 Etapas da pesquisa**

A execução deste estudo foi organizada em quatro etapas principais:

Levantamento bibliográfico e documental – identificação de livros, artigos e relatórios técnicos sobre mobilidade elétrica, infraestrutura de recarga e políticas públicas relacionadas;

Coleta e sistematização dos dados – obtenção de informações quantitativas sobre o número e a distribuição de eletropostos no Brasil e no trecho específico da BR-040;

Análise e mapeamento dos dados – avaliação da distância entre pontos de recarga, identificação de trechos críticos sem cobertura e correlação com parâmetros técnicos recomendados (como a distância máxima de 150 km entre estações);

Síntese dos resultados e elaboração das proposições – consolidação dos dados e discussão sobre possíveis estratégias de expansão da rede, considerando aspectos técnicos, ambientais e econômicos.

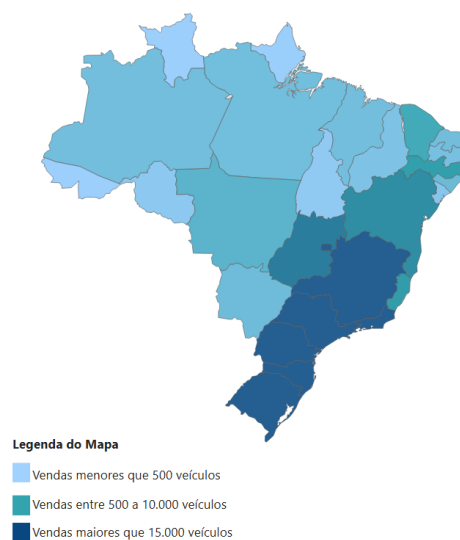
## 2.4 Limitações do estudo

Por se tratar de uma pesquisa baseada em dados secundários, o estudo apresenta limitações quanto à atualização em tempo real da infraestrutura instalada e à ausência de medições em campo. Dessa forma, algumas informações podem divergir da realidade operacional das estações de recarga. Além disso, os resultados obtidos restringem-se ao trecho analisado da BR-040, não sendo generalizáveis para todo o território nacional.

Apesar dessas limitações, o estudo oferece uma visão consistente e representativa da situação atual, fornecendo subsídios técnicos e estratégicos para futuras pesquisas e projetos de expansão da mobilidade elétrica nas rodovias brasileiras.

## 3 Panorama da Eletromobilidade na Região Sudeste: Foco em Minas Gerais e Rio de Janeiro

A Região Sudeste tem se consolidado como o principal polo de comercialização de veículos eletrificados no Brasil, representando quase metade dos emplacamentos nacionais. De acordo com a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), somente em fevereiro de 2025 a região respondeu por 46,6% das vendas de veículos eletrificados no país, com 6.055 unidades comercializadas (INSIDEEVS, 2025).



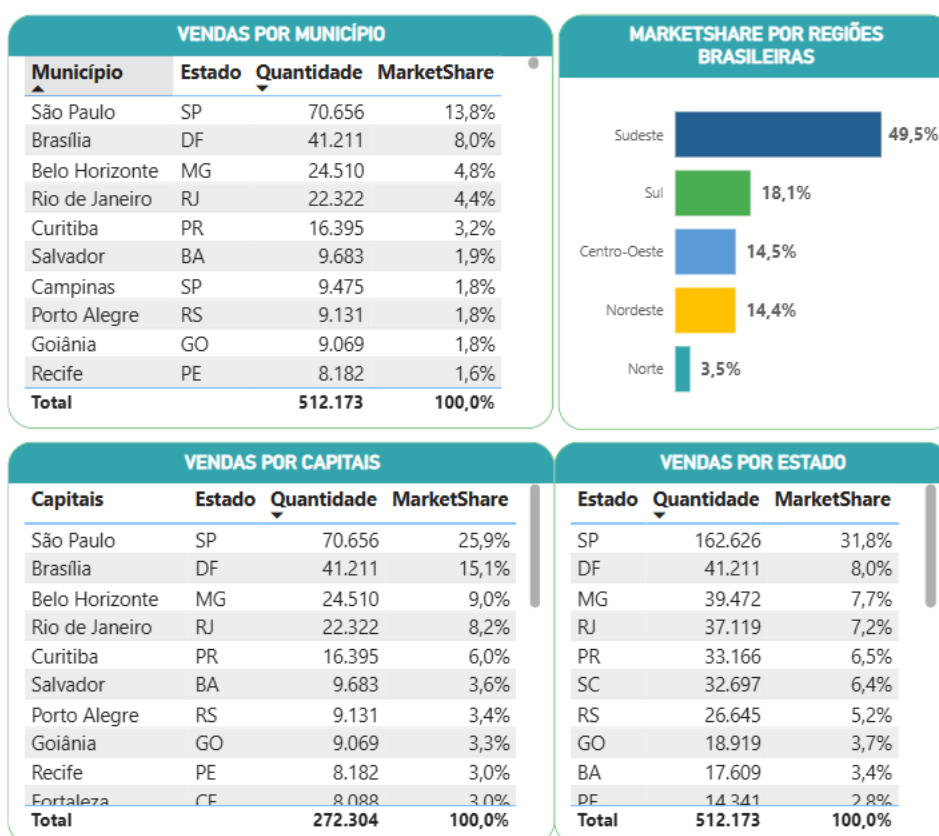
**Figura 1 – Vendas de veículos elétricos por região**

*Fonte: ABVE (2025).*

### 3.1 Minas Gerais

O estado de Minas Gerais tem apresentado crescimento expressivo no mercado de veículos elétricos. Em setembro de 2025, o estado alcançou um recorde de quase 40,8 mil unidades emplacadas, representando 7,7% do mercado nacional. Belo Horizonte destacou-se como a principal cidade em vendas, somando 24,5 mil unidades, seguida por Uberlândia (10,8%), Juiz de Fora (7,4%) e Uberaba (2%) (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2024).

No primeiro trimestre de 2025, Minas Gerais saltou da quinta para a terceira posição no ranking nacional de vendas, registrando 39.924 unidades comercializadas — um crescimento de 51,1% em comparação ao mesmo período de 2024. Belo Horizonte manteve a liderança, com 2.672 unidades, correspondendo a 67,4% do total estadual (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2025).



**Tabela 1 – Vendas de veículos elétricos por cidade, região, capitais e estados no Brasil em 2025**

*Fonte: Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2025).*

### 3.2 Rio de Janeiro

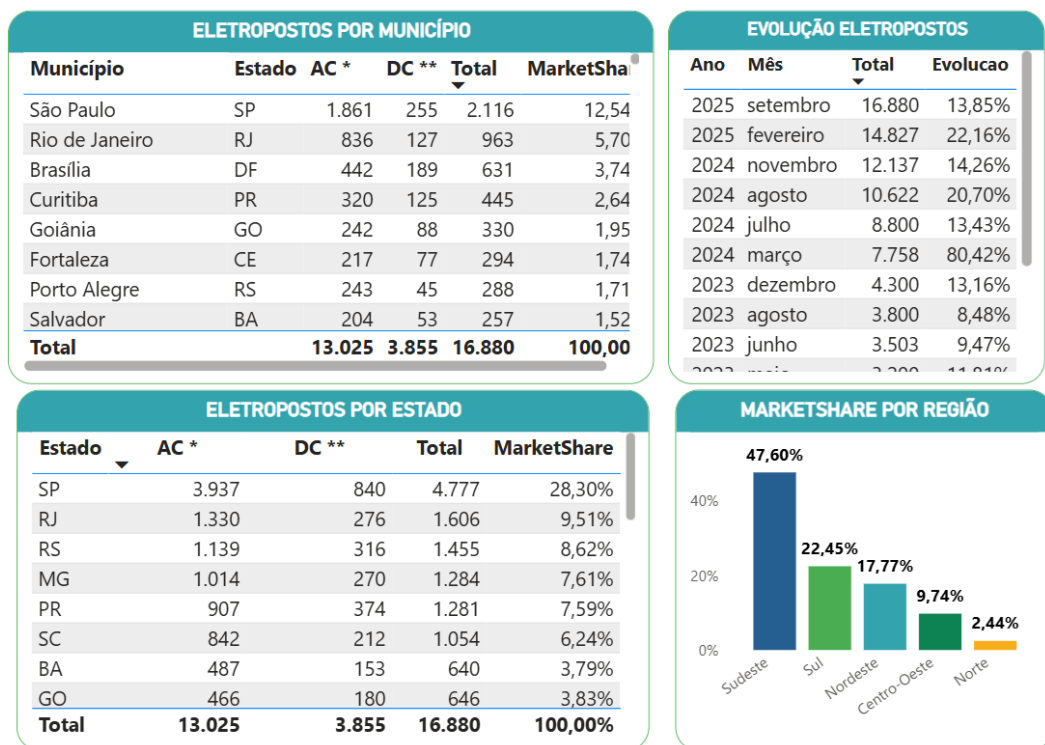
O estado do Rio de Janeiro também ocupa posição de destaque na eletromobilidade. Até setembro de 2025, foram registrados 37.119 emplacamentos de veículos eletrificados, posicionando o estado como o quarto maior mercado do país, atrás apenas de São Paulo, Minas Gerais e do Distrito Federal (ESTADO DE MINAS, 2024). Em fevereiro de 2025, a capital fluminense figurou entre as quatro cidades com maior volume de emplacamentos no Brasil, com 508 unidades

vendidas, ficando atrás apenas de São Paulo, Brasília e Belo Horizonte (INSIDEEVS, 2025).

Esses dados evidenciam a força crescente da eletromobilidade na Região Sudeste, especialmente em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, impulsionada tanto por fatores econômicos quanto por políticas de incentivo e conscientização ambiental.

### 3.3 Estrutura de eletropostos atual no Brasil

A estrutura ideal para atender à demanda de veículos elétricos deve incluir cobertura geográfica eficiente e instalação de eletropostos em locais estratégicos, como centros urbanos e corredores rodoviários. No entanto, os dados apresentados na Tabela 2 revelam que essa condição ainda não é plenamente observada na realidade brasileira.



**Tabela 2 – Eletropostos por município, estado, evolução e distribuição por região no Brasil em 2025**

*Fonte:* Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2025).

A análise dos dados mais recentes sobre a infraestrutura de recarga no Brasil, atualizados até setembro de 2025, demonstra um crescimento expressivo e uma distribuição ainda concentrada regionalmente. O país contabiliza 16.880 eletropostos instalados, sendo 13.025 de corrente alternada (AC) e 3.855 de corrente contínua (DC), o que representa uma proporção de aproximadamente 77% de estações lentas ou semirrápidas e 23% de estações rápidas, respectivamente. Essa composição evidencia a predominância de pontos voltados à recarga urbana e de baixa potência, ainda insuficiente para atender de forma ideal às demandas de viagens intermunicipais e interestaduais. Do ponto de vista geográfico, a Região Sudeste concentra 47,6% de todos os eletropostos do país, consolidando-se como

o principal polo de infraestrutura elétrica nacional. Em seguida, aparecem as regiões Sul (22,45%), Nordeste (17,77%), Centro-Oeste (9,74%) e Norte (2,44%), demonstrando uma distribuição desigual e a necessidade de políticas de incentivo para reduzir as disparidades regionais.

Entre os estados, São Paulo lidera de forma isolada, com 4.777 eletropostos (28,3% do total nacional). Na sequência, destacam-se Rio de Janeiro (1.606 unidades; 9,5%), Rio Grande do Sul (1.455; 8,6%), Minas Gerais (1.284; 7,6%) e Paraná (1.281; 7,5%). Juntos, esses cinco estados concentram mais de 60% da infraestrutura de recarga do Brasil, reforçando o papel estratégico da região Sul-Sudeste na expansão da mobilidade elétrica.

No recorte municipal, São Paulo (SP) apresenta o maior número absoluto de pontos de recarga, com 2.116 unidades, seguido por Rio de Janeiro (RJ) com 963, Brasília (DF) com 631 e Curitiba (PR) com 445. Esses números evidenciam o impacto da densidade populacional e da concentração econômica na adoção da infraestrutura de eletromobilidade.

Em relação à evolução temporal, observa-se um crescimento contínuo e acelerado da rede. Entre dezembro de 2023 e setembro de 2025, o total de eletropostos passou de aproximadamente 4.300 para 16.880 unidades, representando um crescimento de quase 400% em menos de dois anos. Apenas entre fevereiro e setembro de 2025, houve um aumento de 13,85%, o que demonstra a consolidação do setor e o interesse crescente de empresas e concessionárias na instalação de novos pontos de recarga.

De modo geral, os dados confirmam que o Brasil vem avançando de forma consistente na ampliação da infraestrutura de carregamento, embora o crescimento ainda seja assimétrico e concentrado nas regiões mais desenvolvidas. Para garantir o equilíbrio e a eficiência dessa expansão, é fundamental que os próximos investimentos priorizem rodovias estratégicas, integração com energias renováveis e padrões técnicos compatíveis com as novas tecnologias de recarga rápida, assegurando o suporte adequado à frota elétrica em constante crescimento.

#### **4 Estrutura Ideal para Atender à Demanda de Veículos Elétricos**

Para atender à crescente demanda por veículos elétricos no Brasil, é necessária a implantação de uma estrutura de carregamento robusta, flexível e escalável. A projeção de crescimento da frota nacional, que pode atingir cerca de 600 mil veículos elétricos até o final de 2025, conforme dados da ABVE (2025), impõe a necessidade de planejamento estratégico para garantir que a infraestrutura acompanhe essa evolução.

A estrutura ideal deve contemplar os seguintes aspectos fundamentais:

**Distribuição estratégica dos eletropostos:** a implantação dos pontos de recarga deve considerar a densidade veicular, o fluxo de tráfego e as rotas de longa distância, como a BR-040. Rodovias com alto fluxo intermunicipal devem contar com estações rápidas (DC) a cada 100 a 150 km, enquanto áreas urbanas demandam estações mais próximas, especialmente em centros comerciais, residenciais e garagens públicas.

**Capacidade e tipos de estações:** deve haver uma combinação equilibrada entre:

Estações de carga rápida (DC) – potências acima de 50kW;  
Estações de carga semirrápida (AC) – entre 7,4kW e 22kW;  
Estações de carga lenta – instaladas em condomínios e garagens, com potências entre 3,7kW e 7,4kW.

Compatibilidade e padrões técnicos: a padronização de conectores, como os tipos Tipo 2 e CCS Combo 2, conforme as normas ABNT NBR IEC 61851 e ABNT NBR IEC 62196, é essencial para garantir a interoperabilidade entre diferentes modelos de veículos e equipamentos (VH ENGENHARIA, 2024).

Integração com energia renovável: o uso de energia solar fotovoltaica em estações *off-grid*, especialmente em áreas remotas, contribui para a redução das emissões e independência da rede elétrica. Essa medida é coerente com a matriz elétrica brasileira, predominantemente limpa, com mais de 80% de geração proveniente de fontes renováveis (ONS, 2025).

Previsão de expansão: considerando o ritmo atual de crescimento, estima-se que seja necessário um eletroposto público a cada 25 veículos elétricos. Com base na previsão de 600 mil veículos, seriam necessários pelo menos 24 mil pontos públicos ou semipúblicos, com expansão proporcional nos anos seguintes.

Com o crescimento acelerado da frota de veículos elétricos no Brasil, torna-se urgente estabelecer uma rede de carregamento eficiente, segura e estrategicamente distribuída, que acompanhe a demanda e garanta a confiabilidade operacional.

#### **4.1 Dimensionamento da infraestrutura**

Para garantir o atendimento adequado à frota atual e futura, é necessário adotar parâmetros de dimensionamento compatíveis com as melhores práticas internacionais. De acordo com diretrizes da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023), países líderes na eletromobilidade mantêm, em média, uma proporção mínima de 1 eletroposto para cada 25 veículos elétricos. Esse indicador serve de referência para o planejamento brasileiro, devendo ser ajustado conforme a densidade populacional, fluxo rodoviário e características regionais de consumo energético.

#### **4.2 Elementos essenciais da estrutura ideal**

A estrutura ideal para atender à demanda de veículos elétricos deve incluir:

Cobertura geográfica eficiente: instalação de eletropostos em locais estratégicos, como centros urbanos, corredores rodoviários (ex.: BR-040), centros logísticos, shopping centers e universidades.

Diversificação de potências: eletropostos com carregadores de diferentes capacidades, desde os lentos (AC 7,4kW) até os ultrarrápidos (DC 150+kW), para atender diversos perfis de usuários.

Energia limpa e renovável: integração com sistemas fotovoltaicos e soluções *off-grid*, promovendo sustentabilidade e independência energética em áreas remotas.

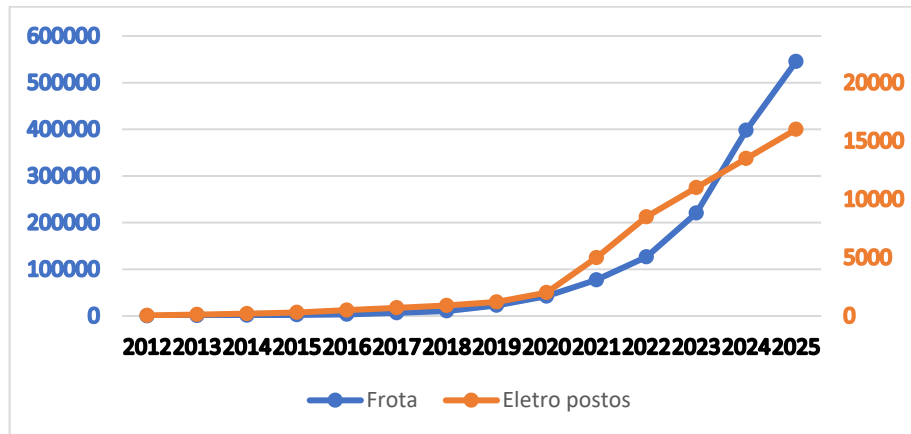
Interoperabilidade e padronização: utilização de conectores Tipo 2 e CCS Combo 2, conforme a ABNT NBR IEC 61851, e adoção de sistemas de pagamento e autenticação integrados.

Monitoramento e gestão digital: uso de aplicativos de localização, status de disponibilidade e reserva remota, além de plataformas de análise de dados que auxiliem no planejamento urbano e rodoviário.

## 5 Resultados e discussões

A análise dos dados coletados junto a fontes como a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Google Maps, PlugShare e concessionárias da BR-040 revelou que, embora o número total de eletropostos em operação no Brasil tenha crescido de forma significativa nos últimos anos, a distribuição espacial dessa infraestrutura ainda apresenta grandes desigualdades, especialmente nas rodovias de longa extensão.

Em termos absolutos, o país ultrapassou a marca de 16 mil pontos públicos e semipúblicos de recarga em 2025, representando um avanço expressivo em relação aos pouco mais de 2 mil pontos registrados em 2020 (ABVE, 2025). Esse crescimento demonstra o esforço conjunto do setor privado e das políticas de incentivo à mobilidade elétrica, sobretudo nas capitais e grandes centros urbanos. No entanto, a expansão da rede ainda se concentra em áreas metropolitanas, enquanto os corredores rodoviários — fundamentais para viagens intermunicipais e interestaduais — continuam com cobertura insuficiente.



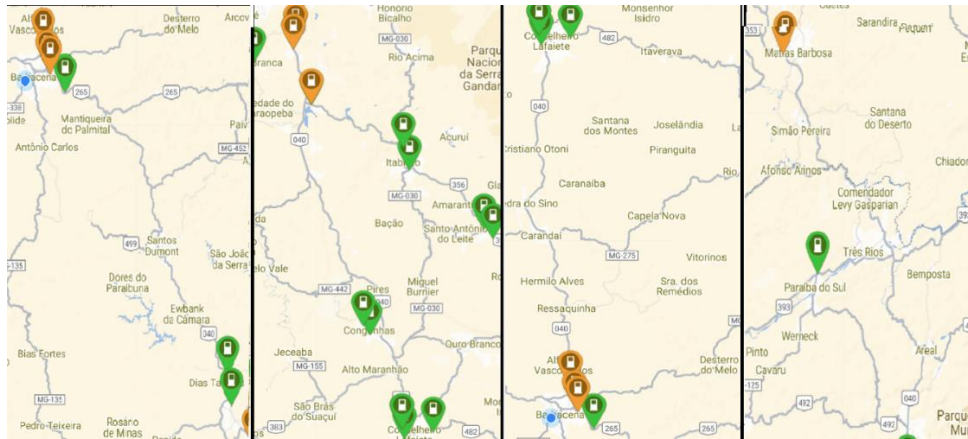
**Gráfico 3 – Comparação na Proporção Ideal entre Frota e Eletropostos**

*Fonte: Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE, 2025) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2025)*

Ao analisar especificamente o trecho da Rodovia BR-040, entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro, observa-se que, apesar da presença de alguns pontos de recarga em locais estratégicos, geralmente próximos a grandes cidades ou postos de combustível de alta movimentação, há longos intervalos sem infraestrutura adequada. Essa lacuna compromete a viabilidade de deslocamentos contínuos e intensifica a chamada “ansiedade de autonomia”, levando os motoristas a planejamentos mais restritos de rota.

Durante o mapeamento realizado, foram identificados quatro trechos críticos com significativa deficiência de infraestrutura de recarga. O primeiro trecho apresenta 81,2 km, compreendendo o percurso entre Jardim Canadá (Nova Lima – MG) e Conselheiro Lafaiete (MG). O segundo segmento, igualmente carente de pontos de

carregamento, abrange 67,9 km entre Conselheiro Lafaiete e a parada Roselanche (Alfredo Vasconcelos – MG). A terceira extensão sem cobertura adequada possui 69,2 km, localizada entre Galego (Barbacena – MG) e Juiz de Fora (MG). Por fim, o quarto trecho crítico compreende 79,7 km, situando-se entre Matias Barbosa (MG) e Itaipava (Petrópolis – RJ).



**Figura 2 – Quatro trechos com estrutura deficiente de carregamento de veículos elétricos**

*Fonte: Aplicativo PlugShare (setembro de 2025) e Google Maps (setembro de 2025)*

Apesar dessas lacunas, as distâncias entre os eletropostos existentes não ultrapassam os 150 km recomendados para a operação segura de veículos elétricos em viagens de longa distância. Isso significa que o trajeto, embora carente de uniformidade, ainda é tecnicamente viável para a mobilidade elétrica. Entretanto, a ausência de cobertura contínua e equilibrada evidencia a falta de planejamento integrado entre concessionárias, órgãos reguladores e o setor privado, o que resulta em uma rede fragmentada e concentrada.

É importante destacar que, a simples instalação de eletropostos próximos às metades desses trechos críticos já proporcionaria uma melhoria substancial da cobertura. Essa medida reduziria significativamente a ansiedade de autonomia, aumentaria a confiabilidade do trajeto e tornaria o fluxo de veículos elétricos mais previsível e eficiente, sem exigir grandes investimentos iniciais.

Além disso, mesmo nas localidades onde há infraestrutura instalada, observa-se que muitos eletropostos ainda operam com baixa potência (AC 7,4 kW), inadequada para viagens intermunicipais. Em diversos pontos, há poucos carregadores disponíveis por estação, o que causa filas e aumento do tempo de espera. As estações de carga rápida (DC acima de 50 kW) representam menos de 20% do total nacional, prolongando o tempo de recarga e reduzindo a eficiência operacional dos usuários.

Portanto, os resultados indicam que o principal desafio da infraestrutura de carregamento no Brasil não está apenas na quantidade de pontos instalados, mas na distribuição estratégica e capacidade técnica dessas estações. A ausência de uma política nacional de planejamento que considere o fluxo de tráfego, a

densidade veicular e a localização de polos logísticos e turísticos impede o aproveitamento pleno do potencial da eletromobilidade no país.

Esses achados reforçam a necessidade de ações coordenadas entre o poder público, as concessionárias de rodovias e o setor energético, voltadas à expansão equilibrada da infraestrutura de recarga. A implantação de eletropostos rápidos, posicionados em intervalos regulares e estratégicos ao longo da BR-040, é essencial para garantir segurança, previsibilidade e eficiência energética, consolidando esse trecho como um corredor elétrico de referência nacional.

## **6 Considerações Finais**

O estudo sobre a infraestrutura de carregamento de veículos elétricos na Rodovia BR-040, entre Belo Horizonte e Rio de Janeiro, permitiu identificar avanços significativos na expansão da eletromobilidade no Brasil, mas também revelou desafios estruturais importantes que ainda limitam sua plena consolidação. Embora o número total de eletropostos tenha crescido de forma expressiva nos últimos anos, a distribuição ao longo das rodovias permanece desigual, com trechos extensos sem cobertura adequada. Essa realidade evidencia a necessidade de melhorias físicas na malha de recarga, incluindo a instalação de estações rápidas (DC) em intervalos regulares, sinalização específica nas rodovias, ampliação da capacidade elétrica local e padronização técnica dos sistemas de carregamento, conforme normas nacionais e internacionais.

Uma solução de curto prazo, de grande impacto e viabilidade técnica, consiste na instalação de eletropostos próximos às metades dos trechos críticos atualmente identificados. Essa medida reduziria significativamente a distância média entre os pontos de recarga, oferecendo maior previsibilidade e segurança energética aos condutores. Além disso, o posicionamento estratégico dessas estações intermediárias permitiria otimizar o tempo de viagem, minimizar a ansiedade de autonomia e aumentar a atratividade da BR-040 como corredor elétrico nacional. A instalação em pontos médios também reduz custos de implantação, uma vez que aproveita áreas já consolidadas em termos de infraestrutura viária, energia e serviços de apoio, como postos de combustíveis e restaurantes.

Considerando o ritmo atual de crescimento do mercado, estima-se que o número de veículos elétricos em circulação no Brasil possa ultrapassar 600 mil unidades até 2026, impulsionando uma demanda proporcional por infraestrutura. Para acompanhar esse avanço, será necessário que o país estude e crie um plano nacional de ampliação do número de pontos de recarga públicos e semipúblicos nos próximos anos, de modo a garantir cobertura eficiente nas principais rodovias e centros urbanos. Esse processo requer planejamento integrado e prazos definidos, com cronogramas regionais de implantação ajustados à densidade veicular e às condições técnicas de cada trecho rodoviário.

A consolidação dessa infraestrutura depende de cooperação efetiva entre os setores público, privado e comercial. Ao setor público cabe promover políticas de incentivo e marcos regulatórios que favoreçam investimentos, além de integrar os sistemas de recarga com fontes de energia renovável, como solar e eólica, reforçando o compromisso nacional com a transição energética sustentável. O setor

privado, por sua vez, deve liderar o processo de inovação e financiamento, investindo em soluções de recarga rápida, modelos de negócio sustentáveis e parcerias com concessionárias de rodovias. Já o setor comercial — incluindo postos de combustíveis, shoppings e centros logísticos — tem a oportunidade de incorporar estações de recarga em suas instalações, ampliando o acesso dos usuários e contribuindo para a disseminação da tecnologia.

Por fim, é importante destacar que novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e tendem a revolucionar a mobilidade elétrica nos próximos anos. O avanço dos carregadores ultrarrápidos (acima de 350 kW), dos sistemas wireless de recarga por indução e das redes inteligentes de carregamento (smart grids) permitirá reduzir o tempo de recarga, melhorar o gerenciamento de energia e integrar veículos à rede elétrica como agentes ativos de estabilidade (*vehicle-to-grid*).

Dessa forma, a infraestrutura de carregamento na BR-040 — e em todo o território nacional — deve ser encarada não apenas como uma obra física, mas como um elemento estratégico para o desenvolvimento sustentável, a inovação tecnológica e a independência energética do Brasil. O sucesso dessa transição depende de uma visão conjunta entre Estado, iniciativa privada e sociedade, que, atuando de forma integrada, podem transformar a mobilidade elétrica em um vetor permanente de progresso econômico e ambiental.

## Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 61851-1: Sistema de carregamento condutivo para veículos elétricos*. Rio de Janeiro, 2024.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 62196-2: Conectores para veículos elétricos*. Rio de Janeiro, 2024.

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. *Eletrificados superam previsões, passam de 170 mil e batem todos os recordes em 2024*. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://abve.org.br/eletrificados-superam-previsoes-passam-de-170-mil-e-batem-todos-os-recordes-em-2024/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

ABVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. *Relatório Anual de Mobilidade Elétrica*. São Paulo, 2025.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. *Mapa da malha rodoviária federal concedida*. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/>. Acesso em: 20 set. 2025.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. *Minas Gerais se destaca na venda de veículos elétricos*. Belo Horizonte, 2025. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/>. Acesso em: 15 set. 2025.

ENERGY CHANNEL BRASIL. *Eletromobilidade avança no Brasil, mas infraestrutura de carregamento ainda é desafio*. 2025. Disponível em: <https://www.energychannel.co/post/eletromobilidade-avanca-no-brasil-mas-infraestrutura-de-carregamento-ainda-e-desafio>. Acesso em: 12 mai. 2025.

- ENERGY CHANNEL BRASIL. *Garagens solares e sustentabilidade na recarga veicular*. 2024. Disponível em: <https://www.energychannel.co/>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Matriz energética e elétrica*. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 20 set. 2025.
- ESTADO DE MINAS. *Rio de Janeiro e Minas Gerais se destacam na eletromobilidade*. 2024. Disponível em: <https://www.em.com.br/>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- G4 RODAS. *Infraestrutura de recarga no Brasil: um impulso para a mobilidade elétrica*. 2025. Disponível em: <https://g4rodas.com/infraestrutura-de-recarga-no-brasil-um-impulso-para-a-mobilidade-eletrica/>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- GOOGLE. *Google Maps – serviço de mapas e localização*. Aplicativo móvel e plataforma digital. Disponível em: <https://maps.google.com/>. Acesso em: 4 nov. 2025.
- HAN, Yujie; ZHANG, Lei; LI, Jun; et al. *Range Anxiety Among Battery Electric Vehicle Users: Both Distance and Waiting Time Matter*. arXiv preprint arXiv:2306.05768, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2306.05768>. Acesso em: 25 set. 2025.
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Global EV Outlook 2023*. Paris: OECD/IEA, 2023.
- INSIDEEVS. *Vendas de veículos elétricos crescem 52% em fevereiro de 2025*. 2025. Disponível em: <https://br.insideevs.com/>. Acesso em: 10 set. 2025.
- JOYENERGY. *Infraestrutura de carregamento no Brasil*. 2024. Disponível em: <https://joyenergy.com.br/infraestrutura-de-carregamento-no-brasil/>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Matriz Energética Nacional 2030*. Brasília, 2025. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/matriz-energetica-nacional-2030>. Acesso em: 20 set. 2025.
- MUNDO ELÉTRICO. *Infraestrutura de recarga para veículos elétricos gera desafios e oportunidades*. 2024. Disponível em: <https://www.revistamundoeletrico.com.br/tecnologia/infraestrutura-de-recarga-para-veiculos-eletricos-gera-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *Boletim da Matriz Elétrica Brasileira*. Brasília, 2025. Disponível em: <https://www.ons.org.br/>. Acesso em: 10 set. 2025.
- PLUGSHARE. *PlugShare – localizador de pontos de recarga para veículos elétricos*. Aplicativo móvel e plataforma digital. Disponível em: <https://www.plugshare.com/>. Acesso em: 4 nov. 2025.
- PNME – PLATAFORMA NACIONAL DE MOBILIDADE ELÉTRICA. *Roadmap Nacional de Infraestrutura da Mobilidade Elétrica no Brasil*. 2022. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/wp-content/uploads/2022/04/Roadmap-Nacional-de-Infraestrutura.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2025.

VH ENGENHARIA. *Regulamentações e normas técnicas para carregamento de veículos elétricos no Brasil.* 2024. Disponível em: <https://vhengenharia.com.br/regulamentacoes-e-normas-tecnicas-para-carregamento-de-veiculos-eletricos-no-brasil/>. Acesso em: 12 mai. 2025.