

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 **JOAO VICTOR ALVES DE FREITAS NUNES**
Data: 16/12/2024 13:42:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

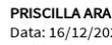
Local / /
Data

Documento assinado digitalmente
 **DAVI CARVALHO DA MATA BARBOSA**
Data: 16/12/2024 14:13:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 **PRISCILLA ARAUJO JUA STECANELLA**
Data: 16/12/2024 14:49:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 89/2024 - CE-TRI/GE-TRI/CMPTRI/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 11 dias do mês de dezembro de 2024, às 17 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Priscilla Araújo Juá Stecanella (orientadora), Luiz Alberto do Couto (membro) e Robert de Souza Bonuti (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL: UM ESTUDO DO ESTADO DE GOIÁS” do estudante Davi Carvalho da Mata Barbosa, Matrícula nº 2020108202640333 e do estudante João Victor Alves de Freitas Nunes, Matrícula nº 2018108202640138 do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do IF Goiano – Campus Trindade. A palavra foi concedida aos estudantes para a apresentação oral do TC, houve arguição dos candidatos pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO dos estudantes. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Priscilla Araújo Juá Stecanella

Orientadora

(Assinado Eletronicamente)

Luiz Alberto do Couto

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Robert de Souza Bonuti

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Priscilla Araujo Jua Stecanella, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/12/2024 18:25:48.
- Robert de Souza Bonuti, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/12/2024 18:28:34.
- Luiz Alberto do Couto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/12/2024 19:05:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 661243

Código de Autenticação: 44d5219502



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Trindade
Av. Wilton Monteiro da Rocha, S/N, Setor Cristina II, TRINDADE / GO, CEP 75389-269
(62) 3506-8000

INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL: UM ESTUDO DO ESTADO DE GOIÁS

Davi Carvalho da Mata Barbosa¹, João Victor Alves de Freitas Nunes², Priscila Araújo Juá Stecanella³

RESUMO

A mobilidade elétrica surge como alternativa sustentável aos veículos a combustão, reduzindo emissões e impactos ambientais. No Brasil, o setor de veículos elétricos (VEs) enfrenta desafios, especialmente na infraestrutura de recarga, crucial em um país de grandes distâncias e infraestrutura desigual. Este estudo analisa a infraestrutura de recarga no Brasil, com foco em políticas públicas, distribuição atual e expansão em Goiás. A pesquisa mapeou a infraestrutura existente com base em dados científicos, técnicos e oficiais, destacando a necessidade de políticas públicas mais amplas. Programas como Rota 2030 e a Resolução ANEEL 819/2018 incentivam o mercado de VEs, mas a infraestrutura permanece concentrada em grandes centros. É necessário ampliar subsídios e parcerias público-privadas (PPPs) para pontos de recarga em rodovias e localidades estratégicas. Em Goiás, das 27 estações de recarga, a maioria está em Goiânia, com expansão limitada fora dos grandes centros. A criação de corredores intermunicipais e incentivos para carregadores ultrarrápidos são cruciais para democratizar a mobilidade elétrica e aproveitar a matriz energética renovável, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Mobilidade Elétrica. Infraestrutura de Recarga.

ABSTRACT

Electric mobility emerges as a sustainable alternative to combustion vehicles, reducing emissions and environmental impacts. In Brazil, the electric vehicle (EV) sector faces challenges, particularly in charging infrastructure, which is crucial in a country with vast distances and unevenly distributed infrastructure. This study analyzes Brazil's EV charging infrastructure, focusing on public policies, current distribution, and expansion in Goiás. The research mapped the existing infrastructure using scientific, technical, and official data, highlighting the need for broader public policies. Programs like Rota 2030 and ANEEL Resolution 819/2018 encourage the EV market, but the infrastructure remains concentrated in major urban centers. Expanding subsidies and public-private partnerships (PPPs) is essential to develop charging points along highways and in strategic locations. In Goiás, of the 27 charging stations, most are in Goiânia, with limited expansion outside major centers. Creating intermunicipal corridors and providing incentives for ultra-fast chargers are crucial to democratizing electric mobility, leveraging the country's renewable energy matrix, and reducing dependence on fossil fuels.

Keywords: Sustainability. Electric Mobility. Charging Infrastructure.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação Goiano - Campus Trindade. E-mail: joao.nunes1@estudante.ifgoiano.edu.br

² Graduando em Engenharia Elétrica no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação Goiano - Campus Trindade. E-mail: davi.carvalho@estudante.ifgoiano.edu.br

³ Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília e Professora no Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação Goiano - Campus Trindade E-mail: priscilla.jua@ifgoiano.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação com a sustentabilidade e a redução das emissões de gases de efeito estufa têm impulsionado mudanças significativas em diversos setores da economia, sendo o setor de transportes um dos mais impactados. A crescente adoção de veículos elétricos (VEs) representa uma das principais transformações dentro desse contexto, oferecendo uma alternativa mais limpa e eficiente em comparação com os veículos movidos por combustíveis fósseis [1].

Países ao redor do mundo estão adotando políticas para promover a mobilidade elétrica como parte de seus compromissos ambientais, e o Brasil, ainda que em ritmo mais moderado, também tem seguido essa tendência. No entanto, a difusão dos carros elétricos no Brasil ainda enfrenta desafios substanciais, sendo a infraestrutura de recarga um dos principais entraves para a expansão desse mercado no país [1].

A infraestrutura de recarga é um componente essencial para a aceitação e popularização dos VEs. Diferentemente dos veículos a combustão interna, que contam com uma ampla rede de postos de combustíveis facilmente acessíveis, os veículos elétricos dependem de pontos de recarga específicos, que devem estar estrategicamente distribuídos para permitir o uso contínuo e conveniente desses automóveis [1].

A falta de uma infraestrutura robusta e bem distribuída gera incertezas quanto à viabilidade de se possuir um carro elétrico, especialmente em um país de grande extensão territorial como o Brasil, onde as longas distâncias entre cidades e a desigualdade na distribuição de infraestrutura são uma realidade [2].

Outro fator que influencia o desenvolvimento da infraestrutura de recarga é o papel dos setores público e privado. Enquanto governos de outros países têm implementado políticas robustas de incentivos fiscais e subsídios para a construção de estações de recarga, no Brasil, as iniciativas governamentais ainda são limitadas, e o investimento privado acaba sendo o principal motor da expansão dessa rede [3].

Nesse sentido, parcerias público-privadas (PPPs) têm surgido como uma solução para acelerar o processo de instalação de novos pontos de recarga, especialmente nas principais rodovias e centros urbanos. No entanto, para que a infraestrutura de recarga atinja um nível adequado, será necessária uma cooperação mais intensa entre governo, iniciativa privada e sociedade civil, com a criação de políticas públicas claras e incentivos econômicos que favoreçam tanto a instalação quanto o uso dos VEs [3].

Considerando esses aspectos, este trabalho tem como objetivo analisar a infraestrutura de recarga para VEs no Brasil, abordando aspectos como políticas públicas, distribuição atual de estações de recarga e estratégias de expansão em áreas de maior fluxo de tráfego. O estudo pretende oferecer uma visão abrangente e atualizada sobre o estado da infraestrutura de recarga, identificando soluções e propostas para fomentar o crescimento dessa rede no país e, particularmente, em Goiás e seus municípios estratégicos.

As principais contribuições deste trabalho podem ser resumidas da seguinte forma:

- Discutir políticas públicas para a expansão da infraestrutura de recarga de veículos elétricos no Brasil;
- Realizar um levantamento dos números de carregadores para VEs em Goiás;
- Propor uma expansão da infraestrutura de recarga para VEs nos municípios estratégicos de Goiás.

Com o propósito de alcançar os objetivos propostos, este artigo foi organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os impactos ambientais e a necessidade da eletromobilidade. A seção 3 analisa infraestrutura de recarga para VEs no Brasil, abordando os principais tipos de carregadores, suas características técnicas e a distribuição geográfica das estações de recarga. A Seção 4 detalha as políticas públicas e as parcerias público-privadas (PPPs) que têm impulsionado o desenvolvimento da mobilidade elétrica, destacando os incentivos e desafios regulatórios, técnicos e econômicos no Brasil. A Seção 5 foca na expansão da infraestrutura em Goiás, apresentando dados sobre os pontos de recarga existentes, estratégias para sua ampliação e propostas de criação de corredores elétricos intermunicipais. Por fim, a Seção 6 apresenta as considerações finais, sintetizando as descobertas, destacando as oportunidades e desafios para o avanço da mobilidade elétrica no Brasil e em Goiás.

2 IMPACTOS AMBIENTAIS E A NECESSIDADE DA ELETROMOBILIDADE

As emissões globais de gases de efeito estufa (GEEs) continuam a crescer em um ritmo alarmante, atingindo 57,1 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) em 2023, conforme relatório da Agência Fapesp. Esse aumento representa um acréscimo de 1,3% em relação ao ano anterior e reforça os desafios climáticos globais. Caso as emissões não sejam reduzidas significativamente, a temperatura média global poderá aumentar entre 2,4°C e 3,5°C até o final do século [4].

O setor de transportes é um dos principais contribuintes para essas emissões, especialmente em países emergentes, que respondem por uma parte significativa das emissões globais no setor. A transição para VEs, alinhada ao uso de matrizes energéticas renováveis, apresenta-se como uma solução estratégica para mitigar os impactos ambientais e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. A Fundação Fapesp destaca que, com ações coordenadas, os países emergentes podem contribuir com quase metade da meta de redução de CO₂ no transporte global, reforçando a necessidade de investimentos na eletromobilidade [4].

No campo econômico, os impactos das mudanças climáticas podem ser devastadores. Desastres naturais têm o potencial de causar danos significativos a infraestruturas críticas, como redes de energia, sistemas de transporte e edificações, gerando custos elevados para reparação e reconstrução. Além disso, a agricultura, como um dos pilares da segurança alimentar, enfrenta grandes desafios devido a alterações no regime de chuvas e ao aumento da aridez em várias regiões.

De acordo com o relatório *Picturing Our Future*, publicado pelo Climate Central e disponibilizado em seu site oficial, cidades como Rio de Janeiro e Fortaleza estão entre as mais vulneráveis ao avanço do nível do mar devido ao aquecimento global. O estudo utiliza ferramentas avançadas de modelagem para demonstrar os potenciais impactos em diferentes cenários climáticos [5].

Essas projeções destacam que áreas costeiras dessas cidades podem enfrentar impactos severos, incluindo a submersão de bairros inteiros e a perda de infraestrutura crítica, como portos, aeroportos e rodovias. Por exemplo, no Rio de Janeiro, regiões como a zona portuária e partes da orla de Copacabana estão particularmente expostas, enquanto em Fortaleza, o risco recai sobre áreas turísticas e comerciais próximas à orla marítima [5].

As Figuras 1 e 2 ilustram os impactos do aumento da temperatura global em áreas costeiras, com destaque para o Rio de Janeiro. A Figura 1 apresenta o panorama atual da região da Estação Botafogo, enquanto a Figura 2 projeta as possíveis consequências de um aumento de 3°C na temperatura média global. A comparação entre essas imagens destaca a submersão de áreas urbanas e a perda de infraestrutura crítica, como rodovias e espaços residenciais.

Essas mudanças afetam diretamente a população local, ameaçando tanto a segurança habitacional quanto a sustentabilidade econômica da região. Essa análise visual reforça a necessidade urgente de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, que impactam não apenas a geografia, mas também o bem-estar social e a estabilidade econômica das comunidades costeiras.

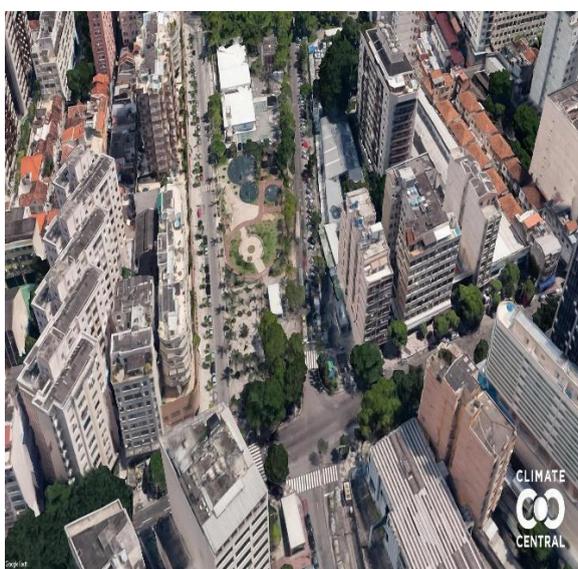


Figura 1: Rio de Janeiro, Estação Botafogo: panorama atual.
Fonte:[5].



Figura 2: Rio de Janeiro, Estação Botafogo: projeção com aumento de 3°C.
Fonte:[5].

O setor de transportes é um dos principais responsáveis pelas emissões globais de gases de efeito estufa, contribuindo com cerca de 25% do total. Nesse contexto, os veículos elétricos VEs surgem como uma solução eficaz para a redução dessas emissões devido à sua maior eficiência energética. Além de reduzirem significativamente a emissão de carbono, os VEs também contribuem para a diversificação das fontes de energia no setor de transporte, diminuindo a dependência de combustíveis fósseis. Essa transição para a eletromobilidade representa uma oportunidade de promover um sistema de transporte mais sustentável e resiliente frente aos desafios climáticos globais [6].

3 INFRAESTRUTURA DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

A infraestrutura de recarga para VEs no Brasil é composta por três tipos principais de estações: residenciais (*Wallbox*), semi-públicas e públicas. Além disso, há os carregadores portáteis, amplamente utilizados em situações de emergência ou quando não há acesso a uma estação fixa [7, 8, 9, 10].

As estações residenciais, conhecidas como *Wallbox*, são instaladas em residências ou condomínios e possuem potências típicas entre 3,7 kW e 7,4 kW. Elas oferecem recarga mais lenta, com duração de 8 a 12 horas, sendo adequadas para recargas noturnas, quando o veículo fica estacionado por períodos prolongados. Esses carregadores alcançam 16 ou 32 A em tensões de 220/380 V, superando os carregadores emergenciais veiculares, que chegam a 10 A. O custo de instalação varia entre R\$ 3.000 e R\$ 6.000, dependendo da infraestrutura elétrica da residência, com custo operacional de cerca de R\$ 0,60 por kWh, tornando-se uma opção viável para a maioria dos proprietários de VEs no Brasil [7, 8, 9, 10].

As estações semi-públicas estão localizadas em estabelecimentos comerciais, como estacionamento de *shoppings*, hotéis e empresas, e utilizam carregadores semi-rápidos de até 22 kW. Essa potência permite reduzir o tempo de recarga para cerca de 2 a 6 horas, uma solução intermediária em termos de velocidade e acessibilidade. Essas estações possuem eficiência superior às residenciais, variando entre 90% e 92%, e frequentemente contam com múltiplas saídas para carregar mais de um veículo simultaneamente. São equipadas com sistemas inteligentes para monitoramento e controle, permitindo aos proprietários gerenciar o uso e até cobrar pelo serviço, acessando as informações por celular ou computador. O custo de instalação é mais elevado, variando entre R\$ 15.000 e R\$ 30.000, enquanto o custo operacional é semelhante ao das residenciais, em torno de R\$ 0,60 por kWh [7, 8, 9, 10].

As estações públicas, localizadas em áreas de alta circulação, como postos de combustíveis e corredores rodoviários, utilizam carregadores rápidos (até 100 kW) e ultrarrápidos (50 a 350 kW). Carregadores rápidos permitem recargas completas entre 30 minutos e 1,5 hora, enquanto os ultrarrápidos recarregam até 80% da bateria em menos de 30 minutos. Essas estações, essenciais para viagens de longa distância, possuem infraestrutura mais robusta e utilizam corrente contínua (CC), exigindo inversores integrados, o que aumenta seu custo e complexidade. O custo de instalação varia entre R\$ 100.000 e R\$ 500.000, e o custo operacional é maior, entre R\$ 1,00 e R\$ 2,00 por kWh, dependendo da localização e da demanda [7, 8, 9, 10].

Os carregadores portáteis, voltados para emergências, acompanham o veículo na compra e podem ser utilizados em tomadas comuns de 10 A. Apesar de serem convenientes, têm baixa potência, entre 2 kW e 3,7 kW, o que resulta em tempos de recarga de 10 a 20 horas, dependendo da capacidade da bateria do veículo [7, 8, 9, 10].

A distribuição das estações de recarga de VEs no Brasil concentra-se em regiões metropolitanas e áreas economicamente desenvolvidas, como o Sudeste e o Sul. Estados como São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina lideram em número de estações devido à maior concentração de indústrias e renda per capita elevada. Essas estações geralmente estão localizadas em shoppings, supermercados, centros comerciais e postos de combustíveis [11].

Conforme o balanço divulgado pela Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) em agosto de 2024, o Brasil alcançou a marca de 10.622 estações de recarga públicas e semipúblicas para VEs. Esse crescimento reflete o esforço contínuo para expandir a infraestrutura de recarga, essencial para atender à crescente demanda por mobilidade elétrica no país. Desse total, 89% correspondem a estações de carga lenta, somando 9.506 pontos, enquanto 11% são de carga rápida, com 1.109 pontos [12].

Essa diferença indica que, apesar do avanço na instalação de pontos de recarga, a maioria ainda atende a usos menos intensivos, como carregamentos residenciais e em estabelecimentos comerciais, enquanto as opções de carga rápida, mais adequadas para viagens de longa distância, permanecem em menor número. São Paulo reflete não apenas a maior densidade populacional e o poder aquisitivo da região, mas também a liderança do

estado em iniciativas voltadas à sustentabilidade e mobilidade elétrica. A distribuição dos pontos de recarga no país, incluindo a predominância em centros urbanos como São Paulo, pode ser visualizada na Figura 3 [12].

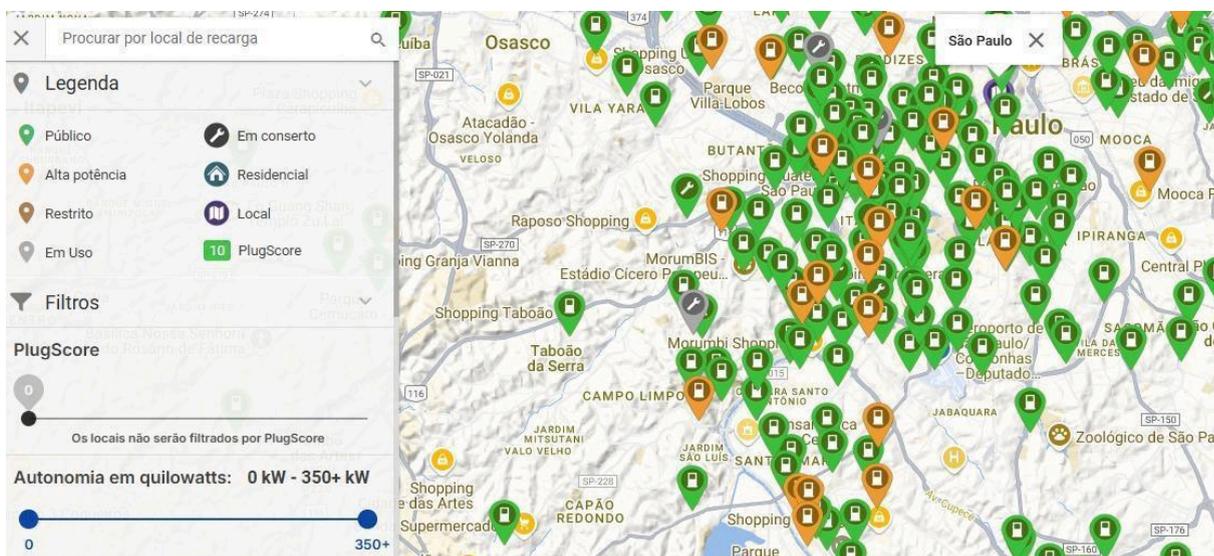


Figura 3: Mapa de estações de recarga de veículos elétricos em São Paulo.

Fonte: [13].

3.1 TECNOLOGIAS DE RECARGA DISPONÍVEIS E EMERGENTES

3.1.1 Inovações em carregamento veicular

Os carregadores ultra rápidos representam uma inovação importante no setor de recarga de VEs, reduzindo o tempo de recarga para menos de 30 minutos, dependendo da capacidade da bateria. Com potências superiores a 150 kW, eles atendem à crescente demanda em países como Noruega e Estados Unidos, facilitando viagens longas e competitividade frente aos veículos a combustão [14, 15, 16].

A recarga sem fio (*Wireless Charging*), baseada em indução magnética, elimina a necessidade de cabos, oferecendo conveniência ao posicionar o veículo sobre a plataforma para iniciar o carregamento. Essa tecnologia é utilizada em ambientes controlados, como estacionamentos e faixas de ônibus, especialmente em países como Suécia e Estados Unidos. No entanto, a eficiência energética reduzida e o custo elevado são desafios significativos para sua viabilidade no Brasil [14, 15, 16, 17].

A recarga bidirecional (V2G) permite que VEs armazenem e devolvam energia à rede, auxiliando na estabilização elétrica, especialmente em sistemas com fontes renováveis intermitentes, como solar e eólica. Testada no Japão e Reino Unido, essa tecnologia incentiva proprietários a participar de programas de V2G, recebendo compensações financeiras. No Brasil, sua implementação dependeria de regulamentação específica e de maior desenvolvimento da infraestrutura [18].

As baterias de alta densidade energética, como as de estado sólido ou lítio-enxofre, aumentam a autonomia dos VEs e reduzem os tempos de recarga, tornando-os mais

competitivos. No Japão e nos Estados Unidos, grandes empresas e startups estão liderando avanços nesse campo, buscando maior capacidade sem comprometer a segurança e a durabilidade das baterias. Esses avanços podem transformar o mercado, permitindo que os VEs percorram distâncias maiores entre recargas [15, 17, 18].

Apesar dos avanços tecnológicos, o Brasil ainda enfrenta barreiras econômicas e estruturais para diversificar sua infraestrutura de recarga. Para atender à expansão da frota de VEs, será necessário superar desafios como custos elevados, regulamentações específicas e investimentos em tecnologias emergentes. A adoção de carregadores inovadores, como os abordados, pode posicionar o país de forma competitiva no mercado global de mobilidade elétrica [18].

Dessa forma, neste tópico aborda-se quatro tecnologias fundamentais para o carregamento de VEs, que são: Carregadores Ultra Rápidos, Recarga Sem Fio (*Wireless Charging*), Recarga Bidirecional (*Vehicle-to-Grid, V2G*) e Baterias de Alta Densidade. Essas tecnologias desempenham um papel crucial na evolução da infraestrutura e eficiência dos sistemas de recarga, possibilitando maior conveniência e integração com a rede elétrica.

Desde os carregadores ultra rápidos até as baterias de alta densidade energética, cada solução traz particularidades e exige adaptações que, no contexto brasileiro, demandam investimentos elevados, ajustes regulatórios e melhorias na rede elétrica. Avaliar a viabilidade dessas tecnologias é essencial para entender os próximos passos e possibilitar uma transição efetiva para uma mobilidade sustentável [19].

Nesse sentido, a viabilidade dos diferentes tipos de carregadores e tecnologias para VEs no Brasil enfrenta desafios específicos, sobretudo devido ao alto custo de instalação e à infraestrutura elétrica ainda insuficiente em muitos locais [17]. Os carregadores ultra rápidos, por exemplo, requerem uma rede elétrica robusta e investimentos em subestações e transformadores. Isso representa um custo significativo, além de depender da estrutura tarifária brasileira, que pode elevar o preço final para os consumidores, especialmente em horários de pico [18].

A instalação de pontos de recarga sem fio para VEs também enfrenta desafios significativos no Brasil. A infraestrutura urbana atual não está preparada para suportar a tecnologia de carregamento por indução magnética, exigindo adaptações consideráveis no ambiente urbano. A eficiência energética desse método é inferior, resultando em perdas de energia que aumentam os custos operacionais e o consumo.

No que tange à regulamentação, embora a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tenha estabelecido diretrizes para a recarga de veículos elétricos, como a Resolução Normativa nº 819/2018. Essas normas não contemplam especificamente a tecnologia de recarga sem fio. Portanto, seria necessário desenvolver regulamentações específicas que abordem os aspectos técnicos, de segurança e de padronização para viabilizar a instalação de pontos de recarga sem fio em espaços públicos e privados [20].

A recarga V2G exige uma infraestrutura de rede inteligente (*smart grid*), algo que ainda está em fase inicial, instalados em poucas regiões do Brasil [19]. Para que essa tecnologia seja viável, é necessário implementar regulamentações específicas para a troca bidirecional de energia, além de oferecer incentivos financeiros para motivar os proprietários de VEs a contribuírem com a rede elétrica [21].

As baterias de alta densidade energética enfrentam desafios de custo, já que a importação dessas tecnologias pode ser onerosa devido a impostos e custos logísticos [22]. Desenvolver capacidades de produção local poderia reduzir esses custos, mas requer investimentos em pesquisa e parcerias estratégicas com empresas estrangeiras [23]. A

aceitação pelo consumidor seria alta para todas essas tecnologias, mas a viabilidade econômica e a necessidade de modernização da infraestrutura são obstáculos importantes para sua adoção em larga escala no Brasil [24].

3.1.2 Desafios técnicos, econômicos e regulatórios para a expansão da infraestrutura de recarga no Brasil

Um dos maiores desafios técnicos para a infraestrutura de mobilidade elétrica no Brasil é atender à demanda por carregamento rápido, essencial para equiparar os VEs à conveniência do reabastecimento em postos de combustíveis. À medida que cresce a adoção de VEs, consumidores esperam tempos de carregamento mais curtos, um fator crucial para ampliar sua aceitação. No entanto, a instalação de estações de carregamento ultrarrápido, que podem reduzir os tempos para menos de 30 minutos, enfrenta desafios técnicos e financeiros significativos [24].

A infraestrutura atual no Brasil apresenta tempos médios de carregamento de cerca de sete horas, sendo reduzidos para três horas em modelos mais novos. Ainda assim, o tempo de espera é um obstáculo para muitos consumidores habituados à rapidez do abastecimento convencional [25]. A implementação de estações ultrarrápidas demanda investimentos elevados em tecnologia e infraestrutura, o que adiciona complexidade ao desenvolvimento do mercado de VEs [22].

A desigualdade na distribuição geográfica das estações de carregamento é outro entrave. Enquanto centros urbanos e regiões economicamente desenvolvidas contam com uma rede mais densa, áreas rurais e menos favorecidas possuem poucas estações, criando um déficit significativo no acesso à mobilidade elétrica [26]. Essa disparidade limita os benefícios da tecnologia, concentrando-os em locais específicos e excluindo grande parte da população.

A rede elétrica nacional precisa de atualizações substanciais para suportar o aumento da demanda energética. Sem modernizações, como novos transformadores e subestações, o crescimento dos VEs pode sobrecarregar a infraestrutura existente, resultando em apagões e reduzindo a confiabilidade do sistema [16, 22]. Esses investimentos são essenciais para garantir a integração de novas estações de carregamento e evitar problemas de fornecimento.

Os desafios econômicos também dificultam a adoção de VEs no Brasil. O custo elevado de aquisição, impulsionado pelos altos preços das baterias e pela dependência de importações, restringe o acesso a consumidores de maior poder aquisitivo. Sem uma produção nacional competitiva e com uma estrutura tributária onerosa, o preço dos VEs permanece uma barreira para o crescimento do mercado [7].

A instalação de uma infraestrutura de carregamento acessível requer investimentos significativos tanto do setor público quanto privado. A falta de incentivos governamentais e a incerteza quanto ao retorno financeiro desestimulam investidores, impactando negativamente a expansão da rede e a confiança do consumidor [24]. Além disso, a estrutura tarifária de energia no Brasil, especialmente nos horários de pico, pode elevar os custos de carregamento, desincentivando potenciais compradores de VEs [18].

Questões regulatórias também representam desafios para a expansão da mobilidade elétrica. A instalação de estações em locais estratégicos, como postos de combustível e estacionamentos, exige cumprimento de normas complexas, o que pode atrasar sua implementação. A falta de regulamentações claras e ágeis dificulta a implantação de uma infraestrutura robusta e acessível [26].

A colaboração entre empresas de energia, governo e agências reguladoras é essencial para superar esses desafios [7, 26]. Incentivos fiscais e subsídios podem aliviar as barreiras financeiras, enquanto regulamentações bem definidas garantem segurança e eficiência. Com esforços coordenados, o Brasil pode avançar para uma mobilidade elétrica sustentável, ampliando o acesso e consolidando um mercado mais competitivo [23].

O crescimento projetado da frota elétrica exige superar barreiras econômicas, tecnológicas e estruturais, incluindo a diversificação de carregadores e o aprimoramento da rede elétrica. Tecnologias como carregadores ultrarrápidos e baterias de alta densidade demandam investimentos elevados e ajustes regulatórios [24, 25].

Carregadores ultrarrápidos são cruciais para reduzir tempos de recarga para menos de 30 minutos, mas requerem uma rede elétrica robusta e alto investimento em subestações e transformadores. No Brasil, a estrutura tarifária e o custo elevado de instalação tornam sua expansão um desafio [24]. Essas soluções dependem de incentivos governamentais para viabilizar a acessibilidade econômica e operacional [25].

A recarga sem fio, baseada em indução magnética, elimina cabos e conectores, mas apresenta eficiência energética inferior e custos de instalação elevados. No Brasil, a implementação dessa tecnologia enfrentaria desafios em termos de regulamentação e adaptação urbana, o que a torna menos viável no curto prazo [27]. A recarga bidirecional (V2G) permite que VEs forneçam energia à rede elétrica em momentos de alta demanda, contribuindo para sua estabilização. No entanto, essa tecnologia exige a implementação de redes inteligentes e regulamentações específicas. Incentivos financeiros seriam essenciais para atrair usuários e desenvolver o sistema no Brasil.

As baterias de alta densidade energética, como as de estado sólido, aumentam a autonomia dos veículos e reduzem os tempos de recarga. Contudo, os custos elevados de importação e a falta de produção local limitam sua viabilidade no mercado brasileiro. Investimentos em pesquisa e parcerias internacionais poderiam reduzir custos e acelerar sua adoção [29].

Casos de sucesso como Portugal e Noruega mostram o impacto de políticas públicas bem estruturadas. Portugal implementou incentivos fiscais e investiu em infraestrutura de recarga, enquanto a Noruega lidera com benefícios como isenções de pedágios e expansão de estações de recarga [30, 31]. Esses exemplos reforçam a importância de políticas consistentes para fomentar a mobilidade elétrica.

No Brasil, iniciativas como a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e isenção do IPVA em alguns estados ajudam a estimular o mercado. Contudo, essas medidas precisam ser ampliadas para alcançar um impacto significativo. Segundo a Cepal, os VEs podem atingir 20% das vendas de automóveis até 2050, desde que ações organizadas sejam implementadas [32].

Regulamentações, como a Resolução nº 819/2018 da ANEEL, facilitam a oferta de serviços de recarga por empresas privadas, promovendo flexibilidade e concorrência no mercado [20]. Medidas como o Programa Rota 2030 e a redução de impostos para veículos elétricos também incentivam a produção nacional e a adoção de tecnologias sustentáveis [33].

A cooperação entre governo, empresas de energia e indústria é essencial para superar os desafios e construir um mercado de VEs sustentável. Incentivos fiscais, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e uma rede de recarga acessível são passos fundamentais para consolidar a transição no Brasil.

O sucesso da mobilidade elétrica no Brasil depende de um compromisso contínuo e de políticas públicas eficazes. A expansão da infraestrutura, acompanhada de padrões regulatórios claros, pode posicionar o país em um cenário favorável em mobilidade elétrica na América Latina, promovendo inovação e sustentabilidade.

4 POLÍTICAS PÚBLICAS E DAS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPPS) NO DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA

No Brasil, o avanço da mobilidade elétrica é apoiado por políticas públicas que visam incentivar tanto a compra de VEs quanto a instalação de infraestrutura de recarga. No entanto, o país ainda enfrenta desafios para construir uma rede de recarga que atenda à crescente demanda e permita a transição para um transporte mais sustentável [26]. Este capítulo explora as principais políticas públicas vigentes no Brasil direcionadas ao desenvolvimento da infraestrutura de recarga, destacando os incentivos oferecidos e as oportunidades de crescimento.

O Brasil possui algumas iniciativas para fomentar a infraestrutura de recarga para veículos elétricos, embora ainda sejam limitadas em abrangência, como mostra a Tabela 1. As principais políticas incluem incentivos fiscais, programas de financiamento e iniciativas de regulamentação que visam facilitar a instalação de estações de recarga em locais estratégicos.

A Resolução ANEEL 819/2018 é um marco importante para a infraestrutura de recarga, pois regulamenta a instalação de estações de recarga e permite que empresas e indivíduos negociem os preços de forma livre [20]. Essa resolução é de grande importância, pois estabelece as bases para que o mercado de recarga se desenvolva de maneira competitiva, facilitando a entrada de novos jogadores no mercado e estimulando a criação de mais pontos de recarga em locais estratégicos. No entanto, sua aplicação ainda é limitada a iniciativas isoladas e carece de um suporte mais abrangente em escala nacional.

A redução do IPI para VEs e híbridos é outra medida relevante no incentivo à mobilidade elétrica. A redução do imposto sobre produtos industrializados visa diminuir o custo final desses veículos para o consumidor, tornando-os mais acessíveis e competitivos em relação aos veículos a combustão. Essa política tem impactado positivamente a adesão de consumidores e empresas ao mercado de veículos elétricos, o que indiretamente aumenta a demanda por infraestrutura de recarga.

Além das políticas em nível federal, algumas cidades brasileiras adotaram incentivos locais. Em São Paulo, por exemplo, veículos elétricos são isentos do rodízio, enquanto em Curitiba, há descontos no IPVA para carros elétricos. Embora não sejam especificamente voltadas para a infraestrutura de recarga, essas políticas incentivam a adoção de veículos elétricos, criando um cenário favorável para o desenvolvimento de uma rede de recarga mais robusta [34, 35].

A Rota 2030, estabelecida pelo governo federal, é uma das políticas mais abrangentes no setor automotivo, oferecendo incentivos fiscais e subsídios para empresas que investem em tecnologias de eficiência energética [33]. Embora o programa seja voltado principalmente para a produção de veículos, ele fomenta a transição para a mobilidade elétrica ao incentivar o desenvolvimento de tecnologias limpas. A Rota 2030, portanto, atua como um apoio indireto à eletromobilidade no país, incentivando a inovação no setor. Nessa linha, a Tabela 1 mostra as principais políticas públicas nesse campo.

Tabela 1: Principais Políticas Públicas de Incentivo à Infraestrutura de Recarga no Brasil.

POLÍTICA/PROGRAM A	DESCRIÇÃO	OBJETIVO	RESULTADOS OBSERVADOS
Rota 2030	Programa federal que oferece incentivos para empresas automotivas investirem em tecnologias limpas	Promover a eficiência energética e o desenvolvimento de VEs	Apoio indireto à eletromobilidade
Resolução ANEEL 819/2018	Regula a instalação de estações de recarga para veículos elétricos, permitindo livre negociação de preços	Estabelecer normas para o mercado de recarga	Expansão gradual de pontos de recarga
Redução do IPI	Redução do IPI para veículos elétricos e híbridos	Reduzir o custo dos VEs	Crescente adesão de consumidores e empresas
Lei de Mobilidade Elétrica (em algumas cidades)	Algumas cidades como São Paulo e Curitiba implementam incentivos locais, como isenção de rodízio e IPVA reduzido para veículos elétricos	Incentivar a adoção de VEs	Aumento no uso de veículos elétricos nessas áreas

[37- 40, 44].

Apesar dessas iniciativas, o Brasil ainda carece de políticas públicas mais amplas e integradas para o desenvolvimento da infraestrutura de recarga. O apoio à instalação de estações de recarga é, em sua maioria, descentralizado e depende de iniciativas locais e do setor privado. Para que o país possa avançar, seriam necessárias políticas adicionais que incentivem diretamente a instalação de pontos de recarga, como subsídios para carregadores residenciais e comerciais, concessões de uso de terrenos para eletropostos e a simplificação do licenciamento para empresas interessadas na instalação de estações.

O desenvolvimento de uma rede de recarga em corredores estratégicos e em rodovias federais poderia ser apoiado por um programa nacional que forneça subsídios e incentivos fiscais para a instalação de estações em locais de grande fluxo, como postos de combustível e áreas de descanso. Tais medidas garantiriam uma cobertura mais ampla e acessível, essencial para promover a mobilidade elétrica em um país de dimensões continentais como o Brasil.

As políticas públicas brasileiras para a mobilidade elétrica e a infraestrutura de recarga ainda estão em uma fase inicial de desenvolvimento. Iniciativas como a Rota 2030, a Resolução ANEEL 819/2018 e a redução do IPI representam passos importantes, mas insuficientes para a construção de uma rede de recarga nacional robusta. Para atender à crescente demanda por veículos elétricos, é necessário um conjunto de políticas mais abrangente e integrado que incentive diretamente a instalação de estações de recarga, promova parcerias público-privadas e apoie o desenvolvimento de uma infraestrutura eficiente em todo o país [20].

5 EXPANSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA EM GOIÁS

A expansão da mobilidade elétrica, como já discutido, enfrenta diversos desafios no Brasil, especialmente no que diz respeito à infraestrutura de recarga e aos incentivos necessários para promover sua adoção. Embora nenhuma solução seja capaz de atender completamente todas as demandas existentes, é possível identificar caminhos promissores com base em exemplos reais já implementados. Nesta seção, é explorada a situação atual em Goiás, analisando os números de carregadores disponíveis e projetos em andamento, além de propor soluções que possam ampliar a infraestrutura de forma prática e estratégica.

5.1 LEVANTAMENTO DOS NÚMERO DE CARREGADORES PARA CARROS ELÉTRICOS EM GOIÁS

Goiás possui atualmente mais de 300 estações de carregamento para VEs, das quais aproximadamente 80 estão localizadas na capital, Goiânia [36]. Além disso, a concessionária Ecovias do Araguaia, responsável pelos trechos das rodovias BR-153, BR-414 e BR-080, em parceria com a Volvo Car Brasil (unidade da sueca Volvo Cars que opera no Brasil, focada na produção e venda de veículos premium, incluindo híbridos e elétricos), instalou 6 estações de carregamento em pontos estratégicos dessas rodovias. As estações estão localizadas nas bases de Serviços de Atendimento aos Usuários (SAUs), distribuídas em Jaraguá (GO), Mara Rosa (GO), Porangatu (GO) e Aliança do Tocantins (TO), na BR-153, e em Cocalzinho de Goiás (GO) e Vila Propício (GO), na BR-414 [37].

A eletromobilidade tem ganhado espaço em todo o Brasil, e Goiás segue essa tendência, apresentando um crescimento expressivo na adoção de VEs. Esse avanço é impulsionado por fatores como o aumento do interesse dos consumidores por alternativas de transporte mais econômicas, e o desenvolvimento gradual da infraestrutura de recarga e incentivos governamentais que estimulam a aquisição de VEs. As cidades de Goiânia e Anápolis, em particular, destacam-se como polos de eletromobilidade no estado, tanto pela infraestrutura instalada quanto pelo volume de veículos adquiridos.

O crescimento das vendas de VEs reforça a necessidade de uma infraestrutura de recarga robusta e bem distribuída para sustentar a expansão do mercado. A Tabela 2 a seguir apresenta um panorama comparativo das vendas de VEs em diferentes municípios brasileiros, destacando Goiânia e Anápolis como representantes do estado de Goiás. Esse levantamento não apenas evidencia a relevância dessas cidades no cenário nacional, mas também aponta para a importância de investimentos estratégicos na infraestrutura de recarga para consolidar a mobilidade elétrica como uma realidade acessível e eficiente.

Observando o *ranking*, nota-se que Goiânia e Anápolis, juntas, somam um total de 9.828 VEs vendidos, colocando Goiás em uma posição relevante no cenário nacional de eletromobilidade. Esse número demonstra o potencial de Goiás para se consolidar como um polo de VEs na região Centro-Oeste. A presença significativa desses veículos nos municípios goianos indica tanto a receptividade dos consumidores quanto a necessidade de uma infraestrutura robusta de carregamento e manutenção.

Esses dados sugerem que o estado de Goiás está avançando na adoção de tecnologias sustentáveis de transporte. No entanto, o crescimento do número de VEs implica desafios para

a infraestrutura de carregamento e para políticas de incentivo que suportem essa transição. A ampliação de pontos de recarga em locais estratégicos e o suporte governamental são fatores necessários para garantir o desenvolvimento contínuo da mobilidade elétrica no estado.

Tabela 2 - Ranking do volume de carros elétricos vendidos por estados até 2024.

Município	Estado	Quantidade	MarketShare
São Paulo	SP	42.624	15,1%
Brasília	DF	20.693	7,3%
Rio de Janeiro	RJ	13.000	4,6%
Belo Horizonte	MG	10.445	3,7%
Curitiba	PR	10.133	3,6%
Campinas	SP	5.358	1,9%
Porto Alegre	RS	5.358	1,9%
Goiânia	GO	5.258	1,9%
Salvador	BA	5.245	1,9%
Anápolis	GO	4.570	1,6%

Fonte: [38].

Quando observa-se o cenário de Goiás em um contexto mais amplo, é evidente que o estado segue a tendência nacional de concentrar a eletromobilidade em centros urbanos. Esse fenômeno é observado em vários estados do Brasil, onde as capitais e grandes cidades lideram o mercado de veículos elétricos. A ausência de uma infraestrutura capilarizada nas cidades menores dificulta o acesso a esse tipo de tecnologia para a população em geral, limitando o alcance da eletromobilidade.

A análise detalhada do estado de Goiás revela uma concentração significativa de veículos elétricos nos municípios de Goiânia e Anápolis, que juntos representam uma parcela majoritária das vendas no estado. Como mostra a Tabela 3, essas duas cidades somam 9.828 dos 12.047 veículos elétricos vendidos em Goiás até novembro de 2024, o que corresponde a aproximadamente 81,5% do total. Essa concentração reflete o papel central dessas cidades no avanço da eletromobilidade no estado.

Ao observar os outros municípios, percebe-se uma queda expressiva no número de VEs vendidos. Aparecida de Goiânia, a terceira cidade no *ranking*, conta com apenas 389 veículos, representando 3,2% do total de vendas no estado. Outras cidades, como Rio Verde e Itumbiara, apresentam ainda menos veículos elétricos, evidenciando uma distribuição desigual. Isso sugere que a adoção de VEs está ainda limitada às maiores áreas urbanas, onde a infraestrutura de carregamento é mais desenvolvida e o poder aquisitivo tende a ser mais elevado.

Essa disparidade entre os municípios sugere desafios específicos para a expansão da mobilidade elétrica em Goiás, evidenciando a necessidade de estratégias direcionadas para reduzir as desigualdades regionais. Em regiões menores ou mais distantes dos grandes centros urbanos, a ausência de infraestrutura de recarga e de incentivos locais representam barreiras significativas, dificultando a disseminação de VEs. A falta de iniciativas governamentais específicas para essas áreas contribui para a manutenção desse cenário, ao mesmo tempo em que a infraestrutura limitada desestimula a aquisição de VEs pelos consumidores locais. A demanda reduzida nessas regiões torna os investimentos em novas estações de recarga menos atrativos para empresas privadas, criando um ciclo de baixa adoção que perpetua a concentração da mobilidade elétrica em polos urbanos maiores.

Tabela 3: Total de carros elétricos vendidos em Goiás até novembro de 2024.

Município	Estado	Quantidade	MarketShare
Goiânia	GO	5.258	43,6%
Anápolis	GO	4.570	37,9%
Aparecida de Goiânia	GO	389	3,2%
Rio Verde	GO	366	3,0%
Itumbiara	GO	159	1,3%
Jataí	GO	141	1,2%
Senador Canedo	GO	108	0,9%
Caldas Novas	GO	77	0,6%
Trindade	GO	75	0,6%
Catalão	GO	71	0,6%
Mineiros	GO	49	0,4%
Pires do Rio	GO	31	0,3%
Goianésia	GO	29	0,2%
Inhumas	GO	29	0,2%
Goiatuba	GO	27	0,2%
Santa Helena de Goiás	GO	25	0,2%
Quirinópolis	GO	22	0,2%
São Luís de Montes Belos	GO	20	0,2%
Uruaçu	GO	20	0,2%
Jaraguá	GO	19	0,2%
Goianira	GO	18	0,1%
Itaberaí	GO	18	0,1%
Hidrolândia	GO	17	0,1%
Acreúna	GO	16	0,1%
Total		12.047	100,0%

Fonte: [38].

Para que Goiás possa avançar no desenvolvimento de uma mobilidade elétrica mais inclusiva, políticas públicas e incentivos fiscais serão essenciais. A criação de subsídios para a instalação de pontos de recarga em cidades menores e campanhas de conscientização sobre os benefícios dos veículos elétricos podem contribuir para equilibrar o mercado e democratizar o acesso a essa tecnologia em todo o estado. Com o apoio do setor público e privado, Goiás tem o potencial de se tornar uma das referências em sustentabilidade e inovação no Brasil.

5.2 ESTRATÉGIAS PARA A EXPANSÃO DA INFRAESTRUTURA DE RECARGA EM GOIÁS

O aumento do número de VEs na região, especialmente em cidades como Goiânia, Anápolis e Aparecida de Goiânia, torna urgente a ampliação da infraestrutura de recarga no

estado. Para isso, é essencial aprender com exemplos bem-sucedidos implementados em outras regiões do Brasil e adaptar essas soluções à realidade local.

A instalação de pontos de recarga em locais de grande circulação, como *shoppings*, supermercados, postos de combustíveis e centros empresariais, é uma das estratégias mais eficazes para integrar a mobilidade elétrica à rotina dos motoristas. Um exemplo inspirador é a parceria entre a *Green Yellow* (empresa Francesa de transição energética, especializada em eficiência energética, energia solar e mobilidade elétrica) e o Assaí Atacadista, que viabilizou a instalação de 90 eletropostos em 30 lojas distribuídas em 13 estados do país, oferecendo recarga gratuita aos clientes e incentivando o uso de veículos elétricos [39]. Em Goiás, uma abordagem semelhante poderia ser replicada por meio de parcerias com redes locais de supermercados, como Bretas ou Atacadão, aproveitando seu alcance em municípios estratégicos.

A replicação dessa estratégia poderia ir além da simples instalação de pontos de recarga, adotando um modelo que considere também a integração de energias renováveis na operação dessas estações. Por exemplo, eletropostos alimentados por energia solar, instalados em estacionamentos com painéis fotovoltaicos, poderiam reduzir custos operacionais e tornar o projeto ainda mais sustentável. Essa abordagem, combinada com incentivos fiscais estaduais, como descontos no Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para empresas que implementem infraestrutura de recarga com fontes limpas, ampliaria o apelo econômico e ambiental da proposta.

A parceria com redes como Bretas ou Atacadão poderia incluir a promoção conjunta de veículos elétricos, como descontos em compras ou bônus para motoristas que utilizem essas estações, estimulando a adesão ao modelo sustentável tanto por consumidores quanto por empresas. A inclusão de metas anuais de ampliação, associadas a um monitoramento público dos resultados, garantiria uma implementação transparente e com impacto mensurável, alinhando-se às práticas modernas de gestão de projetos sustentáveis.

Outra possibilidade é que o governo de Goiás pode estimular investimentos em infraestrutura de recarga através de incentivos fiscais, como a redução do ICMS, e subsídios diretos para empresas que instalem estações em locais prioritários. Um exemplo nacional relevante é o Programa Rota 2030, que oferece benefícios fiscais para montadoras que investem em tecnologias sustentáveis, incluindo veículos elétricos [33]. Goiás poderia adotar um programa semelhante, direcionado não apenas às montadoras, mas também aos investidores em eletropostos, garantindo retorno em médio prazo por meio da redução de emissões e promoção da economia verde.

Essa proposta poderia ser implementada por meio da criação de um programa estadual, similar ao Rota 2030, mas com foco específico na infraestrutura de recarga e na integração de tecnologias sustentáveis. O programa incluiria incentivos fiscais diferenciados para empresas locais que investissem em eletropostos, como a redução do ICMS para insumos e equipamentos utilizados na instalação. Além disso, subsídios diretos poderiam ser oferecidos para a instalação de estações em locais estratégicos, como rodovias que conectam grandes cidades, garantindo suporte tanto para deslocamentos urbanos quanto intermunicipais.

A proposta também seria fortalecida com parcerias com instituições de pesquisa, como a Universidade Federal de Goiás (UFG), visando o desenvolvimento de tecnologias regionais que tornem os eletropostos mais acessíveis e eficientes. Dessa forma, o governo estadual não apenas estimularia o uso de veículos elétricos, mas também promoveria o desenvolvimento econômico e tecnológico local, criando um ciclo virtuoso de sustentabilidade e inovação.

Outro ponto de destaque é o papel das parcerias público-privadas na expansão dessa infraestrutura. Um exemplo de sucesso é a colaboração entre a *Raizen Power* (uma empresa integrada dedicada a soluções de energia elétrica renovável) e a *BYD* (uma multinacional chinesa, com foco em veículos elétricos, baterias e energia renovável), que visa construir 600 novos pontos de recarga em oito capitais brasileiras nos próximos três anos [40].

Vale apontar que a *Raizen Power* é uma empresa referência global em bioenergia, atuando também no campo da mobilidade elétrica que veio para o Brasil em 2018 após a compra de uma empresa nacional. Em Goiás, parcerias entre o governo estadual e grandes empresas de energia, como a Equatorial Energia, poderiam fomentar a criação de uma rede robusta, especialmente em rodovias e áreas periurbanas, garantindo suporte tanto para deslocamentos urbanos quanto para viagens de longa distância.

Para que parcerias público-privadas sejam efetivas em Goiás, o governo estadual pode estruturar contratos de concessão nos quais empresas, como a Equatorial Energia, assumam a instalação e operação de pontos de recarga para veículos elétricos em troca de benefícios, como isenção de taxas ou subsídios para aquisição de equipamentos. Além disso, o Estado pode lançar editais de chamamento público para atrair empresas interessadas, estabelecendo critérios claros de seleção, como capacidade técnica e compromisso com metas sustentáveis.

Políticas públicas de planejamento urbano podem integrar a mobilidade elétrica ao desenvolvimento de novas áreas. Em São Paulo, por exemplo, a Lei Municipal nº 17.336/2020 exige que novos empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais incluam infraestrutura para recarga de veículos elétricos ou híbridos. Essa medida reforça o papel do estado, que já lidera o país em infraestrutura de recarga e vendas de veículos elétricos, como referência nacional em mobilidade sustentável [41].

Goiás poderia se inspirar nesse exemplo, implementando legislação semelhante para obrigar novos empreendimentos a incorporar estações de recarga em suas estruturas, promovendo uma infraestrutura adaptada ao futuro e atendendo às crescentes demandas do mercado de veículos elétricos. Essa integração contribuiria para a expansão ordenada da rede, acompanhando o crescimento do mercado de veículos elétricos.

Vale apontar ainda que essas parcerias público-privadas também permitem uma divisão de custos e uma redução dos riscos associados à expansão da infraestrutura. Compartilhando investimentos, tanto o setor público quanto o privado conseguem mitigar pressões financeiras e operacionais. O setor público se beneficia ao contar com o apoio de empresas que possuem o conhecimento e a infraestrutura necessários para implementar e manter os eletropostos. Para o setor privado, essa colaboração com o governo assegura maior estabilidade e previsibilidade para os investimentos, minimizando os riscos ao operar sob o apoio institucional e regulatório necessário.

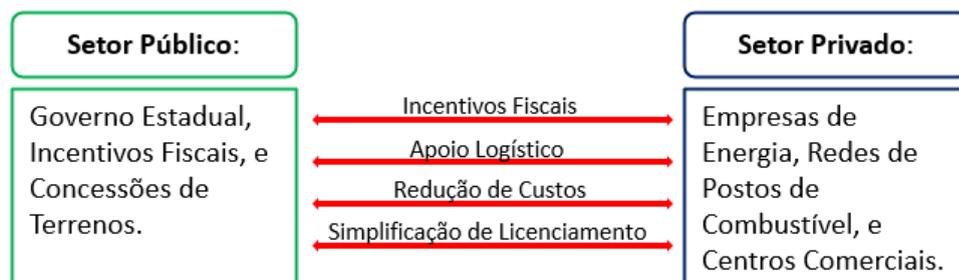
No longo prazo, essa colaboração entre o setor público e privado possibilita uma expansão mais sustentável da infraestrutura de recarga, promovendo o desenvolvimento econômico e social de Goiás. Essas parcerias contribuem para a criação de empregos locais, impulsionam a economia e fomentam uma cultura de sustentabilidade. Essa expansão não apenas fortalece o mercado de veículos elétricos, mas também reduz a emissão de poluentes, beneficiando a preservação ambiental. A Figura 4 mostra como seria essa relação público privado em um esquema simplificado.

Além da divisão de custos e redução de riscos, parcerias público-privadas podem ser fortalecidas por meio de ações governamentais que facilitem a instalação de eletropostos. O governo pode simplificar processos de licenciamento e reduzir exigências burocráticas,

diminuindo o tempo e os custos necessários para que as empresas iniciem a operação dos pontos de recarga.

Essa simplificação funciona como um incentivo valioso, especialmente quando acompanhada de um marco regulatório claro e favorável à mobilidade elétrica. Com isso, o setor privado ganha segurança jurídica, essencial para minimizar incertezas e encorajar investimentos de longo prazo.

Figura 4. Parcerias Público-Privadas para Expansão da Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos.



Nessa linha, para complementar a infraestrutura pública, Anápolis e outras cidades goianas podem implementar incentivos locais para a aquisição de veículos elétricos e a instalação de carregadores residenciais. Reduções de taxas municipais, como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), e descontos em impostos na compra de veículos elétricos são exemplos de políticas que podem ser adotadas. Além disso, subsídios para a instalação de carregadores domésticos ofereceriam aos moradores uma alternativa conveniente de recarga, diminuindo a pressão sobre a infraestrutura pública.

A expansão da infraestrutura de recarga para veículos elétricos em Anápolis e municípios estratégicos de Goiás é um passo importante para posicionar o estado como referência em mobilidade sustentável. Com a instalação de pontos de recarga em locais de grande circulação, parcerias com o setor privado, incentivos para adoção de veículos elétricos e integração com aplicativos de localização, Goiás pode avançar de forma significativa na popularização dos veículos elétricos.

A criação de uma rede de “corredores elétricos” ao longo dos principais corredores intermunicipais e rodovias de Goiás reforça essa estratégia. Essa iniciativa busca interligar cidades de maior relevância econômica e populacional, como Anápolis e Goiânia, promovendo a eletromobilidade e facilitando deslocamentos de longa distância.

Para garantir a conveniência da rede, a instalação de eletropostos em intervalos regulares ao longo de rodovias como a BR-153 e a BR-414 é fundamental. Distâncias de 50 a 70 quilômetros entre os pontos de recarga são recomendadas, atendendo à autonomia média dos veículos elétricos e assegurando que motoristas possam viajar com tranquilidade, independentemente do modelo utilizado.

A implementação de eletropostos ao longo de rodovias e áreas de descanso pode ser realizada através de PPPs. O governo pode conceder incentivos fiscais e subsídios para empresas privadas que se disponham a instalar e manter esses pontos de recarga. Postos de gasolina, áreas de serviço e paradas de descanso são locais ideais para esses eletropostos, pois já são pontos de parada frequentes para motoristas.

As PPPs permitem a divisão de custos e responsabilidades, onde o setor privado se beneficia dos incentivos e da visibilidade proporcionada pelo tráfego constante, enquanto o

setor público atinge seus objetivos de sustentabilidade e promoção de tecnologias limpas. Além disso, a concessão de terrenos ou autorizações especiais pode ser utilizada como incentivo adicional.

Para atender as necessidades de motoristas que percorrem longas distâncias, os eletropostos nesses corredores intermunicipais devem priorizar carregadores de alta potência (*DC Fast Chargers*). Esses carregadores rápidos permitem uma recarga significativa da bateria em um curto período (de 20 a 30 minutos), o que é essencial para usuários em trânsito. Uma combinação de carregadores rápidos e semi-rápidos poderia ser ideal para atender diferentes tipos de veículos e situações, permitindo que os motoristas escolham o tipo de recarga de acordo com a urgência e o tempo disponível para a parada.

A Tabela 4 mostra uma possível criação de corredores com a alocação de pontos de recarga de forma estratégica.

Tabela 4. Corredores Propostos para Instalação de Eletropostos em Goiás.

Corredor Proposto	Distância Total (km)	Número de Eletropostos Sugerido	Intervalo médio Eletropostos (km)	Localização dos Eletropostos	Justificativa
Anápolis-Rio Verde	294	5	58	BR-153 sentido Goiânia, BR-060 em intervalos regulares.	Conecta Anápolis a Rio Verde, outro centro urbano com veículos elétricos
Goiânia-Trindade	25	1	0	GO-060 entre Goiânia e Trindade	Rota curta entre cidades com quantidade razoável de veículos elétricos
Goiânia-Caldas Novas	190	4	47	3 eletropostos até Morrinhos na BR-153, 1 entre Morrinhos e Caldas novas BR-490.	Facilita o uso de veículos elétricos para turismo entre Goiânia e Caldas Novas
Goiânia-Itumbiara	200	2	20	2 depois de Morrinhos na BR-153	Promove viagens interestaduais entre Goiás e Minas Gerais via Itumbiara

No corredor Anápolis-Rio Verde, que totaliza 294 km, foi sugerida a implementação de cinco eletropostos, sendo um na BR-153 no sentido Goiânia-Anápolis e quatro ao longo da BR-060, conectando Goiânia a Rio Verde em intervalos regulares. Para o curto trajeto entre Goiânia e Trindade, de 25 km, foi proposto um eletroposto na GO-060, atendendo aos deslocamentos frequentes nessa rota. Já na rota Goiânia-Caldas Novas, com 190 km de extensão, a proposta inclui quatro eletropostos, três na BR-153 até Morrinhos e um adicional na BR-490 entre Morrinhos e Caldas Novas, visando atender à demanda turística. Por fim, no corredor Goiânia-Itumbiara, de 200 km, a proposta aproveita os pontos já considerados até Morrinhos e sugere dois eletropostos adicionais na BR-153, no trecho entre Morrinhos e Itumbiara, para garantir suporte a viagens interestaduais. Essas propostas visam criar uma

infraestrutura estratégica para promover a mobilidade elétrica em Goiás, conectando regiões de alta relevância.

Para popularizar o uso desses corredores elétricos, o governo estadual poderia implementar incentivos para motoristas que optem por veículos elétricos nessas rotas. Benefícios como isenção ou desconto em pedágios para veículos elétricos ao longo das BRs poderiam ser oferecidos, incentivando mais motoristas a adotar veículos elétricos. Esses incentivos, além de favorecerem o meio ambiente, ajudam a promover a adesão ao uso dos corredores de recarga, fortalecendo a rede de eletropostos e aumentando sua relevância para os motoristas.

A criação de corredores intermunicipais com eletropostos estrategicamente posicionados representa uma solução viável e sustentável para expandir a mobilidade elétrica em Goiás, especialmente em Anápolis e em outros municípios de grande circulação. Essa infraestrutura promove a confiança dos motoristas para viagens de longa distância, reduzindo a preocupação com a autonomia dos veículos elétricos. Com o apoio de parcerias público-privadas e incentivos governamentais, Goiás pode consolidar-se como um estado pioneiro em eletromobilidade, promovendo um transporte mais limpo e sustentável.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição para a mobilidade elétrica no Brasil representa um avanço necessário em direção a um transporte mais sustentável e eficiente, que responde aos desafios ambientais e econômicos atuais. A análise da infraestrutura de recarga para VEs revela que, embora haja um desenvolvimento inicial promissor, ainda existem barreiras significativas a serem superadas, como a concentração de estações em centros urbanos, o alto custo de instalação e a ausência de uma regulação robusta que promova uma distribuição equilibrada da infraestrutura. Para alcançar uma expansão efetiva, será essencial a colaboração entre o setor público e o privado, que inclui não só incentivos fiscais e subsídios, mas também regulamentações que fomentem a segurança e a acessibilidade no uso de veículos elétricos.

Neste cenário, o estudo identifica tecnologias como os carregadores ultrarrápidos e a recarga bidirecional (V2G) emergem como soluções promissoras, ainda que requeiram altos investimentos e adaptação da infraestrutura elétrica nacional. A cooperação entre agências governamentais e empresas de energia se mostra fundamental para o estabelecimento de um sistema confiável, capaz de suprir as demandas crescentes de veículos elétricos. Iniciativas públicas, como a Rota 2030 e a Resolução ANEEL 819/2018, já são passos importantes para promover a mobilidade elétrica, mas necessitam de maior abrangência e integração para atingir a escala desejada.

Ressaltou-se também a necessidade de políticas públicas que promovam a democratização da mobilidade elétrica, com incentivos direcionados a municípios menores e áreas rurais. A criação de corredores de recarga em rodovias e o suporte a eletropostos em locais de grande circulação urbana podem ampliar o acesso e fortalecer a confiança dos consumidores, garantindo a viabilidade do uso de veículos elétricos tanto em trajetos curtos quanto em deslocamentos intermunicipais. A criação de um marco regulatório claro e a simplificação do licenciamento para instalação de eletropostos são fundamentais para acelerar essa transição.

O planejamento estratégico que leve em consideração as especificidades regionais e o potencial energético do país é importante para garantir que a infraestrutura de recarga se

desenvolva de forma a atender às necessidades da população e contribuir para uma mobilidade mais inclusiva e limpa. Continuar os investimentos em pesquisa e tecnologia, além de fortalecer parcerias público-privadas, será indispensável para transformar a mobilidade elétrica em uma realidade acessível e sustentável para todos os brasileiros.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível devido ao apoio e contribuição de diversas pessoas e instituições, às quais expressamos nossa mais profunda gratidão. Agradecemos, primeiramente, a Deus, por nos conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada. As nossas famílias, pelo suporte incondicional, paciência e incentivo nos momentos mais desafiadores. A nossa orientadora, Priscila Araújo Juá Stecanella, por sua orientação, disponibilidade e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e conhecimento foram essenciais para a concretização deste projeto. Aos professores e colegas do curso de Engenharia Elétrica do IF Goiano Câmpus Trindade, por compartilharem conhecimentos, ideias e experiências que enriqueceram nossa formação acadêmica. Por fim, dedicamos este trabalho a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória e acreditaram em nosso potencial. Muito obrigado!

7 REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, Rodrigo. **Os desafios para consolidação dos veículos elétricos no Brasil**. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, 5 jul. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/360-os-desafios-para-consolidacao-dos-veiculos-eletricos-no-brasil>. Acesso em: nov. 2024.

[2] MENDES, Evandro. **Infraestrutura de recarga para veículos elétricos gera desafios e oportunidades**. Portal Sustentabilidade, 10 set. 2024. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2024/09/10/infraestrutura-de-recarga-para-veiculos-eletricos-gera-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 7 nov. 2024.

[3] SILVA, João. **Carro elétrico é caminho sem volta, mas o Brasil tem estrutura para isso?** Autoesporte, 7 dez. 2024. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/setor-automotivo/industria-automotiva/post-coluna/2024/12/carro-eletrico-caminho-sem-volta-brasil-estrutura.ghtml>. Acesso em: 7 nov. 2024.

[4] GONÇALVES, Marco. **Produção de gases de efeito estufa cresce 1,3% no mundo, mas cai 1,2% no Brasil**. Revista Pesquisa FAPESP, São Paulo, v. 31, n. 346, p. 12-17, 13 dez. 2023. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2024/11/012-017_capa-emissoes_346.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

[5] CLIMATE CENTRAL. **Picturing our future**. Disponível em: <https://www.climatecentral.org/report/picturing-our-future>. Acesso em: 1 dez. 2024.

[6] BRITO, Débora. **Efeito estufa: transporte responde por 25% das emissões globais**. Agência Brasil, Katowice (Polônia), 11 dez. 2018. Disponível em:

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>. Acesso em: 7 dez. 2024

[7] GONÇALVES, João Pedro. **Análise de Viabilidade Econômica para a Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos**. 2024. 72 p. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/7121>. Acesso em: 12 dez. 2024.

[8] YOUSUF, A. K. M.; WANG, Z.; PARANJAPE, R.; TANG, Y. An In-Depth Exploration of Electric Vehicle Charging Station Infrastructure: A Comprehensive Review of Challenges, Mitigation Approaches, and Optimization Strategies. IEEE Power & Energy Society Section, v. 12, p. 51572-51585, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10494325>. Acesso em: 30 set. 2024.

[9] GREENV. **Estação de recarga para veículo elétrico**. Disponível em: <https://www.greenv.com.br/blog/estacao-de-recarga-carro-eletrico/>. Acesso em: 18 set. 2024.

[10] SPADER, Newmar. **Estação de recarga e veículos elétricos: Como funciona? - EDP**. Disponível em: <https://tupimob.com/estacao-de-recarga-de-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 18 set. 2024.

[11] NAPOLI, Eric. **São Paulo concentra quase 1/3 dos eletropostos do Brasil**. Poder360, Brasília, 3 mar. 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/infraestrutura/sao-paulo-concentra-quase-1-3-dos-eletropostos-do-brasil/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Infraestrutura de recarga acelera no país e apresenta crescimento de 179%**. Associação Brasileira do Veículo Elétrico, 2024. Disponível em: <https://abve.org.br/infraestrutura-de-recarga-acelera-no-pais-e-apresenta-crescimento-de-179/>. Acesso em: 22 out. 2024..

[13] PLUGSHARE. Distribuição de carregadores elétricos. 2024. Disponível em: <https://www.plugshare.com/br>. Acesso em 12 nov. 2024.

[14] LIMA, Paulo Raimundo Gomes de; SILVA, Sidelmo Magalhães. **Análise dos Impactos Técnicos na Inserção de Carregadores de Veículos Elétricos Plug-in em um Alimentador Real de Distribuição**. Repositório UFSM, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30598>. Acesso em: 5 out. 2024.

[15] BOTELHO, Vinícius Amorim. **Análise do Impacto da Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos no Planejamento da Expansão dos Sistemas de Distribuição**. Repositório UFJF, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/11945>. Acesso em: 12 out. 2024.

[16] SILVA, João Paulo da; SANTOS, Maria Aparecida dos; OLIVEIRA, José Carlos de. **Veículos Elétricos e Híbridos: Estudo da Eficiência**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/2020/10/veiculos-eletricos.pdf>. Acesso em: 14 out. 2024.

- [17] VIERA, Leonardo Antônio Brum; PASCOAL, Pedro Gelati; RECH, Cassiano; MEZARROBA, Marcello. **Análise e Projeto de um Sistema de Recarga de Veículos Elétricos Através da Transferência de Energia sem Fio**. Repositório UFSM, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21787>. Acesso em: 10 out. 2024.
- [18] SILVA, Isabela Assis da. **Mercado brasileiro de energia: definições, desafios e oportunidades para avançar no vehicle-to-grid**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=563533&tipoMidia=0>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- [19] OLIVEIRA, Yasmin Emily de Souza. **Desafios para a disseminação da mobilidade elétrica no cenário brasileiro: uma abordagem regulatória e econômica**. 2023. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade) – Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Engenharia da Eletricidade/CCET, São Luís, 2023. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/4903>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- [20] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 819, de 19 de junho de 2018**. Estabelece os procedimentos e as condições para a realização de atividades de recarga de veículos elétricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 70, 5 jul. 2018. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- [21] KROB, Marcos; FERREIRA, Ana Paula. **Veículos Elétricos Conectados a Smart Grids: Os Desafios do Fluxo Bidirecional de Cargas (V2G)**. 2022. Disponível em: https://www.academia.edu/111241562/Ve%C3%ADculos_el%C3%A9tricos_conectados_a_Smart_Grids_os_desafios_do_fluxo_bidirecional_de_cargas_V2G_?utm_source. Acesso em: 7 dez. 2024.
- [22] OLIVEIRA, Lucas de. **Introdução do Veículo Elétrico na Matriz Elétrica**. Repositório UTFPR, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9847/1/CT_COELE_2019_1_19.pdf. Acesso em: 16 out. 2024.
- [23] VOOLTA. **Afinal, como anda a infraestrutura para carros elétricos no Brasil?** Voolta, 2024. Disponível em: <https://voolta.com.br/blog/infraestrutura-carros-eletricos-brasil/>. Acesso em: 28 out. 2024.
- [24] ZAMPOLLI, Marisa. **A Recarga por Indução e Como Ela Impulsiona a Mobilidade Elétrica**. GESEL - Instituto de Economia da UFRJ, 2021. Disponível em: https://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/54_Zampolli_2021_08_31.pdf. Acesso em: 7 out. 2024.
- [25] VIERA, Leonardo Antônio Brum; PASCOAL, Pedro Gelati; RECH, Cassiano; MEZARROBA, Marcello. **Análise e Projeto de um Sistema de Recarga de Veículos Elétricos Através da Transferência de Energia sem Fio**. Repositório UFSM, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/21787>. Acesso em: 10 out. 2024.
- [26] SOUZA, Maria Clara de; ALMEIDA, Ricardo. **Desafios e Perspectivas para a Infraestrutura de Recarga de Veículos Elétricos no Brasil**. Revista Brasileira de Energia,

2023. Disponível em: <https://revistaenergia.com/desafios-infraestrutura-veiculos-eletricos>. Acesso em: 22 out. 2024.

[27] **Revista Analytica**. Regulação da Mobilidade Elétrica: Quais os Avanços e Desafios. 2022. Disponível em: <https://revistaanalytica.com.br/regulacao-da-mobilidade-eletrica-quais-os-avancos-e-desafios/>. Acesso em: 7 nov. 2024.

[28] TRIBUNA DO PARANÁ. **Relatório aponta que Brasil avança na eletromobilidade**. Tribuna do Paraná, 2024. Disponível em: <https://www.tribunapr.com.br/noticias/automoveis/relatorio-aponta-que-brasil-avanca-na-eletromobilidade/>. Acesso em: 25 out. 2024.

[29] BYD. **Bateria de estado sólido deve chegar ao mercado até 2030, promete fabricante**. InsideEVs Brasil, 2024. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/743546/byd-bateria-estado-solido-2030/>. Acesso em: 2 dez. 2024

[30] STANDVIRTUAL. **Incentivos para a compra de carros elétricos no Orçamento do Estado 2025**. Disponível em: <https://www.standvirtual.com/diarioautomovel/incentivos-compra-carros-eletricos-orcamento-estado-2025/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

[31] AGEFE. **AGEFE defende potencial da Mobilidade Elétrica e reivindica revisão das políticas públicas e do modelo organizativo**. Disponível em: <https://www.ambientemagazine.com/agefe-defende-potencial-da-mobilidade-eletrica-e-reivindica-revisao-das-politicas-publicas-e-do-modelo-organizativo/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

[32] BORBA, Bruno. **Big Push para a Mobilidade Sustentável: cenários para acelerar a penetração de veículos elétricos leves no Brasil**. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2020. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicacoes/45694-big-push-mobilidade-sustentavel-cenarios-acelerar-penetracao-veiculos-eletricos>. Acesso em: 7 dez. 2024.

[33] MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. Rota 2030 - Mobilidade e Logística. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em: 7 dez. 2024.

[34] PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Prefeitura reembolsa parte do IPVA de carros elétricos ou movidos a hidrogênio registrados na capital**. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/w/noticia/prefeitura-reembolsa-parte-do-ipva-de-carros-eletricos-ou-movidos-a-hidrogenio-registrados-na-capital>. Acesso em: 7 dez. 2024.

[35] QUATRO RODAS. **Estados dão desconto ou isentam IPVA 2024 de carros elétricos e híbridos**. Disponível em: <https://quatorodas.abril.com.br/noticias/quais-estados-dao-desconto-ou-isentam-ipva-de-carros-eletricos-e-hibridos/>. Acesso em: 7 dez. 2024.

[36] NAPOLI, Eric. **São Paulo concentra quase 1/3 dos eletropostos do Brasil**. Poder360, Brasília, 3 mar. 2024. Disponível em:

<https://www.poder360.com.br/infraestrutura/sao-paulo-concentra-quase-1-3-dos-eletropostos-do-brasil/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

[37] SAMPAIO, Carlos Nathan. **Postos já podem ter pontos de recarga para veículos elétricos em Goiás**. Diário de Goiás, 10 jan. 2024. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/postos-ja-podem-ter-pontos-de-recarga-para-veiculos-eletricos-em-goias/400113/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

[38] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. **Geografia da Eletromobilidade**. 2024. Disponível em: <https://abve.org.br/bi-geografia-da-eletromobilidade/>. Acesso em: 7 nov. 2024.

[39] MIRANDA, Junior. **Como adaptar condomínios para carros elétricos?** Condo.news, 15 abr. 2022. Disponível em: <https://condo.news/inovacao-e-tecnologia/como-adaptar-condominios-para-carros-eletricos/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

[40] PORTAL SUSTENTABILIDADE. **Raízen e BYD fecham parceria para criar 600 pontos de recarga para veículos elétricos no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2024/02/13/raizen-e-byd-fecham-parceria-para-criar-600-pontos-de-recarga-para-veiculos-eletricos-no-brasil/>. Acesso em: 23 nov. 2024.

[41] MIRANDA, Junior. **Como adaptar condomínios para carros elétricos?** Condo.news, 15 abr. 2022. Disponível em: <https://condo.news/inovacao-e-tecnologia/como-adaptar-condominios-para-carros-eletricos/>. Acesso em: 01 dez. 2024.