



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Dinâmica da Difusão da Infraestrutura de Recarga Rápida para Veículos Elétricos em Rodovias

Camila Ludovique
Raphael Guimarães
Lillian Monteath
Mauricio Moszkowicz
Nivalde de Castro

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico

Nº 126

junho de 2024
Rio de Janeiro

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico N°126

Dinâmica da Difusão da Infraestrutura de Recarga Rápida para Veículos Elétricos em Rodovias

Camila Ludovique
Raphael Guimarães
Lillian Montearth
Mauricio Moszkowicz
Nivalde de Castro

ISBN: 978-65-86614-92-3

Junho de 2024

Sumário

<u>Introdução</u>	3
<u>1. Metodologia</u>	5
<u>2. Estudos de Caso sobre a Implementação de Recarga Rápida em Rodovias</u>	7
<u>2.1. Posicionamento Estratégico das Estações de Recarga Rápida</u>	7
<u>2.2. Negociação com Proprietários de Estacionamentos</u>	8
<u>2.3. Tempo para Energização dos Eletropostos</u>	9
<u>2.4. Custos de Instalação</u>	10
<u>2.5. Fornecedores de Tecnologias e Operação das Estações</u>	11
<u>3. Barreiras à Implementação de Redes de Recarga Rápida em Rodovias</u>	13
<u>3.1. Barreiras Técnicas</u>	13
<u>3.2. Barreiras Econômicas</u>	14
<u>3.3. Barreiras Regulatórias</u>	16
<u>4. Estratégias para a Implementação de Estações de Recarga Rápida</u>	20
<u>5. Tendências do Mercado de Recarga Rápida em Rodovias</u>	22
<u>6. Considerações Finais</u>	25
<u>Referências Bibliográficas</u>	26

Introdução

A descarbonização da economia e a transição para fontes de energia sustentáveis são imperativos da era contemporânea, que exigem inovação e adaptação em todos os setores da mobilidade (MOHAMMED *et al.*, 2024). O Brasil, com suas dimensões continentais e uma das maiores redes de rodovias do mundo, está diante de uma tarefa monumental: integrar a infraestrutura de transportes às demandas crescentes por veículos elétricos (VEs). Neste cenário, a expansão de redes de recarga rápida é uma solução fundamental para atender às expectativas de sustentabilidade e impulsionar a inovação tecnológica (NEAIMEH *et al.*, 2017).

As estações de recarga rápida, projetadas para recarregar VEs em menos de 30 minutos, visam minimizar o tempo de inatividade durante viagens intermunicipais ou estaduais, tornando a mobilidade elétrica mais prática e conveniente (JABBARI *et al.*, 2017). Esses sistemas de recarga exigem uma integração da infraestrutura de conexão elétrica com uma experiência de usuário otimizada. A eficácia na implantação dessas redes depende da sinergia entre engenheiros, técnicos, especialistas em energia e fabricantes de equipamentos, assim como o apoio de entidades governamentais e reguladoras.

Respondendo a esse desafio, em 2018, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) incentivou as empresas do Setor Elétrico Brasileiro a desenvolverem redes de recarga. Esse impulso de política pública acelerou a criação de estações de recarga rápida, que, agora, se estendem para além das zonas urbanas, facilitando a mobilidade elétrica interurbana e interestadual (PNME, 2018). Até dezembro de 2023, ocorreu um salto para 90 estações de recarga rápida no Brasil (PLUGSHARE, 2024), comparado a apenas seis em 2018 (GUIMARÃES, 2018). Essa expansão inclui pontos de recarga de várias potências (22 kW, 150 kW e 350 kW), evidenciando o empenho do setor em atender as necessidades da mobilidade elétrica.

Neste sentido, este estudo analisa experiências de implantação de redes de recarga rápida da Chamada Estratégica de P&D 022/2018 da ANEEL (ANEEL, 2018), oferecendo um olhar comparativo entre as experiências nacionais e internacionais. Este relatório explora os obstáculos e as soluções inovadoras encontradas na implementação de redes de recarga rápida em rodovias, apresentando lições para o aprimoramento da infraestrutura de carregamento no

país. Além disso, a pesquisa examina a extensão das rodovias nacionais, a necessidade de estações de recarga rápida e o investimento necessário para atingir parâmetros internacionais de estações por km em rodovias.

Por meio de revisão bibliográfica, entrevistas com especialistas e análises quantitativas, a pesquisa oferece uma perspectiva dos desafios identificados em campo, bem como visões futuras para o mercado de recarga rápida em rodovias, servindo como um recurso informativo para a administração pública, empresas e Academia.

Além desta introdução, o texto está estruturado da seguinte forma: a Seção 1 detalha a metodologia empregada, a Seção 2 apresenta um diagnóstico do mercado, a Seção 3 fornece uma visão das principais barreiras, a Seção 4 discute estratégias para implementação de redes de recarga rápida, a Seção 5 avalia a dimensão do mercado de carregadores rápidos em rodovias e perspectivas futuras e, por fim, a Seção 6 apresenta as conclusões do estudo.

1. Metodologia

Para avaliar o desenvolvimento da infraestrutura para recarga rápida em rodovias, esta pesquisa buscou fornecer um diagnóstico do setor, identificando barreiras, tendências e estratégias para a sua difusão no Brasil. O estudo foi estruturado em três etapas principais, sendo inicialmente realizada uma análise qualitativa e, posteriormente, uma análise quantitativa, conforme ilustrado na Figura 1 e detalhado na sequência.

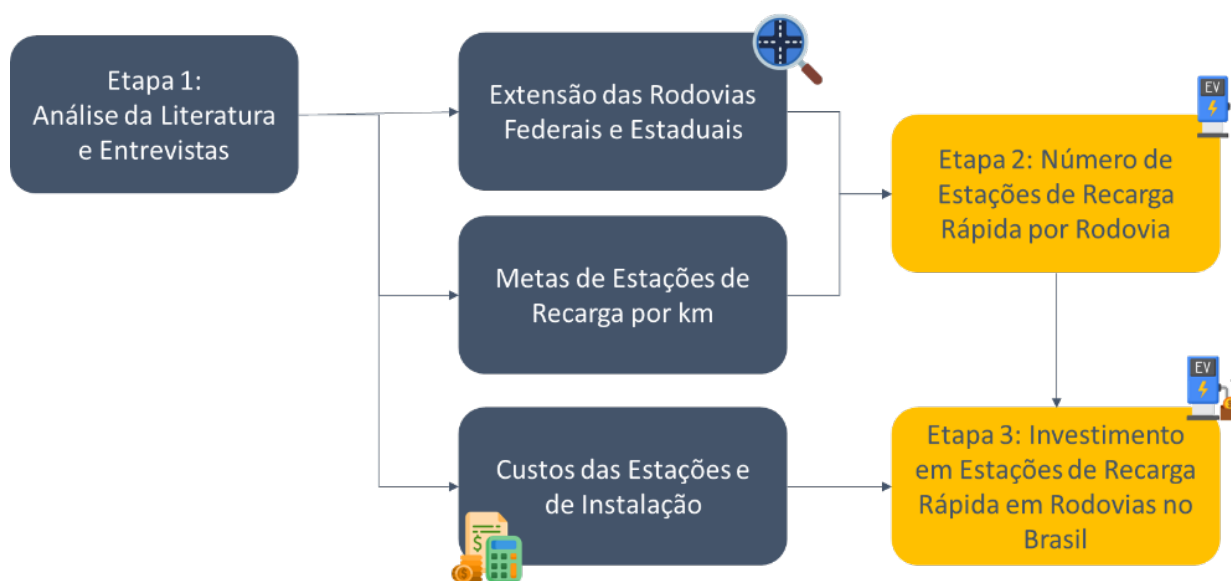


Figura 1: Fluxograma das Etapas de Pesquisa

Etapa 1: Análise da Literatura e Entrevistas

Inicialmente, foi realizada uma análise da literatura internacional para apreender as tendências atuais e as experiências de campo de projetos de implementação de estações de recarga rápida. Essa revisão incluiu estudos publicados em periódicos de alto impacto e relatórios de agências governamentais e não governamentais, selecionados com base em sua relevância para tecnologias de recarga rápida e políticas energéticas, especialmente aqueles publicados nos últimos cinco anos.

Paralelamente, entrevistas semiestruturadas foram conduzidas com gestores de redes de recarga rápida no Brasil. O objetivo dessas entrevistas foi capturar *insights* práticos e experiências no contexto nacional, permitindo a compreensão das particularidades e dos desafios enfrentados no país.

Etapa 2: Avaliação da Necessidade de Estações de Recarga Rápida em Rodovias

Para avaliar a necessidade de estações de recarga rápida nas rodovias brasileiras, foram utilizadas bases de dados georreferenciadas do Ministério do Transporte. Essas bases apresentam informações detalhadas sobre as extensões das rodovias federais e estaduais e o tipo de gestão (pública ou concessão). A formulação para determinar o número necessário de carregadores rápidos de 150 KW é baseada na premissa de 300 kW de potência a cada 60 km, conforme a política europeia que estabelece uma potência mínima por km (HANLEY, 2023). A fórmula usada é:

$$NERR = E \times ICER$$

Onde:

$NERR$ = Número de Estações de Recarga Rápida de 150 KW

E = Extensão das Rodovias

$ICER$ = Índice de Carregadores por Extensão Rodoviária

Etapa 3: Investimento para Atingir Metas de Instalação de Carregadores

O custo total para alcançar uma determinada meta de instalação de carregadores rápidos foi calculado considerando o custo unitário dos equipamentos e da instalação. Esses dados foram obtidos através de entrevistas com gestores de rede rápida no âmbito nacional, refletindo informações de campo atualizadas. Multiplicou-se o custo unitário pelo número total de carregadores necessários e, formalmente, se tem que:

$$I = NERR \times C$$

Onde:

I = Investimento Total

$NERR$ = Número de Estações de Recarga Rápida de 150 KW

C = Custo Unitário (hardware e instalação)

As próximas seções apresentam a avaliação de estudos de caso, que serviram como base para a formulação de resultados e recomendações.

2. Estudos de Caso sobre a Implementação de Recarga Rápida em Rodovias

Nesta seção, são analisados os principais elementos que influenciaram as fases de planejamento e execução das estações de recarga elétrica, identificando os pilares estratégicos, os desafios e as escolhas técnicas que orientam a sua implementação, tanto no contexto internacional quanto no nacional.

2.1. Posicionamento Estratégico das Estações de Recarga Rápida

O sucesso na implementação das estações de recarga para VEs depende de um planejamento estratégico dos pontos de instalação. Neste sentido, a estratégia de posicionamento das estações inicia-se com uma seleção cuidadosa de locais, considerando uma combinação de critérios técnicos e sociais (MCKINSEY, 2021). Nota-se que a proximidade com áreas de alto tráfego veicular, a disponibilidade de infraestrutura básica, como banheiros e restaurantes, e a segurança são fatores determinantes. Além disso, a distância em relação a estações de recarga já existentes e potenciais novos sítios é avaliada para garantir uma cobertura conveniente e abrangente.

A análise dos estudos de caso revela que, no início do desenvolvimento do mercado de VEs, a localização dos carregadores rápidos deve cumprir múltiplas funções. Idealmente, essas estações devem estar situadas perto de rodovias em áreas urbanas, atendendo tanto a viajantes locais quanto de longa distância. Contudo, a necessidade de cobertura nas principais rodovias torna-se evidente, com foco inicial no tráfego entre grandes eixos populacionais (ICCT, 2018).

Outro fator adicional a ser considerado é a sinalização consistente e informativa relacionada aos tipos e velocidades de carregamento disponíveis. Assim, programas de implantação de carregadores rápidos, envolvendo concessionárias de distribuição de energia elétrica, consórcios de fabricantes de automóveis, fornecedores de carregamento e grupos multiestaduais, devem coordenar esforços em uma escala regional e nacional para minimizar redundâncias e fornecer informações claras e consistentes aos usuários. Essas práticas asseguram uma rede de recarga bem planejada, acessível e compreensível para todos os usuários de VEs.

2.2. Negociação com Proprietários de Estacionamentos

A etapa de negociação com os proprietários dos locais selecionados para as estações de recarga é chave para o avanço do projeto. Conforme relatado durante as entrevistas, uma vez identificados os locais ideais para as estações de recarga, se inicia o diálogo com os proprietários dos estabelecimentos selecionados. Esse processo requer uma comunicação eficaz e transparente, destacando os benefícios e o valor agregado que a infraestrutura de carga para VEs trará ao local.

Deve ser realizada uma apresentação abrangente do projeto, enfatizando não só a promoção da sustentabilidade ambiental, mas também o potencial de atrair uma nova clientela, os usuários de VEs. Essa abordagem visa ilustrar como a instalação das estações de recarga pode transformar os estabelecimentos em pontos de interesse para um público novo crescente.

Outro aspecto que emergiu dos estudos de caso é a importância de comunicar aos proprietários dos estabelecimentos que a instalação de estações de recarga não acarretará custos adicionais para eles. Longe de ser um ônus, a presença dessas estações representa um atrativo competitivo, posicionando o estabelecimento como um pioneiro na adoção de soluções ecológicas e tecnologicamente avançadas. No contexto brasileiro, os contratos firmados normalmente têm duração de cinco anos, incluindo cláusulas para assegurar a estabilidade do acordo e prevenir rescisões antecipadas.

Como um entrevistado salientou, as dúvidas dos proprietários quanto ao projeto de estações de recarga geralmente giram em torno do impacto financeiro e operacional. Frequentemente, questionam “*Terei despesas com a instalação?*” A resposta é tranquilizadora: não há custos de instalação ou operacionais para o proprietário do terreno, pois ficam a cargo da distribuidora de energia. Outra questão é “*E quanto a ganhos financeiros pela recarga ou pelo espaço?*” Novamente, deve-se esclarecer que não haverá receitas diretas envolvidas para eles, uma vez que a instalação decorre de um projeto de P&D regulado pela ANEEL do qual a distribuidora de energia faz parte.

Uma preocupação comum é se haverá mudanças significativas na infraestrutura elétrica, mas quaisquer ajustes são mínimos e não afetarão o funcionamento cotidiano do local. Outra questão é “*Será necessário interditar áreas além das vagas reservadas?*” A resposta é não, somente as vagas designadas para as estações de recarga são requisitadas, sem

interrupções adicionais. Por fim, qualquer insegurança relacionada à manutenção é dissipada “*E se o equipamento quebrar, sou responsável pelos reparos?*” Os custos de operação e manutenção são integralmente assumidos pela empresa instaladora, proporcionando, assim, um ambiente livre de preocupações financeiras ou operacionais para o proprietário que aderir ao projeto.

Após essa negociação inicial, a capacidade da rede elétrica existente deve ser cuidadosamente analisada, junto com a discussão sobre a viabilidade e o planejamento do espaço necessário para a instalação das estações. O objetivo é identificar uma área que idealmente compreenda cerca de quatro vagas de estacionamento, situadas próximas à conexão de energia, para maximizar a eficiência e minimizar os custos relacionados à instalação e ao cabeamento.

Essa abordagem de negociação é projetada para construir parcerias sólidas e facilitar a expansão da infraestrutura de recarga, garantindo o crescimento sustentável da mobilidade elétrica.

2.3. Tempo para Energização dos Eletropostos

A implementação efetiva de estações de recarga para VEs envolve uma série de desafios e variações de cronogramas dependendo do tipo de tecnologia de carregamento empregada. Esta seção avalia o tempo necessário para a energização dos eletropostos, abordando os diferentes tipos de estações e as especificidades de cada uma delas.

As estações de recarga de baixa tensão (BT) são equipadas com carregadores que, geralmente, conseguem atingir até 80% da capacidade de carga de um VE entre uma e duas horas. Tipicamente, são carregadores com até 22 kW de potência (MATEEN *et al.*, 2023). A implantação dessas estações é relativamente mais rápida, com um período estimado de instalação em torno de seis meses.

Por outro lado, as estações de recarga de média tensão (MT) apresentam uma complexidade maior. Essas estações são equipadas com carregadores ultrarrápidos e rápidos, capazes de completar uma recarga completa em, aproximadamente, 15 a 30 minutos.

Devido à alta potência dessa tecnologia e à necessidade de uma infraestrutura mais robusta, o período de instalação para essas estações é significativamente mais longo, variando entre 12 a 18 meses.

Observa-se que o intervalo de tempo ora apresentado abrange desde o início do processo de planejamento até a completa operacionalização da estação. A construção da infraestrutura necessária é uma parte crítica do processo, exigindo uma coordenação cuidadosa com as distribuidoras de energia para garantir uma conexão adequada e segura das estações de recarga à rede elétrica. Além disso, considerações adicionais, como impacto ambiental, conformidade regulatória e logística de instalação, contribuem para a extensão do prazo.

2.4. Custos de Instalação

Esta subseção aborda os custos associados à instalação de estações de recarga em rodovias, fornecendo um panorama financeiro dos projetos. A análise detalha os investimentos necessários e compara os custos no Brasil com outras localidades internacionais.

Na análise dos custos de instalação de estações de recarga em rodovias, nota-se uma variação expressiva. No Brasil, para instalação de uma estação de 150 kW os custos variam de R\$ 1 a 1,2 milhão, divididos entre cerca de R\$ 700 mil para aquisição de equipamentos e R\$ 300 a 500 mil para adaptações locais e na rede elétrica. Internacionalmente, os custos também diferem. Nos Estados Unidos e no Reino Unido, instalar carregadores de 50 kW custa entre R\$ 20 e 255 mil. No Reino Unido, o custo médio para estações de 50 kW é de aproximadamente R\$ 142 mil. Em Atlanta, nos EUA, uma estação piloto com seis carregadores de 350 kW foi orçada em cerca de R\$ 5 milhões. Na China, por sua vez, projetos de praças de carregamento rápido com 10 carregadores de 140 kW chegam a R\$ 20,5 milhões. Destaca-se que a variação dos custos está relacionada principalmente ao tipo de carregador e às exigências de infraestrutura local (ICCT, 2018).

A experiência internacional mostra que a instalação de um maior número de estações em um único local pode resultar em custos mais baixos por estação devido à amortização da infraestrutura elétrica (MCKINSEY, 2021). Entretanto, a transição para carregadores de maior potência pode acarretar aumentos significativos nos custos, especialmente se forem necessárias atualizações substanciais na rede de distribuição.

Apesar dessas variações, espera-se que os custos das estações de recarga diminuam gradualmente à medida que novas tecnologias e economias de escala emergem. Esse fenômeno já está sendo observado em algumas regiões, principalmente no mercado chinês, onde o desenvolvimento contínuo da infraestrutura de recarga e a crescente adoção de VEs estão contribuindo para reduções de custo (MCLANE *et al.*, 2021). Por outro lado, os custos de instalação de estações de recarga são impulsionados por fatores como mão de obra, construção e componentes de utilidade. Portanto, é improvável que esses custos diminuam significativamente no futuro, dada a natureza dessas despesas (ICCT, 2018).

No Brasil, desafios adicionais, como a ausência de uma indústria local robusta de componentes para carregadores rápidos, a necessidade de importação de equipamentos e a alta variação cambial, agravam o cenário de custos. Esses fatores contribuem para um encarecimento dos produtos importados, impactando diretamente no investimento total necessário para a instalação das estações de recarga.

2.5. Fornecedores de Tecnologias e Operação das Estações

A escolha de fornecedores para os carregadores de VEs é um processo que requer uma avaliação cuidadosa. Aspectos como a qualidade dos equipamentos e a eficiência no atendimento a chamadas corretivas são de suma importância. No contexto nacional, conforme relatado durante entrevista, há uma discrepância significativa no tempo de resposta entre os fornecedores, variando de 30 a 60 dias para os mais rápidos, enquanto outros podem demorar mais de 90 dias e chegar, em alguns casos, a seis meses. Essa variação tem um impacto direto na operacionalidade das estações, podendo resultar em períodos prolongados de inatividade enquanto se aguarda a resolução técnica.

Embora seja prematuro estabelecer conclusões definitivas sobre a confiabilidade dos equipamentos, já é notável que certos fornecedores se destacam pela qualidade superior de seus produtos e serviços. A formação de parcerias com empresas que oferecem tecnologia de ponta e têm forte presença local é um diferencial. Fornecedores com equipes técnicas no Brasil, capazes de oferecer suporte rápido e acesso facilitado a peças de reposição, são fundamentais para garantir a manutenção eficaz e contínua das estações de recarga.

Além disso, parcerias com grandes redes de restaurantes e postos de abastecimento situados em rodovias são componentes chave. Essas colaborações trazem vantagens significativas, como a possibilidade de negociar a instalação de estações de recarga em diversos locais simultaneamente, o que promove ganhos de escala e eficiência no processo de implementação da rede de carregamento.

3. Barreiras à Implementação de Redes de Recarga Rápida em Rodovias

As complexidades e os desafios enfrentados na implementação de redes de recarga rápida em rodovias são exploradas nesta subseção, destacando as barreiras técnicas, econômicas e regulatórias.

3.1. Barreiras Técnicas

Na implementação de estações de recarga rápida no Brasil, um dos desafios técnicos mais significativos é a avaliação e adaptação da capacidade da rede de distribuição existente. Tomando como exemplo a *Electrify America*¹, onde uma instalação padrão totaliza 1.200 kW, isso representa uma carga adicional de 5% a 10% em uma linha de distribuição típica nos EUA. Em contextos internacionais, como no Reino Unido, os custos de atualização da rede para instalações semelhantes podem variar entre £ 2,5 milhões e £ 1 bilhão para milhares de carregadores. No Canadá, estudos indicam custos de conexão à rede de C\$ 46 a C\$ 390 mil para praças de recarga. Tais exemplos internacionais sinalizam que, no Brasil, as necessárias atualizações na infraestrutura elétrica para acomodar estações de alta potência demandarão investimentos substanciais na rede de distribuição (ICCT, 2018).

A estabilidade da rede elétrica é outro elemento relevante na consolidação da infraestrutura de recarga rápida. Até o momento, segundo um dos entrevistados, o Brasil não enfrentou problemas significativos relacionados à instabilidade da rede, mas destacou que é importante manter um monitoramento contínuo, principalmente com o aumento da potência e demanda. Em contrapartida, um desafio mais presente é a conectividade à internet em locais remotos ou com cobertura limitada de sinal 3G e 4G.

¹ *Electrify America* é uma iniciativa estabelecida nos EUA, focada na construção de uma infraestrutura abrangente de estações de recarga rápida para VEs. A empresa foi criada como parte de um compromisso da Volkswagen após o escândalo de emissões, com o objetivo de promover a adoção de VEs através da melhoria da rede de recarga.

A solução para essa questão envolve a instalação de roteadores dedicados e a utilização de tecnologias como *Starlink*, garantindo uma conexão estável e confiável, essencial para a operação e o monitoramento das estações de recarga.

Observa-se que a variedade de VEs no mercado exige que as estações de recarga sejam equipadas com diversos tipos de conectores. Por exemplo, os pontos ultrarrápidos precisam oferecer conectores como CCS2 e CHAdeMO para atender a maioria dos modelos (MATEEN *et al.*, 2023). Para veículos Tesla, especificamente, é necessário dispor de adaptadores compatíveis. Essa diversidade de conectores reflete a importância de uma infraestrutura versátil capaz de atender a uma ampla gama de VEs.

Ademais, a interoperabilidade entre diferentes sistemas e operadores de recarga é um desafio notável (SACHAN *et al.*, 2022). No Brasil, as redes de recarga operam de maneira autônoma, sem um sistema integrado para o intercâmbio de dados e informações. Essa fragmentação limita a eficiência da rede e a experiência do usuário. Assim, a adoção de padrões e protocolos comuns é fundamental para criar uma rede de recarga unificada e inteligente, capaz de fornecer serviços mais coesos e de maior valor agregado.

3.2. Barreiras Econômicas

O avanço de projetos de estações de recarga em rodovias no Brasil enfrenta desafios econômicos significativos, que exigem uma gestão criteriosa para assegurar a sua viabilidade financeira a longo prazo. Nota-se que a complexidade econômica reside em equilibrar os altos custos iniciais com as expectativas de retorno financeiro apenas no longo prazo (MCKINSEY, 2023).

Para mitigar o impacto financeiro inicial, empresas do Setor Elétrico Brasileiro costumam destinar uma fração de seus investimentos obrigatórios em pesquisa e desenvolvimento para esses projetos. Tais recursos financeiros funcionam como um catalisador, auxiliando na distribuição dos custos iniciais e promovendo a instalação de novos pontos de recarga.

As parcerias estratégicas também surgem como uma solução fundamental para a sustentabilidade econômica das iniciativas. Ao colaborar com operadores especializados em gestão de estações de recarga, as empresas conseguem compartilhar riscos operativos, aproveitar especializações e maximizar os retornos. Essas parcerias são relevantes especialmente em áreas fora dos centros urbanos, onde a utilização de estações de recarga tende a ser mais lenta e pode exigir um suporte adicional do poder público e das concessionárias de energia (TOWN *et al.*, 2022).

A ANEEL, através de sua chamada estratégica para mobilidade elétrica (Chamada Estratégica nº 022/2018), desempenhou um papel crucial, fornecendo às empresas elétricas uma oportunidade para compreensão clara dos custos reais e das projeções de retorno desses investimentos. Esse entendimento permite um alinhamento mais preciso com as realidades do mercado e uma avaliação mais acurada dos investimentos de longo prazo.

No cenário global, observam-se diversas estratégias para expandir a rede de recarga mesmo em situações não lucrativas. Investimentos dos próprios fabricantes de automóveis em redes de recarga rápida, como a rede *Supercharging* da Tesla, têm sido uma estratégia para aumentar o valor de seus veículos. Outra estratégia inclui redes como a *EVgo* nos EUA, que subsidiam cruzadamente locais de baixa lucratividade com aqueles de alta lucratividade.

Além disso, subsídios governamentais podem compartilhar as despesas iniciais para reduzir os requisitos de recuperação de custos em locais de baixa utilização, como aconteceu com a *West Coast Electric Highway* (ICCT, 2018). Este projeto específico foi financiado através de uma combinação de fundos governamentais e parcerias público-privadas, visando facilitar a expansão da rede de recarga elétrica, mesmo em locais com menor demanda inicial (WCGHighway, 2023).

Essas práticas internacionais ilustram alternativas de estratégias que podem ser adaptadas ao contexto brasileiro para superar barreiras econômicas e fomentar o desenvolvimento de uma rede de recarga robusta no país.

3.3. Barreiras Regulatórias

A implementação de redes de recarga rápida em rodovias no Brasil se depara, também, com desafios regulatórios significativos, os quais influenciam diretamente a eficiência e a velocidade de sua expansão.

No cenário brasileiro, segundo entrevistado, um dos principais obstáculos é o complexo processo de aprovação junto às distribuidoras de energia. Cada concessionária possui seus próprios métodos e prazos para a liberação de novas estações de recarga, resultando em um cenário de falta de padronização e clareza. Essa diversidade de procedimentos acaba por gerar morosidade e redundância, além de uma desconexão entre os diferentes departamentos das distribuidoras, tornando o processo de implementação ainda mais desafiador.

Outra questão é a eficiência e sincronia dos sistemas das distribuidoras com as necessidades do processo de implementação. Em especial, a conexão em média tensão exige uma complexidade técnica e burocrática elevada, apresentando desafios adicionais para a implementação de estações de alta potência. Geralmente, essas estações são implementadas como uma nova unidade consumidora (UC) dentro de uma UC já existente, estabelecidas no mercado livre, e enfrentam desafios relacionados ao conhecimento e à aplicação da Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021, que autoriza essa configuração.

Além disso, conforme relatado durante entrevista, as distribuidoras muitas vezes vêm essas novas UCs como usuárias da infraestrutura, pagando pela Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), mas não sendo grandes consumidoras de energia, uma vez que firmam contratos de energia pelo mercado livre. Essa situação pode resultar em um menor estímulo às distribuidoras para priorizar e fornecer energia a essas UCs.

A estrutura tarifária para estações de recarga rápida apresenta outra camada de complexidade. A análise de custos revela que as tarifas de demanda, como a TUSD, impõem um custo desproporcional a operações de carregamento, especialmente àquelas de alta potência.

Isso ocorre devido à necessidade de manter uma demanda contratada elevada, mesmo quando o consumo de energia ao longo do mês não é tão alto, especialmente na fase atual do mercado de VEs. Esse desequilíbrio torna a parcela destinada à contratação de potência desproporcionalmente grande no total da fatura de energia.

As estruturas tarifárias das concessionárias para recarga rápida frequentemente diferem daquelas para clientes residenciais. Para tarifas residenciais, os clientes são cobrados principalmente pela energia consumida em kWh. Tarifas baseadas apenas em energia também estão disponíveis para alguns clientes comerciais. No entanto, para a maioria das tarifas comerciais e industriais, a potência em kW e a energia em kWh são frequentemente faturadas individualmente. Cobranças de demanda, medidas em kW, são independentes do número de vezes que a potência de pico ocorreu. Para visualizar o impacto da demanda por recarga rápida, um perfil de carga comercial de 31 dias é mostrado na Figura 2 com três eventos de recarga de 300 kW adicionados à carga. A potência demandada é mostrada em kW no eixo vertical e o dia do mês é demonstrado no eixo horizontal.

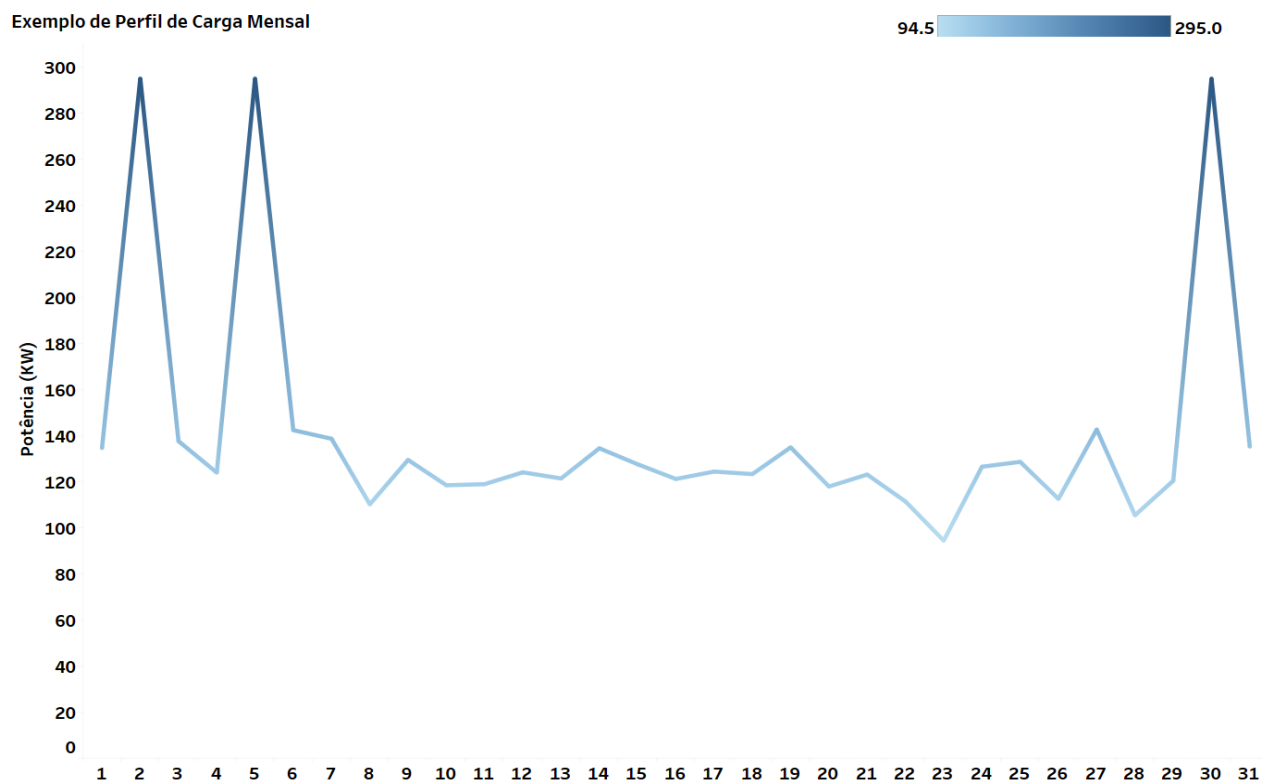


Figura 2: Exemplo de Perfil de Carga Mensal de um Eletroposto com dois Carregadores de 150 kW
Fonte: Elaboração própria, 2024

Nesse caso, a cobrança de demanda seria escalonada para o pico mensal de 300 kW. Se a cobrança de demanda fosse de R\$ 40,00 por kW, isso adicionaria R\$ 12 mil à fatura do operador da rede de recargas. Observa-se que a cobrança de demanda avalia o pico de kW mensal, independentemente de quantas vezes ele ocorre no mês, e o uso de energia em kWh é faturado além do uso de potência de pico em kW.

Essa relação entre o número de eventos de carga por mês e o custo efetivo por kWh é mostrada na Figura 3, abaixo. Para este exemplo, as cobranças de demanda são de R\$ 40 por kW, a energia custa R\$ 0,70/kWh, a potência do carregador é de 150 kW e cada veículo é abastecido com 60 kWh de energia. Se um carregador for utilizado apenas uma vez no mês, o custo seria de R\$ 12 mil mais R\$ 42,00. O custo efetivo por kWh, neste caso, é de R\$ 200,00.

Porém, se um posto for utilizado uma vez por dia durante 30 dias, isso representaria um custo de R\$12 mil mais R\$ 1.260,00, com um custo médio de kWh de R\$ 7,37. Um carregador com 150 eventos por mês, o que representa cinco conexões diárias, começa a competir em uma base de custo por kWh na faixa de R\$ 2,00. No futuro, estações com maior potência podem enfrentar cobranças de demanda aumentadas, além de custos iniciais mais altos, afetando negativamente, ainda mais, a sua viabilidade econômica.

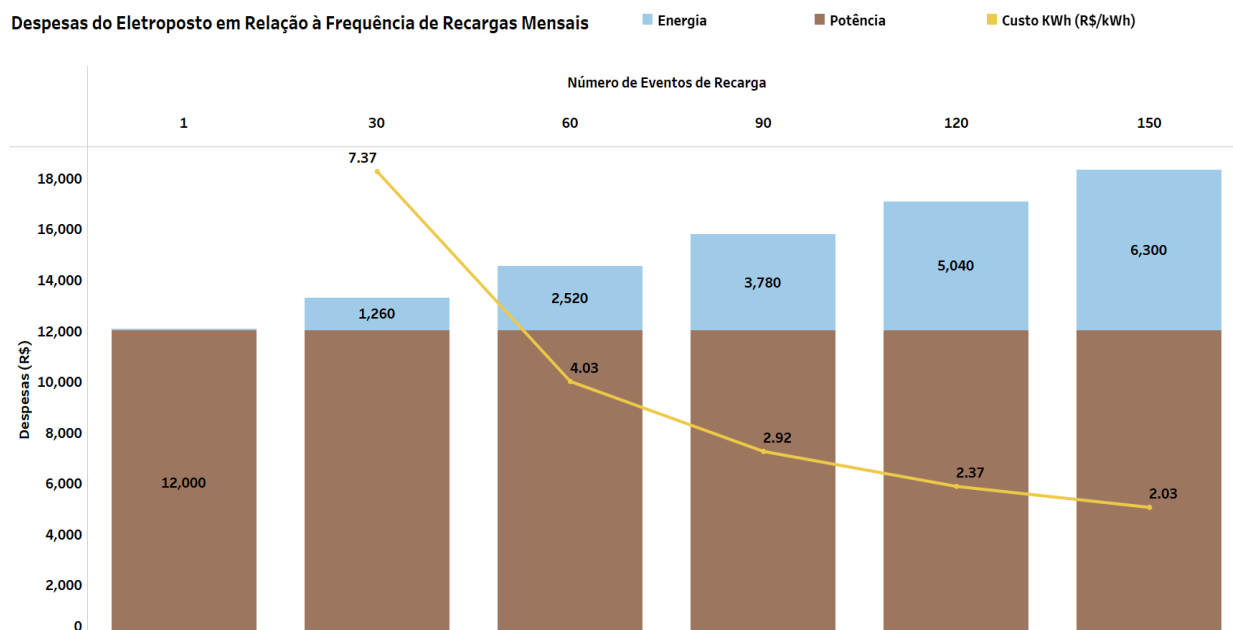


Figura 3: Exemplo de Despesas com Contratação de Demanda e Energia para Eletropostos de Alta Potência
Fonte: Elaboração própria, 2024

Dessa forma, cobranças de demanda podem apresentar desafios econômicos para os operadores de estações e não representar o custo real do uso da eletricidade. Esse cenário destaca a necessidade de estruturas tarifárias alternativas, que possam refletir de forma mais adequada o custo real do uso do sistema elétrico. Por exemplo, uma estrutura tarifária alternativa mais direta é simplesmente eliminar as cobranças de demanda e cobrar uma tarifa plana mais alta por kWh. Essa estratégia foi adotada pela *Southern California Edison* por um período de cinco anos (ICCT, 2018).

Estudos de caso, como um realizado no Reino Unido, apontam que taxas de utilização elevadas são necessárias para equilibrar os custos fixos mensais de eletricidade. A exemplo das estações rurais, que geralmente são um caso de negócios mais desafiador devido à baixa utilização, subsídios governamentais e apoio são fundamentais para tornar o projeto viável (ICCT, 2018). Esses subsídios e estratégias de apoio são cruciais para incentivar viagens longas e conferir confiança aos consumidores no uso de VEs, mesmo que as estações de recarga não sejam inicialmente utilizadas com alta frequência.

Outra barreira regulatória significativa é a falta de metas claras para a instalação de carregadores em rodovias brasileiras. Em contraste, a União Europeia estabeleceu metas regulatórias ambiciosas no âmbito do pacote “*Fit for 55*” (EU, 2023), com o objetivo de instalar estações de recarga rápida a cada 60 km nas principais rodovias até 2025, com capacidade para fornecer pelo menos 150 kW de potência. Essa iniciativa reflete um compromisso regulatório sólido com o desenvolvimento da infraestrutura de suporte ao mercado de VEs, oferecendo lições que poderiam ser aplicadas à estrutura regulatória brasileira.

Em suma, as barreiras regulatórias identificadas ressaltam a necessidade de uma reforma regulatória que possa simplificar e acelerar o processo de implementação de redes de recarga rápida no Brasil.

4. Estratégias para a Implementação de Estações de Recarga Rápida

À medida que avança a eletrificação do setor automobilístico, se observa uma transformação significativa nas estratégias para o carregamento de VEs. Neste sentido, a expectativa de um aumento considerável nas vendas de VEs à bateria impulsiona a necessidade de desenvolvimento de infraestruturas de carregamento rápido. Portanto, os operadores de pontos de carregamento enfrentam o desafio de expandir suas redes e se adaptar às rápidas mudanças tecnológicas e às demandas dos consumidores.

O mercado de carregamento rápido, embora mais custoso, oferece maior velocidade e eficiência, sendo essencial para motoristas em trânsito. Carregadores de corrente contínua, capazes de fornecer até 350 kW, são fundamentais nesse cenário. Entretanto, os altos custos associados, tanto de *hardware* (R\$ 500 mil a R \$1 milhão) (ICCT, 2018, 2021) quanto de instalação e manutenção, representam um desafio significativo.

Para justificar tais investimentos, é crucial o desenvolvimento de modelos de negócios que gerem receitas recorrentes. A localização estratégica das estações de carregamento, particularmente em áreas de alto tráfego ou locais populares, pode incrementar significativamente a sua utilização e, conseqüentemente, as receitas. Além disso, a inovação no layout das estações, que permite separar as instalações elétricas das já existentes em unidades consumidoras, otimiza o funcionamento e reduz interferências, minimizando custos.

Em um mercado cada vez mais competitivo, a diferenciação se torna fundamental, o que implica, para os operadores, não apenas em focar na eficiência e velocidade dos carregadores, mas também na experiência do cliente (HARDMAN *et al.*, 2018). Portanto, modelos de negócios diversificados devem ser explorados, incluindo serviços como reservas de carregadores, publicidade e varejo em lojas de conveniência, com os objetivos de buscar aumentar a receita e enriquecer a experiência do cliente, tornando as estações mais atraentes e convenientes. Parcerias estratégicas com empresas de transporte compartilhado e varejistas também são fundamentais para impulsionar a utilização e visibilidade desses pontos de carregamento.

Além disso, a disponibilidade de múltiplas estações de carregamento rápido em um único local é importante para garantir a confiança dos motoristas de que um carregador estará disponível quando precisarem. As empresas *Electrify America* e *Ionity* adotam essa abordagem, com a primeira oferecendo de quatro a 10 carregadores por local e a segunda de dois a 12 (ICCT, 2018). Além disso, o planejamento futuro das instalações, preparando-as para transformadores maiores e carregadores adicionais nos próximos 10 a 20 anos, é importante para acomodar o crescimento futuro e reduzir custos de atualização.

No âmbito regulatório, as primeiras mudanças já começam a ser observadas. A interação entre a ANEEL e as distribuidoras resultou em avanços significativos, como a publicação pela Agência da Resolução Normativa nº 1.000/2021 (ANEEL, 2022), facilitando novas configurações de UCs. No entanto, desafios relacionados à estrutura tarifária para recarga rápida ainda são enfrentados. A busca por contratos de energia incentivada, que oferecem reduções tarifárias, é uma estratégia para mitigar custos, embora a disponibilidade limitada desses instrumentos exija soluções inovadoras. Inspirando-se em regulamentações aplicadas a outros setores de alta demanda energética por curtos períodos, propõe-se a adoção de medidas especiais para clientes de média tensão, visando equilibrar a estrutura tarifária.

Além disso, a adoção de um modelo regulatório mais padronizado, assemelhando-se ao da micro e minigeração distribuída (CEMIG, 2023), poderia aumentar a eficiência e a previsibilidade do tempo de energização das estações de recarga para os investidores. Em face de atrasos das distribuidoras, a negociação para uso da infraestrutura elétrica existente no local é uma estratégia adaptativa importante.

Por fim, no âmbito nacional, uma lição valiosa sobre a sequência de conexão elétrica das estações de recarga foi apreendida durante as entrevistas. Iniciar a conexão em baixa tensão, com carga reduzida de até 75 kW, e, posteriormente, migrar para média tensão revelou-se uma abordagem eficiente para acelerar o processo de implementação das estações de recarga.

5. Tendências do Mercado de Recarga Rápida em Rodovias

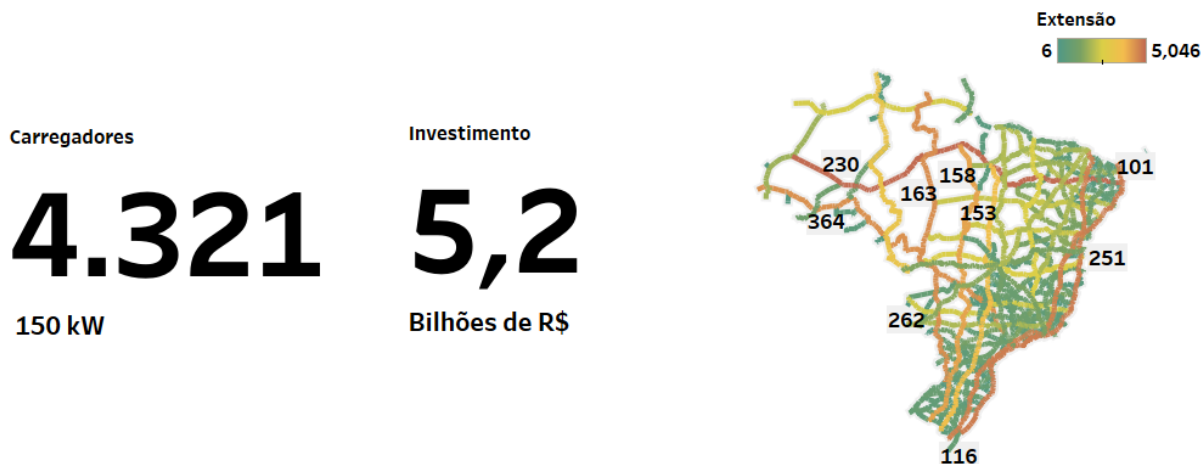
Esta seção apresenta um panorama da análise do dimensionamento do mercado de estações de recarga rápida em rodovias, explorando as expectativas e projeções para este setor emergente. A análise baseou-se na instalação de carregadores rápidos considerando a densidade quilométrica das rodovias e seguindo os padrões estabelecidos pela União Europeia, que preveem a colocação de dois carregadores de 150 kW a cada 60 km.

A Figura 4 fornece uma visão da demanda por infraestrutura de recarga no Brasil. Revela-se que seriam necessárias 4.321 estações de 150 kW para atender as rodovias federais, o que implicaria em um investimento substancial de cerca de R\$ 5,2 bilhões. Essa estimativa destaca a importância do desenvolvimento de modelos de financiamento que integrem esforços dos setores público e privado, com a inclusão de investimentos de corporações internacionais operando no Brasil, como empresas do setor automobilístico e energético.

Ao aprofundar a análise nas rodovias federais mais extensas - BR-230 (Transamazônica), BR-101 e BR-116 -, os desafios para a modernização das infraestruturas rodoviárias são evidenciados. A Transamazônica, com seu trajeto por ecossistemas sensíveis, demanda uma estratégia de eletrificação que equilibre preservação ambiental e eficiência.

Em contraste, a BR-101 e a BR-116, fundamentais respectivamente para o turismo e o comércio interno, com extensão do Sul ao Nordeste, ilustram a diversidade dos desafios logísticos. As três rodovias, com uma extensão média de 5.000 km, requerem aproximadamente 160 estações de recarga rápida, representando um investimento de cerca de R\$ 190 milhões. Esse investimento, detalhado na parte inferior da Figura 4, reflete não só os custos diretos, mas também a complexidade do planejamento e da execução em áreas de importância estratégica e diversidade geográfica.

Infraestrutura de Recarga Rápida e Investimento nas Rodovias Federais do Brasil



Extensão e Recursos Investidos para Eletrificação das Dez Rodovias Mais Longas do Brasil

BR	Extensão (km)	Número Eletroposto	Investimento (Milhões de R\$)
230	5,046	168	202
101	4,770	159	191
116	4,700	157	188
163	4,514	150	181
364	4,461	149	178
158	4,175	139	167
153	3,605	120	144
174	3,268	109	131
135	2,578	86	103
251	2,514	84	101
210	2,459	82	98

Figura 4: Número de Eletropostos e Investimento para Eletrificação das Rodovias Federais Brasileiras

Fonte: Elaboração própria, 2024

A análise direcionada ao Estado de São Paulo, focando nos segmentos rodoviários sob concessão, constatou a necessidade de implementar 370 carregadores de 150 kW ao longo de 11.100 km de rodovias, representando um investimento de aproximadamente R\$ 444 milhões, conforme ilustra a Figura 5.

Com sua significativa importância econômica e detendo a maior frota de VEs do país, São Paulo emerge como um eixo central na transição para a mobilidade elétrica. Além disso, o volume de viagens intermunicipais reforça a importância de uma infraestrutura de recarga rápida eficiente. Assim, é essencial o desenvolvimento de regulações que impulsionem as concessionárias rodoviárias a adotarem essa transformação para a eletrificação, assegurando a expansão da rede de recarga elétrica em todo o estado.

Infraestrutura de Recarga Rápida e Investimento nas Rodovias Concessionárias de São Paulo

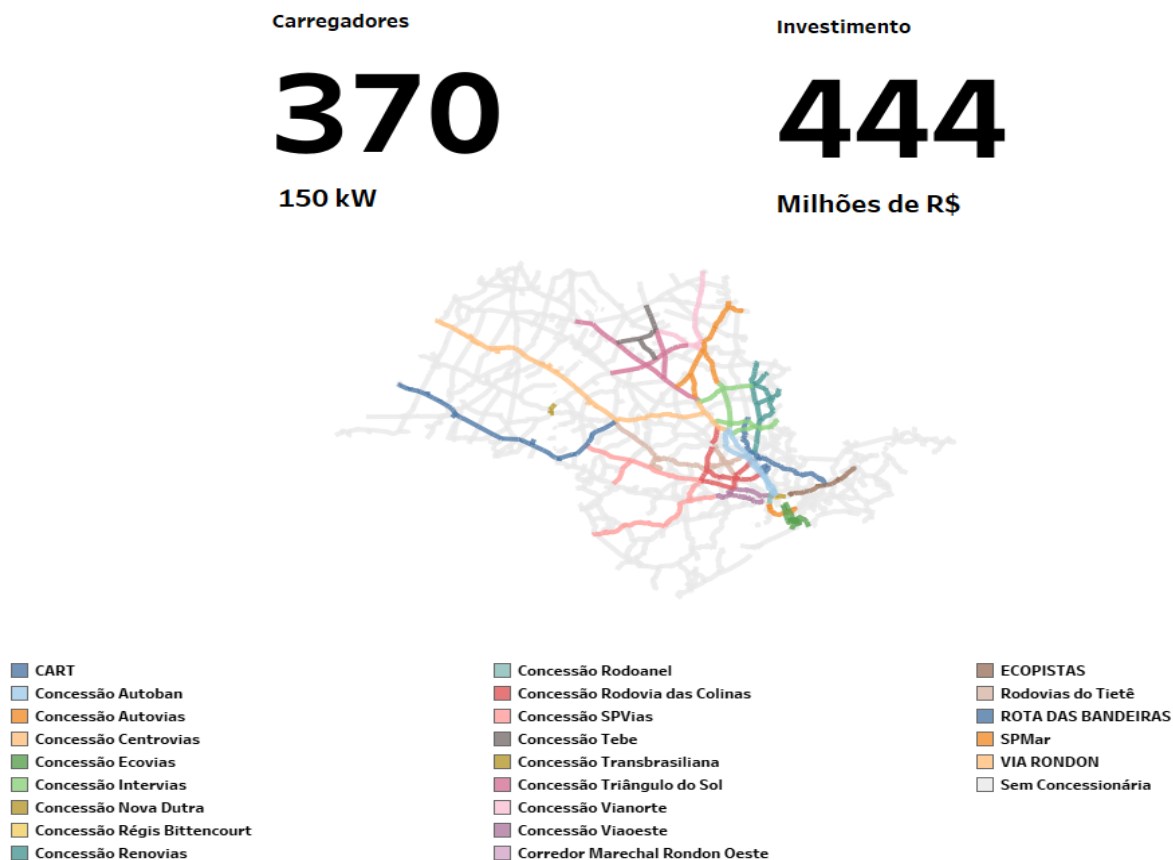


Figura 5: Número de Eletropostos e Investimento para Eletrificação das Rodovias em Regime de Concessão no Estado de São Paulo

Fonte: Elaboração própria, 2024

Além do aumento no número de carregadores por quilômetro de rodovia, é importante que o design dos eletropostos contemple a instalação de carregadores de diversas velocidades, incluindo 50 kW, 150 kW e 350 kW. Essa diversidade permite um uso mais eficiente da energia e atende a uma gama variada de necessidades dos usuários, contribuindo para a viabilidade econômica das estações e promovendo uma infraestrutura de carregamento mais robusta.

Ademais, deve-se avançar na integração das estações de recarga com fontes de energia renovável. Deste modo, a implementação de certificados de energia renovável vinculados às estações é um passo importante na redução da pegada de carbono, alinhando a expansão da mobilidade elétrica às metas ambientais do país. O avanço na interoperabilidade das redes de carregamento também é fundamental, ampliando a acessibilidade para os motoristas e marcando uma evolução significativa rumo a um setor de transporte ecologicamente responsável.

6. Considerações Finais

Neste estudo, foi abordada a implantação de infraestruturas de recarga rápida em rodovias, uma iniciativa crucial para a promoção da mobilidade elétrica no país. Com base em uma metodologia que integrou análise de literatura, entrevistas com especialistas e avaliações quantitativas, foram identificadas barreiras e oportunidades específicas nesse contexto brasileiro, com comparações a projetos internacionais.

As estratégias de posicionamento para as estações de recarga demonstram a importância de um planejamento cuidadoso, considerando fatores como a densidade de tráfego e a disponibilidade de infraestrutura auxiliar. Os desafios técnicos, incluindo a integração das estações na rede de distribuição existente e a necessidade de diversidade de conectores para modelos variados de VEs, demandam soluções específicas e padronização. Notavelmente, a instalação de estações de média tensão requer um período de implementação que varia entre 12 a 18 meses, evidenciando a complexidade envolvida na energização dessas unidades.

No que tange às barreiras econômicas, a análise revela a necessidade de estratégias de financiamento colaborativas. Por exemplo, a implementação de 4.321 estações de recarga rápida nas rodovias federais exigiria um investimento de R\$ 5,2 bilhões, o que ressalta a importância de modelos de financiamento que envolvam tanto o setor público quanto o setor privado e da promoção de incentivos durante as fases iniciais de desenvolvimento do mercado.

As barreiras regulatórias, particularmente as relacionadas à estrutura tarifária, apresentam desafios significativos. As análises de custo indicam que as tarifas de demanda, como a TUSD, podem impor custos desproporcionais para operações de recarga de alta potência, sinalizando a urgência de reformas regulatórias que reflitam o custo real do uso do sistema elétrico em empreendimentos de redes de recarga rápida.

Em suma, este estudo destaca que a implementação bem-sucedida de redes de recarga rápida em rodovias é uma tarefa complexa, mas realizável. A evolução contínua da tecnologia, um ambiente regulatório favorável e modelos de financiamento inovadores são elementos essenciais para alcançar a expansão desejada dessa infraestrutura. Essas ações, combinadas, têm o potencial de impulsionar significativamente o futuro da mobilidade elétrica no Brasil, colocando o país na vanguarda da transição energética.

Referências Bibliográficas

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Anexo Minuta de Edital Chamada d° 022/2018**. 2018. Acesso em: 08 jan. 2024.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 1.000, de 07 de dezembro de 2021**. 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

CEMIG, Companhia Elétrica de Minas Gerais. **Manual de Geração Distribuída**. 2023. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/manual-de-geracao-distribuida/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

European Union. **Fit for 55: deal on charging and fueling stations for alternative fuels | News | European Parliament**. 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230327IPR78504/fit-for-55-deal-on-charging-and-fuelling-stations-for-alternative-fuels>. Acesso em: 08 jan. 2024.

GUIMARÃES, G. **BMW e EDP criam estrutura de recarga para veículos elétricos entre Rio e São Paulo – AutoIndústria**. 2018. Disponível em: <https://www.autoindustria.com.br/2018/07/18/bmw-e-edp-criam-estrutura-de-recarga-para-veiculos-eletricos-entre-rio-e-sao-paulo/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

HANLEY. **EU Rules Require EV Fast Charging Stations Every 60 Kilometers - CleanTechnica**. 2023. Disponível em: <https://cleantechnica.com/2023/07/28/eu-rules-require-ev-fast-charging-stations-every-60-kilometers/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

HARDMAN, S.; JENN, A.; TAL, G. *et al.* **A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 62, pp. 508–523, 01 jul. 2018. DOI: 10.1016/J.TRD.2018.04.002. Acesso em: 08 jan. 2024.

ICCT, The International Council on Clean Transportation. **Charging up America: Assessing the growing need for U.S. charging infrastructure through 2030**. 2021. Disponível em: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/12/charging-up-america-jul2021.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

ICCT, The International Council on Clean Transportation. **Lessons learned on early electric vehicle fast-charging deployments - International Council on Clean Transportation**. 2018. Disponível em: <https://theicct.org/publication/lessons-learned-on-early-electric-vehicle-fast-charging-deployments/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

JABBARI, P.; MACKENZIE, D. **EV Everywhere or EV Anytime? Co-locating Multiple DC Fast Chargers to Improve Both Operator Cost and Access Reliability**. 2017. Acesso em: 05 jan. 2023.

MATEEN, S.; AMIR, M.; HAQUE, A. *et al.* **Ultra-fast charging of electric vehicles: A review of power electronics converter, grid stability and optimal battery consideration in multi-energy systems**. Sustainable Energy, Grids and Networks, v. 35, p. 101112, 1 set. 2023. DOI: 10.1016/J.SEGAN.2023.101112. Acesso em: 8 jan. 2024.

MCKINSEY. **Can public EV fast-charging stations be profitable in the United States? | McKinsey**. 2023. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/our-insights/can-public-ev-fast-charging-stations-be-profitable-in-the-united-states>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MCKINSEY. **EV fast charging: How to build and sustain competitive differentiation | McKinsey**. 2021. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ev-fast-charging-how-to-build-and-sustain-competitive-differentiation>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MCLANE, R.; LIU, Q. **What China can teach the U.S. about EV fast-charging rollouts | GreenBiz**. 2021. Disponível em: <https://www.greenbiz.com/article/what-china-can-teach-us-about-ev-fast-charging-rollouts>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MOHAMMED, A.; SAIF, O.; ABO-ADMA, M. *et al.* **Strategies and sustainability in fast charging station deployment for electric vehicles**. Scientific Reports 2024 14:1, v. 14, n. 1, pp. 1-19, 02 jan. 2024. DOI: 10.1038/s41598-023-50825-7. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-50825-7>. Acesso em: 08 jan. 2024.

NEAIMEH, M.; SALISBURY, S. D.; HILL, G. A. *et al.* **Analyzing the usage and evidencing the importance of fast chargers for the adoption of battery electric vehicles**.

Energy Policy, v. 108, pp. 474–486, 01 set. 2017. DOI: 10.1016/J.ENPOL.2017.06.033. Acesso em: 08 jan. 2024.

PlugShare. **EV Charging Station Map - Find a place to charge your car!** Disponível em: <https://www.plugshare.com/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

PNME, Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica. **Mobilidade elétrica: ANEEL aprova 30 projetos com investimento de R\$ 463,8 milhões.** 2018. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/clipping/mobilidade-eletrica-aneel-aprova-30-projetos-com-investimento-de-r-4638-milhoes/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

SACHAN, S.; DEB, S.; SINGH, P. P. *et al.* **A comprehensive review of standards and best practices for utility grid integration with electric vehicle charging stations.** Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment, v. 11, n. 3, p. e424, 01 maio 2022. DOI: 10.1002/WENE.424. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wene.424>. Acesso em: 08 jan. 2024.

TOWN, G.; TAGHIZADEH, S.; DEILAMI, S. **Review of Fast Charging for Electrified Transport: Demand, Technology, Systems, and Planning.** Energies 2022, v. 15, n. 4, p. 1276, 10 fev. 2022. DOI: 10.3390/EN15041276. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/4/1276/htm>. Acesso em: 08 jan. 2024.

West Coast Green Highway: West Coast Electric Highway. Disponível em: <http://www.westcoastgreenhighway.com/electrichighway.htm>. Acesso em: 8 jan. 2024.



Grupo de Estudos do Setor elétrico

Gesel

Toda a produção acadêmica e científica do GESEL está disponível no site do Grupo, que também mantém uma intensa relação com o setor através das redes sociais Facebook e Twitter.

Destaca-se ainda a publicação diária do IFE - Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, editado deste 1998 e distribuído para mais de 10.000 usuários, onde são apresentados resumos das principais informações, estudos e dados sobre o setor elétrico do Brasil e exterior, podendo ser feita inscrição gratuita em <http://cadastro-ife.gesel.ie.ufrj.br>

GESEL – Destacado think tank do setor elétrico brasileiro, fundado em 1997, desenvolve estudos buscando contribuir com o aperfeiçoamento do modelo de estruturação e funcionamento do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Além das pesquisas, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e livros – em grande parte associados a projetos realizados no âmbito do Programa de P&D da Aneel – ministra cursos de qualificação para as instituições e agentes do setor e realiza eventos – work shops, seminários, visitas e reuniões técnicas – no Brasil e no exterior. Ao nível acadêmico é responsável pela área de energia elétrica do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia (PPED) do Instituto de Economia da UFRJ

ISBN: 978-65-866 14-92-3

SITE: gesel.ie.ufrj.br

LINKEDIN: [linkedin.com/company/gesel-grupo-de-estudos-do-setor-elétrico-ufrj](https://www.linkedin.com/company/gesel-grupo-de-estudos-do-setor-elétrico-ufrj)

INSTAGRAM: [instagram.com/geselufrj](https://www.instagram.com/geselufrj)

FACEBOOK: [facebook.com/geselufrj](https://www.facebook.com/geselufrj)

TWITTER: twitter.com/geselufrj



ENDEREÇO:

UFRJ - Instituto de Economia,
Campus da Praia Vermelha.

Av. Pasteur 250, sala 226 - Urca.
Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
CEP: 22290-240