

## PERSPECTIVAS DA MOBILIDADE ELÉTRICA E OS OBSTÁCULOS A SUPERAR

Alexson Uliana<sup>1</sup>  
Poliana Schneider Durigon<sup>2</sup>

### RESUMO

Atualmente, estamos vivenciando uma fase de transição global, na qual estamos abandonando gradualmente o uso de veículos com motores a combustão interna em favor dos veículos elétricos. Contudo, inúmeras questões surgem e afetam tanto os consumidores quanto os usuários desses veículos elétricos. Considerando-se a necessidade de uma infraestrutura, que terá que absorver esta nova demanda que vem crescendo ao longo do anos, e ainda os possíveis impactos deste crescimento, para os veículos elétricos, para as potência das baterias e seu tempo de recarga, com uma estimativa de custos por recarga. Contudo, ao se pensar sobre o aumento exponencial da utilização desta nova tecnologia nos veículos, nota-se que as dificuldades apresentadas aos usuários, sejam de infraestrutura, desenvolvimento da tecnologia das baterias, malha de recarga em rodovias.

**Palavras-chave:** Eletropostos; Veículos elétricos; Infraestrutura de recarga.

### 1 INTRODUÇÃO

A mobilidade elétrica abrange a eletrificação dos meios de transporte, englobando veículos automotores, e até mesmo bicicletas e patinetes. Nessa categoria, temos uma relevância os veículos híbridos, que operam com sistemas de propulsão a combustão e em paralelo um conjunto de motor elétrico, como a combustão interna. Está baseada em combustíveis fósseis ou biocombustíveis conforme Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (Certi, 2020).

De acordo com Observatório da FIESC (FIESC, 2022) Os registros de veículos elétricos continuaram a aumentar, atingindo marcas recordes ano após ano. Em 2020, nos 46 principais mercados mundiais, houve um aumento de 33% nos registros de veículos elétricos, totalizando 7,0 milhões de unidades, apesar dos desafios impostos pela pandemia da Covid-19. No entanto, em 2020, apenas 4,1% de todos os registros de veículos novos no mundo eram elétricos.

Prevê-se ainda, que esse número se quadriplique até 2025, refletindo a crescente procura dessa tecnologia de combustível alternativo e a maior acessibilidade devido à queda nos custos das baterias.

---

<sup>1</sup> Graduando (a) em Engenharia Elétrica (UCEFF, 2023). E-mail: Alexsonuliana@gmail.com.

<sup>2</sup> Especialista em Engenharia Elétrica - E-mail: poliana.durigon@uceff.com.br.

Conforme dados do cenário internacional, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE 2019), destaca que os incentivos a investimentos dos setores, tanto públicos quanto privados, em infraestrutura de recarga e novas tecnologias de veículos elétricos (VE), têm impulsionado a expansão da eletrificação em várias regiões, especialmente nos Estados Unidos, Europa e China. Essas medidas visam promover o uso de VE e reduzir a dependência de combustíveis fósseis, buscando benefícios ambientais e a diversificação da matriz energética.

Além disso quando se trata da completa eletrificação dos meios de transporte, esses modos de locomoção passam a depender do acesso a uma rede elétrica para adquirir e armazenar a energia necessária para sua operação. Isso traz consigo uma nova dinâmica marcada pela interação entre o setor automobilístico e diversos outros setores econômicos, como o setor elétrico, através da infraestrutura necessária de recarga por meio de eletropostos, como aponta Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica (PNME, 2023). Essa interconectividade entre os setores é essencial para impulsionar a adoção e a expansão da mobilidade elétrica, criando combinações e oportunidades do desenvolvimento sustentável (PNME, 2023).

A resolução normativa nº 819, de 19 de junho de 2018 estabelece o objetivo da regulamentação, que é definir os procedimentos e condições para a realização das atividades de recarga de veículos elétricos. Ela se aplica às concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, bem como a outros interessados envolvidos nesse processo, essa resolução ainda define as diretrizes e as regras para a realização de atividades de recarga de Veículos Elétricos (VE). Entre suas principais aplicações, destaca-se a autorização para a prestação de serviços de recargas, inclusive com objetivos comerciais, de VE pertencentes a proprietários diferentes daqueles da unidade de consumo, permitindo a livre negociação. (Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 2018).

Neste contexto de crescente interesse na mobilidade elétrica global, impulsionada por preocupações ambientais e escassez de recursos, surge o seguinte questionamento: **Quais são os desafios para a expansão da mobilidade elétrica no Brasil?**

Em síntese, o presente estudo visa analisar a constante evolução da mobilidade elétrica, destacando a importância de superar desafios relacionados à infraestrutura de recarga e ao preparo do sistema elétrico para o aumento da demanda. Ao considerar a significativa expansão dos veículos elétricos no Brasil e a busca por estratégias sustentáveis, este estudo se propõe a fornecer elementos fundamentais para a ascensão de um cenário de mobilidade mais limpo e eficiente, alinhado às necessidades atuais e futuras do país.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 MOBILIDADE ELÉTRICA

O mercado automobilístico está passando por mudanças significativas devido a fatores energéticos e preocupações ambientais, flutuações nos preços do petróleo, inovações tecnológicas e mudanças nos comportamentos dos consumidores. Isso está gerando uma discussão global sobre a adoção de novas tecnologias e formas de uso de veículos, com impactos profundos no setor de transporte conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019).

Neste sentido (EPE, 2019) ainda que haja um movimento global para a adoção de novas tecnologias veiculares, cabe ressaltar que as transições energéticas são processos usualmente lentos, como revela a história da indústria de energia.

De acordo com o site de mobilidade elétrica *NEOCHARGE* (2022) para entender melhor as tecnologias que existem no mercado, temos que analisar os seguintes conceitos: Veículo Elétrico Híbrido –(VEH); Veículo Híbrido Elétrico *Plug-in* –(VHEP); Veículo Elétrico a Bateria – (VEB).

Veículo Elétrico Híbrido (VEH) – veículo elétrico híbrido convencional sem recarga externa da bateria, é um tipo de veículo que combina dois sistemas de propulsão diferentes para mover o veículo. Os sistemas de propulsão mais comuns em carros híbridos são composto por um motor de combustão interna (geralmente a gasolina) e um motor elétrico, este alimentado por baterias recarregáveis que fornece potência adicional, e são recarregadas no próprio movimento das frenagens em energia (kers), (Engie, 2022).

Veículo Híbrido Elétrico *Plug-in* (VHEP) – veículo elétrico híbrido com recarga externa *plug-in*, é a combinação entre um motor de combustão interna que pode ser alimentado por gasolina, álcool ou diesel, e um motor elétrico junto conectado a um banco de baterias recarregáveis. Os carros híbridos *plug-in*, ao contrário dos híbridos convencionais, têm duas formas de recarregar suas baterias. A primeira é através da frenagem regenerativa (kers), que converte parte da energia dissipada durante a frenagem em eletricidade e a segunda forma é através de um cabo que se conecta a uma fonte externa, como exemplo rede elétrica *NEOCHARGE* (2022).

Veículo Elétrico a Bateria (VEB) – veículo 100% elétrico com recarga externa da bateria *plug-in* ABVE (2023). Estes carros usam eletricidade armazenada em sua bateria para alimentar o motor elétrico e fornecer tração. Ela pode ser recarregada de duas maneiras: por meio dos

freios regenerativos (kers) ou ainda conectando o veículo a uma fonte externa de energia, usando um carregador de carro elétrico. Por não dependerem de gasolina, álcool ou diesel e operarem exclusivamente com eletricidade, esses veículos são considerados 100% elétricos.

## 2.2 NORMATIVAS E ESTUDOS NO SETOR

Um grande avanço que foi conquistado com a resolução normativa ANEEL N° 1.000, de 7 de dezembro de 2021 que trata em seu capítulo V, das instalações de recarga de veículos elétricos (ANEEL, 2021).

A (ABVE 2022) realizaram na sede do Instituto, o 1° debate conjunto: “Eletromobilidade: O Brasil está preparado para a grande mudança”, que a mostra que a meta para o Brasil é de que até 2030, deve-se reduzir em 50 % a emissões de CO<sup>2</sup>, e que para isso aconteça, uma grande aposta está na eletromobilidade.

Neste momento, enquanto acontecem diversas ações para uma transformação de grande relevância, o Brasil precisa tomar medidas e se alinhar com as instituições responsáveis pelos sistemas de transporte e a sua base industrial, para que a haja integração eficiente dos veículos eletrificados (ABVE, 2022).

De acordo com a ANEEL (2021), são classificadas as estações de recargas como cargas lentas de 8 horas, semirrápidas 2 horas e rápidas 30 minutos. Os pontos de cargas rápidas e semirrápidas devem estar acessíveis ao público, como em mercados e shopping centers, para que sua utilização seja feita enquanto os clientes realizam outras atividades no local. Quanto aos carregadores de carga lenta, são comumente instalados em residências, para utilização durante a madrugada principalmente.

É importante a atuação na administração da demanda e do fornecimento de energia para sistemas de mobilidade elétrica, integrando-os com outras fontes energéticas, como geração fotovoltaica, sistemas de armazenamento de energia em bancos de baterias e geradores, tendo assim como principal objetivo otimizar a utilização dos recursos disponíveis e diminuir os gastos com eletricidade, ao mesmo tempo em que se minimizam os investimentos na expansão da infraestrutura elétrica (Certi, 2022).

Além disso a Carta de Eletromobilidade (ABVE, 2022) engloba um conjunto de metas destinadas a garantir a inevitável transição dos combustíveis fósseis para fontes renováveis no transporte, em consonância com a trajetória seguida por outros países.

Uma abordagem política integral requer que as agências reguladoras dos sistemas de energia elétrica acompanhem essa evolução e criem as condições necessárias para que as

empresas do setor ampliem sua capacidade de geração e distribuição de energia de forma a atender às demandas crescentes da mobilidade elétrica (ABVE, 2022).

Em função da Resolução 1.000 da (ANEEL 2021), houveram muitos avanços para facilitar a expansão de carregadores veiculares no Brasil. Esta resolução estabelece diretrizes para a instalação e comercialização de serviços de carregamento, abrindo espaço para que locais públicos e privados, como shopping centers, mercados e comércios em geral, possam prestar esse serviço.

O Programa Rota 2030, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC, 2023), aponta que a mobilidade e logística fazem parte da estratégia delineada pelo Governo Federal para impulsionar o desenvolvimento do setor automotivo no Brasil. Ele inclui regulamentações de mercado e sucede o Programa Inovar-Auto, que foi encerrado em 31 de dezembro de 2017.

Além disso, o Programa Rota 2030 estabelece um regime tributário especial para a importação de autopeças que não têm equivalentes nacionais, e dentro desse cenário, tem como objetivo principal aumentar a presença internacional da indústria automotiva brasileira, facilitando a importação de veículos e peças automotivas. A ideia é de que essa expansão seja gradual, de modo que, ao final do período de vigência do programa, o Brasil esteja plenamente integrado e atualizado com as mais avançadas práticas de produção de veículos automotores em nível mundial.

### 2.3 CENÁRIO ATUAL DA ELETROMOBILIDADE NO BRASIL

De acordo com a (ABVE, 2022) no Brasil, o avanço da eletromobilidade está em curso, embora em um ritmo comparativamente mais lento do que em alguns outros países. O desafio iminente é acelerar a transição em direção a um sistema de transporte mais limpo e sustentável.

No mês de julho de 2022, a frota de veículos elétricos leves no Brasil alcançou um marco histórico com a presença de 100 mil VE em circulação, com estimativa de crescimento de 51% em 2023. Apenas neste ano, é previsto que o mercado nacional registre quase metade desse total. Esse crescimento da adoção de veículos elétricos no Brasil segue uma trajetória ascendente, constante e irreversível (ABVE, 2022).

De acordo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2017), no que diz respeito ao setor de distribuição de energia elétrica, é necessário avaliar o modo de operação da infraestrutura em duas etapas distintas. Na primeira etapa, a infraestrutura deve operar como uma carga simples, funcionando de maneira autônoma conectada na rede distribuição. Na

segunda fase, a infraestrutura deve evoluir para operar como uma carga inteligente, com controle integrado à rede de distribuição.

Isso permitirá a redução da potência de carregamento e a possibilidade de interrupção temporária com base no estado da rede de distribuição, e a capacidade de controlar a potência de carregamento, especialmente durante situações de sobrecarga na rede elétrica, isto é fundamental para garantir a qualidade do fornecimento de energia e minimizar o risco de interrupções. Além disso, em um futuro não tão distante a transferência de energia das baterias dos veículos (conhecida como V2G<sup>3</sup>) pode aumentar a estabilidade do sistema elétrico, especialmente em momentos transitórios e situações de extrema demanda.

De acordo com a EPE (2017), a expectativa era de que a adoção de veículos elétricos no Brasil ocorresse de forma mais acelerada a partir de 2025. No entanto, somente a partir de 2030 é que se espera que a introdução desses veículos na frota brasileira começasse a ter uma relevância significativa. O crescimento da presença de veículos elétricos no país seria gradual, e a sua adoção de projeções do cenário devem ser estudados antes deste marco, para mitigar os possíveis impactos nas redes de distribuição.

De acordo com ABVE (2022), o estado de Santa Catarina registrou um total de 3.138 veículos leves eletrificados, nos modelos BEV, os híbridos *plug-in* com recarga externa PHEV e os híbridos sem recarga externa HEV.

No entanto, a partir de 2025, com o acelerado crescimento da frota de veículos elétricos, iniciarão os primeiros testes-piloto com sistemas de controle integrado. Esses testes-pilotos visam preparar a infraestrutura para uma futura implantação comercial que possa suportar e manter a qualidade da rede elétrica em áreas com maior concentração de veículos elétricos (CGEE, 2017).

Os 10 carros eletrificados mais vendidos no Brasil até agosto de 2023 estão demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Carros eletrificados mais vendidos do Brasil em 2023 (Até agosto/2023).**

RANKING	MODELO	MONTADORA	TECNOLOGIA	UND
1º	COROLLA CROSS	TOYOTA	HEV	1.015
2º	COROLLA ALTIS	TOYOTA	HEV	626
3º	HAVAL H6	GWM	PHEV	602
4º	TIGGO 5X	CAOA CHERY	HEV	565
5º	SONG PLUS	BYD	PHEV	444
6º	XC60	VOLVO	PHEV	394

<sup>3</sup> *Vehicle-to-grid*, V2G onde as baterias do carro podem fornecer energia para uma casa ou região por um determinado tempo.

7º	TIGGO 8	CAOA CHERY	PHEV	378
8º	HAVAL H6	GWM	HEV	351
9º	KONA	HYUNDAI	HEV	249
10º	TIGGO 7	CAOA CHERY	HEV	220

Fonte: ABVE *et al* (2023).

## 2.4 PROJETOS DE ELETROPOSTOS EM ANDAMENTOS

A Celesc Distribuição S.A. está inserida no programa de pesquisa e desenvolvimento da ANEEL. Tendo como objetivos principais estudar a infraestrutura de recarga de veículos elétricos, avaliar seus impactos na rede de distribuição de energia elétrica e explorar a integração efetiva dos eletropostos no mercado nacional.

O projeto desenvolvido em colaboração com a Fundação CERTI, inclui a implementação de eletropostos prontos para serem utilizados pelos usuários de veículos elétricos. Esses eletropostos foram concebidos para proporcionar uma experiência de carregamento simples e interativa, visando tornar a transição para a mobilidade elétrica mais acessível e conveniente.

Além de sua contribuição para o avanço do conhecimento científico no Brasil, a implantação desses eletropostos desempenha um papel fundamental como um catalisador para a adoção de veículos elétricos na frota do país. Isso, por sua vez, promove a modernização do setor automobilístico, contribui para a sustentabilidade da indústria e aumenta a eficiência dos meios de transporte em território brasileiro.

Conforme a Agencia Estadual de Notícias (AEN, 2019) o Paraná tem a maior eletrovia do Brasil, que foi instalada pela Copel e se estende por impressionantes 730 quilômetros, conectando o Porto de Paranaguá às majestosas Cataratas do Iguaçu, em Foz do Iguaçu. Ao longo dessa rota, foram instalados 12 eletropostos de abastecimento, convenientemente localizados ao longo da BR-277, estas ações são incentivos para que instigar e popularizar o segmento de mobilidade elétrica.

Uma característica notável dessas estações é que todas elas oferecem serviços de carga rápida. Isso significa que a maioria dos veículos elétricos pode carregar até 80% de sua bateria em um período de curta duração. Esses eletropostos são estrategicamente distribuídos em várias localidades, incluindo Curitiba, Paranaguá, Palmeira, Irati, Fernandes Pinheiro, Prudentópolis, Candói, Laranjeiras do Sul, Ibema, Cascavel, Matelândia e Foz do Iguaçu. Isso torna a mobilidade elétrica uma realidade prática e acessível em todo o estado do Paraná (AEN, 2019).

A partir do Projeto Emotive, da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL, 2018), além do próprio serviço de compartilhamento de veículos elétricos, testes realizados demonstraram que, com uma taxa de penetração de veículos elétricos de 5% na frota total, 80% das redes de distribuição não apresentaram danos ou problemas significativos. Isso implica que não seria necessário realizar adaptações ou investimentos adicionais para atender a essa nova demanda.

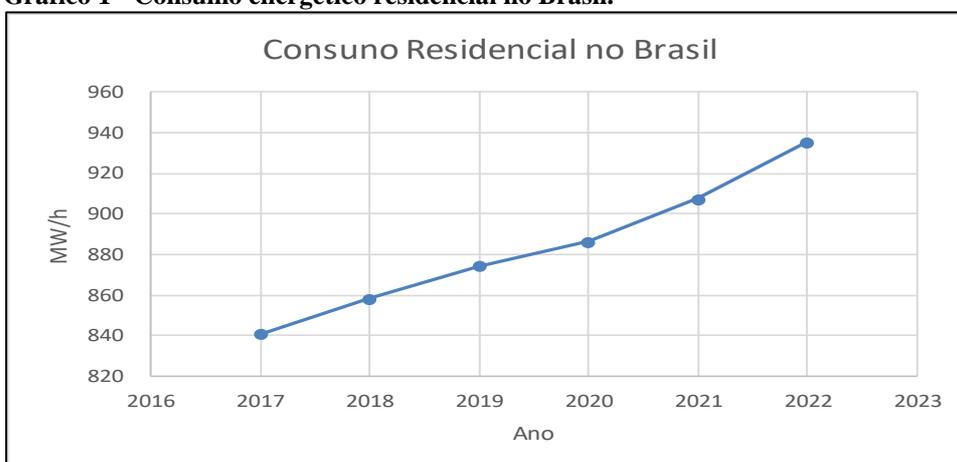
Quanto ao lado da oferta de energia, as projeções da CPFL (2022), energia indicam que o uso dessa tecnologia aumentaria o consumo total de energia em 2030 em uma faixa de 0,6% a 1,6%, dependendo de uma frota de carros elétricos variando entre 4 milhões e 10,1 milhões de unidades. No entanto, o avanço da mobilidade elétrica no país ainda enfrenta desafios significativos, como o elevado custo de aquisição dos veículos elétricos devido à falta de produção nacional e à tributação, bem como a infraestrutura de recarga que ainda está em estágios iniciais.

## 2.5 CONSUMO ENERGÉTICO

Conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2023), a região Sul do Brasil lidera em consumo per capita de energia elétrica, com 3.084 kWh por habitante, apesar de ser a terceira maior em população entre as cinco regiões do país. Um padrão semelhante é observado na região Sudeste, com 2.739 kWh por habitante, embora tenha aproximadamente três vezes mais habitantes do que a região Sul.

Essa disparidade pode ser atribuída à elevada concentração de indústrias intensivas em eletricidade no Centro-Sul do país, o que impulsiona o maior consumo per capita nessas áreas, no Gráfico 1 temos o consumo das regiões do Brasil (EPE, 2023).

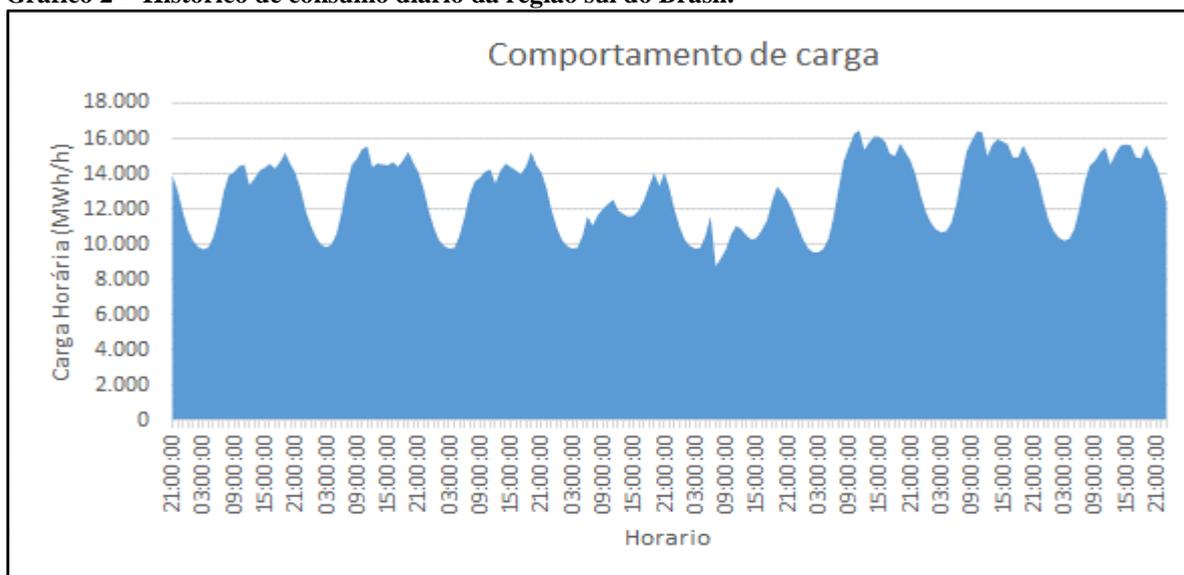
**Gráfico 1 - Consumo energético residencial no Brasil.**



Fonte: EPE, (2023).

De acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2023) a demanda de energia durante o dia tem algumas variações conforme dia da semana e horário. Conforme o Gráfico 2, dados retirados do dia 17 de outubro de 2023 a 25 de outubro de 2023, contemplando a região Sul.

**Gráfico 2 - Histórico de consumo diário da região sul do Brasil.**



Fonte: ONS, (2023).

De acordo com histórico de dados de consumo energético da Celesc (2022), em específico o consumo residencial, podemos estimar, um consumo de energia para uma quantidade carregadores VE, por serem carregadores residências. A Tem-se que o limite da potência máxima para o carregamento de veículos elétricos é de a 7,4 kW para sistemas monofásicos a 220 V e 22 kW para sistemas trifásicos a 380 V. O tempo de carregamento depende do modelo do conversor interno do veículo elétrico, conforme detalhado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Especificações por modelo de veículo elétrico.**

Fabricante	Modelo	Ano	Bateria kWh	Conversor kWh	Tempo h
Haval	H6 PHEV	2023	34	6,6	5,3 h (aprox.)
BYD	Dolphin	2023	44,9	6,6	7 h (aprox.)
Renault	Kwid E-tech	2023	26,8	7,4	3 h (aprox.)
Chevrolet	Bolt EV	2023	66	6,6	10 h (aprox.)
Nissan	Leaf	2023	40	7,4	6 h (aprox.)
Peugeot	E-2008	2023	40	7,4	7,5 h (aprox.)
BMW	EX30	2023	69	11	6,2 h (aprox.)

Fonte: Fabricantes *Et al*, (2023).

Com a Tabela 4, temos uma estimativa de tempo de carga para cada veículo, o tempo é relacionado as características de cada veículo, como potência da bateria e a capacidade do conversor interno.

Para de terminar o consumo de energia usamos Equação 1.

$$T_{carga} = \frac{P_{Bateria}}{P_{Carregador}} \quad (1)$$

Onde:

$T_{carga}$  = Tempo de carregamento (horas)

$P_{Bateria}$  = Capacidade da bateria (kWh)

$P_{Carregador}$  = Potência do carregamento (kW)

Já, para termos a potência em kW/h total consumida na recarrega usaremos a Equação 2.

$$P_{Consumida} = P_{carregadores} \times t_{uso} \quad (2)$$

Onde:

$P_{Consumida}$  = Potência total consumida em (kW/h)

$P_{carregadores}$  = Potência do carregador (kW)

$t_{uso}$  = Tempo de uso (h)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo demonstra-se como conduzimos esta pesquisa e os métodos usados para obter os resultados com base nos temas abordados anteriormente:

- Estimativa de crescimento;
- Pesquisa de VE's existente no mercado;
- Pesquisa de VE's mercado mundial;
- Normativas Vigentes;
- Tipos e Tecnologia de carregadores;
- Consumo elétrico residencial;

Projetos em andamento/existentes;

### 3.1 CRESIMENTO DE VENDAS

A eletrificação da frota de veículos está rapidamente se tornando uma realidade em nossas vidas, impulsionada pelo crescente interesse dos comerciais e investimentos governamentais em tecnologias mais sustentáveis. A transição para veículos elétricos não apenas promete reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas também diminuir a dependência de combustíveis fósseis.

No relatório do Observatório FIESC, no Brasil, em agosto de 2023, foram vendidos 5.895 carros elétricos, um aumento de 12,2% em relação ao mesmo período do ano anterior. Esse número representa os modelos eletrificados (incluindo híbridos) emplacados no país nos primeiros oito meses de 2023. Este aumento pode ser visualizado conforme o Gráfico 3.

**Gráfico 3 - Licenciamento de veículos eletrificados novos.**



Fonte: Anfavea (2023).

Além disso, estado como de São Paulo foi o que mais vendeu carros elétricos no Brasil até agosto de 2023, com 2.204 unidades, seguido pelo Rio de Janeiro, com 1.045 unidades, e Minas Gerais, com 639 unidades, o observatório FIESC estima que as vendas de carros elétricos no Brasil devem crescer 68,5% em 2023.

De acordo com a (ABVE, 2022), nos últimos oito meses, houve uma mudança notável no cenário de veículos eletrificados no país, com um aumento significativo na participação de mercado dos modelos plug-in. Dos 49 mil veículos emplacados, cerca de 17,3 mil eram híbridos plug-in. Ao considerar tanto os PHEV quanto os BVE, os veículos plug-in agora representam

uma parcela de 47% do mercado, equivalente a 23.213 unidades, em comparação com os 36% registrados no ano anterior.

Os veículos híbridos puros ainda lideram com 25.839 emplacamentos, abrangendo uma participação de mercado de 53%. Dentre esses, a maioria, cerca de 17,4 mil, é do tipo flex fuel, ou seja, podem utilizar tanto gasolina quanto etanol. Por outro lado, os veículos 100% elétricos somaram 5.895 emplacamentos, refletindo um aumento de 23% em relação a 2022, quando foram vendidas 4.786 unidades movidas exclusivamente a bateria.

### 3.2 TIPOS DE VEÍCULOS

Para a elaboração deste tópico foi abordado uma busca em canais técnicos da atualidade e delimitado a pesquisa nos modelos; Veículo Elétrico Híbrido – (VEH) veículo elétrico híbrido convencional sem recarga externa da bateria. Veículo Híbrido Elétrico *Plug-in* – (VHEP) veículo elétrico híbrido com recarga externa da bateria (plug-in). Veículo Elétrico a Bateria – (VEB) veículo 100% elétrico com recarga externa da bateria (plug-in).

### 3.3 NA EUROPA

Para melhor entendimento do crescente uso e impacto desta tecnologia em âmbito nacional, sentiu-se necessidade de pesquisa afim de traçar comparativos tanto de crescimento como aplicação da mesma em outros países do globo. Como destaque, a Noruega alcançou um marco importante no setor automobilístico tornando-se o primeiro país do mundo onde os carros elétricos representaram mais de 50% dos novos emplacamentos durante um período de 12 meses. Essa conquista foi resultado de uma série de políticas e incentivos adotados pelo governo norueguês para promover a adoção de veículos elétricos.

### 3.4 TIPOS DE RECARAGAS

A partir de dados fornecidos pelos fabricantes dos VE, e análise de cada ficha técnica dos modelos disponíveis no mercado, temos como elaborar uma premissa da potência absorvida de cada VE.

Os carregadores residências tem como de forma geral potências que variam de 7,4 kW e 22 kW, mas os conversores dos VE podem ter potência menores, de 6,6 kW a 11 kW, tornando-se um limitador para seu carregamento, isso para carregadores em Corrente Alternada

(AC). Já para carregadores em Corrente Contínua (CC), a potência pode ser bem mais elevada, podendo chegar a 150 kWh.

### 3.5 NORMATIVAS NO BRASIL

Atualmente temos algumas instituições de pesquisa que desenvolvem normativas que estabelecem diretrizes para ordenar a inclusão dos VE no mercado Brasileiro.

Estas normativas padronizam as instalações dos dispositivos de recarga e a redução dos impostos, a fim de incentivar a expansão deste mercado no Brasil. Dentre elas estão:

- Resolução 1.000 da ANEEL (2021);
- A (ABVE, 2022) 1º debate conjunto: eletromobilidade (2022);
- Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil Promob (2018);
- Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE);
- Centros de Referência em tecnologias Inovadoras (CERTI).

### 3.6 REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Conforme dados da pesquisa, a grande maioria dos carregadores são residências e para estimar seu impacto deve ser levados em consideração alguns fatores, dentre eles:

- Regime de carregamento a partir de cada usuário;
- Potência de cada VE em carregamento;
- Tipo da rede do usuário, 220V ou 380V;
- Estimativa de carga pelo crescimento de venda.

Com esta análise prévia temos como determinar alguns dados para uma projeção de consumo dos novos dispositivos.

### 3.7 INFRAESTRUTURA DE RECARGAS

Com alguns projetos em andamento será possível viajar pelo litoral catarinense com um veículo elétrico do ao extremo oeste, pela BR-282, e da divisa com o Rio Grande do Sul à fronteira com o Paraná, pela BR-101.

No Paraná, ao longo de toda BR-277, são 11 eletropostos espalhados que cruzam o estado. A iniciativa é fruto de uma parceria da Copel com a Itaipu Binacional.

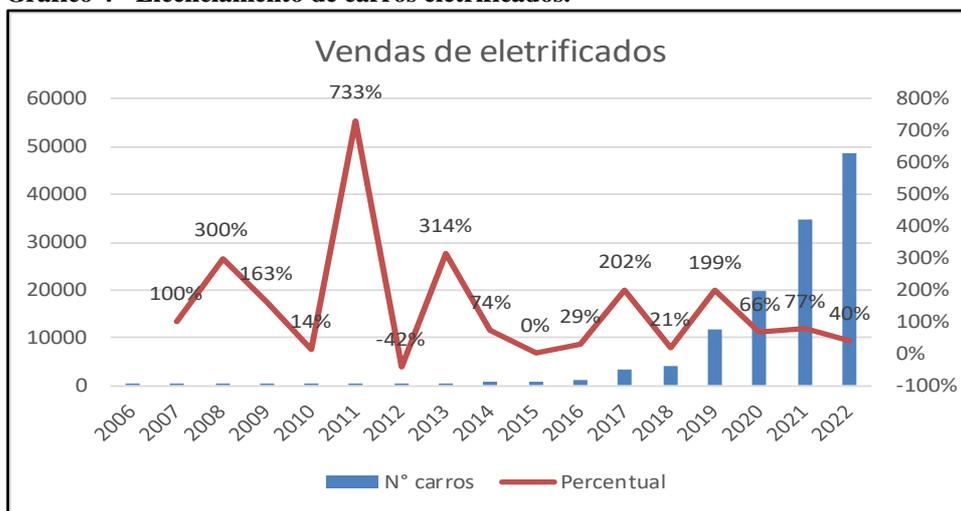
O grupo CPFL foi pioneiro no Brasil com um projeto em Indaiatuba substituiu toda a frota de veículos operacionais por carros e caminhões elétricos, investindo em pesquisa e desenvolvimento, desenvolvendo equipamentos específicos e explorando novos modelos de negócios, contribuindo para o desenvolvimento nacional da mobilidade elétrica.

Segundo a ABVE, em agosto de 2023, o Brasil possuía 3.800 eletropostos públicos e semipúblicos, um aumento de 28% em relação aos 2.955 registrados em dezembro de 2022, mas este número é muito maior, temos os carregadores residências que não estão nesta conta.

### 3.8 ESTIMATIVAS DE DEMANDA ELETRICA

Nos primeiros oito meses de 2023, as vendas de veículos elétricos leves no Brasil alcançaram 49.052 unidades, refletindo um crescimento de 76% em comparação ao mesmo período de 2022, quando foram registrados 27.812 automóveis, (ABVE, 2023). A partir desses dados, podemos estimar o crescimento dos VE. Para fazer isso, utilizamos o percentual de crescimento para determinar o número de novos veículos, e então estimamos a potência necessária para o carregamento usando a equação 2 de potência consumida para uma recarga, no Gráfico 4 temos os carros eletrificados

**Gráfico 4 - Licenciamento de carros eletrificados.**



Fonte: ABVE (2022).

Os valores devem ser avaliados caso a caso, pois cada VE tem uma potência distinta de carregamento, estes dados são exclusivamente para carregadores residencial, ou seja carga lenta.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa teve com uma visão geral demonstrar como estão nossas estradas em algumas regiões, na questão dos pontos disponíveis para realizar carregamentos, das normativas que estão dando diretrizes para este setor e como é o comportamento da demanda para efetuar uma carga de um VE.

Além disso, o padrão de procedimento dos clientes residenciais, em relação ao uso da rede elétrica domiciliar para carregar seus veículos elétricos, por se tratar de carregadores de potências menores e seu uso pode ser distribuídos em média de 8 horas, e geralmente no período da madrugada, como demonstra a Tabela 3.

**Tabela 3 - Tempo de recarga residencial.**

Modelo	Potência da bateria (kWh)	Potência do carregador (kWh)	Tempo de Uso (h)
Haval H6 PHEV AWD	34	6,6	5,2
Dolphin BYD 100%	44,9	6,6	6,9
Kwid E-Tech 100%	26,8	7,4	3,7
EX30 100%	69	7,4	9,4
Bolt 100%	69	6,6	10
Peugeot e 2008	40	6,6	6,1

Fonte: Dados de pesquisa (2023).

A ampliação da rede de eletropostos no Brasil representa um avanço significativo para fomentar a adoção de veículos elétricos. As estações de carregamento desempenham condições mais atrativas para os consumidores interessados nessa modalidade de transporte. Ao oferecer condições mais propícias, a expansão da infraestrutura de eletropostos reduz as preocupações dos motoristas em relação à autonomia dos veículos elétricos. Uma rede de carregamento mais abrangente proporciona aos usuários a liberdade de percorrer distâncias maiores com disponibilidade de estações de carregamento ao longo da rodovia.

Além disso, o crescimento dessa infraestrutura pode estimular investimentos na indústria de veículos elétricos, impulsionando a inovação e contribuindo para a redução dos custos associados a esses veículos. Essa expansão representa um passo crucial para tornar a mobilidade elétrica uma opção mais acessível e atraente para a população brasileira.

A RESOLUÇÃO NORMATIVA 819 estabelece procedimentos e condições para a recarga de veículos elétricos por concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica, bem como outros interessados. Ela define termos como veículo elétrico, estação de recarga e ponto de recarga.

Também aborda questões como a instalação de estações de recarga, responsabilidades pelos custos de adequação da rede de distribuição, e a possibilidade de as distribuidoras instalarem estações de recarga públicas para veículos elétricos em sua área de atuação.

O texto ainda trata da compatibilidade de equipamentos de recarga com protocolos de domínio público, a observância de normas, o funcionamento das estações de recarga e a prestação de atividade de recarga pela distribuidora, incluindo a possibilidade de cobrança, contabilização separada das operações e a não inclusão dos ativos das estações de recarga na base de ativos da distribuidora para fins de remuneração durante revisões ou reajustes tarifários.

Temos a Resolução 1000, no capítulo V uma seção exclusiva dos carregadores, que estabelece alguns pontos: Instalação de estação de recarga; Equipamentos utilizados para a recarga; Funcionamento da estação de recarga; Prestação de atividade de recargas de veículos pela distribuidora.

Embora no Art. 555 da RESOLUÇÃO NORMATIVA 1000, seja vetada a injeção de energia dos veículos elétricos, a CPFL já está com estudo em seu laboratório em Indaiatuba do comportamento da tecnologia *Vehicle to Grid* (V2G).

Contudo esta possibilidade de conexão na rede elétrica ainda não está normatizada no Brasil, e temos apenas alguns estudos desta tecnologia. No contexto mundial, tem-se a Noruega com esta possibilidade já em uso, permitindo que o veículo elétrico injete potência na rede em momentos de alto consumo no local em que o veículo está conectado.

Com a participação dos veículos eletrificados leves no mercado automotivo em crescimento, de janeiro a agosto, estes representaram cerca de 3,6% das vendas totais de veículos, um aumento em relação aos 2,29% registrados em 2022.

Então ao se analisar os dados das vendas os carros a combustão em 2022, temos 146.554 novos carros, como o percentual é de 3,6 % para VE's, temos um total de 5.275 VE's novos por ano em SC, na Tabela 4 temos alguns modelos de VE comercial.

**Tabela 4 – Potencia absorvida.**

Modelo	Potência da bateria (kWh)	Potência do carregador (kWh)	Tempo de Uso (h)	Potencia Absorvida (kW/h)
Haval H6 PHEV AWD	34	6,6	5,2	34,2
Dolphin BYD 100%	44,9	6,6	6,9	46,94
Kwid E-Tech 100%	26,8	7,4	3,7	27,38
EX30 100%	69	7,4	9,4	69,56
Bolt 100%	66	6,6	10	66
Peugeot e 2008	40	6,6	6,1	40,26

Fonte: Dados de pesquisa (2023).

Com estes dados temos e uma média de 6,6 kW/h de carga por hora, com um tempo de duração de 6 horas, para uma carga completa em uma estação de recarga domiciliar. Se multiplicar a potência pelo número de horas usadas vezes o número de carros da previsão de crescimento, teremos a nova carga que passará a ser demandada pelos novos carregadores dos VE.

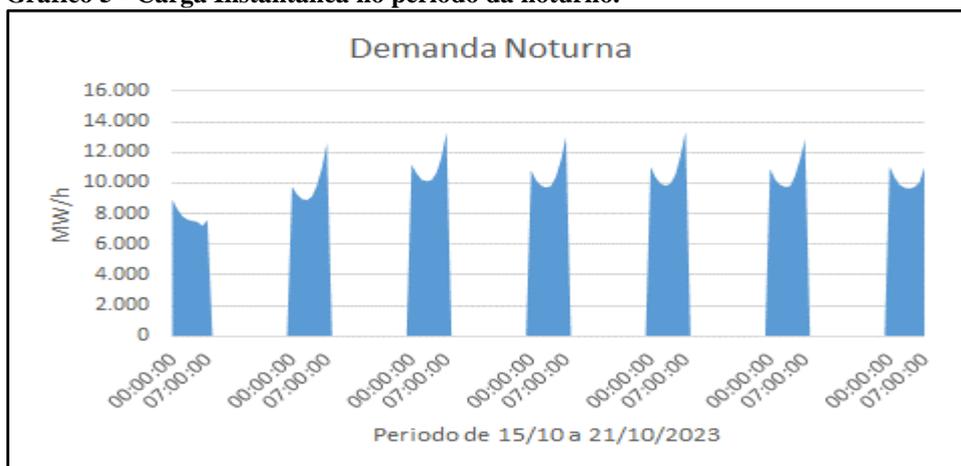
A partir deste número podemos determinar que os novos veículos com uma média de deslocamento de 30 km por dia, sendo que a média de um VE é de 6 km/kWh, acarretará em um consumo de 5 kWh dia para o carregamento do veículos.

Conforme a CPFL com a expansão dos veículos elétricos, estes podem representar até 2,6% da matriz de transporte até 2030, com um consumo total de 756 GW/h.

A aplicação de sistemas combinados em eletropostos, com carregadores rápidos que demandam de uma potência alta para suprir seus carregamentos, a utilização da energia solar e uma possível solução para reduzir a demanda da concessionária e reduzir a conta de energia do estabelecimento.

A aplicação de bancos de baterias para suprir a carga em momentos de pico pode ser uma solução que se aplicada para reduzir o consumo em períodos de alta carga, e assim reduzindo a potência drenada da concessionária e possíveis instabilidade na rede causado pela alta potência dos carregadores rápidos CCS2, no Gráfico 5 temos a demanda instantânea na região Sul.

**Gráfico 5 - Carga Instantânea no período da noturno.**

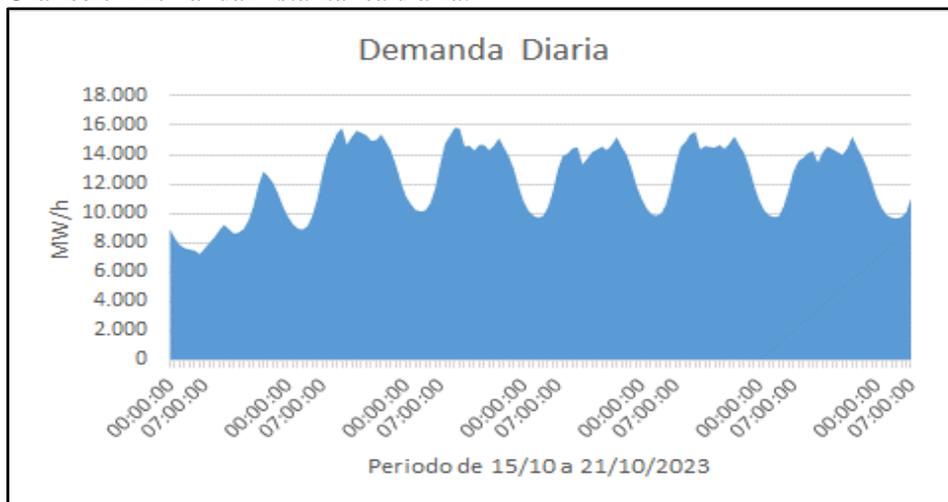


Fonte: Dados ONS (2023).

Como é possível observar a redução no consumo de energia no período da madrugada é comum e pode ser atribuída a vários fatores, como a menor atividades das pessoas.

No Gráfico 6 temos os valores de demanda instantânea das residências da região sul do Brasil, os dados são do período de 15/10 a 21/10/2023.

**Gráfico 6 - Demanda Instantânea diária.**

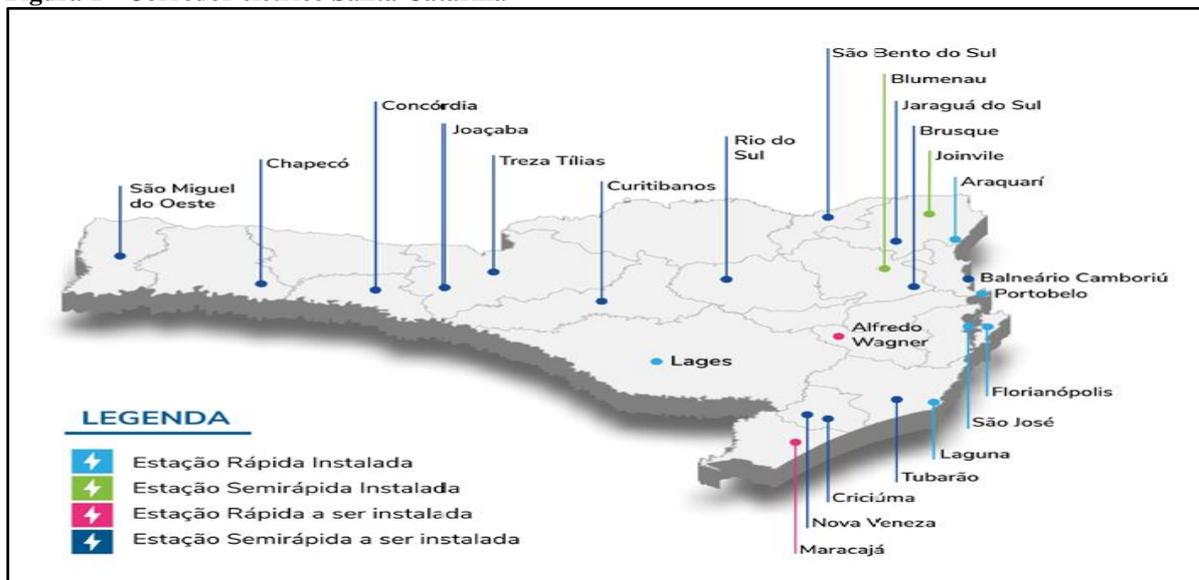


Fonte: Dados ONS (2023).

Outro ponto que foi levado em conta, é a malha de recarga na rodovias do PR e SC, RS, que pode ser observado na Figura 1 apresenta no mapa de Santa Catarina, os pontos instalados e futuros de carregadores instalados nas principais rodovias do estado, em parceria com programa da CELESC juntamente com a CERTI.

Estes eletropostos tem estação de recarga do modelo rápida e semirrápida, sendo que a rápida pode ter 45 kW/h em CC, e os carregadores semirrápido de 22 kVA em CA.

**Figura 1 - Corredor elétrico Santa Catarina**



Fonte: Celesc, (2018)

Esta malha de eletroposto ainda está em fase de implantação em Santa Catarina, segundo os dados da pesquisa, até o final do primeiro semestre de 2024 temos todas as unidades instaladas, assim podemos ter uma malha de leste a oeste no estado.

Já no Paraná temos um total de 730 Km de malha viária distribuída em 12 eletropostos onde é possível realizar a recarga. Estes pontos permitem realizar o deslocamento de Paranaguá até as Cataratas do Iguaçu, na Figura 2 temos a representação dela.

Os eletropostos instalados apresentam uma infraestrutura para a recarga dos VE, com uma potência de 50 kW, essas estações oferecem conectores dos modelos de veículos elétricos e híbridos disponíveis no país. São de carga rápida com tempo estimado de meia a uma hora para carregar 80% da bateria, contribuindo para a viabilidade e atratividade da mobilidade elétrica no cenário brasileiro.

Figura 2 - Eletrovia Paraná.



Fonte: Copel, (2020).

Em contrapartida, a CPFL e uma das suas agências na cidade de Indaiatuba no interior paulista implantou um laboratório de mobilidade elétrica, o projeto contemplou a troca de toda a frota de veículos a combustão por 100% elétrico.

**Figura 3 - Frota elétrica da CPFL.**



Fonte: CPFL, (2022).

Para efetuar recargas atualmente, existem vários modelos de conectores disponíveis. Os mais utilizados incluem o ChadeMO, um padrão japonês projetado para recargas rápidas em corrente contínua (CC). Também temos o SAE J1772, um padrão americano (tipo 1) que oferece potência limitada para recargas em corrente alternada (CA).

O SAE Combo (CCS2) é o padrão europeu, ideal para carregamento rápido em corrente contínua. Além disso, temos o conector Tipo 2, adequado para carga lenta em corrente alternada (CA) e amplamente utilizado em residências.

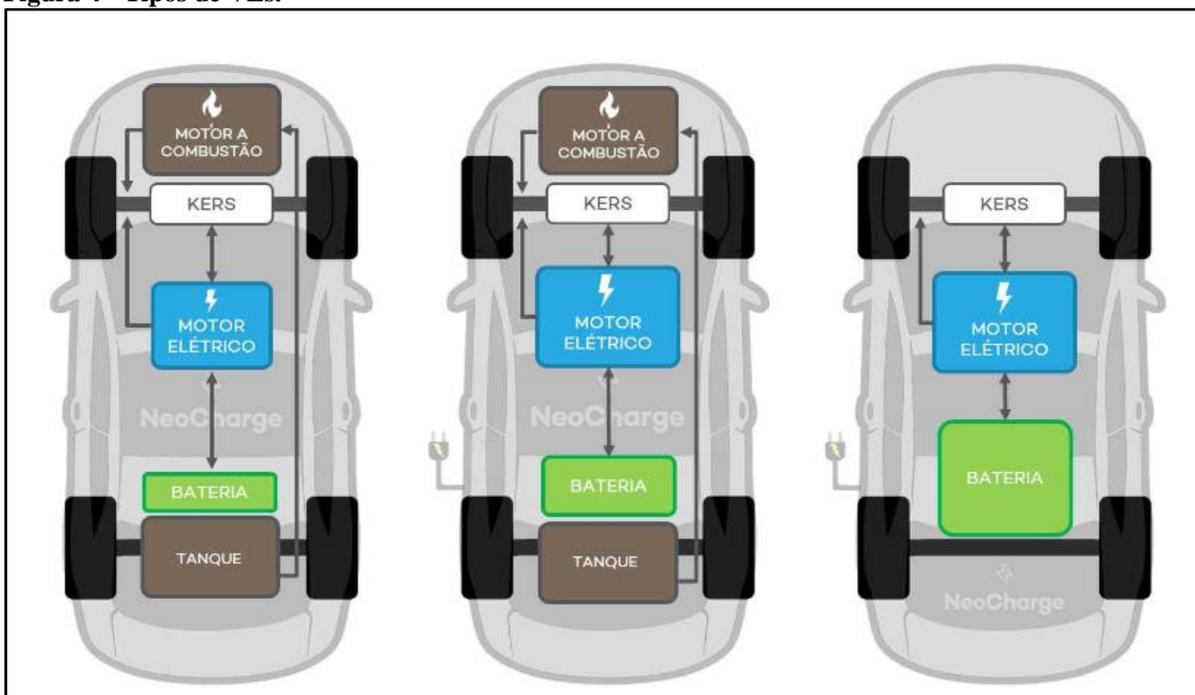
Nas recarga dos VE em residências são disponibilizados dois equipamentos, sendo o primeiro um carregador portátil, que pode ser conectado em tomadas residências de 20A, este modelo portátil é disponibilizado pelo fabricante do VE com potência bem pequenas.

No caso para recargas residências mais rápidas do que a do carregador portátil, tem a opção dos equipamentos de 7,4 kW para redes monofásicas e de 22 kW para redes trifásicas.

Nas estações de carregamento rápido são usadas em pontos de serviços de rodovias e em eletropostos, com potência de até 150 kW.

Na Figura 4 temos a ilustração dos modelos dos veículos eletrificados existentes no mercado brasileiro. Os híbridos que foram os primeiros a entrar no mercado que não tem a possibilidade de recarregar a bateria por fonte externa, já os híbridos *plug-in* que tem a possibilidade de recarga externa, sendo que os dois modelos também tem um motor a combustão, o BV que é o veículo 100% elétrico, sendo este dependente de recarga de usa bateria.

Figura 4 - Tipos de VEs.



Fonte: Neocharge (2022).

Uma característica dos VE é a capacidade de recarregá-los através de uma fonte de energia externa conectado a uma tomada. Isso os distingue dos veículos elétricos híbridos, que embora contenham bateria para complementar um motor a combustão, não podem ser recarregados diretamente por meio de uma tomada.

Para finalizar outro atrativo para que a mobilidade elétrica ganhe mercado é o seu custo por km, levando em conta um carro popular a gasolina que consome em média 10 km/L, para se deslocar 250 km com este veículo e teríamos um custo de R\$ 142,25, já para um VE 100% elétrico, o custo para os mesmos 250 km considerando uma média de 6 km/kWh teremos um custo de R\$ 32,91. Uma economia de aproximadamente de 76 %.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à sua natureza pioneira, enfrentamos algumas barreiras significativas no início do projeto. Uma das principais, foi a falta de conhecimento técnico em relação à utilização de veículos elétricos, seus impactos e sua viabilidade no contexto brasileiro. Além disso, foi essencial adquirir um profundo entendimento do complexo cenário regulatório do Brasil, bem como dos mecanismos necessários para superar os principais desafios tecnológicos, tais como o alto custo de aquisição dos veículos elétricos, decorrente da falta de produção nacional e

questões tributárias, e a infraestrutura de recarga, que ainda estava em estágios iniciais de desenvolvimento no país.

A mobilidade elétrica apresenta um grande potencial no Brasil, e o setor elétrico nacional está pronto para absorver o aumento da demanda por energia à medida que o número de veículos elétricos cresce no país. Os testes realizados no laboratório a CPFL (2018) demonstraram que, com uma taxa de penetração de veículos elétricos de apenas 5% na frota total, cerca de 80% das redes de distribuição não apresentaram qualquer dano ou problema. Isso significa que não seriam necessários ajustes ou investimentos adicionais para atender a essa nova demanda.

## REFERÊNCIAS

ABVE. **Carta da Eletromobilidade**. 19 ago. 2022. Disponível em: <http://www.abve.org.br/leia-a-integra-da-nova-carta-da-eletromobilidade/>. Acesso em: 9 set. 2023.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS PR. **Projetos de mobilidade elétrica da Copel são aprovados pela Aneel**. 11 set. 2019. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Projetos-de-mobilidade-eletrica-da-Copel-sao-aprovados-pela-Aneel>. Acesso em: 18 set. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA nº 1000, de 7 de dezembro de 2021. ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000**, 10 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Rota 2023 - Mobilidade e Logística**. Brasília, junho. 2020. Disponível em <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em: 21, out. 2023.

BRASIL. Ministério dos Transportes (MT). **Frota de Veículos Brasília, 2022**. Disponível em <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2022>. Acesso em: 20, out. 2023.

CERTI. **Regulação da mobilidade elétrica: quais os avanços e desafios**. 26 out. 2021. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/regulacao-da-mobilidade-eletrica/>. Acesso em: 9 set. 2023.

CGEE. **Prospecção tecnológica no setor elétrico brasileiro**. 2017. Disponível em: [https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009696/aneel\\_2017\\_5-8.pdf/f1a7475b-5817-4aef-b4b5-587f2137bd64?version=1.3](https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009696/aneel_2017_5-8.pdf/f1a7475b-5817-4aef-b4b5-587f2137bd64?version=1.3). Acesso em: 10 set. 2023.

CPFL Energia S.A. **Projeto Emotive**. 5 ago. 2018. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3622/1/CFL%20-%20Projeto%20Emotive.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

DE SOUSA, EZEQUIEL JOAQUIM COUTO. **Impacto dos veículos eléctricos na rede de distribuição**. 2022. Mestrado. Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2022.

DGEG. Direção Geral de Energia e Geologia. **Mobilidade Elétrica**. 20 fev. 2009. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/mobilidade-eletrica/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

DINHEIRO Vivo. **Portugal é campeão na venda de carros eléctricos, mas falta rede de carregamento**. 20 maio 2019. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/mobilidade-eletrica/>. Acesso em: 1 out. 2023.

DIÁRIO Oficial da União. ANEEL. Ministério de Minas e Energia (org.). **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 819, DE 19 DE JUNHO DE 2018**. 128. 5 jul. 2018. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/28737289/do1-2018-07-05-resolucao-normativa-n-819-de-19-de-junho-de-2018-28737273](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/28737289/do1-2018-07-05-resolucao-normativa-n-819-de-19-de-junho-de-2018-28737273). Acesso em: 2 set. 2023.

ELETROPOSTO Celesc. **Mobilidade Elétrica já é realidade**. 2018. Disponível em: <https://eletropostocelesc.com.br>. Acesso em: 10 set. 2023.

ENGIE. **Carros eléctricos: conheça os tipos, diferenças e vantagens**. 26 ago. 2022. Disponível em: <https://www.alemnaenergia.engie.com.br/carros-eletricos-conheca-os-tipos-diferencas-e-vantagens/>. Acesso em: 29 set. 2023.

EPE. **Plano decenal de expansão de energia 2026**. 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-40/PDE2026.pdf>. Acesso em: 3 set. 2023.

MADE FORMINDS. **UE quer proibir carros movidos a combustível fóssil até 2035**. 14 jul. 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/ue-quer-proibir-carros-movidos-a-combust%C3%ADvel-f%C3%B3ssil-at%C3%A9-2035/a-58265590>. Acesso em: 4 out. 2023.

NEOCHARGE. **Guia do Carro Elétrico no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/guia-carro-eletrico-brasil#glossario-terminos-carro-eletrico>. Acesso em: 24 set. 2023.

OBSERVATORIO FIESC. **Tendências em mobilidade: registros de veículos eléctricos devem quadruplicar até 2025**. 1 dez. 2022. Disponível em: <https://observatorio.fiesc.com.br/publicacoes/tendenciasmobilidadeeletrica>. Acesso em: 3 set. 2023.

ONS. **Curva de Carga Horária**. 17 out. 2023. Disponível em: [https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/curva\\_carga\\_horaria.aspx](https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/curva_carga_horaria.aspx). Acesso em: 27 out. 2023.

PNME. **Eletropostos Instalação de Equipamentos de Recarga para grandes demandas**. 2020. Disponível em: <https://www.pnme.org.br/wp->

content/uploads/2020/04/guia\_promobe\_eletoposto\_simples\_v2.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal. **LEI Nº 17.336 de 30 de Março de 2020 nº 17.336, de 30 de março de 2020**. Dispõe sobre a obrigatoriedade da previsão de solução para carregamento de veículos elétricos em edifícios (condomínios) residenciais e comerciais, no Município de São Paulo, e dá outras providências. 6 out. 2023.

TECNOLOGIAS e tendências em mobilidade elétrica. **Tecnologias e tendências em mobilidade elétrica**. 2 set. 2023. Disponível em: Tecnologias e tendências em mobilidade elétrica. Acesso em: 2 set. 2023.

WEMOB: **Estações de Recarga para Veículos Elétricos**. mês e ano 07/2021. cartaz. Disponível em: [https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automação-e-Control-Industrial/Infraestrutura-para-Mobilidade-Elétrica/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/p/MKT\\_WDC\\_BRAZIL\\_RE\\_ELECTRIC\\_VEHICLE\\_G2](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automação-e-Control-Industrial/Infraestrutura-para-Mobilidade-Elétrica/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/Estação-de-Recarga-para-Veículos-Elétricos/p/MKT_WDC_BRAZIL_RE_ELECTRIC_VEHICLE_G2). Acesso em: 8 out. 2023.