

LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS: UMA VISÃO PANORÂMICA

FIRE SAFETY LEGISLATION FOR ELECTRIC VEHICLES: AN OVERVIEW

LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS: UNA VISIÓN GENERAL



10.56238/revgeov17n1-132

Bernardete de Lourdes Ferreira Minervino

Doutora em Engenharia de Segurança ao Incêndio

Instituição: Universidade de Coimbra - Portugal

E-mail: bernardete.minervino@gmail.com**Paulo Gustavo von Krüger**

Doutor em Engenharia de Estruturas

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

E-mail: paulovonkruger@gmail.com**Erika Esteves Lasmar**

Mestre em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável

Instituição: Escola de Arquitetura - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

E-mail: erika_lasmar@yahoo.com.br**Gustavo Antonio da Silva**

Mestre em Geotecnia e Desastres Naturais

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

E-mail: gustavoas@gustavoas.eng.br

RESUMO

A expansão da frota de veículos elétricos no Brasil apresenta novas soluções e desafios para a mobilidade urbana. A implementação de uma nova tecnologia exige estudos e normatizações técnicas que a tornem eficiente, viável e segura. Os veículos elétricos apresentam parâmetros diferentes dos carros à combustão quanto ao risco de incêndio, os métodos de proteção e de combate a incêndio. Este artigo analisa as regulamentações existentes, focando nas diretrizes que buscam minimizar os riscos de incêndio associados às baterias de íon-lítio e aos sistemas de recarga. Discute-se também os desafios enfrentados pelas autoridades reguladoras para balancear a inovação tecnológica com a proteção dos usuários e da infraestrutura. O tema tem gerado discussões de diversas entidades envolvidas na fabricação, venda e utilização dos veículos elétricos. Ainda não há um consenso sobre as medidas de segurança necessárias para evitar os incêndios, mas já existem diretrizes que podem direcionar as futuras legislações técnicas sobre o assunto.

Palavras-chave: Veículo Elétrico. Segurança Contra Incêndio. Legislação.



ABSTRACT

The expansion of the electric vehicle fleet in Brazil presents new solutions and challenges for urban mobility. The implementation of new technology requires studies and technical standards to make it efficient, viable and safe. Electric vehicles differ from combustion-engine cars in terms of fire risk, protection methods and fire suppression. This article analyzes existing regulations, focusing on guidelines aimed at minimizing fire risks associated with lithium-ion batteries and charging systems. It also discusses the challenges faced by regulatory authorities in balancing technological innovation with the protection of users and infrastructure. The topic has sparked discussions among various entities involved in the manufacturing, sale and use of electric vehicles. Although there is still no consensus on the necessary safety measures to prevent fires, there are already guidelines that may inform future technical legislation on the subject.

Keywords: Electric Vehicle. Fire Safety. Legislation.

RESUMEN

La expansión del parque de vehículos eléctricos en Brasil presenta nuevas soluciones y desafíos para la movilidad urbana. La implementación de una nueva tecnología requiere estudios y normativas técnicas para que sea eficiente, viable y segura. Los vehículos eléctricos presentan parámetros diferentes a los de los vehículos de combustión en cuanto a riesgo de incendio, métodos de protección y extinción de incendios. Este artículo analiza la normativa vigente, centrándose en las directrices que buscan minimizar los riesgos de incendio asociados a las baterías de iones de litio y los sistemas de carga. También aborda los desafíos que enfrentan las autoridades reguladoras para equilibrar la innovación tecnológica con la protección de los usuarios y la infraestructura. El tema ha generado debate entre diversas entidades involucradas en la fabricación, venta y uso de vehículos eléctricos. Aún no existe consenso sobre las medidas de seguridad necesarias para prevenir incendios, pero ya existen directrices que pueden orientar la futura legislación técnica sobre el tema.

Palabras clave: Vehículo Eléctrico. Seguridad Contra Incendios. Legislación.



1 INTRODUÇÃO

Veículos motorizados são utilizados desde o século XIX como um meio de transporte que, ao longo do tempo, foi se tornando cada vez mais presente, necessário e usual. O crescimento das cidades, a urbanização escalonada formando localidades cada vez maiores e mais interligadas e a dinâmica urbana que instiga a movimentação de pessoas por grandes distâncias tornaram o transporte motorizado parte importante e quase onipresente da vida cotidiana da maioria das pessoas. Nos últimos dois séculos passou-se de um transporte baseado em deslocamentos a pé ou por veículos de tração animal, partindo para um transporte mecanizado com motores à vapor ou à combustão e, finalmente, os motores elétricos.

A revolução industrial nos possibilitou o acesso a novas tecnologias, novos estilos de vida e novas necessidades que impactam tanto o modo de vida e de trabalho quanto os meios de transporte e comunicação, bem como o próprio ambiente em que vivemos e nos relacionamos. É perceptível que houve impacto ambiental no uso contínuo e em grande escala de derivados de petróleo e muito disso se deve ao uso dos combustíveis necessários para alimentar os motores à combustão. Os veículos de transporte necessitam tanto de componentes fabricados com produtos derivados de petróleo quanto do combustível, de mesma origem, que alimenta seus motores.

O desenvolvimento da tecnologia dos veículos elétricos (VEs) está em evidência, dentre outros fatores, pela questão ambiental, visando criar um meio de transporte mais eficiente, menos poluente, silencioso e que cause o menor impacto possível ao meio ambiente. Embora a tecnologia dos veículos elétricos venha sendo desenvolvida desde o final do século XIX (Alonso-Cepeda, Villena-Ruiz, Honrubia-Escribano, & Gómez-Lázaro, 2024), foi apenas nos últimos cinquenta anos que os projetos mais notórios foram desenvolvidos para que estes veículos fossem mais acessíveis e pudessem, assim, ser popularizados.

Para que o uso dos veículos elétricos seja viável é preciso, além de um preço de mercado competitivo com os veículos à combustão, uma infraestrutura de recarga ampla e facilitada e um nível de segurança que proteja tanto os usuários quanto as edificações e os próprios veículos. No entanto, a legislação que trata dos veículos elétricos no Brasil ainda é bastante incipiente, por se tratar de uma tecnologia pouco usual e com pouca presença no mercado brasileiro (se comparada com frota de veículos com motores à combustão), pela complexidade da estrutura necessária para recarga e a dependência tecnológica de importações.

Este artigo visa conceituar os veículos elétricos, apontar os riscos de incêndio existentes neste tipo de veículo e fazer uma análise da legislação pertinente ao tema, para que se possa discernir o que a legislação atual prevê e onde estão os pontos cegos que ainda precisam ser normalizados para garantir a segurança contra incêndio neste tipo de transporte.



Após esta breve introdução sobre o tema, no próximo capítulo são apresentados os conceitos dos diversos tipos de veículos elétricos, as tecnologias em que se baseiam e os tipos de bateria e recarga empregados. Neste tópico também são discutidos os principais riscos de incêndio tanto para os veículos elétricos quanto para as suas estações de recarga.

No capítulo seguinte, apresenta-se uma breve visão das legislações existentes no mundo, demonstrando como países estrangeiros têm lidado com o risco de incêndio nos veículos elétricos. Logo após, é feita uma análise da legislação brasileira, demonstrando os avanços que já ocorreram e o caminho que está sendo traçado para a segurança contra incêndio da frota crescente de veículos elétricos no Brasil.

Por fim, este artigo aponta as conclusões e expõe sugestões que podem ajudar a esclarecer a importância e urgência de legislar sobre este tema para prevenir os incêndios e minimizar os riscos e danos causados por eles.

2 SOBRE OS VEÍCULOS ELÉTRICOS

2.1 CONCEITO DE VEÍCULO ELÉTRICO

Conceitualmente, um veículo pode ser definido como “qualquer meio de transporte para pessoas ou mercadorias de um lugar para o outro” (Sousa, 2024). Podem ser classificados por diferentes critérios como a capacidade de transporte (veículos particulares ou coletivos), ambiente de operação (terrestre, aquático ou aéreo), finalidade (transporte de passageiros ou de carga), dentre outras. Neste artigo, a classificação dos veículos será considerada de acordo com o tipo de propulsão (combustão interna, movidos a vapor, movidos a motores elétricos ou híbridos) com foco nos veículos elétricos (VEs).

Um veículo elétrico, por sua vez, pode ser definido como “qualquer veículo movido por um motor elétrico onde a corrente elétrica é fornecida por um sistema de armazenamento de energia recarregável (*Rechargeable Energy Storage System* – RESS), destinado principalmente para ser utilizado em vias públicas” (ABNT, 2021b, item 3.4.1). Os VEs possuem categorias distintas, dependendo do porte do veículo, das configurações do sistema de propulsão, dos tipos de bateria e das formas de recarga.

Neste contexto e de acordo com (MAPFRE, 2025) e (Blog Doutor-IE, 2024), as principais categorias consideradas neste artigo são:

- Veículo elétrico híbrido leve (*Mild Hybrid Electric Vehicle* – MHEV). Neste tipo de VE o sistema de propulsão possui tanto o motor à combustão quanto o motor elétrico. O motor à combustão é desativado em baixas velocidades e a retomada da aceleração é feita pela bateria. Em velocidades mais altas, o motor elétrico entrega uma potência auxiliar para o motor à combustão, melhorando o desempenho e o diminuindo o consumo de combustível. O



abastecimento deste tipo de veículo é feito exclusivamente com combustível fóssil (gasolina, diesel etc.).

- Veículo elétrico híbrido (*Hybrid Electric Vehicle – HEV*). Neste tipo de VE o sistema de propulsão é composto por um motor à combustão, um tanque de combustível inflamável, baterias e um motor elétrico. Os dois motores (à combustão e elétrico) funcionam de forma complementar. O veículo é abastecido com gasolina e o motor à combustão transfere a energia gerada para as baterias, realizando a recarga. Por aumentar o nível de eletrificação do sistema, possui baterias de alta tensão, maiores e mais potentes do que o MHEV. O abastecimento deste tipo de veículo também é feito exclusivamente com combustível fóssil (gasolina, diesel etc.).
- Veículo híbrido plug-in ou recarregável (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle – PHEV*). Neste tipo de VE o sistema de propulsão também é misto, sendo composto por motor elétrico e à combustão e pode funcionar no modo totalmente elétrico ou em modo híbrido com combustão interna. Neste caso, o abastecimento das baterias é feito externamente, por meio de pontos de recarga, enquanto o motor à combustão utiliza o combustível fóssil normalmente. As baterias deste tipo de veículo são mais potentes, permitindo o uso no modo elétrico para distâncias curtas e otimizando a eficiência energética do veículo para distâncias maiores.
- Veículo elétrico à bateria (*Battery Electric Vehicle – BEV*). Neste tipo de VE o sistema de propulsão é totalmente elétrico e não possui motor à combustão. As baterias de alta tensão podem ser carregadas em pontos de recarga ou tomadas residenciais. Este tipo de veículo entrega maior eficiência energética e se mostra uma alternativa mais limpa por não liberar gases tóxicos no ambiente.
- Veículo elétrico à bateria com extensor de autonomia (*Battery Electric Vehicle with Range Extender – BEVx*). Neste tipo de VE o sistema de propulsão é semelhante ao BEV, mas conta, ainda, com um motor de combustão “salva-vidas” que fornece energia para o sistema de propulsão caso a bateria principal fique descarregada. Neste caso, o motor à combustão não fica ligado diretamente à propulsão, servindo apenas como gerador de energia elétrica caso seja necessário.
- Veículos elétricos movidos a célula de combustível (*Fuel Cell Electric Vehicles – FCEV*). Neste tipo de VE o sistema de propulsão é movido por uma célula geradora de energia abastecida com hidrogênio líquido pressurizado. Neste caso, a eletricidade é produzida internamente por meio de uma reação química entre o hidrogênio e o oxigênio, gerando eletricidade, água e calor sem emissões nocivas ao meio ambiente.

A presença de veículos elétricos de diversos tipos vem crescendo exponencialmente a cada ano, como é possível observar nos dados de venda divulgados pela Associação Brasileira do Veículo



Elétrico (ABVE), conforme a Tabela 1. Os dados começaram a ser compilados em 2012 e somente a partir de 2022 há a diferenciação pela categoria do veículo elétrico.

Tabela 1 - Estatística de veículos elétricos no Brasil

Ano	Total de VE no Brasil	Participação no mercado	Evolução no período
2012	117	0,00%	-
2013	491	0,01%	+ 319,66%
2014	855	0,01%	+ 74,13%
2015	846	0,01%	- 1,05%
2016	1091	0,05%	+ 28,96%
2017	3296	0,15%	+ 202,11%
2018	3970	0,16%	+ 20,45%
2019	11858	0,45%	+ 198,69%
2020	19745	1,01%	+ 66,51%
2021	34990	1,77%	+ 77,21%
2022	49245	2,52%	+ 40,74%
2023	93927	4,31%	+ 90,73%
2024	177358	7,14%	+ 88,83%

Fonte: adaptada de (ABVE, 2025)

Entre janeiro e junho de 2025, os dados mostraram 105.865 veículos elétricos registrados, o que corresponde a 7,78% de participação no mercado, mostrando uma evolução positiva de 11,89%. Além destes dados há, ainda, veículos elétricos de menor porte como bicicletas e patinetes elétricos, monociclos e scooters, que também utilizam baterias de íon-lítio e precisam ser recarregados com frequência.

2.2 CONCEITO DE BATERIAS QUE ALIMENTAM UM VEÍCULO ELÉTRICO

No final do Século XIX, quando começaram a surgir os primeiros veículos elétricos, estes eram alimentados, principalmente, por baterias de chumbo-ácido. Estas baterias eram extremamente pesadas e tinham pouca autonomia (entre 50 e 100 quilômetros). Embora as pesquisas tenham diminuído no começo do século XX, quando as descobertas de vários campos petrolíferos tornaram os carros à combustão mais baratos e populares, o interesse em desenvolver baterias mais eficientes para alimentar veículos voltou a ganhar força nas últimas décadas, incentivado pela preocupação com a preservação ambiental.

As baterias elétricas são dispositivos eletroquímicos capazes de armazenar energia na forma de energia química. Para armazenar essa energia converte-se a energia elétrica em energia química no processo de carga e, no processo de descarga, faz-se o reverso, liberando a energia elétrica por meio de reações químicas de redução e oxidação dos materiais que as compõem (Rommel, 2023)

Para perceber as diferenças de eficiência entre os diferentes tipos de bateria é preciso conhecer alguns conceitos:



- **Densidade energética:** é uma métrica que determina a quantidade de energia que uma bateria pode armazenar por unidade de massa ou volume. É medida em Wh/kg (watt-hora por quilograma) ou em Wh/L (watt-hora por litro). Quanto mais alto for o seu valor, mais leve pode ser a bateria para fornecer a mesma autonomia, o que significa maior autonomia de condução com uma única carga, tempo de recarga mais rápido e maior eficiência com peso reduzido (Midtronics, 2025).
- **Densidade de potência:** é uma métrica da velocidade com que uma bateria consegue fornecer energia, ou seja, quão rápido ela pode ser descarregada. É medida em W/Kg (watt por quilograma). Baterias que possuem alta densidade de potência conseguem liberar muita energia em pouco tempo e são essenciais para dar partida em um motor, suportar acelerações rápidas ou subidas íngremes (Polinovel, 2025).
- **Eficiência energética:** é a métrica que define a capacidade que uma bateria tem de armazenar e utilizar energia de forma otimizada. Uma bateria eficiente consome menos energia para realizar a mesma quantidade de trabalho, oferecendo menos desperdício e maior autonomia (Bateria Elite, 2024).
- **Ciclos de carga e descarga:** é a métrica que define quantas vezes uma bateria pode ser carregada e descarregada. Cada vez que uma bateria é carregada completamente e descarregada conta como um ciclo. As baterias têm um número finito de ciclos antes que a sua capacidade comece a diminuir, dependendo do tipo de bateria e da tecnologia utilizada na sua fabricação (Baterias Galileu, 2023).

A Tabela 2 apresenta uma comparação entre os diferentes tipos de baterias que podem ser utilizadas para alimentar os motores dos veículos elétricos, bem como seus parâmetros de eficiência. Ao analisar os dados apresentados é possível compreender o motivo pelo qual as baterias de íon-lítio são frequentemente utilizadas nos veículos elétricos modernos. Elas apresentam altos índices para todos os parâmetros apresentados, oferecendo a melhor competência nestes aspectos.

Tabela 2 – Tipos e parâmetros de eficiência de baterias elétricas

Tipo de bateria	Densidade energética	Densidade de potência	Eficiência energética	Ciclos de carga e descarga
Chumbo-ácido	30	180	85 – 90	1200 – 1800
Níquel-cádmio	50	40 – 50	60 – 83	1500
Hidreto metálico de níquel	80	250 – 1000	65 – 70	500 – 3000
Níquel-Zinco	60	60 – 65	80	100 – 300
Fosfato de ferro e lítio	90 – 120	2000 – 4500	90	2000
Polímero de íons de lítio	100 – 150	50 – 250	90 – 100	600
Íon-lítio	100 – 250	500 – 2000	90 – 100	1500

Fonte: formatada de (Macharia, Garg, & Kumar, 2023)



2.3 CONCEITO DE RECARGA DE UM VEÍCULO ELÉTRICO

Existem três principais métodos de recarga dos veículos elétricos: 1) a recarga condutiva, que envolve carregar a bateria diretamente com a energia fornecida pela concessionária, por meio de um cabo de recarga; 2) a recarga indutiva, que envolve a retransmissão de energia sem fio (por meio de campos elétricos ou campos magnéticos); e 3) a troca de baterias, que consiste na substituição das baterias descarregadas por baterias carregadas em estações de troca apropriadas (Macharia, Garg, & Kumar, 2023). No Brasil, o modo de recarga condutivo é amplamente utilizado, embora não haja proibições aos demais métodos.

A recarga condutiva pode ser realizado por estações de recarga que utilizem tanto a corrente elétrica contínua (CC) quanto a corrente elétrica alternada (CA). A corrente elétrica alternada tem a vantagem de ser transportada por longas distâncias e é utilizada em linhas de transmissão de usinas elétricas, passando por transformadores, até a sua chegada ao ponto de consumo de energia elétrica, sendo disponibilizada para recargas de diversos tipos de equipamentos, inclusive veículos elétricos. A corrente alternada pode ser transformada em corrente contínua com o auxílio de transistores, fontes e diodos, para que seja, também, utilizada como fonte de recarga de veículos elétricos, além de poder ser aplicada em circuitos de baixa tensão e utilizada em diversos equipamentos. Exemplos de sistemas de corrente contínua são as pilhas (nas quais a carga vai do positivo para o negativo, e vice-versa) e os painéis solares (Portal Solar, 2025).

De acordo com a NBR IEC 61851-1: 2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais, existem quatro modos de recarga que podem ser aplicados em edifícios residenciais ou comerciais (ABNT, 2021b), (NeoCharge, 2025) e (LugEnergy, 2025):

- Modo 1 (até 2,3 kW): a recarga é realizada em corrente alternada por meio da instalação elétrica fixa local, utilizando uma tomada doméstica comum. Este tipo de recarga é o mais simples do mercado, pois requer apenas um cabo para ligar o veículo à tomada. Pode ser utilizado para a recarga de bicicletas elétricas, patinetes e outros veículos elétricos semelhantes de menor potência. É um carregador utilizado em caso de emergência, não devendo ser utilizado de forma habitual. Velocidade de recarga: lenta.
- Modo 2 (até 2,3 kW): a recarga é realizada em corrente alternada por meio da instalação elétrica fixa local, utilizando um cabo de recarga para VE - modo 2 (carregador IC-CPD)¹, que pode ajustar a potência de recarga de acordo com as necessidades do veículo e as condições da rede de distribuição de energia. Além dos veículos elétricos citados no Modo 1, também pode recarregar modelos pequenos como triciclos e quadriciclos. Velocidade de recarga: lenta.

¹ *In-Cable Control- and Protection Device* - Dispositivo de controle e proteção integrado no cabo. É um carregador que utiliza tecnologia de comunicação inteligente para troca de dados com o veículo.



- Modo 3 (até 22 kW): a recarga é realizada em corrente alternada por meio de estação específica e exclusiva para recarga para VE. Trata-se de abastecimento com estação de recarga dedicada, com comunicação eletrônica entre o veículo e a estação. Utiliza carregador do tipo *Wallbox*, que possui vários sistemas de proteção necessários para a segurança da instalação elétrica e do veículo, bem como sistemas de controle para monitorizar a recarga². Este é o modo mais indicado para estações domésticas ou comerciais para veículos leves, como os carros de passeio. Pode ser utilizado para a recarga de todos os tipos de VE. Velocidade de recarga: semirrápida.
- Modo 4 (até 350 kW): a recarga é realizada em corrente contínua por meio de estação específica e exclusiva para recarga para VE, ao contrário dos modos anteriores, que utilizam corrente alternada. Devido ao seu custo elevado para instalação e manutenção, este tipo de estação de recarga é mais indicado para pontos públicos ao ar livre, como centrais elétricas ou eletropostos. Velocidade de recarga: rápida.

O tempo de recarga depende de fatores como a capacidade da bateria, a corrente elétrica necessária do carregador e a existência de estações de recarga rápido. É importante atentar para a utilização de carregadores certificados para garantir a segurança do veículo e da instalação elétrica.

2.4 RISCOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS

De uma maneira geral, existem algumas diferenças marcantes entre o risco de incêndio em veículos elétricos e o risco de incêndio em veículos à combustão. No entanto, não existem dados estatísticos confiáveis no Brasil para que se possa fazer uma análise mais aprofundada sobre as causas e consequências dos incêndios nos dois tipos de veículos. O que se tem disponível são informações sobre casos pontuais, que não são suficientes para elaborar uma teoria sobre o tópico.

Sobre este tema, Freitas (2025) afirma que “os riscos e exigências da eletromobidade extrapolam o veículo elétrico em si, exigindo uma abordagem mais ampla no campo da segurança contra incêndio”. O autor esclarece que, para gerir o risco de incêndio, é preciso perceber as diferenças entre a ameaça (que é inerente ao próprio veículo elétrico) e a vulnerabilidade (que está relacionada ao ambiente em que este tipo de veículo opera) e apresenta uma lista das principais ameaças e vulnerabilidades dos veículos elétricos e de sua infraestrutura de abastecimento, conforme Quadro 1:

² Conhecidos como *home charger* ou *Wallbox*, são carregadores geralmente fixados na parede. São mais rápidos e seguros do que os carregadores de emergência. Hoje, o carregamento residencial representa 80% de todas as recargas feitas em veículos elétricos (Sales, 2024).



Quadro 1 – Exemplos de ameaças e vulnerabilidades dos veículos elétricos

Ameaças ligadas aos veículos elétricos	Vulnerabilidades na infraestrutura
Fuga térmica na bateria de íon-lítio	Estacionamento em locais fechados e sem ventilação natural
Estágios de degradação da bateria	Aglomeração de veículos
Células danificadas, defeituosas ou inadequadas para o VE	Ausência de compartimentação vertical e horizontal nos locais de estacionamento
Arco elétrico no local de estacionamento	Tomadas e instalações improvisadas
Sobreaquecimento dos componentes eletrônicos de potência	Instalações elétricas sem responsabilidade técnica
Temperaturas externas elevadas que podem levar ao estresse térmico	Instalações elétricas sem a devida manutenção
Batidas ou quedas que podem levar ao estresse mecânico	Proximidade de estruturas metálicas ou inflamáveis
Sobrecarga ou curto-circuito que podem levar ao estresse elétrico	Proximidade de resíduos inflamáveis ou materiais combustíveis
Manutenção inadequada do veículo e seus componentes	Uso de carregadores inadequados ou improvisados
Recarga incorreta ou prolongada da bateria	Recarga noturna prolongada
Reignição após o incêndio	Recarga simultâneo de vários veículos em um único ponto

Fonte: (Freitas, 2025)

Uma das ameaças mais evidentes é a própria bateria do veículo elétrico. A bateria precisa ser robusta o suficiente para mover o veículo, seus passageiros e sua carga, com autonomia e performance suficientes para se equiparar ao rendimento de um veículo à combustão. Como foi mostrado na Tabela 2, as baterias de íon-lítio são as mais eficientes para oferecer a potência e autonomia necessárias. No entanto, elas trazem, em sua composição, a sua maior ameaça. “O lítio é altamente reativo, tornando-se tecnologicamente desafiador construir células de bateria seguras que contenham lítio” (Zubi, Dufo-López, Carvalho, & Pasaoglu, 2018). O envelhecimento destas baterias, seu alto custo de produção e os aspectos de segurança para o descarte ainda representam questões críticas para esses sistemas de armazenamento.

Outra ameaça bastante evidente é o risco de fuga térmica (*thermal runaway*). A fuga térmica foi identificada como uma grande preocupação com as baterias íon-lítio em toda a cadeia de valor, podendo levar a incêndios e explosões descontroladas, causando a falha de todo o conjunto de baterias” (Abada, et al., 2018).

Tradicionalmente a água é usada para combater incêndios, no entanto, não é eficaz contra incêndios de baterias de íon-lítio. Para este tipo de combate, seriam necessários agentes extintores especiais.

As explosões das baterias Li-ion são causadas pela formação de dendritos que rompem a membrana isolante, promovem curto-circuito interno e as consequentes reações químicas exotérmicas entre o material ativo e o eletrólito inflamável, despreendendo grande quantidade de calor e gás dentro da bateria. O desenvolvimento dos dendritos é contínuo, e se manifesta tanto em uso normal quanto na recarga do aparelho eletrônico, sendo que, nestas condições, pode ser acelerado. (Guo, et al., 2018)



As dimensões e configurações internas de baterias, bem como eventuais impurezas nos processos de fabricação, promovem diferenças nas características que influenciam o fenômeno. Por isso, determinados modelos de baterias podem estar propensos a eventos de incêndio e explosão mais rapidamente que outros (Rangel Jr, 2023).

Embora não seja possível afirmar que os veículos elétricos sejam mais suscetíveis à ocorrência de incêndio do que os veículos à combustão, é evidente que os incêndios nestes veículos são mais difíceis de combater e controlar (Peiyi, Bisschop, Huichang, & Xinyan, 2020). As características inerentes às baterias dos veículos elétricos, bem como toda a infraestrutura necessária para torná-los viáveis, oferecem um cenário complexo que precisa ser considerado sob a óptica da segurança contra incêndio.

3 LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM VEÍCULOS ELÉTRICOS NO EXTERIOR

A tecnologia dos veículos elétricos vem sendo desenvolvida em diversos países, o que implica, também, no desenvolvimento de legislações e normas que garantam padrões mínimos de segurança para o uso destes veículos e sua infraestrutura de abastecimento. A seguir, serão analisados alguns dos exemplos mais notáveis.

3.1 CHINA

A China propôs a meta de atingir a neutralidade de carbono até 2060 e, desta forma, está investindo pesadamente na eletrificação de seus meios de transporte. Já em 2015, este país tornou-se o maior mercado de veículos elétricos do mundo, sendo que, em 2022, as vendas deste tipo de veículos atingiram 5,9 milhões de unidades, representando 29% das vendas de todos os veículos daquele país (Quanqing, et al., 2023).

Diante deste cenário, a China implementou a norma GB 38031 como regulamentação técnica para tratar da segurança de baterias em veículos elétricos. A versão de 2020 (China, 2020) foi implementada para definir requisitos técnicos relacionados à segurança tanto das células quanto dos sistemas de baterias, com o objetivo de evitar falhas como curtos-circuitos, incêndios e explosões (Lin, et al., 2023).

Em geral, as normas chinesas de segurança para baterias de veículos dividem-se em: objetos de teste em células de bateria, módulos de bateria, conjuntos de baterias e sistemas de bateria. A norma GB 38031–2020 ‘Requisitos de Segurança para Baterias de Potência para Veículos Elétricos’ é uma das normas obrigatórias para requisitos de segurança para baterias de potência em todo o território chinês. Esta norma melhora e corrige as deficiências e defeitos presentes nas normas que a precederam



(GB/T 31485–2015, GB/T 31467.3–2015 e GB/T 31467.3 Emenda nº 1), tornando-se uma norma nacional relativamente confiável (Quanqing, et al., 2023).

Em março de 2025, o governo chinês publicou a atualização da GB38031-2020, a GB38031-2025. A implementação obrigatória para veículos novos começa em 1º de julho de 2026, enquanto os veículos existentes devem apresentar comprovação de conformidade até 1º de julho de 2027, resultando em um período de transição de 12 meses para adaptação aos requisitos atualizados (Green Car Congress, 2025).

Entre as principais mudanças da GB38031-2025 em relação à versão anterior, tem-se (Green Car Congress, 2025):

- Requisito de contenção de duas horas: as baterias não devem pegar fogo (reignição) ou explodir por 120 minutos após o incêndio (o requisito anterior era de cinco minutos) e as temperaturas internas devem permanecer abaixo de 60 °C;
- Sistema de alerta antecipado de cinco minutos: incidentes térmicos devem disparar um alarme em até cinco minutos, sem fumaça visível atingindo a cabine de passageiros;
- Teste de falhas no mundo real: uma esfera de aço de 30 mm lançada com 150 J de energia e simulações de aquecimento interno imitando curtos-circuitos de células reais;
- Testes de estresse de recarga rápido: as baterias devem passar pela validação de segurança após 300 ciclos de carga ultrarrápida (20 – 80 % SOC³).
- Estressores ambientais: a exposição prolongada à névoa salina e os testes de combustão retardada passam a ser obrigatórios.

3.2 EUROPA

As diretrizes gerais da União Europeia (EU) em relação aos veículos elétricos estão alinhadas com os objetivos estabelecidos no Acordo Verde Europeu (*European Green Deal*) (Comissão Europeia, 2019). Trata-se de um pacto ecológico para a UE e os seus cidadãos, redefinindo o compromisso de enfrentar os desafios climáticos e ambientais promovendo, no continente europeu, uma economia e sociedade neutras em carbono até 2050.

Essas diretrizes abrangem uma série de políticas e regulamentos que visam acelerar a transição para uma mobilidade sustentável e ecológica. Os principais pontos referentes a mobilidade sustentável são: estímulo à adoção de veículos elétricos; infraestrutura de recarga; sustentabilidade e ciclo de vida das baterias; padrões de segurança e homologação; produção e cadeia de suprimentos sustentável; pesquisa e inovação; educação e sensibilização; foco nos transportes públicos e pesados; e impacto econômico e social (Comissão Europeia, 2019).

³ SOC = *State of Charge* (estado de carga). Significa que cada ciclo vai de 20 % até 80 % da capacidade total da bateria.



Para se atingir as metas de redução de emissões de dióxido de Carbono (CO₂) de automóveis e veículos comerciais leves definidas pela União Europeia, pode-se salientar a determinação de que, a partir de 2035, “a meta de emissões de CO₂ para toda a frota da UE, tanto para carros como para carrinhas, é de 0 (zero) g de CO₂/km”⁴ (Comissão Europeia, 2025b). Além disso, os incentivos financeiros e a obrigatoriedade no desenvolvimento de veículos com menor impacto ambiental (seja pela redução de emissões no ciclo de vida, seja pela promoção da reciclagem de componentes, ou ainda pelo aumento da eficiência energética das baterias) são algumas das determinações do Acordo Verde Europeu.

O Regulamento UE/2023/1804 estabelece as metas mínimas obrigatórias para a implantação de infraestruturas de recarga e abastecimento acessíveis ao público para veículos rodoviários. É prevista a ampliação da infraestrutura de recarga, além do financiamento de projetos de infraestrutura de recarga e do incentivo ao uso de novas tecnologias, como *smart charging* (recarga inteligente) e *vehicle-to-grid* (veículo para rede) para integrar veículos elétricos ao sistema elétrico (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2023b).

Com o intuito de desenvolver a utilização sustentável de baterias, o Regulamento EU/2023/1542 estabelece um novo quadro jurídico para a gestão sustentável de baterias ao longo de todo o seu ciclo de vida e inclui o incentivo à reciclagem de materiais como lítio, cobalto, níquel e chumbo das baterias usadas, propondo a rastreabilidade de informações sobre a composição e ciclo de vida das baterias para promover a reciclagem e reutilização (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2023a) e (Kostenko & Zaporozhets, 2024).

Para a padronização de segurança e homologação, a UE determina que os veículos devem atender padrões mínimos de eficiência elétrica, além de estações de recarga interoperáveis e compatíveis com diferentes marcas e modelos, com o objetivo de facilitar o poder de escolha do consumidor (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2018), (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2019b) e (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2024).

Quanto à produção e cadeia de suprimentos sustentáveis, destaca-se o apoio à fabricação local de baterias e componentes de veículos elétricos para reduzir a dependência de importação e o fortalecimento da autonomia tecnológica europeia por meio da criação da Aliança Europeia de Baterias (EBA), que reúne autoridades nacionais da UE, regiões, institutos de pesquisa da indústria e outras partes interessadas na cadeia de valor das baterias. (Comissão Europeia, 2025a)

Na área de pesquisa e inovação, a UE financia inovações em veículos elétricos e tecnologias afins, como melhoria na eficiência de baterias e integração com energias renováveis. Além disso, os Estados-Membros da UE promovem campanhas para aumentar a aceitação do público e dar mais informações sobre os benefícios ambientais dos veículos elétricos. Soma-se a isso o incentivo à

⁴ Carrinhas são veículos em Portugal equivalentes a furgões, vans ou caminhonetes no Brasil.



capacitação de novos profissionais para atender à crescente demanda por manutenção de veículos elétricos (Polluveer, 2025).

As normas da UE incluem a transição para veículos elétricos em transportes coletivos (ônibus, metrô e vans públicas) e o desenvolvimento de iniciativas para a eletrificação de caminhões, ônibus de longa distância e transporte ferroviário não eletrificado (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2024) e (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2019a).

Por fim, os impactos sociais e econômicos, com o incentivo ao crescimento de empregos na produção, manutenção e reciclagem de baterias e a redução de custos para os consumidores visam tornar o VE mais acessível ao consumidor médio (UE 2023/1542).

É possível observar, pelo que foi exposto, que as diretrizes gerais da União Europeia sobre veículos elétricos criam um marco regulatório robusto para viabilizar uma transição ecológica na mobilidade, focam na descarbonização, no fortalecimento da economia circular, no desenvolvimento de infraestrutura e no incentivo à inovação, garantindo uma transição equilibrada e sustentável (Shqairat, Liarte, Marange, & Nuur, 2024).

3.3 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)

A crescente adoção de veículos elétricos nos Estados Unidos tem gerado preocupações a respeito do gerenciamento de baterias de íon-lítio, uma vez que o número de veículos elétricos cresceu de 360.000 (trezentos e sessenta mil), em 2020, para quase 900.000 (novecentos mil) em 2023. Essa rápida expansão, embora benéfica para reduzir as emissões de CO₂ e impulsionar a inovação tecnológica, também contribui para um volume cada vez maior de resíduos de baterias (Ali, et al., 2025).

Os autores enfatizam que, para resolver este problema, os Estados Unidos mudaram os esforços políticos para o gerenciamento sustentável do ciclo de vida da bateria, enfatizando a reciclagem, reutilização e descarte seguro. Estruturas regulatórias estão sendo desenvolvidas nos níveis federal e estadual para garantir práticas ambientalmente adequadas na coleta, recuperação de materiais e reutilização de baterias. Os programas também estão promovendo tecnologias avançadas de reciclagem para extrair materiais críticos como lítio, cobalto e níquel das baterias. Como o mercado de veículos elétricos está em franca expansão, iniciativas tais como o fortalecimento do ciclo de reaproveitamento na cadeia de suprimentos de baterias, a redução da dependência das importações de matérias-primas e a melhoria do desempenho ambiental são essenciais para a construção de um ecossistema de reciclagem sustentável e resiliente dentro de um cenário mais amplo da política de veículos elétricos (Ali, et al., 2025).

As normas e regulamentações relacionadas a baterias de veículos elétricos nos EUA são abrangentes e cobrem aspectos importantes como: segurança, desempenho, transporte, reciclagem e



impacto ambiental. Um fator a se destacar é que não há um único organismo ou entidade responsável por parametrizar os requisitos e critérios relacionados às baterias de VE, mas vários. Pode-se destacar três desses órgãos: o *Federal Motor Vehicle Safety Standards* (FMVSS), a *Society of Automotive Engineers* (SAE International) e o *Underwriters Laboratories* (UL).

- O *Federal Motor Vehicle Safety Standards* (FMVSS) é um conjunto de regulamentações obrigatórias publicadas e implementadas pelo *Department of Transportation* (DOT) através da *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA). Criada formalmente em 1967, a FMVSS tem como objetivo principal garantir a segurança dos veículos vendidos nos EUA. Sua principal função é a de estabelecer regulamentações de segurança obrigatórias para veículos e seus componentes antes que possam ser vendidos ou usados no mercado norte-americano, além de avaliar a segurança elétrica em veículos híbridos ou elétricos (NHTSA, 2025). Em consonância com a *Global Technical Regulation*⁵ sobre segurança de veículos elétricos, a NHTSA irá implantar a FMVSS nº 305a para substituir a FMVSS nº 305. Entre outras melhorias, a FMVSS nº 305a, que se aplica a veículos leves e pesados, inclui requisitos de desempenho para baterias de propulsão. A NHTSA também está estabelecendo um novo regulamento - Parte 561: Documentação para Veículos Elétricos, que exige que os fabricantes compilem documentação de mitigação de riscos e enviem informações padronizadas de resposta a emergências para auxiliar os socorristas no manuseio de veículos elétricos (Federal Register, 2024).
- A *SAE International* (anteriormente denominada *Society of Automotive Engineers*) é uma associação global que cria padrões técnicos voltados, principalmente, para os setores automotivo, aeroespacial e de mobilidade. Tem como diferencial o fato de ser um fórum técnico que desenvolve normas para o setor automotivo e de transporte, com foco em projetos e inovações (SAE International, 2025). Fundada em 1905 nos EUA, esta associação é referência no desenvolvimento de diretrizes para sistemas mecânicos e eletrônicos relacionados a veículos. Sua principal função é desenvolver e publicar normas técnicas, abrangendo desde o projeto de componentes até o desempenho e segurança de veículos e sistemas de transporte. Além disso, a SAE promove pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias automotivas. Seu foco principal está nos testes de segurança e eficiência de veículos elétricos, motores de combustão interna e sistemas híbridos. Pode-se exemplificar a SAE J1772, que define a padronização dos *plugs* de carregadores de veículos elétricos, ou mesmo a SAE J2929, que

⁵ É um conjunto de requisitos de desempenho e procedimentos de teste fruto de acordo mundial para veículos e componentes automotivos, desenvolvido no âmbito do Acordo de 1998, no quadro da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE).



define diretrizes de segurança para baterias em veículos elétricos, como proteção contra incêndios ou choques elétricos (SAE International, 2024) e (SAE International, 2013).

- A *Underwriters Laboratories* - UL é uma organização global independente que estabelece padrões de segurança, desempenho e certificação para diversos produtos e sistemas, incluindo eletrônicos, baterias e dispositivos industriais. Fundada em 1894, com sede em Illinois, nos Estados Unidos, a UL é amplamente reconhecida por seus rigorosos testes de segurança elétrica e desempenho técnico. Tem como principal função o desenvolvimento de normas certificadoras de segurança de produtos, verificando sua conformidade com regulamentações e reduzindo riscos de incêndios, choques elétricos, falhas mecânicas, entre outros (Peaslee, 1928) e (Schall, 1970). Seu foco principal está em produtos e componentes elétricos e eletrônicos, incluindo baterias para veículos elétricos, e segurança em processos industriais, sistemas de energia renovável, conectividade e tecnologias emergentes. Tem-se, como exemplo, as normas *UL 2271: Batteries for Use in Light, Electric Vehicle Applications*, a *UL 2595: General Requirements for Battery Powered Appliances* e a *UL 2580: Batteries for Use in Electric Vehicles* (Fonseca, Franco, Simons, & Paiss, 2024) e (UL, 2016). (Fonseca et al, 2024; UL, 2016).

3.4 AMÉRICA LATINA

Apesar dos benefícios da eletrificação de frotas, os níveis de adoção dessas tecnologias ainda são incipientes em grande parte do mundo e o nível de progresso entre os países é desigual em muitos aspectos, especialmente na região da América Latina e Caribe (Kohli, Khan, Yang, & Miller, 2022).

Nos países mais representativos da América Latina, nesta temática, (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, México, Peru e Uruguai), a eletrificação da frota apresentou um crescimento de mais de 260% entre 2023 e 2024. Martínez-Gómez e Espinoza (2024) relatam que, somente durante o primeiro semestre de 2023, o México apresentou um aumento de 30% nas vendas de veículos elétricos, enquanto o Chile, 17% entre janeiro e abril. No mesmo período, houve um aumento das frotas de VEs no Equador e Uruguai de 80% e 68%, respectivamente. Esses dados refletem uma tendência acentuada de adoção de veículos elétricos na América Latina, impulsionada por uma combinação de fatores, tais como a preocupação com o meio ambiente, a redução dos custos das baterias e o aumento da disponibilidade de modelos de VEs (Martínez-Gómez & Espinoza, 2024).

Diferentemente da UE, não há uma uniformidade normativa na América Latina, tendo cada país seu conjunto de normas específicas. Por se tratar de um grande número de países com normas distintas, decidiu-se optar pela avaliação das normativas dos seguintes países latino-americanos: Argentina, Chile, México e Uruguai, além do Brasil. Esta escolha se deu pela representatividade desses países na economia local, além da disponibilidade de informações.



3.4.1 Argentina

A Argentina vem trabalhando em políticas públicas e regulamentações específicas para a mobilidade elétrica nos níveis nacional e provincial. Em nível nacional, este país está trabalhando no desenvolvimento de sua Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica (PNUMA, 2020). Em termos de legislação, houve a alteração da Lei de Trânsito através do Decreto nº 32/2018, onde se destaca a incorporação de definições e categorias de veículos com motores elétricos e híbridos de acordo com sua capacidade (em kW), com ênfase nos requisitos para sua aprovação (Argentina, 2018a).

A revogação do Decreto nº 331/2017 pelo Decreto 230/2019 propiciou a expansão da redução da tarifa de importação para importadores de veículos fabricados no exterior, e não apenas para as empresas automotivas sediadas no país, e a redução tarifária para a importação de até 350 unidades de ônibus elétricos, por um período de 36 meses, além de 2.500 postos de recarga com potência igual ou superior a 50 kW (Argentina, 2018b), foram outras ações executadas com o objetivo de estimular a comercialização de VEs (PNUMA, 2020).

3.4.2 Chile

Desde 2016, o Chile conta com sua Estratégia Nacional de Eletromobilidade que visa alcançar 100% dos veículos de transporte público e 40% dos veículos particulares a serem elétricos até 2050 (Ahmed, Guerrero, & Franco, 2024). Em 2018, foi firmado um compromisso com mais de 30 empresas e instituições para promover a mobilidade elétrica no país. Esse compromisso, que, entre outros objetivos, buscava quintuplicar o número de carregadores de veículos elétricos, foi reiterado em janeiro de 2020 por 54 empresas (PNUMA, 2020).

A Lei de Eficiência Energética nº 21.305/2021, em linhas gerais, introduz conceitos de interoperabilidade para os pontos de recarga de veículos elétricos, buscando garantir o funcionamento entre diferentes sistemas, e estabelece metas para a eletrificação da frota de veículos, incluindo a meta de que todas as vendas de veículos leves e pesados e veículos de transporte público, sejam elétricos a partir de 2035 (Chile, 2021).

Da sociedade civil, destaca-se a *Asociación de Vehículos Eléctricos de Chile A.G. - AVEC AG*, associação esta criada com o objetivo de expandir o mercado de veículos de massa e contribuir para a transição para um sistema de transporte mais sustentável e ecologicamente correto. Esta associação reúne diversas partes interessadas na área da eletromobilidade, incluindo indivíduos, fabricantes, distribuidores, provedores de tecnologia e serviços, bem como entidades e organizações governamentais interessadas no desenvolvimento sustentável da mobilidade (AVEC AG, 2024).



3.4.3 México

Apesar de não ter uma Estratégia Nacional de Mobilidade Elétrica - ENME bem definida, o México fez avanços parciais na infraestrutura, produção e exportação de veículos elétricos, incentivos ao consumidor e implementação de projetos. No entanto, ainda há a necessidade do fortalecimento de estratégias sobre os incentivos econômicos para o usuário e a indústria, a homologação de carregadores, a capacitação de pessoal especializado em veículos elétricos, manuseio e destino das baterias e a definição de sua ENME (Salgado-Conrado, Álvarez-Macías, Loera-Palomo, & García-Contreras, 2024).

Salgado-Conrado et al (2024) informam que a ENME faz parte do planejamento para o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono e promoção do transporte público e projetos pelo Plano Nacional de Desenvolvimento, estabelece as bases e diretrizes sobre as exigências e prioridades técnicas, financeiras, jurídicas, institucionais e administrativas e os esquemas de incentivo, que permitem promover e posicionar a mobilidade elétrica nacional como uma alternativa de mobilidade viável e sustentável.

Esta estratégia está em processo de desenvolvimento sob a responsabilidade da *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* - SEMARNAT (CONUEE, 2023) e (SEMANART, 2022). O plano proposto tem metas provisórias para 2030, 2040 e 2050, elaboradas com base em estudos e projeções do *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* - INECC (Salgado-Conrado, Álvarez-Macías, Loera-Palomo, & García-Contreras, 2024).

O *Informe de Movilidad Eléctrica* (PNUMA, 2020) relata ainda que são oferecidos incentivos a VEs particulares como, por exemplo, a isenção do imposto federal sobre automóveis novos para VEs, híbridos e a hidrogênio, ou o aumento do valor máximo dedutível do imposto de renda relacionado a pagamentos por uso temporário ou fruição de veículos híbridos ou elétricos de até 285 \$ (Pesos Mexicanos) por dia. Da mesma forma, a *Comisión Federal de Electricidad* - CFE fornece um medidor independente para estações de recarga instaladas em residências.

3.4.4 Uruguai

O Uruguai busca aumentar sua independência energética e continuar a descarbonização da sua economia, com o objetivo de alcançar a neutralidade de carbono, e está focado em transformar o transporte e a mobilidade em modos mais eficientes e sustentáveis. Isso se deve à vantagem significativa de possuir uma matriz elétrica baseada em energias renováveis (aproximadamente 97% de sua produção de eletricidade) (PNUMA, 2020).

Ações para promover o uso de veículos elétricos foram implementadas por meio de decretos, resoluções e leis como, por exemplo, o Decreto 246/012 que reduz o imposto interno específico sobre veículos híbridos e elétricos; o Decreto 325/017, que reduz as tarifas de importação de 23% para 0%



para veículos elétricos; o Decreto 02/012, que permite que empresas que comprem veículos elétricos para transporte urbano de carga (veículos utilitários) solicitem um reembolso entre 27% e 50% do valor do veículo, por meio da isenção do imposto de renda corporativo; e o Decreto 259/019, que permite que empresas de aluguel de veículos comerciais acessem benefícios de isenção de impostos, bem como um subsídio para a compra de ônibus elétricos (PNUMA, 2020).

4 LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

A eletromobilidade no Brasil é um campo que começou a se expandir no início do século XXI. Os dados sobre a frota de veículos elétricos só estão disponíveis a partir de 2012, mas têm apresentado um crescimento acentuado desde então (ABVE, 2025). As legislações sobre o tema, por sua vez, não acompanharam a mesma celeridade e ainda há muitas lacunas sobre tópicos como: exigência ou isenção de impostos, incentivos para pesquisas e inovações tecnológicas e, principalmente, segurança contra incêndio em veículos elétricos, estacionamentos e postos de recarga.

4.1 NO CENÁRIO NACIONAL

Diversos órgãos, a nível federal, têm competência para normatizar sobre temas específicos que se aplicam, direta ou indiretamente, aos veículos elétricos, como os citados a seguir:

1. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) tem a competência de regular a geração (produção), transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no país (ANEEL, 2023). Em sua esfera de atuação, publicou a Resolução Normativa nº 1.000/2021, que ‘Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica e dá outras providências’ (ANEEL, 2021). Esta resolução trata de pontos específicos como classificar as estações de recarga de veículos elétricos como unidades de consumo próprio e estabelecer os critérios de instalação e funcionamento das estações de recarga, além de estabelecer diretrizes quanto à prestação de atividade de recarga pela distribuidora de energia elétrica. Embora seja bastante abrangente no tema a que se propõe, não trata da segurança contra incêndio nos pontos de recarga ou traz qualquer recomendação sobre este assunto.
2. A Câmara de Comércio Exterior (Camex) é um órgão do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços e tem o objetivo de formular, adotar, implementar e coordenar as políticas e as atividades relativas ao comércio exterior de bens e serviços (Camex, 2025). Em sua esfera de atuação, publicou a Resolução Camex nº 97/2015, que coloca vários veículos elétricos na lista de exceção de Tarifa Externa Comum, o que possibilitou a diminuição de impostos sobre a importação de veículos elétricos entre 2015 e 2018 (Camex, 2015) e a Resolução Camex nº 27/2016, que zerou a alíquota de importação para veículos elétricos para



transporte de mercadorias (Camex, 2016). Ambas as resoluções foram revogadas pela Resolução Camex nº 82/2018 (Camex, 2018). Desde então, a importação dos veículos elétricos vem sendo tratada por meio de deliberações da Câmara de Comércio Exterior, que incluem uma retomada gradual da tributação destes produtos entre 2024 e 2026, quando a alíquota chegará ao patamar de 35% (trinta e cinco por cento) (Gecex, 2023).

Tabela 3 – Tributação gradual de veículos elétricos

Tipos de veículo elétrico	Janeiro/2024	Julho/2024	Julho/2025	Julho/2026
Veículos elétricos híbridos	15%	25%	30%	35%
Veículos elétricos híbridos plug-in	12%	20%	28%	35%
Veículos elétricos para transporte de carga	20%	35%	-	-

Fonte: adaptada de (Gecex, 2023)

3. O Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços também criou programas de incentivo visando o desenvolvimento de veículos mais econômicos e menos poluentes, com foco nos veículos elétricos.
- O Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto) foi criado em 2012, pela Lei nº 12.715/2012 (Brasil, 2012), e ficou ativo entre os anos de 2013 e 2017. Essa lei tinha um vasto escopo, incluindo a criação deste programa com objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos automóveis, caminhões, ônibus e autopeças. Tratava-se de um programa de incentivos tributários para empresas que se dispusessem a investir em pesquisas para produzir veículos mais econômicos e seguros (Camex, 2012).
 - O Programa Rota 2030 foi criado em 2018 para substituir o Inovar-Auto, por meio da Lei 13.755/2018 (Brasil, 2018), e ficou ativo entre os anos de 2018 e 2022, quando foi substituído pelo Programa MOVER. O principal objetivo era apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, de caminhões, de ônibus, de chassis com motor e de autopeças. Este programa foi mais específico que o anterior e tinha diretrizes mais bem definidas, incluindo os requisitos obrigatórios para comercializar veículos no país, com foco na eficiência energética, mas ainda direcionado a benefícios tributários (Camex, 2020).
 - O Programa Mobilidade Verde e Inovação (MOVER) foi criado em 2024, por meio da Lei 14.902/2024 (Brasil, 2024). As diretrizes do Programa MOVER são focadas no incremento da eficiência energética, no estímulo à produção de novas tecnologias, na promoção do uso de biocombustíveis e promoção do uso de sistemas produtivos mais eficientes, dentre outros (Camex, 2024).



4. A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT é uma entidade privada, sem fins lucrativos, responsável pela elaboração de normas técnicas no Brasil. A elaboração das normas técnicas é feita por meio de comissões participativas que são compostas por representantes da sociedade divididos em quatro grupos: provedores; clientes/fornecedores; suporte técnico/científico e órgãos do governo. Na sua organização interna, existem os Comitês Brasileiros – ABNT/CB, os Organismos de Normalização Setorial – ABNT/ONS e as Comissões de Estudo Especiais – ABNT/CEE, que elaboram e revisam as normas técnicas de acordo com cada assunto tratado. O objetivo principal é:

Prover a sociedade brasileira de conhecimento sistematizado, por meio de documentos normativos e avaliação de conformidade, que permita a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável nos mercados interno e externo, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico, proteção do meio ambiente, defesa do consumidor e para inovação (ABNT, 2025d).

Os Comitês Brasileiros são responsáveis por reunir os assuntos por área temática e tratar da elaboração e atualização de normas.

- O Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003 Eletricidade) possui 1124 normas técnicas em vigor, dentre as quais dezessete podem ser aplicadas no contexto da recarga de veículos elétricos, conforme disposto a seguir (ABNT, 2025c). No entanto, nenhuma delas trata, especificamente, do risco de incêndio:
 - NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2004);
 - NBR ISO/TR 8713:2015 - Veículos rodoviários propelidos a eletricidade - Vocabulário (ABNT, 2015);
 - NBR 13570:2021 - Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos (ABNT, 2021a);
 - NBR 14136:2012 - Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - Padronização (ABNT, 2012);
 - NBR 17019:2022 - Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos (ABNT, 2022a);
 - NBR 17142:2023 - Veículos rodoviários elétricos leves — Consumo de energia e autonomia — Método de ensaio (ABNT, 2023);
 - NBR IEC 61439-7:2020 - Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 7: Conjuntos para instalações públicas específicas, como marinas, acampamentos, locais de eventos e estações de recarga para veículos elétricos (ABNT, 2020b);
 - NBR IEC 61851-1:2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2021b);



- NBR IEC 61851-21-1:2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos Parte 21-1: Requisitos EMC para os carregadores embarcados no veículo elétrico para serem conectados à alimentação CA/CC (ABNT, 2021c);
- NBR IEC 61851-21-2:2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 21-2: Requisitos aplicáveis aos veículos elétricos para conexão por condução a uma alimentação CA ou CC — Requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC) para sistemas de recarga não embarcados para veículos elétricos (ABNT, 2021d);
- NBR IEC 61851-23:2020 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 23: Estação de recarga em corrente contínua para veículos elétricos (ABNT, 2020c);
- NBR IEC 61851-24:2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 24: Comunicação digital entre a estação de recarga em corrente contínua, para veículos elétricos e o veículo elétrico para o controle da recarga em corrente contínua (ABNT, 2021e);
- NBR IEC 61980-1:2022 - Sistemas de transferência de potência sem fio (*wpt*) para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2022b);
- NBR IEC 62196-1:2021 - Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2021f);
- NBR IEC 62196-2:2021 - Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo elétrico e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 2: Requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambiabilidade para os acessórios com pinos e contatos tubulares em corrente alternada (ABNT, 2021g);
- NBR IEC 62660-1:2022 - Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários - Parte 1: Ensaios de desempenho (ABNT, 2022c);
- NBR IEC 62660-2:2022 - Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários - Parte 2: Ensaios de confiabilidade e abuso (ABNT, 2022d).
- O Comitê Brasileiro Automotivo (ABNT/CB-005 Automotivo) possui 451 normas técnicas em vigor, dentre as quais quatro tratam especificamente de veículos elétricos (ABNT, 2025c). No entanto, o risco de incêndio também não é diretamente abordado:
- PR 1025:2025 - Veículos rodoviários - Veículo propelido a eletricidade - Competências de pessoal (ABNT, 2025a);
- NBR 17142:2023 - Veículos rodoviários elétricos leves - Consumo de energia e autonomia - Método de ensaio (ABNT, 2023);
- NBR 16567:2020 - Veículos rodoviários híbridos elétricos leves - Medição de emissão de escapamento e consumo de combustível e energia - Métodos de ensaio (ABNT, 2020a);



→ ISO/TR 8713:2015 - Veículos rodoviários propelidos a eletricidade – Vocabulário (ABNT, 2015).

Dentre as centenas de comitês técnicos, há um que trata especificamente do tema de incêndio, o Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio - CB/24, que é responsável por 154 normas atualmente em vigor, tratando de assuntos pertinentes ao tema, embora nenhuma delas esteja relacionada especificamente a incêndio em veículos elétricos ou em baterias de íon-lítio (ABNT, 2025b). Há, atualmente, uma comissão de estudos discutindo o texto de uma norma sobre o assunto, a CE-024:102.009 – Segurança contra incêndio em sistemas contendo acumuladores de energia. Os trabalhos desta comissão tiveram início em 2023 e há uma previsão de que o texto da norma específica seja enviado para consulta pública no ano de 2026.

O fato de não haver uma norma técnica específica para lidar com os incêndios em baterias de íon-lítio ou em veículos elétricos deixa um vácuo significativo que prejudica a padronização das condutas de prevenção e das ações de combate aos incêndios.

As normas da ABNT são adotadas em todo o país, mas são, em sua essência, referências técnicas que buscam garantir qualidade, desempenho, padronização e segurança para os produtos e serviços. Estas normas não são leis e a sua aplicação só é obrigatória se houver uma legislação que assim o determine. Um exemplo desta aplicação está no Código de Defesa do Consumidor, que em seu artigo 39 prevê que:

É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:
[...]

VIII - colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro). (Brasil, 1990)

4.2 NO ÂMBITO DOS CORPOS DE BOMBEIROS MILITAR

O sistema legislativo brasileiro obedece a uma hierarquia específica de leis para tratar dos mais diversos assuntos. No contexto de segurança contra incêndio, o tema começa a ser tratado, de maneira generalizada, no artigo 144 da constituição federal, que define que “aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil” (Brasil, 1998).

A legislação vigente que institui as atribuições dos corpos de bombeiros militares é a Lei 14.751/2023 que, no art. 2º § 2º prevê que:

Aos corpos de bombeiros militares dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios, integrantes do Susp [Sistema Único de Segurança Pública], cabem a proteção dos direitos fundamentais no âmbito da defesa civil, a prevenção e o combate a incêndios, o atendimento a emergências relativas a busca, salvamento e resgate, a perícia administrativa de incêndio e explosão e a polícia judiciária militar dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios, com



a finalidade de preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, além de outras atribuições previstas em lei. (Brasil, 2023)

Além desta, os parágrafos 3º e 7º da Lei 13425/2017 – Lei Kiss, estabelecem diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público, que merecem ser destacadas:

Art. 3º Cabe ao Corpo de Bombeiros Militar planejar, analisar, avaliar, vistoriar, aprovar e fiscalizar as medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público, sem prejuízo das prerrogativas municipais no controle das edificações e do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano e das atribuições dos profissionais responsáveis pelos respectivos projetos.

[...]

Art. 7º As diretrizes estabelecidas por esta Lei serão suplementadas por normas estaduais, municipais e do Distrito Federal, na esfera de competência de cada ente político. (Brasil, 2017)

Embora as normatizações técnicas de segurança contra incêndio sejam estaduais, os preceitos e objetivos são comuns a todas, o que resulta em repetições comuns de parâmetros e exigências de proteção.

No caso específico do tema de estacionamento e recarga de veículos elétricos, houve um esforço conjunto das corporações bombeiro-militar no sentido de elaborar um documento único de orientação que pudesse ser o ponto de partida para as legislações estaduais sobre o tema. Neste intuito, em agosto de 2025 foi publicada a Diretriz Nacional sobre Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE), um documento elaborado pela Liga Nacional dos Corpos de Bombeiros Militares do Brasil - LIGABOM.

Sem prejuízo da autonomia legislativa dos entes federativos, esta Diretriz apresenta-se como um instrumento de cooperação técnica nacional, promovendo a unificação de entendimentos com base em padrões científicos de excelência, fundamentados nas mais avançadas práticas da ciência do fogo. Visa, ainda, subsidiar decisores e profissionais das áreas correlatas — tais como a construção civil, a indústria automotiva, o mercado imobiliário, os síndicos, as instituições acadêmicas, os proprietários de veículos e os moradores das edificações — com diretrizes claras, seguras e atualizadas. (LIGABOM, 2025a)

Esta diretriz visa os locais de estacionamento e abastecimento de VEs, considerando que os aspectos de fabricação e manutenção já possuem normas técnicas abrangentes e eficientes para garantir a segurança. O uso dos veículos elétricos pelos condutores, por outro lado, ainda carece de normas específicas.

A diretriz propõe parâmetros básicos de segurança, baseados em uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o tema, testes práticos de incêndio e combate a incêndio em diferentes tipos de veículos elétricos, incluindo, mas não se limitando a avaliação de fluxo de calor, emissão de gases tóxicos e análise de águas residuais (LIGABOM, 2025a). O documento foca em quatro áreas: regras



gerais, regras para garagens externas, para edificações existentes e para edificações novas. O Quadro 2 apresenta um resumo dos principais requisitos de segurança previstos nesta diretriz.

Quadro 2 – Principais requisitos de segurança / Diretriz da LIGABOM

Regras que devem ser atendidas	Local de instalação do SAVE		
	Áreas externas	Edificações existentes	Edificações novas
A responsabilidade de instalação e garantia de eficiência caberá integralmente ao responsável técnico e/ou empresa instaladora, juntamente com o proprietário/responsável pelo uso	sim	sim	sim
Os postos de recarga devem atender às NBRs 5410, 17019 e 61851-1	sim	sim	sim
Deve haver um ponto de desligamento manual a uma distância máxima de cinco metros da entrada principal	sim	sim	sim
Deve haver pontos de desligamento manual em todas as estações de recarga	sim	sim	sim
Deve haver sinalização do ponto de recarga e do respectivo ponto de desligamento	sim	sim	sim
Deve haver um afastamento mínimo de cinco metros da saída de emergência	sim	sim	sim
Deve ser feito um estudo de gerenciamento de risco para cada caso	sim	sim	sim
Deve haver um afastamento para locais de risco específico conforme a norma técnica local	sim	-	-
Podem ser utilizados os postos de recarga de modo 1 e 2	sim	-	-
Admite-se somente a utilização dos postos de recarga de modo 3 e 4		sim	sim
Deve ser instalado o sistema de detecção automática de incêndio	-	sim	sim
Deve ser instalado o sistema de chuveiros automáticos	-	sim	sim
Deve ser instalado o sistema de extração mecânica de fumaça	-	-	sim
Deve ser feito o estudo de gerenciamento de risco	sim	sim	
As paredes de compartimentação devem ter resistência ao fogo de 120 minutos	-	-	sim

Fonte: adaptado de (LIGABOM, 2025a)

4.3 NO ÂMBITO ESTADUAL

Com base no Art. 25 da Constituição Federal “§ 1º São reservadas aos Estados as competências que não lhes sejam vedadas por esta Constituição” (Brasil, 1998). Desta forma, cada um dos 26 estados federativos e o Distrito Federal possuem sua própria constituição estadual, onde também é prevista a atribuição ao corpo de bombeiros militar estadual de promover a prevenção e o combate a incêndios e situações de pânico, assim como ações de busca e salvamento de pessoas e bens, dentre outras ações específicas. É neste âmbito que se encaixa a atribuição de elaborar e fiscalizar normas técnicas referentes à segurança contra incêndio, que cada corpo de bombeiros militar implementa na sua respectiva unidade federativa.

Existem diferenças de tipo e de abrangência entre as legislações estaduais, geralmente por razões administrativas. Alguns estados direcionam sua legislação de segurança contra incêndio partindo de uma lei estadual, outros por decreto estadual e outros por portaria do governador. No entanto, apesar de algumas diferenças de cunho administrativo, todas as unidades federativas delegam ao seu respectivo corpo de bombeiros militar a responsabilidade de normatizar a segurança contra



incêndio em seu território. E as corporações emitem normas técnicas próprias ou aplicam as normas já estabelecidas em outros estados.

O Quadro 3 lista as respectivas legislações estaduais que regulamentam a segurança contra incêndio, de maneira geral, em cada estado da federação:

Quadro 3 – Legislação de segurança contra incêndio nas unidades federativas

Unidade Federativa	Legislação	Ano	Unidade Federativa	Legislação	Ano
AC	Norma Técnica 01	2022	PB	Norma Técnica 04	2013
AL	Instrução Técnica 01	2021	PR	Lei nº 4.335	2013
AP	Norma Técnica nº 02	2020	PE	Decreto nº 53.308	2022
AM	Decreto nº 24.054	2004	PI	Decreto nº 17.688	2018
BA	Decreto nº 16.302	2015	RJ	Decreto nº 42	2018
CE	Norma Técnica nº 01	2008	RN	Instrução Técnica nº 01	2022
DF	Norma Técnica nº 01	2016	RS	Decreto nº 51.803	2014
ES	Decreto nº 2423-R	2009	RO	Instrução Técnica nº 01	2022
GO	Norma Técnica nº 01	2020	RR	Lei Complementar nº 82	2004
MA	Norma Técnica nº 01	2021	SC	Instrução Normativa nº 01	2022
MT	Norma Técnica nº 01	2020	SP	Decreto nº 63.911	2018
MS	Lei nº 4.335	2013	SE	Instrução Técnica nº 01	2021
MG	Decreto nº 47.998	2020	TO	Norma Técnica nº 01	2022
PA	Instrução Técnica nº 01	2019			

Fonte: (Minervino, dos Santos, von Krüger, & Rodrigues, 2025)

4.3.1 Normas técnicas dos corpos de bombeiro militar

Considerando a esfera estadual de abrangência legislativa, sete corpos de bombeiro militar lançaram algum tipo de orientação ou normatização para tratar do tema de abastecimento de veículos elétricos.

- Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Amazonas - CBMAM: publicou em julho de 2025 a Norma Técnica nº 05 - Edificações com Sistema de Alimentação de Veículos Elétricos - SAVE (CBMAM, 2025). Esta norma segue, basicamente, o que está previsto na diretriz da LIGABOM.
- Corpo de Bombeiros Militar do Ceará – CBMCE: publicou em janeiro de 2025 o Parecer Técnico nº 02 para definir os requisitos de vistoria técnica em edificações que possuam o SAVE (CBMCE, 2025). É um documento sucinto que prevê que sejam sempre exigidos a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART e o Laudo de Viabilidade do sistema elétrico da edificação. Além disso, traz a recomendação de que os sistemas de recarga sejam instalados em locais que não interfiram nas rodas de fuga da edificação.
- Corpo de Bombeiros Militar do Goiás – CBMGO: publicou em outubro de 2024 a Norma Técnica nº 45 - Sistema de Recarga para Veículos Eletrificados (CBMGO, 2024). Dentre as normas técnicas e orientações publicadas pelas corporações bombeiro militar, a do estado do Goiás é a mais detalhada. Após quase um ano de suspensão, esta norma entrou em vigor em novembro de 2025.



- Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba – CBMPB: publicou em dezembro de 2025 a Norma Técnica nº 40 - Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos – SAVE, que também segue as mesmas diretrizes do que está previsto na diretriz da LIGABOM. (CBMPB, 2025).
- Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco – CBMPE: em novembro de 2025 lançou a consulta pública para a Norma Técnica 17 - Prevenção Contra Incêndio em Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistema de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE). A proposta segue, basicamente, o que está previsto na diretriz da LIGABOM (CBMPE, 2025).
- Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro – CBMERJ: publicou em maio de 2025 a Nota CHEMG 326 - Estações de Recarga para Veículos Elétricos - Requisitos e Recomendações de Segurança (CBMERJ, 2025), contendo uma série de recomendações de segurança, de natureza excepcional e vigência transitória, aplicando-se até a publicação de normativo específico do CBMERJ sobre o tema. As recomendações incluem: demarcar as vagas destinadas a VE, dar preferência para vagas externas, não instalar vagas de VE em subsolos sem chuveiros automáticos e evitar subsolos muito distantes do térreo, instalar os pontos de recarga longe de áreas de armazenamento de líquidos/gases inflamáveis e das entradas de ar de sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado, longe das rotas de fuga e saídas de emergência e solicitar que os profissionais responsáveis pela instalação forneçam as instruções necessárias para o uso seguro dos equipamentos.
- Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo – CBPMESP: em novembro de 2025 lançou a consulta pública para atualizar a Instrução Técnica nº 41 – Inspeção Visual em Instalações Elétricas de Baixa Tensão, com itens pertinentes às instalações de SAVE conforme a diretriz da LIGABOM e mais algumas exigências de ordem técnica.
- Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Sergipe – CBMSE: publicou o Parecer Técnico nº 22/2024, que abordava os parâmetros para instalação de postos de recarga em edificações (CBMSE, 2024b). Um ponto que causou bastante polêmica sobre este parecer foi a proibição total da instalação de pontos de recarga no interior das edificações ou em projeções dentro das edificações e rotas de saída. O Parecer Técnico foi revogado e, até a presente data, não houve nova proposta de norma técnica sobre o tema no estado de Sergipe (CBMSE, 2024a).

4.3.2 Notas técnicas dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia - CREAs

- O conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de Alagoas lançou uma cartilha informativa para instalação de estações de recarga para veículos elétricos. O objetivo é instruir os usuários sobre o que deve ser observado e exigido ao instalar um ponto de recarga para



veículos elétricos. Quanto à segurança contra incêndio, a cartilha indica que devem ser seguidas as exigências da diretriz da LIGABOM (CREA/AL, 2025)

- O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de Sergipe- CREA/SE publicou as Diretrizes Técnicas para Instalação de Estações de Recarga para Veículos Elétricos. O documento orienta qual devem ser as características básicas de um projeto para instalação de postos de recarga, parâmetros técnicos e documentais para instalação e inspeção (CREA/SE, 2024).
- O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte - CREA/RN publicou, em julho de 2025, uma Nota Técnica Provisória nº 01 - Diretrizes para Instalação de Pontos de Recarga de Veículos Elétricos em Edificações (CREA/RN, 2025), contendo uma série de orientações até a publicação de norma técnica específica ou outra legislação publicada por um órgão competente. Esta nota técnica orienta a instalação de pontos de recarga de veículos elétricos (VE) em condomínios e edificações verticais, independentemente da quantidade de pavimentos, e que a instalação de pontos em áreas abertas e externas deve ser implementada apenas no caso de estudos técnicos apontarem os riscos relevantes em ambientes fechados.
- O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal- CREA/DF publicou, em julho de 2025 a Nota Técnica nº 01, que estabelece diretrizes para a instalação de pontos de recarga de veículos elétricos em edificações existentes e futuras (CREA/DF, 2025), em caráter provisório, até a publicação de norma técnica específica ou outra legislação publicada por um órgão competente. Esta nota tem o exato mesmo texto da Nota Técnica nº 01/2025 do CREA/RN (CREA/RN, 2025).

4.4 NA SOCIEDADE CIVIL

São diversas as organizações representativas que se ligam, direta ou indiretamente, ao tema da eletromobilidade e da segurança contra incêndio em veículos elétricos. Embora não tenham o poder de legislar, elas são a representação organizada de diversos grupos da sociedade, como os fabricantes, os consumidores, os proprietários etc., cuja opinião e experiências devem ser consideradas ao se analisar a segurança na aquisição e uso dos veículos elétricos. Dentre estas organizações, vale destacar:

- Associação Brasileira do Veículo Elétrico – ABVE: trata-se de uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, que busca ampliar as condições para utilização dos VEs no país. A ABVE atua junto às autoridades governamentais e as entidade empresariais do setor automotivo, com o objetivo de incentivar e desenvolver a utilização de VEs. (ABVE, 2025)
- Associação Brasileira dos Proprietários de Veículos Elétricos Inovadores – ABRAVEI: trata-se de uma associação composta por proprietários de veículos elétricos que busca representar os



interesses dos associados nas questões que envolvam os veículos elétricos, fabricantes e concessionárias, promovendo diálogo entre as diversas entidades públicas e privadas envolvidas no tema (ABRAVEI, 2025).

- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA: trata-se de uma associação que reúne as empresas fabricantes de automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, máquinas agrícolas e de construção. A ANFAVEA analisa e pesquisa temas da indústria automotiva, promovendo debates, produzindo estudos, compilando dados e divulgando o desempenho do seu setor, além de coordenar e defender os interesses coletivos de suas empresas associadas (ANFAVEA, 2025).

5 CONCLUSÃO

O tema do risco de incêndio nos veículos elétricos e nos pontos de abastecimento está no foco tanto dos especialistas em engenharia elétrica quanto dos especialistas em engenharia de incêndio. Diante deste cenário onde poucas normas práticas existem sobre o tema, os conselhos de engenharia bem como os corpos de bombeiro militar nas unidades federativas têm publicado notas técnicas, cartilhas orientativas ou manuais para padronizar, ao menos em parte, a diretrizes de instalação, uso e manutenção dos pontos de recarga de veículos elétricos nas edificações.

A diretriz recentemente publicada pela LIGABOM serve como uma orientação sobre os principais pontos a serem observados nos projetos de segurança contra incêndio em postos de recarga de veículos elétricos, dentro e fora das edificações, mas não é um documento de aplicação obrigatória.

As discussões sobre o assunto devem considerar, além dos riscos de incêndio nos veículos elétricos e nos postos de recarga, os desafios do setor imobiliário para instalar as estações de recarga com segurança, a adequação da infraestrutura necessária para as edificações já existentes e o dimensionamento dos sistemas de proteção contra incêndio para estes novos cenários.

É importante ressaltar que esta nova tecnologia traz, além de vantagens, novos desafios para garantir a segurança contra incêndio. É necessário que se desenvolvam mais estudos sobre o assunto (inflamabilidade das baterias de íon-lítio, as condições de instalação dos equipamentos e a adaptação das edificações para atender a esta nova modalidade de recarga, os agentes extintores de incêndio para este tipo de material e as técnicas de combate contra incêndios em VE) e que se dê maior celeridade à elaboração de normativas de projeto, manutenção e inspeção das instalações de recarga, para garantir a segurança contra incêndio.

O Brasil apresenta, até o momento, um vácuo nas legislações quanto à segurança contra incêndio em veículos elétricos. Nos últimos anos foram elaboradas muitas legislações quanto ao incentivo para o aumento da frota ou à isenção de impostos para adquirir um veículo com esta tecnologia. Também já existem normas técnicas quanto à instalação, mas poucas quanto à segurança



contra incêndio. É preciso que as corporações bombeiro militar publiquem suas respectivas normas técnicas sobre o assunto para corroborar os projetos, as execuções e as fiscalizações de acordo com o maior grau possível de segurança contra incêndio. É igualmente necessária a criação de centros de pesquisa, com laboratórios de testes práticos e incentivo a estudos sobre segurança contra incêndio neste e em outros tópicos relevantes para a segurança contra incêndio.

Este artigo apresentou o começo de uma discussão sobre a legislação de segurança contra incêndio em veículos elétricos, mas não esgota o assunto. É preciso que, cada vez mais, este seja um tema debatido pelos especialistas na fabricação de veículos elétricos e baterias, na distribuição de energia elétrica e em segurança contra incêndio, assim como por toda a sociedade civil, que utiliza os veículos elétricos e precisam estar protegidas de qualquer risco.



REFERÊNCIAS

Abada, S., Petit, M., Lecocq, A., Marlair, G., Sauvant-Moynot, V., & Huet, F. Combined experimental and modeling approaches of the thermal runaway of fresh and aged lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, 399, 264-273. 2018. Fonte: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.07.094>

ABNT. NBR 5410:2004. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004.

_____. NBR 14136:2012. Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - Padronização. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2012.

_____. ISO/TR 8713:2015. Veículos rodoviários propelidos a eletricidade - Vocabulário. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2015.

_____. NBR 16567:2020. Veículos rodoviários híbridos elétricos leves - Medição de emissão de escapamento e consumo de combustível e energia - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2020a.

_____. NBR IEC 61439-7:2020. Conjuntos de manobra e comando de baixa tensão - Parte 7: Conjuntos para instalações públicas específicas, como marinas, acampamentos, locais de eventos e estações de recarga para veículos elétricos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2020b.

_____. NBR IEC 61851-23:2020. Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 23: Estação de recarga em corrente contínua para veículos elétricos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2020c.

_____. NBR 13570:2021. Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos;. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021a.

_____. NBR IEC 61851-1. Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021b.

_____. NBR IEC 61851-21-1:2021. Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos Parte 21-1: Requisitos EMC para os carregadores embarcados no veículo elétrico para serem conectados à alimentação CA/CC. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021c.

_____. NBR IEC 61851-21-2:2021. sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 21-2: Requisitos aplicáveis aos veículos elétricos para conexão por condução a uma alimentação CA ou CC — Requisitos de compatibilidade eletromagnética (EMC) para sistemas de recarga n]ao embarc. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021d.

_____. NBR IEC 61851-24:2021. Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 24: Comunicação digital entre a estação de recarga em corrente contínua, para veículos elétricos e o veículo elétrico para o controle da recarga em corrente contínua. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021e.

_____. NBR IEC 62196-1:2021. Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículos elétricos e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021f.



_____. NBR IEC 62196-2:2021. Plugues, tomadas, tomadas móveis para veículo elétrico e plugues fixos para veículos elétricos - Recarga condutiva para veículos elétricos - Parte 2: Requisitos dimensionais de compatibilidade e de intercambiabilidade para os acessórios com pinos e contat. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2021g.

_____. NBR 17019:2022. Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos;. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2022a.

_____. NBR IEC 61980-1:2022. Sistemas de transferência de potência sem fio (wpt) para veículos elétricos - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2022b.

_____. NBR IEC 62660-1:2022. Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários - Parte 1: Ensaios de desempenho. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2022c.

_____. NBR IEC 62660-2:2022. Células de lítio-íon secundárias para propulsão de veículos elétricos rodoviários - Parte 2: Ensaios de confiabilidade e abuso, 15. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2022d.

_____. NBR 17142:2023. Veículos rodoviários elétricos leves — Consumo de energia e autonomia — Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2023.

_____. PR 1025:2025 - Veículos rodoviários – Veículo propelido a eletricidade – Competências de pessoal. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2025a.

_____. CB-024 Segurança Contra Incêndio. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2025b. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://abnt.org.br/normalizacao/normas-publicadas/>

_____. Comitês técnicos da ABNT. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2025c. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://abnt.org.br/normalizacao/comites-tecnicos/>

_____. Quem somos. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2025d. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://abnt.org.br/institucional/sobre-abnt-2/>

ABRAVEI. Sobre a ABRAVEI. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Proprietários de Veículos Elétricos Inovadores. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.abravei.org/about>

ABVE. Associação Brasileira do Veículo Elétrico. São Paulo, SP. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em ABVE.org.br: <https://abve.org.br/bi-geral/>

Ahmed, M., Guerrero, L., & Franco, P. Network Modeling and Analysis of Internet of Electric Vehicles Architecture for Monitoring Charging Station Networks—A Case Study in Chile. 16, 14. Sustainability. 2024. doi:<https://doi.org/10.3390/su16145915>

Ali, A., Al Bahrani, M., Ahmed, S., Islam, M., Qadir, S., & Shahid, M. Sustainable Recycling of End-of-Life Electric Vehicle Batteries: EV Battery Recycling Frameworks in China and the USA. Recycling, 10, 68. 2025. doi:<https://doi.org/10.3390/recycling10020068>



Alonso-Cepeda, A., Villena-Ruiz, R., Honrubia-Escribano, A., & Gómez-Lázaro, E. A Review on Electric Vehicles for Holistic Robust Integration in Cities: History, Legislation, Meta-Analysis of Technology and Grid Impact. *Applied Sciences*, 14 (16). 2024.
doi:<https://doi.org/10.3390/app14167147>

ANEEL. Resolução Normativa nº 1.000 - Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, DF: Ministérios das Minas e Energia. 2021. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>

_____. A ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia. 2023. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/aneel/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/a-aneel>

ANFAVEA. Sobre a ANFAVEA. São Paulo, SP: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://anfavea.com.br/site/>

Argentina. Decreto nº 32/2018. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Poder Ejecutivo Nacional - Ministerio de Transporte. 2018a. Fonte: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-32-2018-305742/texto>

_____. Decreto nº 51/2018 - Establécense las alícuotas correspondientes al Derecho de Importación Extrazona (D.I.E.) que en cada caso se indica para las posiciones arancelarias de la Nomenclatura Común del Mercosur (N.C.M.) y sus respectivas referencias. Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.). 2018b. Fonte: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-51-2018-305967/texto>

AVEC AG. Quienes Somos. Santiago, Chile: Asociación de Vehículos Eléctricos de Chile A.G. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.avec.cl/quienes-somos/>

Bateria Elite. O que é: Eficiência Energética em Baterias de Lítio. Belo Horizonte, MG: Bateria Elite. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://baterielite.com.br/glossario/o-que-e-eficiencia-energetica-em-baterias-de-lito/>

Baterias Galileu. Como os Ciclos de Carga e Descarga Influenciam a Vida Útil da Bateria. São Paulo, SP: Baterias Galileu. 2023. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.bateriasgalileu.com.br/blog/como-os-ciclos-de-carga-e-descarga-influenciam-a-vida-util-da-bateria/>

Blog Doutor-IE. O que significam as siglas: EV, MHEV, HEV, PHEV, BEV, BEVx e FCEV dos veículos eletrificados? Florianópolis, SC: Doutor IE - Inteligência Automotiva. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://blog.doutorie.com.br/o-que-significam-as-siglas-ev-mhev-hev-phev-bev-bevx-e-fcev-dos-veiculos-eletrificados/>

Brasil. Lei nº 8.078/1990. Código de Defesa do Consumidor - Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília/DF: Presidência da República. 1990. Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18078compilado.htm

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília/DF: Presidência da República. (1998). Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm



Brasil. Lei nº 12715/2012. Institui o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores e dá outras providências. 2012. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12715.htm

_____. Lei nº 13.425/2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público e dá outras providências. Brasília/DF: Presidência da República - Secretaria Geral. 2017. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13425.htm

_____. Lei nº 13.755/2018. Estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil; institui o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística e dá outras providências. Brasília/DF: Presidência da República. 2018. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13755.htm

_____. Lei nº 14.751/2023. Institui a Lei Orgânica Nacional das Polícias Militares e dos Corpos de Bombeiros Militares dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios. Brasília/DF: Presidência da República - Casa Civil. 2023. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14751.htm

_____. Lei nº 14.902/2024. Institui o Programa Mobilidade Verde e Inovação (Programa Mover). Brasília/DF: Presidência da República. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14902.htm

Camex. Inovar-Auto. Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços (SDIC). Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2012. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/sdic/setor-automotivo/inovar-auto>

_____. Resolução Camex nº 97. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2015. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=305273>

_____. Resolução Camex nº 27. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2016. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317916>

_____. Resolução Camex nº 82. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2018. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=368653>

_____. Rota 2030 - Mobilidade e Logística. Secretaria de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços (SDIC). Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2020. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/sdic/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>

_____. Presidente sanciona lei do Programa Mover. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/presidente-sanciona-lei-do-programa-mover>

_____. Sobre a Câmara de Comércio Exterior (CAMEX). Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/camex/a-camex>



CBMAM. Norma Técnica nº 05 - Edificações com Sistema de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE). Manaus, AM: Corpo de Bombeiros Militar do Amazonas. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em chrome-extension:

//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sisgat.cbm.am.gov.br/legislacaos/download/182

CBMCE. Parecer Técnico nº 2/2025 - CTE/CEPI/CBMCE. Fortaleza/CE: Secretaria da Segurança Pública e Defesa Social. 2025. Fonte: chrome-extension:

//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///D:/BEL/downloads/CTE_PT_2025_2_VEICULOS.pdf

CBMERJ. Nota CHEMG 326 - Estações de Recarga para Veículos Elétricos - Requisitos e Recomendações de Segurança. Rio de Janeiro, RJ: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cbmerj.rj.gov.br/wp-content/uploads/2025/05/NOTA-CHEMG-326-2025_1747939382.pdf

CBMGO. Norma Técnica nº 45/2024 - Sistemas de recarga de veículos elétricos. Goiânia, GO: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Goiás. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/NT-45_2024 -

_Sistema_de_recarga_para_veiculos_eletrificados_SUSPENSA.pdf

_____. Portaria nº 5.956/2024 - Suspende a eficácia da NT 45 - Sistema de Recarga para Veículos Eletrificados. Goiânia, GO: Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Goiás. 2024b. Acesso em Setembro de 2025, disponível em chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/NT-45_2024 -

_Sistema_de_recarga_para_veiculos_eletrificados_SUSPENSA.pdf

CBMPB. Norma Técnica nº 40 - Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos – SAVE. João Pessoa, PB: Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba. 2025. Fonte: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bravo.bombeiros.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2025/09/NT-40-2025-Ocupacoes-Destinadas-a-Garagens-e-Locais-com-Sistemas-de-Alimentacao-de-Veiculos-Eletricos-SAVE.pdf

CBMPE. Norma Técnica nº 17 - Prevenção Contra Incêndio em Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistema de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE). CONSULTA PÚBLICA. Recife, PE: Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco. 2025.

CBMSE. Comandante-geral do CBMSE revoga parecer técnico sobre segurança em pontos de carregamento de veículos elétricos. Aracaju/SE: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Sergipe. 2024a. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://cbm.se.gov.br/comandante-geral-do-cbmse-revoga-parecer-tecnico-sobre-seguranca-em-pontos-de-carregamento-de-veiculos-eletricos/

_____. Parecer Técnico nº 22/2024 - Implicações do ponto de vista da segurança contra incêndio e pânico quanto a instalação de pontos de carregamento para carros elétricos. Aracaju, SE: Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Sergipe. 2024b.

CBPMESP. Parecer Técnico nº CCB-001/800/24 - Ocupações com estações de recarga para veículos elétricos. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 134, 65. São Paulo/SP: Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. 2024.



Chile. Ley nº 21.305/2021 - Sobre Eficiência Energética. Ministerio de Energía. 2021. Fonte: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887>

China. Electric Vehicles Traction Battery Safety requirements. Standardization Administration of the People's Republic of China. Beijing. 2020.

Comissão Europeia. Pacto Ecológico Europeu. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. 2019. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>

_____. Aliança Europeia de Baterias. Negócios, Economia, Euro. Bruxelas, Bélgica: European Union. 2025a. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/industrial-alliances/european-battery-alliance_en

_____. Veículos Leves. Energia, Mudanças climáticas, Meio ambiente. 2025b. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-decarbonisation/road-transport/light-duty-vehicles_en?prefLang=it

CONUEE. Electromovilidad en México. Ciudad de México, MX: Dirección de Gestión para la Eficiencia Energética. 2023. Fonte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/857010/cuaderno_ELECTROMOVLIDAD_EN_M_XICO.pdf

CREA/AL. Manual da Recarga Segura. Guia rápido para instalação de estações de recarga para veículos elétricos. Maceió, AL: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Alagoas. 2025.

CREA/DF. Nota Técnica Provisória nº 0001/2025 – Diretrizes para Instalação de Pontos de Recarga de Veículos Elétricos em Edificações. Brasília, DF: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.creadf.org.br/sites/default/files/2025-07/2.%20NOTA%20T%C3%89CNICA%20PROVIS%C3%93RIA%20CREA%20DF%20-%200001-2025%20\(1\).pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.creadf.org.br/sites/default/files/2025-07/2.%20NOTA%20T%C3%89CNICA%20PROVIS%C3%93RIA%20CREA%20DF%20-%200001-2025%20(1).pdf)

CREA/RN. Nota Técnica Provisória nº 01 - Diretrizes para Instalação de Pontos de Recarga de Veículos Elétricos em Edificações. Natal, RN: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://crea-rn.org.br/storage/xfEqFQqL6F6rOQ5iVIO5K59uxagfd4kE8Q33fo4z.pdf?utm_source=chatgpt.com

CREA/SE. Diretrizes Técnicas para Instalação de Estações de Recarga para Veículos Elétricos. Aracaju/SE: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de Sergipe - CREA/SE. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.crea-se.org.br/wp-content/uploads/2024/08/manual-estacoes-recarga-veiculos-eletricos.pdf>

Federal Register. Federal Motor Vehicle Safety Standards; FMVSS No. 305a Electric- Powered Vehicles: Electric Powertrain Integrity Global Technical Regulation No. 20 Incorporation by Reference. Rules and Regulations. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2024-12-20/pdf/2024-28707.pdf>



Fonseca, E., Franco, R., Simons, B., & Paiss, M. Challenges in Deploying a Second-Life Battery System: Engineering, Fire Safety, UL Certifications, and NFPA Requirements. 2024 IEEE Electrical Energy Storage Application and Technologies Conference (EESAT). 2024. doi:10.1109/EESAT59125.2024.10471221

Freitas, R. A. Eletromobilidade e segurança contra incêndio: Uma abordagem para além - Parte 1. Revista CIPA & Incêndio, 520. São Paulo/SP: Fiera Milano Brasil. 2025.

Gecex. Imposto de importação para veículos eletrificados será retomado em janeiro de 2024. Comitê Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. 2023. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/imposto-de-importacao-para-veiculos-eletrificados-sera-retomado-em-janeiro-de-2024>

Green Car Congress. China takes lead on EV battery safety with new GB38031-2025 standard. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.greencarcongress.com/2025/04/20250418-china.html>

Guo, D., Sun, L., Zhang, X., Xiao, P., Liu, Y., & Tao, F. The causes of fire and explosion of lithium ion battery for energy storage. 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2). Beijin/China. 2018. doi:10.1109/EI2.2018.8582017

Kohli, S., Khan, T., Yang, Z., & Miller, J. Zero-emission vehicle deployment: Latin America. ICCT20. 2022. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://theicct.org/publication/hvs-zev-deploy-latam-apr22/>

Kostenko, G., & Zaporozhets, A. World Experience of Legislative Regulation for Lithium-Ion Electric Vehicle Batteries Considering Their Second-Life Application in Power Sector. System Research in Energy, 2, 77, 97-114. 2024. doi:<https://doi.org/10.15407/srenergy2024.02.097>

LIGABOM. Diretriz Nacional sobre Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE). 21. Brasília/DF: Conselho Nacional de Comandantes-Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares – CNCGBM. 2025a.

_____. Portaria nº 029/2025. Aprova a Diretriz Nacional sobre Ocupações Destinadas a Garagens e Locais com Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE). Brasília, DF: Conselho Nacional de Comandantes-Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares – CNCGBM. 2025b.

Lin, C., Burggräf, P., Liu, L., Adlon, T., Mueller, K., Beyer, M., Wang, F. Deep-Dive analysis of the latest Lithium-Ion battery safety testing standards and regulations in Germany and China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 173. 2023. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113077>

LugEnergy. Tipos de carregamento para veículos elétricos (4 modos) e carregadores para carros elétricos. Portugal: LugEnergy.com. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.lugenergy.pt/tipos-de-carregamento-4modos/>

Macharia, V. M., Garg, V. K., & Kumar, D. A review of electric vehicle technology: Architectures, battery technology and its management system, relevant standards, application of artificial intelligence, cyber security, and interoperability challenges. IET Electrical Systems in Transportation. 2023. doi:<https://doi.org/10.1049/els2.12083>



MAPFRE. Entenda a sigla dos carros elétricos e como eles funcionam. Artigo de site. 2025. Fonte: <https://www.mapfre.com.br/para-voce/seguero-auto/artigos/entenda-a-sigla-dos-carros-eletricos-i-como-funcionam/>

Martínez-Gómez, J., & Espinoza, V. Challenges and Opportunities for Electric Vehicle Charging Stations in Latin America. 12. World Electric Vehicle Journal. 2024. doi:<https://doi.org/10.3390/wevj15120583>

Midtronics. Battery energy density and its impact on vehicle range. Willowbrook, IL, EUA. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.midtronics.com/pt/blog/battery-energy-density-impact-vehicle-range/>

Minervino, B. d., dos Santos, C. C., von Krüger, P., & Rodrigues, J. Fire safety regulations in Brazil: Analysis of the occupancy classification of buildings. Architecture, Structures and Construction. 2025. doi:[10.1007/s44150-025-00128-4](https://doi.org/10.1007/s44150-025-00128-4)

NeoCharge. Glossário do carro elétrico: potência OBC. São Paulo, SP. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/glossario?srsId=AfmBOooUcikgXsYvZbNCnW249g7R-9hAGqEEExYktHtuojsS7L09wJnZg>

NHTSA. Electric and Hybrid Vehicles. Whashington, DC: US Department of Transportation. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/electric-and-hybrid-vehicles>

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Regulamento (UE) 2018/858. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2018. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/ALL/?uri=CELEX:32018R0858>

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Regulamento UE/2019/1242 - Estabelece normas de desempenho em matéria de emissões de CO2 dos veículos pesados novos. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2019a. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1242/oj?locale=pt>

_____. Regulamento UE/2019/2144 - Relativo aos requisitos de homologação de veículos a motor e seus reboques e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a esses veículos. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2019b. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/TXT/?uri=CELEX%3A32019R2144>

_____. Regulamento UE 2023/1542 - Relativo às baterias e respetivos resíduos. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2023a. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj?locale=pt>

_____. Regulamento UE 2023/1804 - Relativa à implantação de infraestruturas para combustíveis alternativos. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2023b. Fonte: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023R1804>

_____. Regulamento UE/2024/1257 - Relativo à homologação de veículos a motor e motores e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a esses veículos, no que respeita às suas emissões e à durabilidade da bateria. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32024R1257>



Peaslee, W. The Standardization Activities of Underwriters' Laboratories. 137, 1, 60-65. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science. 1928.
doi:<https://doi.org/10.1177/000271622813700112>

Peiyi, S., Bisschop, R., Huichang, N., & Xinyan, H. A review of battery fires in electric vehicles. Fire Technology, 56. 2020. doi:<https://doi.org/10.1007/s10694-019-00944-3>

PNUMA. Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá. 2020. Fonte: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://parlatino.org/wp-content/uploads/2017/09/movilidad-electrica-16-7-20.pdf>

Polinovel. Energy Density vs Power Density: What's Their Differences? China. (2025). Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.polinovelgroup.com/about-polinovel/>

Polluveer, K. Política de inovação. Fichas temáticas sobre a União Europeia. Bruxelas, Bélgica: European Parliament. 2025. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/67/politica-de-inovacao>

Portal Solar. Corrente elétrica contínua e alternada: o que são e diferenças. São Paulo/SP. 2025. Acesso em setembro de 2025, disponível em <https://www.portalsolar.com.br/corrente-eletrica-continua-cc-alternada-ca>

Quanqing, Y., Yuwei, N., Simin, P., Yifan, M., Chengzhi, Z., Runfeng, Z., Michael, P. Evaluation of the safety standards system of power batteries for electric vehicles in China. Applied Energy, 349. 2023. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121674>

Rangel Jr, E. Explosões e Incêndios em baterias de lítio: como torná-las mais seguras? 78ª Semana Oficial de Engenharia e Agronomia - 9º Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia. Rio Grande do Sul/BR. 2023. Acesso em Setembro de 2025, disponível em https://www.youtube.com/watch?v=rH1vn_dutD0

Rommel, F. J. Determinação das características térmicas de um Pack de baterias de lítio por meio de simulação multifísica. Dissertação, 105. Curitiba/PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2023.

SAE International. J2929 - Safety Standard for Electric and Hybrid Vehicle Propulsion Battery Systems Utilizing Lithium-based Rechargeable Cells. Surface Vehicle Standard. 2013. doi:https://doi.org/10.4271/J2929_201302

_____. J1772 - Electric Vehicle and Plug-in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler. 183. Surface Vehicle Standard. 2024. doi:https://doi.org/10.4271/J1772_202401

_____. About SAE International. (2025). Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.sae.org/about>

Sales, J. Análise de viabilidade econômica de uma estação de recarga para carros elétricos no Brasil. Monografia. João Monlevade, MG: Universidade Federal de Ouro Preto. 2024.

Salgado-Conrado, L., Álvarez-Macías, C., Loera-Palomo, R., & García-Contreras, C. Progress, Challenges and Opportunities of Electromobility in Mexico. Sustainability. MDPI. 2024. doi:<https://doi.org/10.3390/su16093754>



Schall, G. Underwriters' Laboratories: Testing for Public Safety. IGA-6, 425-429. IEEE Transactions on Industry and General Applications. 1970. doi:10.1109/TIGA.1970.4181210

SEMANART. Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica. México: Dirección General de Políticas para la Acción Climática. 2022. Fonte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://transformative-mobility.org/wp-content/uploads/2023/04/MEX_Semarnat.pdf

Shqairat, A., Liarte, S., Marange, P., & Nuur, C. (2024). Implications of European Union regulation on the circular economy and stakeholder strategies in the electric vehicle lithium-ion battery sector. *Management of Environmental Quality An International Journal*, 36, 3. doi:https://doi.org/10.1108/MEQ-04-2024-0163

Sindiconet. Fim da consulta pública - SP: Bombeiros vai adequar normas sobre veículos elétricos em edifícios. Sindiconet.com.br. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em <https://www.sindiconet.com.br/informese/consulta-publica-sobre-carros-eletricos-chega-ao-fim-em-sp-noticias-manutencao>

Sousa, P. Veículo - O que é, conceito e definição. 2024. Acesso em Setembro de 2025, disponível em Conceito.de: <https://conceito.de/veiculo>

UL. Safety Issues for Lithium-Ion Batteries. Underwriters Laboratories. 2016. Fonte: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://code-authorities.ul.com/wp-content/uploads/2016/02/Safety_Issues_for_Lithium_Ion_Batteries1.pdf

Zubi, G., Dufo-López, R., Carvalho, M., & Pasaoglu, G. The lithium-ion battery: State of the art and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 89, 292-308. 2018. doi:https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.002

