

# CONTEXTUALIZAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E DE RECARGAS RÁPIDAS EM SISTEMAS DE ENERGIA E ENERGIA RENOVÁVEL

---

*Data de submissão: 04/03/2024*

*Data de aceite: 01/04/2024*

### **Marcelo Bruno Capeletti**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1922799731958383>

### **Bruno Knevitz Hammerschmitt**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/4865207592578956>

### **Leonardo Nogueira Fontoura da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul <http://lattes.cnpq.br/8009856508464151>

### **Jordan Passinato Sausen**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8776511917988173>

### **Carlos Henrique Barriquello**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/4127396473202565>

### **Alzenira da Rosa Abaide**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2427825596072142>

**RESUMO:** A adoção de veículos elétricos surge como alternativa para a descarbonização do mercado de mobilidade. Com a adoção de veículos elétricos como parte integrante do sistema de mobilidade mundial, surge também o aumento na demanda por eletricidade. Isso implica na necessidade de investimentos em sistemas de energia capazes de lidar com esse expressivo acréscimo de carga. Os agentes de planejamento do sistema de energia precisam estar cientes e reconhecer padrões de recargas, especialmente as rápidas, que podem ocorrer durante momentos de pico de demanda do sistema. Também se torna

importante a integração dessa nova carga com a geração de energia renovável, para atingir a sustentabilidade no mercado de mobilidade através da adoção de veículos elétricos. A segurança energética e a disponibilidade de potência tornam-se primordiais. Diante disto, este trabalho contextualiza o sistema de energia brasileiro diante do aumento da demanda por veículos elétricos e carregamentos rápidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veículos Elétricos; Estações de Recarga Rápida; Sistemas de Energia.

## CONTEXTUALIZATION OF ELECTRIC VEHICLES AND FAST RECHARGING IN ENERGY SYSTEMS AND RENEWABLE ENERGY

**ABSTRACT:** Adopting electric vehicles appears as an alternative for decarbonizing the mobility market. With the adoption of electric vehicles as an integral part of the global mobility system, there is also an increase in demand for electricity. This implies the need for investments in energy systems capable of handling this significant increase in load. Energy system planning agents must be aware of and recognize charging patterns, especially rapid ones, that can occur during peak system demand. It is also important to integrate this new load with renewable energy generation to achieve sustainability in the mobility market by adopting electric vehicles. Energy security and power availability become Paramount. Therefore, this work contextualizes the Brazilian energy system in the face of increased demand for electric vehicles and fast charging.

**KEYWORDS:** Electric Vehicles; Fast Charging Stations; Power Systems.

## INTRODUÇÃO

A inserção de Veículos Elétricos (VEs) em transporte de cargas e passageiros em larga escala emerge como uma alternativa sustentável para o mercado de mobilidade, sendo este fundamental para a economia global. Em conjunto, apresentam desafios consideráveis para o setor de eletroenergético, na disponibilidade de potência, na geração de energia e na garantia de abastecimento energético.

O sistema elétrico brasileiro está em constante processo de modernização e ampliação, diversificando fontes de geração de energia, e realizando implementação de novas tecnologias no gerenciamento da transmissão e distribuição de energia. Nos últimos anos, uma grande parcela de energia foi gerada por fontes de energia renovável intermitente, as quais não são possíveis serem armazenadas na sua forma primária. Por isso, se torna mais que necessário abastecer e incentivar o consumo nos momentos em que estas fontes de geração estão disponíveis, podendo os VEs contribuir para o benefício da eficiência energética, mitigando o problema de esgotamento da geração de energia baseada em combustíveis fósseis (TENG et al., 2020)

A mobilidade elétrica é um dos pontos chaves para transição energética, e um dos aspectos cruciais no desenvolvimento do sistema de energia do futuro, pois se apresenta como um grande acréscimo de carga para o sistema e, também, com a descarbonização do setor de mobilidade. Com isso, o entendimento de padrões nas seções de recargas, e

a compreensão de como esse incremento de carga irá se comportar em todo o sistema elétrico são imprescindíveis. O entendimento pode auxiliar na previsão e incentivar grupos de VEs no agendamento e antecipação das recargas de VEs, modulando o comportamento da carga visto pelo sistema elétrico, pode contribuir no aprimoramento de resposta à demanda e integração com energia renovável. Os desafios da inserção de VEs no sistema de energia são grandes, e intensificados pela necessidade de descarbonização e do uso de energias renováveis intermitentes.

A rápida adesão aos VEs resulta em uma procura significativa de infraestruturas de recarga (RIVERA et al., 2023), e sua adesão tem grande contribuição do ponto de vista ambiental (TAYYAB et al., 2021), sendo uma das mais promissoras soluções para redução de emissão de poluentes no setor de mobilidade. O sistema elétrico brasileiro tem características diferentes do resto do mundo, sendo majoritariamente constituído de energia renováveis, predominantemente energia a partir de hidrelétricas, com inserção da energia solar e eólica nos últimos anos, e com uma capacidade de armazenamento de energia por hidrelétricas despacháveis, sendo um grande laboratório para inserção de VEs de forma sustentável. Por isso, a inserção dos carros híbridos e elétricos deve ser avaliada, para assegurar a descarbonização e manter segurança energética (BARAN; LEGEY, 2011).

Devido ao desenvolvimento tecnológico, os carregadores rápidos de VEs estão elevando rapidamente a potência de recarga, bem como os veículos vem aumentando a capacidade de energia armazenada nas baterias. Com isso, em particular para os consumidores, diminui os pontos de atrito para aquisição de VEs. Porém, traz uma carga adicional ao sistema de energia. É essencial obter conhecimento do comportamento das recargas dos condutores de VEs e gerir a sua integração com o sistema de energia e energias renováveis. Essa será a base para preparar o sistema elétrico para que o acréscimo de carga seja realizado de forma sustentável, adequando o sistema quanto a disponibilidade de potência e na garantia de segurança energética. Assim, este trabalho tem o intuito de contextualizar as premissas do sistema de elétrico brasileiro com vista ao aumento da demanda por VEs e carregamentos rápidos.

## **RECARGAS EM VEÍCULOS ELÉTRICOS**

### **Contextualização da Mobilidade Elétrica e Recargas Rápidas**

Veículos puramente elétricos não são uma novidade, já em 1880 VEs foram empregados para transporte, em conjunto com o desenvolvimento de baterias. Porém, depois de 1930, foram deixados de lado, principalmente pela capacidade de autonomia e facilidade de carregamento de veículos a combustão, que por muitos anos dominaram o mercado (BARAN; LEGEY, 2011).

O setor de transporte e mobilidade é movido pelo alto consumo de combustíveis fósseis, que também gera um forte impacto ambiental. A inserção de VEs em larga escala trazem diversos benefícios para o setor de mobilidade, reduzindo danos ambientais e podendo auxiliar na segurança energética dos países, além de, no horizonte de longo prazo, os VEs terem custo de manutenção relativamente baixo, também serem mais econômicos e duráveis (FERREIRA; DIAS, 2021; LOGTENBERG; PAWLEY; SAXIFRAGE, 2018).

Nos últimos anos, diversos países já iniciaram a transição para mobilidade elétrica, tanto de veículos pesados como de veículos leves. Em todo o mundo, a perspectiva é de grande evolução do mercado de mobilidade elétrica nos próximos anos. A eletromobilidade já apresenta tendência de crescimento, como exposto na Figura 1, onde percebe-se um crescimento bastante expressivo na quantidade de VEs em estoque no mundo, sendo o número de VEs quase triplicado nos últimos 3 anos.

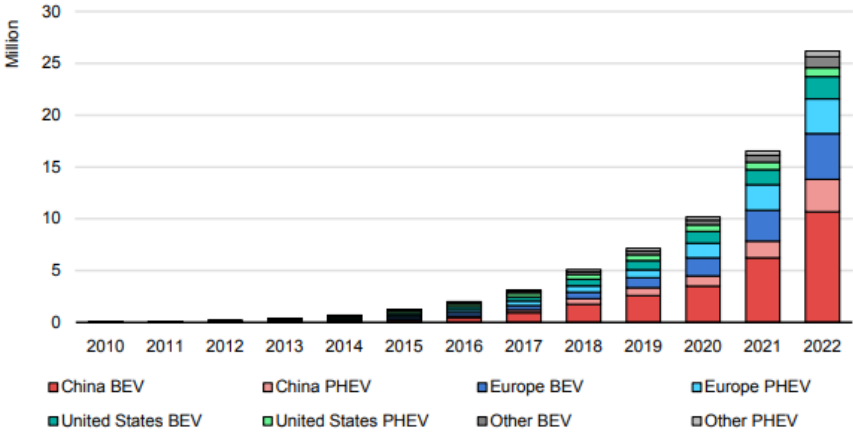


Figura 1 – Inserção do VE na mobilidade mundial

Fonte: (IEA, 2023)

Espera-se, que as vendas de VEs continuem crescendo fortemente nos próximos anos, ainda com o desenvolvimento das próximas gerações de baterias, os VEs devem continuar sua expansão no mercado de mobilidade. Alinhado a isto, a introdução de VEs no Brasil é uma alternativa à descarbonização no mercado de mobilidade, somado ao fato do sistema elétrico brasileiro ter grande parcela de energia gerada por fontes limpas. O Brasil vem se posicionando de forma estratégica para adoção de veículos puramente elétricos, sendo que automóveis eletrificados em 2022 representaram em torno de 2,3% de toda frota (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAFEA), 2023).

Os Veículos Elétricos a Bateria (do inglês *Batery Electric Vehicle* – BEV) têm aumentado a sua participação no mercado nos últimos anos, atingindo a participação recorde de 47% entre os eletrificados no início de 2023 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE), 2023). Ainda, segundo *International Energy Agency* (IEA, 2023), a estimativa global é de que em 2023 a venda de VEs chegue a 14 milhões de unidades, também, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), é estimado que até 2032, veículos híbridos representam 6,5% dos licenciamentos no Brasil (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2022).

No entanto, a inserção adequada de infraestruturas de recargas rápidas impõe uma série de desafios, como tempo de recarga, padronização das estruturas de recargas, processos regulatórios, e demanda de energia em sistemas de distribuição. Para realizar uma operação eficiente e limpa de VEs, as frotas devem otimizar seus processos de recarga ao considerar rotas que minimizem paradas, e explorar opções de recarga em locais com geração de energia renovável, como energia solar e eólica (BOMMANA et al., 2023).

O desenvolvimento de estruturas de recargas tem representado um dos mais importantes obstáculos para uma adoção em larga escala e rápida de VEs. Aumentar os investimentos em infraestrutura de recarga é fundamental para promover a adoção de VEs (ADUAMA; AL-SUMAITI; AL-HOSANI, 2023). Estruturas de recargas rápidas vêm sendo instaladas em rotas para recargas para uso em deslocamentos longos. No mundo, somando estações de recargas da China, Estados Unidos, França, Holanda, Alemanha, Reino Unido e Coreia do Sul, somam um total de 531.000 carregadores rápidos (IEA, 2023).

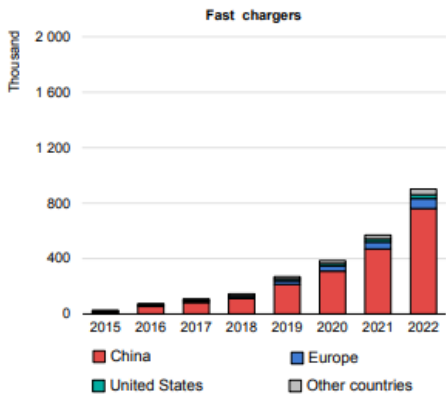


Figura 2 – Inserção Carregadores Rápidos

Fonte: (IEA, 2023).

Um dos pontos adicionais que requer bastante atenção com relação a expansão da adoção de VEs é o desenvolvimento das baterias. Atualmente, as baterias mais empregadas em VEs são construídas a partir de baterias de íons lítio e bateria de níquel-hidreto metálico, cabendo destacar que, o preço de baterias de íons lítio vem decrescendo, em conjunto com a projeção do uso em larga escala desse modelo de bateria (KUMAR; PRASAD, 2018).

## Integração com Energia Renováveis

A implementação de VEs não apenas contribui para a redução das emissões, mas também fortalece a rede, e pode promover estabilidade e ainda incentivar a integração de fontes renováveis no sistema de energia. A introdução inteligente de VEs oferece inúmeras vantagens para a rede, capacitando-a a incorporar de maneira eficiente energias renováveis intermitentes (PARMAR; PATEL, 2020). Ainda assim, é bastante difícil sincronizar o carregamento de VEs com outros tipos de demanda da rede (AL-GHAILI et al., 2022).

Um dos tópicos com bastante atenção na literatura, para promover a substituição aos veículos movidos a combustíveis fósseis, estão utilizando algoritmos de otimização. As operações são empregadas para integrar a geração de energia renovável, como solar e eólica, a fim de eficientizar os processos de carregamento de VEs. Os principais objetivos são reduzir o impacto na rede elétrica e maximizar a utilização de fontes de energia renováveis. Para reduzir emissões é necessário avaliar de forma eficiente a integração de VEs com energia renováveis, isso depende consideravelmente de métodos de análise da integração, como análises estatísticas, métricas de performance, análises de comparação, custo-benefício, impacto ambiental, métricas de avaliação da experiência do usuário, e análise de sensibilidade (MAHADIK; GUCHHAIT, 2023). Em Agrawal et al. (2022) os autores consideram um modelo Fuzzy de otimização para diminuir perdas ativas e reativas da rede, com a integração de VEs, geração distribuída e sistema de armazenamento de energia, tendo como melhor resultado o caso em uso de um modelo híbrido, com baterias e VEs, obtendo um melhor perfil de tensão e menores perdas ativas e reativas (AGRAWAL et al., 2022).

Em Manousakis et al. (2023) os autores realizaram uma revisão abrangente de artigos relacionados à integração de geração de energias renováveis, ressaltados tópicos que necessitam futuras investigações nesta integração. Com o aumento da demanda de energia torna-se essencial efetuar investimento na infraestrutura da rede, também a insuficiência de estruturas de recargas que tendem a ter um alto custo de investimento, ainda é necessário o desenvolvimento de sistemas inteligentes para administração de energia, bem como aprimorar a resiliência e adaptação dos sistemas de energia implementando preço dinâmico, e por fim formas para gerenciar picos demanda (MANOUSAKIS et al., 2023).

Para suavização de picos e no preenchimento de vales na carga da rede, a energia eólica demonstra limitações, porém é possível atenuar este problema por meio de carregamento e descarregamento inteligente de VEs. Isso confirma que VEs podem e devem desempenhar um papel importante em manter o equilíbrio entre oferta e a demanda da rede elétrica, atenuando e mitigando o impacto negativo da incerteza associada à geração de energia eólica no sistema de energia (ZHAO et al., 2022).

A integração de VEs em estações de recarga inteligentes, conhecidas como Sistemas de Carregamento de Veículos Elétricos Inteligentes pode potencialmente aprimorar a qualidade da energia fornecida aos consumidores por meio da rede de distribuição. O

objetivo econômico é proporcionar incentivos financeiros para agregadores e proprietários de VEs, visando a redução do custo total de carregamento, ainda a eficiente operação da rede é o objetivo técnico central, contribuindo assim para a otimização global do sistema elétrico (GOVARDHAN; ATKAR, 2022).

*Perfis de Geração Renovável e Carga do Sistema Interligado Nacional Brasileiro*

Para compreensão do problema, é necessário ter conhecimento sobre os perfis de geração diário das fontes de energia renováveis intermitentes. Nas próximas etapas, este trabalho irá analisar a curva de geração solar, eólica e hidrelétrica, bem como a carga do sistema do dia 10/01/2024 do Sistema Interligado Nacional (SIN) para fim de interpretação da sua intermitência e necessidades.

Geração solar é a fonte de energia que está em expansão nos últimos anos, como se espera, o pico de geração de energia direta do sol, como a energia fotovoltaica, é em torno do meio-dia, diariamente, dependendo de níveis de irradiação solar. Já a geração eólica depende do vento e do local de instalação, e a energia hidrelétrica proveniente do fluxo de rios. Desta forma, observando os perfis de carga da Figura 3, a diferença entre as curvas demonstra a necessidade de controle da demanda.

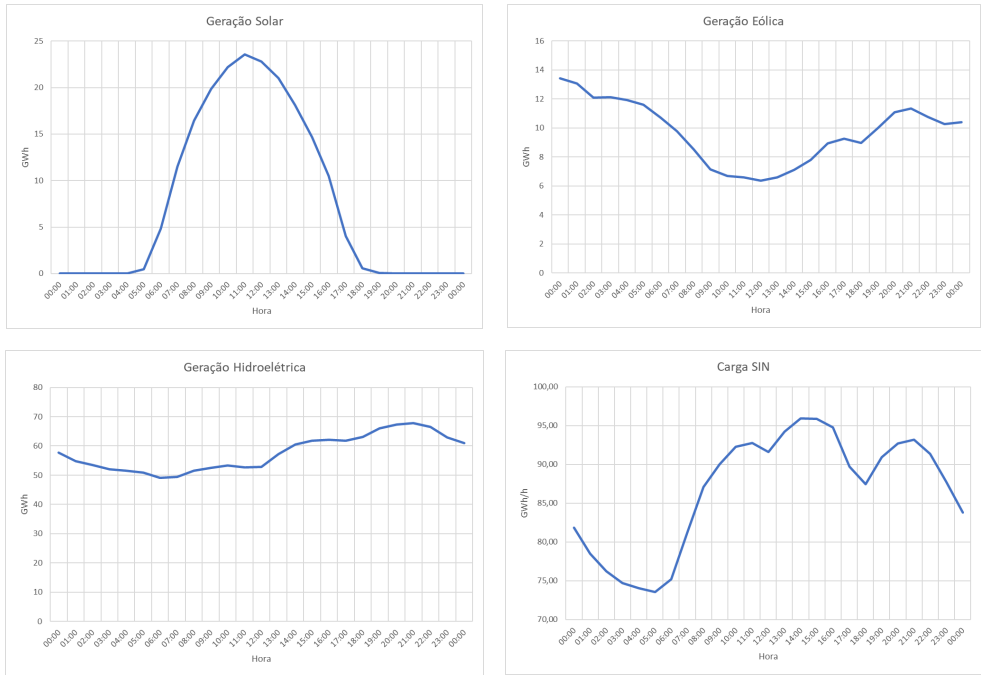


Figura 3 – Geração Renovável e Carga do SIN

Fonte: (ONS, 2024)

## Resposta a Demanda

Os sistemas de potência não foram projetados para esse tipo de novas cargas, o impacto causado pelas novas cargas de VEs não podem ser negligenciados (MAHADIK; GUCHHAIT, 2023). Resposta a demanda é importante na redução de pico e deslocamento de cargas com a grande potência requisitada que se espera de veículos *plug-in* e puramente elétricos. Não é difícil perceber e alertar que o carregamento descoordenado de VEs pode ser crítico para a rede de energia (LIN et al., 2023).

A introdução de VEs, por vezes, é discutida como solução para redes de distribuições ‘fracas’. Porém, sem a adoção inteligente, os VEs estão longe de serem um agente estabilizante e tendem a levar redes a instabilidade. Em vez de suportar redes, é comum controles de carregadores se desconectarem da rede e pararem recargas em redes com infraestrutura deficiente ou outras condições, como tensão baixa. Então, a impedância da rede pode levar a variações na tensão nos pontos de acoplamento, em resposta a correntes de recarga. O efeito desestabilizador da tecnologia centrada em baterias com o comportamento de potência constante é bem conhecido dos carregadores de VEs, podendo ser crítico quando os carregadores alcançarem uma carga significativa na rede. Ainda, a introdução de mais carregadores rápidos, leva ao aumento na presença de componentes eletrônicos na rede, o que leva a uma redução na inércia total do sistema, então a alocação de infraestrutura de recargas e seções de agendamento de recargas devem seguir um caminho estratégico (RIVERA et al., 2023).

Em Schill e Gerbaulet (2015), foram comparados dois métodos de avaliação de modos de recarga e avaliam o despacho de sistemas de energia, com relação a recargas de VEs, sendo os modos de recargas descritos como *user-driven* ou *cost-driven*, controlando a potência entregue em virtude do SOC. Foi concluído que, um pequeno relaxamento em modo inteiro de *user-driven*, configura perfis de curva de carregamento mais suaves. A carga de pico do sistema pode ser substancialmente reduzida se os condutores dos veículos concordassem em não carregar toda a capacidade da bateria o mais rápido possível, após a conexão à rede, mas apenas uma fração dela (SCHILL; GERBAULET, 2015).

Em Lin et al. (2023), foram comparadas técnicas de resposta à demanda, os autores comparam estratégias de carregamento de VEs, como trocas de bateria e estratégias com Sistema de Armazenamento de Energia por Bateria (do inglês *Battery Energy Storage System* – BESS), com o objetivo de minimizar custos. Conclui que adicionando estratégias de trocas de baterias de VEs durante o dia tem uma boa flexibilidade e pode promover estabilidade para cargas na rede, evitando efeito avalanche. Ainda, a proposta demonstra redução no custo de energia, também atenuando a dependência da rede e diminuindo a dependência de comunidades de energia terem BESS associados (LIN et al., 2023).



## CONCLUSÃO

Nos sistemas de energia, novas cargas têm a tendência de se integrar à carga já existente. As recargas rápidas de VEs emergem como uma carga com considerável aumento de demanda nos próximos anos, tornando-se parte significativa do planejamento de expansão do sistema de energia, impactando sistemas de transmissão, distribuição e geração de energia. Será necessária implementação de tecnologias inteligentes para gerenciar eficientemente a demanda, garantindo a estabilidade e confiabilidade do fornecimento de energia.

Para tanto, é fundamental disponibilizar aos tomadores de decisão trabalhos que compreendam o perfil de carregamento rápido de veículos elétricos, utilizando dados reais de utilização e desse novo padrão de carga, para que novas estruturas do sistema de potência sejam alocadas de maneira inteligente, e o gerenciamento da carga seja realizada de modo eficaz.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio técnico e financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES/PROEX) – Código de Financiamento 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, e Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Instituições Brasileiras.

## REFERÊNCIAS

ADUAMA, P.; AL-SUMAITI, A. S.; AL-HOSANI, K. H. Electric Vehicle Charging Infrastructure and Energy Resources: A Review. **Energies**, v. 16, n. 4, 2023. D.O.I.:10.3390/en16041965

AGRAWAL, H. et al. A Fuzzy-Genetic-Based Integration of Renewable Energy Sources and E-Vehicles. **Energies**, v. 15, n. 9, 2022. D.O.I.:10.3390/en15093300

AL-GHAILI, A. M. et al. Can electric vehicles be an alternative for traditional fossil-fuel cars with the help of renewable energy sources towards energy sustainability achievement? **Energy Informatics**, v. 5, n. 4, p. 60, 2022. D.O.I.:10.1186/s42162-022-00234-3

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO (ABVE). **Os oito meses que mudaram a eletromobilidade**. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/oito-meses-que-mudaram-o-mercado-de-eletromobilidade/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. Disponível em: <[https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/05/anuario-ATUALIZADO-2023-ALTA\\_compressed.pdf](https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/05/anuario-ATUALIZADO-2023-ALTA_compressed.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2023.

BARAN, R.; LEGEY, L. F. L. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**, p. 207–224, 2011.

BOMMANA, B. et al. A Comprehensive Examination of the Protocols, Technologies, and Safety Requirements for Electric Vehicle Charging Infrastructure. **Journal of Advanced Transportation**, v. 2023, p. 7500151, 2023. D.O.I.:10.1155/2023/7500151

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Caderno de Eletromobilidade do PDE 2032**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/mme-e-epe-publicam-novo-caderno-do-pde-2032-eletromobilidade>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

FERREIRA, J. P.; DIAS, M. J. Veículos Elétricos e Híbridos: História e Perspectivas para o Brasil. **Revista Processos Químicos**, v. 14, n. 28, p. 139–147, abr. 2021. D.O.I.:10.19142/rpq.v14i28.610

GOVARDHAN, S.; ATKAR, R. S. **A Review on Electric Vehicle Charging System based on the Renewable Energy**. 2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA). **Anais...** 2022

IEA. **Global EV Outlook 2023**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>>. Acesso em: 1 fev. 2024.

KUMAR, A.; PRASAD, L. B. **Issues, Challenges and Future Prospects of Electric Vehicles: A Review**. 2018 International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). **Anais...** 2018

LIN, J. et al. Aggregate demand response strategies for smart communities with battery-charging/switching electric vehicles. **Journal of Energy Storage**, v. 58, p. 106413, 2023. D.O.I.:<https://doi.org/10.1016/j.est.2022.106413>

LOGTENBERG, R.; PAWLEY, J.; SAXIFRAGE, B. **Comparing Fuel and Maintenance Costs of Electric and Gas Powered Vehicles in Canada**. Disponível em: <[https://www.2degreesinstitute.org/reports/comparing\\_fuel\\_and\\_maintenance\\_costs\\_of\\_electric\\_and\\_gas\\_powered\\_vehicles\\_in\\_canada.pdf](https://www.2degreesinstitute.org/reports/comparing_fuel_and_maintenance_costs_of_electric_and_gas_powered_vehicles_in_canada.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2023.

MAHADIK, S.; GUCHHAIT, DR. P. K. **Efficient integration of renewable energy for Electric Vehicle Charging: A hybrid system approach**. **International Journal of Scientific Research in Science and Technology**, jun. 2023. Disponível em: <<https://ijsrst.com/IJSRST523103151>>

MANOUSAKIS, N. M. et al. Integration of Renewable Energy and Electric Vehicles in Power Systems: A Review. **Processes**, v. 11, n. 5, 2023. D.O.I.:10.3390/pr11051544

ONS. **Histórico da Operação Dados Gerais**. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/dados-gerais>>. Acesso em: 1 fev. 2024.

PARMAR, S.; PATEL, M. A REVIEW ON RENEWABLE ENERGY INTEGRATION FOR ELECTRIC VEHICLES. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology**, v. 5, n. 8, dez. 2020. D.O.I.:10.33564/ijeast.2020.v05i08.038

RIVERA, S. et al. Charging Infrastructure and Grid Integration for Electromobility. **Proceedings of the IEEE**, v. 111, n. 4, p. 371–396, 2023. D.O.I.:10.1109/JPROC.2022.3216362

SCHILL, W.-P.; GERBAULET, C. Power system impacts of electric vehicles in Germany: Charging with coal or renewables? **Applied Energy**, v. 156, p. 185–196, 2015. D.O.I.:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.07.012>

TAYYAB, M. et al. **New sizing methodology of energy storage and PV systems for electric vehicle charging stations considering voltage compensation in a low voltage grid**. NEIS 2021; Conference on Sustainable Energy Supply and Energy Storage Systems. **Anais...** 2021

TENG, F. et al. Technical Review on Advanced Approaches for Electric Vehicle Charging Demand Management, Part I: Applications in Electric Power Market and Renewable Energy Integration. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 56, n. 5, p. 5684–5694, 2020. D.O.I.:10.1109/TIA.2020.2993991