

# Transição Energética e ESG

Estruturado pelo economista Nivalde de Castro, professor do Instituto de Economia da UFRL e coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico - GESEL, desde 1997, este fascículo abordará as diferentes abordagens em curso no país relacionadas à transição energética e as práticas de ESG no setor elétrico.



## Capítulo 2

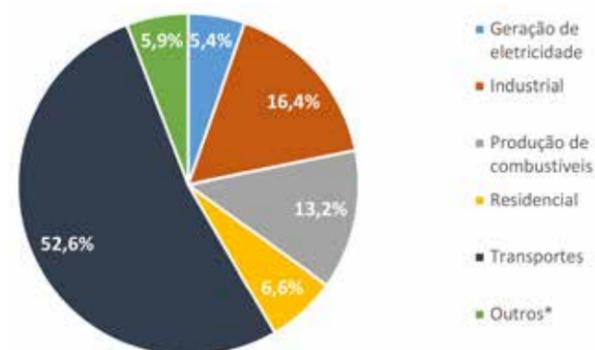
### Transição Energética e Mobilidade Elétrica

Por Nivalde de Castro e Bianca Castro\*

O atual cenário de emergência climática, que só tende a se tornar mais agravante, provocando danos materiais e humanos crescentes, demanda um conjunto cada vez mais articulado de acordos internacionais, políticas, planos e programas nacionais, com o objetivo central de promover novas cadeias produtivas ambientalmente sustentáveis. Neste contexto, as atividades econômicas tipicamente poluidoras devem passar por transformações significativas, configurando a chamada transição energética, com foco central na descarbonização. Em síntese, esta nova dinâmica econômica mundial de transição perpassa a substituição de recursos energéticos altamente emissores de gases de efeito estufa (GEE) pela utilização crescente e acelerada de recursos renováveis não emissores.

No panorama ambiental mundial, entre os setores energéticos, a geração de eletricidade a partir de carvão, gás e óleo contribui com cerca de 40% do total de emissões de GEE. Em segundo lugar, encontra-se o setor de transportes, responsável pela emissão de cerca de 23% do total (IEA, 2021). No Brasil, contudo, o setor de transportes é o maior responsável pelas emissões no setor energético, com cerca de 52,6% em 2022, como atestam os dados apresentados na Figura 1 (SEEG, 2023). Frente a essa liderança, o setor de transportes brasileiro requer alterações significativas em direção a alternativas de baixo carbono e mais eficientes energeticamente. A nível mundial e com impactos crescentes na economia brasileira, os veículos elétricos (VEs) estão se posicionando como uma alternativa tecnológica consistente e eminente, tema de análise deste artigo.

Em geral, os VEs emitem menos GEE em comparação aos veículos à combustão, considerando a maior eficiência energética



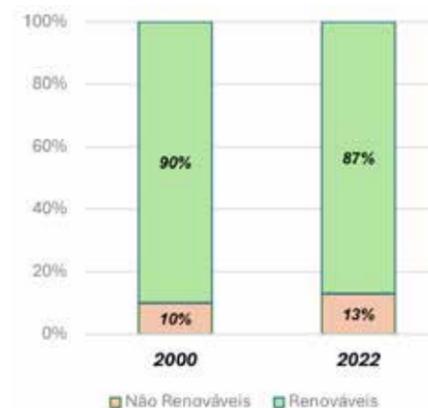
Fonte: Elaboração própria, a partir de SEEG (2023).

Figura 1: Participação nas emissões no setor energético brasileiro (2022).

de soluções elétricas, e tendo em vista a característica técnica de não queimar combustíveis fósseis durante a sua operação. Merece ser destacado, no entanto, que as emissões relativas de CO2 dos VEs dependem diretamente do grau de participação das fontes renováveis – hidroeletricidade, eólica e solar - na geração de energia elétrica.

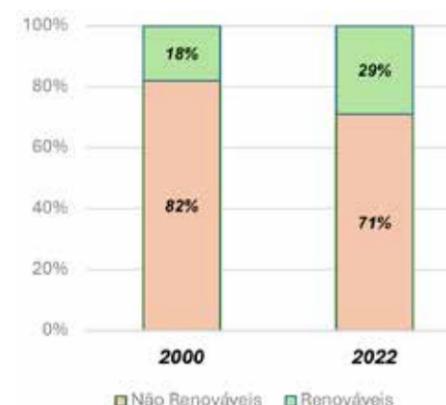
Neste ponto, o Brasil se destaca, uma vez que a participação das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira é de cerca de 87%. Esta situação é extremamente mais vantajosa em relação à média mundial, cuja participação das renováveis na matriz elétrica ainda se posiciona em patamar de apenas 29% (ver Figura 2 e 3, respectivamente). Assim, a geração elétrica predominantemente renovável no Brasil

contribui para uma operação de VEs ambientalmente sustentável, se posicionando com um ponto nitidamente fora da curva dada pela média mundial.



Fonte: Arquivo pessoal, a partir de Statistical Review of World Energy (2023).

Figura 2: Evolução da participação de renováveis x não renováveis na matriz elétrica brasileira (2000 a 2022).



Fonte: Arquivo pessoal, a partir de dados da Statistical Review of World Energy (2023).

Figura 3: Evolução da participação de renováveis x não renováveis na matriz elétrica mundial: de 2000 a 2022 (em %).

De acordo com estudo da consultoria McKinsey & Company, no Brasil, em termos de métricas de emissões no ciclo de vida do veículo, os VEs puros à bateria têm volume de emissões total por carro de 10 a 14 tCO2e, enquanto modelos tradicionais à combustão emitem de 17 a 44 tCO2e no atual contexto tecnológico (Fantoni et al., 2023).

Destaca-se que um aspecto importante relacionado à saúde pública é que os VEs podem contribuir para a melhoria da qualidade do ar e níveis de ruído em centros urbanos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que quase toda a população global (99%) respira um ar cuja qualidade excede os limites das suas diretrizes, com países de baixa e média renda sofrendo as maiores exposições (OMS, 2021).

Em relação à geopolítica mundial, diante de crescentes conflitos e disputas econômicas que estão determinando uma revisão do processo de globalização, países e regiões se empenham em reduzir a dependência da importação de combustíveis fósseis e a exposição às volatilidades de seu preço, no que conceitualmente é denominado por aumento da segurança energética (Castro e Santos, 2022). Assim, há uma prioridade de inúmeros países, associada aos objetivos ambientais, de direcionarem investimentos e estratégias industriais à promoção de tecnologias de baixo carbono, como os VEs, que buscam, ao mesmo tempo, consolidar novas cadeias produtivas verdes, estimulando a geração de emprego e renda.

Tendo em vista a necessidade de descarbonização, o processo de conversão da matriz industrial dos veículos à combustão para a eletrificação desta cadeia produtiva, estruturada em um mercado oligopolista em escala global, tem apresentado uma aceleração crescente nos últimos anos. Neste sentido, o estoque global de VEs de passageiros leves atingiu mais de 26 milhões de unidades em 2022, representando um aumento de 60% em relação a 2021 e mais de cinco vezes o número de 2018. A frota global de VEs consumiu cerca de 110 TWh de eletricidade em 2022, o que equivale aproximadamente à atual demanda total de eletricidade na Holanda, e os países e regiões que apresentaram maior destaque foram China, Europa e EUA (IEA, 2023).

As projeções da International Energy Agency (IEA, 2023), que formulam dois cenários de expansão, indicam que a demanda de eletricidade para VEs deve atingir, em 2030, mais de 950 TWh no Cenário de Políticas Declaradas e cerca de 1.150 TWh no Cenário de Promessas Anunciadas. Essas perspectivas de difusão da mobilidade elétrica, por sua vez, intensificam as preocupações dos grupos econômicos do setor elétrico acerca de impactos nas redes de distribuição e de perturbações no equilíbrio entre a demanda e a oferta de energia.

Estas preocupações são cruciais, pois podem se tornar barreiras técnicas à difusão dos VEs. Entre os principais impactos negativos, destacam-se o congestionamento de linhas e transformadores, a perda da qualidade do fornecimento de energia, o desequilíbrio e a queda de tensão, a sobrecarga e a aceleração rápida de geradores de energia, a demanda de pico indesejável, o aumento da



# TEMOS A SOLUÇÃO COMPLETA PARA A SUA INSTALAÇÃO

perda de potência, a redução do fator de carga, a distorção harmônica e desequilíbrios de fase (Habib et al., 2018; Sadeghian et al., 2022; Leal, 2024).

Neste complexo conjunto de desafios técnicos, a digitalização do setor elétrico e o carregamento inteligente devem receber prioridade dos principais stakeholders, com destaque para a inclusão de inovações regulatórias, a fim de estimular e garantir os investimentos necessários para a criação de infraestrutura técnica para os VEs. De acordo com IRENA (2019), o carregamento inteligente dos VEs consiste em otimizar o processo de recarga do veículo, considerando as restrições da rede elétrica, a disponibilidade local de energia renovável e as preferências dos consumidores.

Associado diretamente à digitalização das redes de distribuição, o carregamento inteligente dos VEs é uma opção para apoiar e viabilizar o processo de descarbonização do setor de transportes. Assim, uma prioridade deve ser superar os possíveis impactos negativos na rede de distribuição de energia elétrica, mitigar adaptações e reforços custosos na rede e maiores investimentos em capacidade de geração de pico. Deve-se ainda permitir uma melhor otimização na integração de energias renováveis e a associação do tempo de recarga/descarga a incentivos financeiros aos consumidores (Leal, 2024).

Por outro lado, o avanço das tecnologias de carregamento inteligente necessita ainda da implementação de inovações regulatórias e de considerar métricas de desempenho das baterias utilizadas nos VEs, de forma a evitar desgastes acelerados e dificuldades de utilização pelos consumidores.

Nestes termos, e a título de conclusão, os desafios técnicos e regulatórios sintetizados anteriormente são fundamentais e estratégicos para que esta nova cadeia produtiva oligopolista mundial possa se desenvolver, ganhando escala para a redução do preço médios dos VEs em comparação aos veículos à combustão, que operam em cadeias produtivas maduras com custos médios bem mais competitivos. Trata-se de uma dinâmica de desenvolvimento que está criando um círculo virtuoso com três vetores: garantir a redução das emissões de GEE, reduzir os custos de produção via ganhos de escala; e, para muitos países, aumentar a segurança energética.

Neste contexto global, o Brasil apresenta duas grandes vantagens competitivas. A primeira é deter não só uma das matrizes elétricas mais renováveis do mundo, como também um imenso potencial de geração solar e eólica, estimado em 1.300.000 MW (EPE), o que lhe garante um nível de segurança energética ímpar. A segunda é fazer parte da estratégia de desenvolvimento da indústria oligopolista mundial, em função da dimensão do mercado interno brasileiro, do potencial de crescimento da economia como um todo e da sua posição geográfica e política em relação à América Latina (Castro et al., 2021).

Assim, os desafios técnicos e regulatórios da concepção de uma infraestrutura de recarga devem receber prioridade dos stakeholders do setor elétrico para que seja possível o desenvolvimento das bases da difusão dos VEs no país, colaborando com a criação de emprego e renda no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Castro, N. Santos, V. (2022). Dura transição energética europeia. Disponível em: [https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/09/Castro\\_2022\\_09\\_21.pdf](https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/09/Castro_2022_09_21.pdf). Acesso em 26 fev. 2024.

Castro, N.; Brandão, R.; Moszkowicz, M. (2021). A eletrificação da indústria automobilística do Brasil. Disponível em: [https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/13\\_castro\\_2021\\_05\\_04.pdf](https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/13_castro_2021_05_04.pdf). Acesso em 26 fev. 2024.

Fantoni, R., Fava, F., Nadalin, D., Blas, F. (2023). O futuro da mobilidade no Brasil: Uma rota para eletrificação. Disponível em: <https://www.mckinsey.com.br/our-insights/all-insights/o-futuro-da-mobilidade-no-brasil>. Acesso em: 20 out. 2023.

Habib, S. et al. (2018). Assessment of electric vehicles concerning impacts, charging infrastructure with unidirectional and bidirectional chargers, and power flow comparisons. *International Journal of Energy Research*, v. 42, pp. 3416-3441.

IEA, International Energy Agency (2023a). *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions*. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>. Acesso em 02 jul. 2023.

IEA, International Energy Agency (2021). *Tracking Transport 2021*. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2021>. Acesso em: 13 set. 2022.

IRENA, International Renewable Energy Agency (2019). *Innovation Outlook Smart Charging for electric vehicles*. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Innovation-Outlook-Smart-Charging>. Acesso em: 02 set. 2022.

Leal, L. M. P. S. (2024). *Tecnologias de carregamento inteligente e a mobilidade elétrica: uma análise regulatória*. Dissertação de mestrado. Programa de Planejamento Energético – PPE/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

OMS, Organização Mundial da Saúde (2021). *Ambient (outdoor) air pollution*. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acesso em: 27 set. 2022.

Sadeghian, O., Oshnoei, A., Mohammadi-ivatloo, B., Vahidasab, V., Anvari-Moghaddam, A. (2022). A comprehensive review on electric vehicles smart charging: Solutions, strategies, technologies, and challenges. *Journal of Energy Storage*, 54, 105241. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105241>.

SEEG, Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (2024). *Plataforma de Emissões Totais no Setor Energético*. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/?\\_gl=1\\*pfnoep\\*\\_ga\\*ODczMjIxOTU1LjE3MDgzNzY0MjI\\*\\_ga\\_XZWSWEIDWQ\\*MTcwODYSMDU2NC4yLjAuMTcwODYSMDU2NC4yLjAuMA](https://plataforma.seeg.eco.br/?_gl=1*pfnoep*_ga*ODczMjIxOTU1LjE3MDgzNzY0MjI*_ga_XZWSWEIDWQ*MTcwODYSMDU2NC4yLjAuMTcwODYSMDU2NC4yLjAuMA). Acesso em: 20 fev. 2024.

\*Bianca Castro é bacharel em Direito pela PUC-Rio, com curso de especialização em Regulation of the Power Sector, na Florence School of Regulation, Itália. Trabalha no setor elétrico desde 2010, tendo passado por renomado escritório de advocacia da área e pela Superintendência de Regulação da Light. É pesquisadora plena do GESEL - UFRJ desde 2017."



CUBÍCULO BLINDADO MODULAR COM ISOLAÇÃO MISTA EM SF6 ATÉ 36KV  
**LINHA MICROCOMPACT®**



CUBÍCULO BLINDADO MODULAR COM ISOLAÇÃO INTEGRAL EM SF6 ATÉ 36KV  
**LINHA GB-RING - RMU®**



CABINES PRIMÁRIAS PADRÃO CONCESSIONÁRIA  
HOMOLOGADAS POR TODO O BRASIL, NAS TENSÕES 15KV, 24KV E 36KV.  
**LINHA BX-E®**



CUBÍCULO BLINDADO MODULAR CLASSE 17,5KV/16kA  
**LINHA NEW PICCOLO®**



PAINÉIS DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO CLASSE 750/1000V  
**LINHA NOTTABILE®**



BARRAMENTO BLINDADO DE BAIXA TENSÃO  
**LINHA BX-E®**

## CONHEÇA NOSSAS SOLUÇÕES

- ✓ Quadros e painéis de baixa tensão a ar;
- ✓ Barramentos blindados BT e MT;
- ✓ Sistema de medição eletrônica centralizada;
- ✓ Painéis MT isolados em SF6 até 36KV;
- ✓ Manutenção preditiva, preventiva, emergencial;
- ✓ Sensor de monitoramento de temperatura;
- ✓ Revisão programada.
- ✓ Skid Ecosolar GIR;

