

Este estudo aborda o setor dos transportes na transição energética e apresenta o enquadramento, contexto e desafios de implementação dos três principais vetores para a descarbonização do transporte rodoviário – eletricidade, hidrogénio e biocombustíveis. O relatório é parte de uma série de estudos promovida desde 2021 pelos membros do programa Future Energy Leaders Portugal da Associação Portuguesa da Energia.

Pontos-Chave



O **setor dos transportes**, em 2019, foi responsável por 23% das emissões globais de carbono [1]. Na Europa, os transportes rodoviários correspondem a 73% das emissões do setor.



Eletricidade: O crescimento dos veículos elétricos tem sido significativo, com as vendas globais a atingir 17,1 milhões em 2024 [2], representando um aumento de 25% em relação ao ano anterior. No entanto, desafios como a infraestrutura de carregamento, o custo das baterias e a resiliência da cadeia de abastecimento ainda limitam uma adoção mais ampla.



Hidrogénio: O hidrogénio verde é visto como um vetor energético essencial para a descarbonização do setor dos transportes, especialmente para modos de difícil descarbonização, como o transporte de longo curso (veículos rodoviários pesados, setor marítimo e aéreo). No entanto, a sua adoção enfrenta desafios relacionados aos elevados custos de produção, armazenamento e distribuição, além da necessidade de infraestrutura adequada.



Biocombustíveis: Os biocombustíveis têm sido um vetor complementar de descarbonização nos transportes rodoviários em Portugal. A incorporação dos biocombustíveis nos combustíveis rodoviários tornou-se obrigatória a partir de 2011, tendo então uma meta para 2025 de 13%, em termos energéticos. Porém, até o primeiro semestre de 2025 a incorporação real (física) foi de 6.64% (média de percentagem de incorporação). Apesar dos critérios de sustentabilidade terem vindo a evoluir, persistem desafios como a dependência de matérias-primas importadas, a necessidade de maior investimento em tecnologias avançadas e a evolução prática no cumprimento das metas acordadas.

Resumo

Eletricidade, Hidrogénio e Biocombustíveis são os três principais vetores energéticos que permitirão à Europa superar o seu principal desafio para alcançar suas ambiciosas metas climáticas: descarbonizar o setor dos transportes. Este setor, dominado pelas emissões do transporte rodoviário (73%), é a única atividade cuja emissão de gases com efeito de estufa aumentou em comparação com há 30 anos.

Na mobilidade elétrica, área em que Portugal se destaca no contexto europeu pelo ritmo de eletrificação do parque automóvel e pelo pioneirismo regulatório, o custo dos veículos, a autonomia e a infraestrutura de carregamento têm vindo a tornar-se barreiras progressivamente menos relevantes para a adoção. No entanto, a superação destas barreiras continua dependente de incentivos e de novas regulações que envolvam todo o ecossistema – desde fabricantes de componentes e veículos até operadores de pontos de carregamento, utilizadores individuais e frotas.

Para o hidrogénio verde, que nos transportes engloba tanto soluções a células de combustível como combustíveis renováveis de origem não biológica, a barreira é a sua viabilidade tecno-económica, limitada pelos altos custos de produção e desafios no armazenamento e distribuição. Contudo, a sua rapidez no abastecimento é uma vantagem para aplicações sensíveis ao tempo (como pesados em serviços logísticos) e que, com o investimento planeado até 2030 em infraestrutura, poderá tornar-se numa solução-chave no setor.

Diante dos desafios globais impostos pelas emissões de gases com efeito de estufa no setor dos transportes, bem como da necessidade de assegurar a segurança energética e o acesso sustentável a matérias-primas, torna-se essencial a definição de políticas específicas que incentivem tanto a produção como a incorporação também dos biocombustíveis. No entanto, o seu potencial de descarbonização imediato (com pouca ou nenhuma alteração nos veículos e infraestrutura) será o principal impulsionador para o aprimoramento da regulação e dos incentivos do sector.

INTRODUÇÃO

O setor dos transportes representa um dos maiores desafios da Europa, na ambição de atingir a neutralidade carbónica. Entre todos os setores-chave da transição energética - indústria, edifícios, agricultura, produção de energia e resíduos - o sector dos transportes é o único que, actualmente, emite mais gases com efeito de estufa (GEE) do que em 1990 (Figura 1). Se equiparado a um Estado-membro, o setor seria o maior poluidor da União Europeia, com mil milhões de toneladas de emissões por ano — quase o dobro do país atualmente mais emissor.

A maior parte destas emissões (73%) provém do transporte rodoviário, tanto ligeiro como pesado. Este subsector é o principal foco deste documento, não só pela sua dimensão relativa, mas também por ser aquele onde a transição para soluções de baixo carbono tem avançado mais rapidamente, em comparação com outros modos de transporte. Ainda assim, a descarbonização do transporte rodoviário continua a ser particularmente desafiante. A elevada fragmentação do setor — com milhões de veículos em circulação, pertencentes a particulares, empresas e frotas — dificulta a adoção coordenada de novas soluções tecnológicas. Além disso, o setor está fortemente ancorado numa infraestrutura consolidada de combustíveis fósseis, que oferece uma combinação de conveniência, baixo custo e maturidade tecnológica, difícil de igualar pelas alternativas emergentes.

Para inverter esta tendência, a União Europeia definiu metas claras para a descarbonização dos transportes. A terceira revisão da Diretiva das Energias Renováveis

(REDIII) [3], adotada em 2023, exige que cada Estado-membro assegure até 2030, ou uma incorporação mínima de 29% de energia renovável nos transportes, ou uma redução de 14,5% nas emissões de GEE. Em Portugal, apesar da REDIII ainda não estar transposta, a ambição da Directiva anterior (REDII) já se reflete na legislação atual (Decreto-Lei n.º 84/2022) [4] e no novo Plano Nacional Energia e Clima (PNEC 2030) [5].

Actualmente, circulam quase 290 milhões de veículos nas estradas europeias, mas apenas 6 milhões de veículos de emissões zero. A transição é urgente, mas enfrenta desafios. O setor automóvel europeu vive um momento de viragem, pressionado por transformações tecnológicas aceleradas e concorrência global crescente. Nesse sentido, a Comissão Europeia apresentou, em março de 2025, um novo Plano de Ação para o Setor Automóvel [6], com o objetivo de reforçar a competitividade e acelerar a transição para veículos mais limpos, inteligentes e conectados.

Neste artigo, apresentamos os principais vetores energéticos que permitirão a descarbonização do setor dos transportes – eletricidade, hidrogénio verde e biocombustíveis – destacando o seu funcionamento, nível de adoção, infraestrutura disponível e os principais incentivos e desafios que marcam hoje a descarbonização dos transportes.

Emissões de gases de efeito estufa por setor
(em milhões de toneladas de CO₂ equivalente)

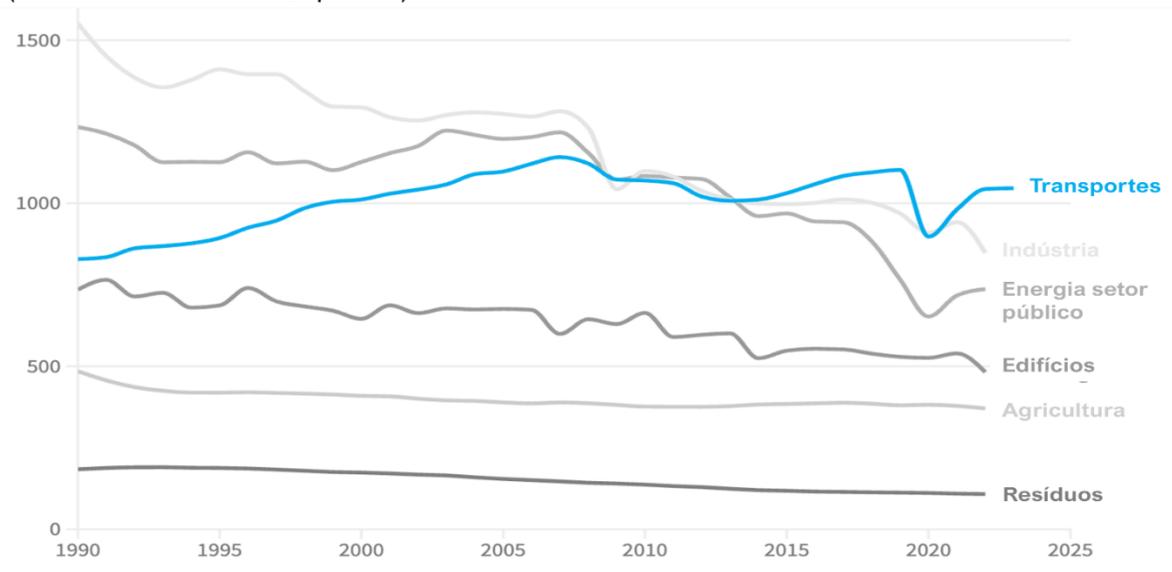


Figura 1. Evolução das emissões de gases de efeito estufa por setor de atividade na Europa [7].

Eletricidade

A eletrificação do sector dos transportes, em particular do transporte rodoviário, tem vindo a afirmar-se como a via mais custo-eficiente e tecnologicamente madura para reduzir as emissões de carbono do setor. Este capítulo centra-se no papel da eletricidade na descarbonização dos transportes, com foco nos veículos ligeiros, em que os avanços tecnológicos, a penetração de mercado e o enquadramento político já permitem ganhos substanciais. Serão analisados o estado atual da adoção de veículos elétricos (VE), a evolução dos custos, os principais desafios e oportunidades, bem como os progressos na infraestrutura de carregamento e nas tecnologias de armazenamento de energia.

Em 2024, as vendas globais de VE atingiram 17,1 milhões de unidades, um crescimento de 25% face ao ano anterior [2]. A China, a Europa e os Estados Unidos continuam a dominar as vendas de VE, com a China a liderar com cerca de 66% do mercado global em 2024 [8]. Em Portugal, dados da Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos, referentes a 2024 apontam para que o parque total de veículos (todas as categorias) tanto híbrido *plug-in* como 100% elétrico seja de 325.454 unidades, representando cerca de 4,5 % do parque automóvel em nacional [9], numa evolução exponencial ao longo da última década.

Contexto Europeu e Nacional

A União Europeia (UE) tem implementado medidas para fortalecer a mobilidade elétrica. Para estimular a adoção de VE, o Regulamento (UE) 2023/2866 [10], referente ao desempenho de emissões de CO₂ nos veículos ligeiros, veio estabelecer que as emissões médias anuais de CO₂ deverão ser nulas para veículos novos a partir de 2035. No caso da infraestrutura de carregamento, destaca-se o Regulamento da Infraestrutura de Combustíveis Alternativos (AFIR), Regulamento (EU) n.º 2023/1804 [11], que estabelece metas vinculativas para assegurar uma rede de carregamento adequada e acessível, bem como a Diretiva da Eficiência Energética em Edifícios, para o carregamento privado [12].

A revisão do PNEC 2030 [5] acompanha esta evolução, apontando a mobilidade elétrica como um fator determinante para assegurar a descarbonização do transporte rodoviário e reduzir as emissões de GEE através da incorporação de eletricidade proveniente de fontes de energia renovável. Para a sua adoção, são promovidas medidas para a crescente introdução de veículos elétricos e reforço da infraestrutura de carregamento, assim como a promoção da bidirecionalidade e carregamento inteligente.

Importa ainda referir que o Regime Jurídico da Mobilidade Elétrica em Portugal (em vigor a Julho de 2025), que se encontra em revisão, é único a nível europeu. O novo modelo aproxima-se dos restantes

países europeus, e contará com um período transitório até 31 de Dezembro de 2026

Principais desafios

De acordo com o estudo da Standard & Poor's [14,] o preço da energia, a infraestrutura e autonomia dos veículos como principais barreiras a uma adoção mais célere da mobilidade elétrica.

Quanto ao fator preço, embora 48% dos inquiridos pela Standard & Poor's apontem o custo como sendo o principal obstáculo para a aquisição de VEs, os dados demonstram que nem sempre este é o caso [14]. Na última década, tem-se observado uma convergência progressiva de preços entre os veículos elétricos (VE) e os veículos com motor de combustão interna (VCI), embora essa tendência se verifique a ritmos distintos entre os diferentes países.

Atualmente, na China, 60% dos VEs vendidos já são mais baratos que os seus equivalentes a combustão, embora, tanto na Europa como nos EUA, os primeiros são, em média, 10-50% mais caros. Esta diferenciação deve-se, maioritariamente, a uma grande aposta em toda a cadeia de valor da mobilidade elétrica, o que tem permitido reduzir os custos de produção e promover economias de escala.

A evolução dos preços dos VEs tem sido marcada por uma tendência de redução nos últimos anos: entre 2018 e 2024, a diferença de custo entre VE e VCI na zona euro diminuiu de 42% para 19%. Esta redução é atribuída a fatores como a diminuição dos custos das baterias e o aumento da concorrência no mercado.

Os principais fatores que influenciam o preço dos VEs incluem:

- **Custo das baterias:** representa uma parte significativa do preço total do veículo, e a sua redução tem sido essencial para tornar os VEs mais acessíveis.
- **Produção em larga escala:** permite economias que contribuem para a diminuição dos preços dos VEs.
- **Incentivos financeiros:** reduções de impostos e subsídios diretos, também desempenham um papel fundamental, reduzindo os custos e influenciando positivamente a intenção de compra dos consumidores [15].

Em Portugal, em 2024, o valor do apoio dado pelo Fundo Ambiental situava-se nos 4.000 euros, pela introdução de um veículo de passageiros 100% elétrico e abate de um VCI com mais de 10 anos. O orçamento é, contudo, limitado à execução de 1.050 candidaturas no caso dos particulares, representando uma ínfima parte do parque automóvel vendido no país anualmente. Já no caso das empresas, 80% da frota elétrica existente em Portugal, beneficia de isenção de ISV e IUC, assim como da dedução do IVA até um PVP de 62.500 euros.



"Numa transição energética que se quer rápida e eficiente é também necessário que as instituições governamentais sejam capazes de ser dinâmicas e velozes para que não se trave o investimento."

- Gonçalo Pacheco, Senior Project Manager, Iberdrola | BP Pulse -



Importa ressaltar, no entanto, que uma remoção súbita dos subsídios poderá comprometer ou até reverter a tendência positiva do mercado. Na Alemanha, após o fim dos incentivos em dezembro de 2023, as vendas de VEs caíram quase 37% até julho de 2024, indicando a sensibilidade do mercado às políticas de apoio. Após o fim dos incentivos, a participação dos VEs no mercado caiu de 20% para 12,9%, dando sinais de recuperação apenas no final de 2024. Em contraste, a Noruega alcançou uma taxa de 94% de novas matrículas de VEs em agosto de 2024, graças a políticas consistentes de incentivos e isenções fiscais.

A mobilidade elétrica tem registado uma expansão significativa a nível global, impulsionada por políticas governamentais, avanços tecnológicos e um compromisso crescente com a redução das emissões de carbono. A **infraestrutura de carregamento** de veículos elétricos é fundamental para esta transição, assegurando que os utilizadores disponham de pontos de carregamento confiáveis, rápidos e acessíveis. Neste âmbito, a AFIR define como principais diretrizes:

- **Instalação de estações de carregamento rápido:** a partir de 2025, devem ser instaladas estações de carregamento rápido de, pelo menos, 150 kW para automóveis de passageiros e veículos comerciais ligeiros a cada 60 km ao longo dos principais corredores de transporte da UE, conhecidos como Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T).
- **Pagamentos simplificados:** uso de cartões ou métodos diretos, sem necessidade de contrato;
- **Transparência nos preços:** comunicação clara de todos os custos, elemento por elemento, que serão incluídos no preço final antes do carregamento.

Estas medidas visam, não só ampliar a cobertura da infraestrutura de carregamento, mas também garantir que o seu uso seja intuitivo, acessível e transparente para todos os utilizadores, eliminando barreiras à adoção da mobilidade elétrica.

A **autonomia** é uma das principais preocupações dos consumidores e um fator crítico para a adoção em larga escala da mobilidade elétrica, tendo vindo a melhorar significativamente. Os veículos elétricos atualmente no mercado oferecem uma média de 400 km por carga, com alguns modelos *premium* a atingir mais de 700 km (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure, WLTP).

Os progressos mais relevantes incluem a adoção de baterias de íões de lítio com ânodos de silício, que oferecem uma densidade energética superior em comparação com os tradicionais ânodos de grafite. Além disso, as baterias de estado sólido são uma das tecnologias mais promissoras, pois eliminam o eletrólito líquido inflamável e utilizam materiais cerâmicos ou poliméricos sólidos, proporcionando maior segurança, maior densidade energética e ciclos de vida mais longos. Estima-se que esta tecnologia permita aumentar a autonomia dos veículos elétricos (VE) em até 50%, enquanto reduz significativamente o tempo de carregamento.

A autonomia real dos VE não depende apenas da capacidade da bateria, mas também de fatores externos, como temperatura ambiente, velocidade média e perfil de condução. Estudos demonstram que temperaturas extremamente baixas podem reduzir a autonomia em até 30%, devido à menor eficiência das reações eletroquímicas e ao maior consumo de energia para aquecimento do habitáculo. Para mitigar estes efeitos, os fabricantes têm investido em sistemas de gestão térmica avançados, que regulam ativamente a temperatura da bateria, garantindo um melhor desempenho em condições adversas.

Os fabricantes têm desenvolvido sistemas de gestão de energia mais eficientes e implementado tecnologias de travagem regenerativa mais avançadas, que recuperam energia durante a desaceleração e a travagem, contribuindo para aumentar a autonomia. A otimização aerodinâmica dos veículos e a utilização de materiais mais leves na sua construção também têm desempenhado um papel importante na melhoria da eficiência energética e, conseqüentemente, da autonomia.

O desenvolvimento de infraestruturas de carregamento rápido tem vindo a atenuar as preocupações, permitindo aos condutores de VE realizarem viagens de longa distância com paragens mínimas para recarregamento. Com a expansão contínua destas redes de carregamento e os avanços tecnológicos nas baterias, espera-se que a "ansiedade de autonomia" se torne cada vez menos relevante para os consumidores, impulsionando ainda mais a adoção de veículos elétricos.

A eletrificação do transporte rodoviário representa, hoje, o vetor mais avançado e escalável para a descarbonização do setor dos transportes. A sua maturidade tecnológica, o dinamismo do mercado e o suporte político tornam a mobilidade elétrica — sobretudo nos veículos ligeiros — a solução mais custo-eficaz para reduzir emissões no curto prazo. No entanto, a trajetória futura da sua adoção dependerá de fatores estruturais como a resiliência das cadeias de abastecimento (nomeadamente de baterias e matérias-primas críticas), a integração eficiente na rede elétrica e a acessibilidade económica para consumidores e empresas. Para segmentos de transporte mais exigentes — como o pesado de longo curso, o marítimo e a aviação — as limitações atuais da eletrificação direta, em particular no que toca à densidade energética, tornam necessário complementar este vetor com alternativas como o hidrogénio verde ou combustíveis sintéticos. Assim, apesar do seu papel central na fase inicial da transição, a eletricidade será tanto solução final como plataforma habilitadora de outras formas de mobilidade de baixo carbono.

Hidrogénio

O hidrogénio (H_2) e os seus derivados são uma solução de descarbonização da mobilidade, sobretudo quando produzidos por eletrólise da água com recurso a eletricidade renovável — o chamado H_2 verde.

O H_2 pode ser convertido em trabalho/movimento de duas formas (Figura 2):

1) **Através da sua mistura com oxigénio (ou ar) e consequente combustão**, que por sua vez aciona pistões de um motor. No entanto, apesar das emissões de CO_x (monóxido e dióxido de carbono) serem nulas, trata-se na mesma de um processo de combustão, de baixa eficiência e com a libertação de poluentes como os óxidos de azoto (NO_x). A combustão de H_2 é geralmente vista como um processo tecnologicamente maduro, envolvendo mecanismos, materiais e cadeias de valor conhecidas da indústria da mobilidade.

2) **Como resultado de uma reação eletroquímica** (também envolvendo oxigénio – O_2) **numa célula de combustível**, gerando eletricidade (e água) que é armazenada numa bateria e posteriormente alimentada a um motor elétrico. A conversão eletroquímica de H_2 (e O_2) em eletricidade é um processo mais eficiente que a combustão, silencioso e sem emissão de qualquer poluente gasoso, ou partículas. No entanto, a sua implementação em aplicações para mobilidade (FCEV – *Fuel cell electric vehicle*) é pouco comum, representando uma mudança tecnológica mais acentuada relativamente ao paradigma atual (mobilidade a combustão interna de combustíveis fósseis).

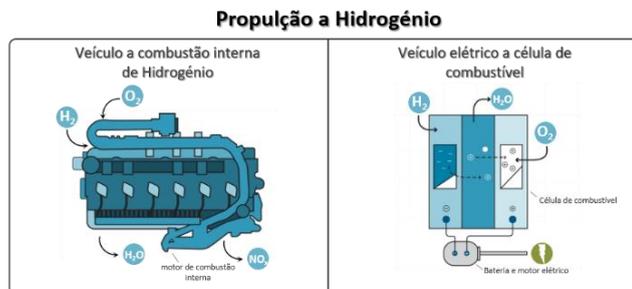


Figura 2. Formas de utilização do H_2 para propulsão/movimento (adaptado de [16]).

O H_2 tem o potencial de descarbonizar várias modalidades de transporte, cada uma com os seus desafios e oportunidades específicos. **O sucesso da implementação do H_2 depende de fatores como o nível de maturidade tecnológica, disponibilidade comercial e relação custo-benefício, quando comparado com outras formas de mobilidade sustentável.** Para algumas modalidades, principalmente aquelas que utilizam a célula de combustível, soluções à base de H_2 já estão muito maduras e podem substituir completamente as soluções convencionais. Exemplos incluem a mobilidade rodoviária e veículos industriais. Noutras modalidades a implementação do H_2 está ainda em fase embrionária, onde o foco passa pelo desenvolvimento e teste de protótipos (casos do transporte marítimo e aviação).

Nos veículos rodoviários ligeiros, os FCEVs de pequena dimensão, particularmente orientados para o transporte de passageiros, constituem uma das aplicações em que mobilidade a H_2 demonstra um elevado grau de maturidade tecnológica. No entanto, para pequenos carros citadinos e utilitários, parece ser consensual que a mobilidade elétrica (BEV – *Battery electric vehicles*) poderá ser a melhor solução em termos técnico-económicos. Contudo, para veículos como SUVs, monovolumes e de luxo, onde autonomia e tempo de reabastecimento sejam relevantes, o H_2 poderá ser competitivo.

Em veículos rodoviários pesados, como camiões e autocarros, os FCEV's destacam-se pela elevada autonomia (geralmente superior a 500 km) e pelo reabastecimento rápido (inferior a 5 minutos). Adicionalmente, a infraestrutura de abastecimento para este tipo de veículos pode ser mais centralizada e simplificada (geralmente são veículos que armazenam o H_2 a menor pressão – 350 bar), reduzindo os custos logísticos para implementação.

A implementação do H_2 para transportes aéreos e marítimos está ainda em fase desenvolvimento e protótipo, geralmente contemplando três diferentes abordagens: (1) uso direto de H_2 em motores de combustão modernizados (empresas como a Yamaha estão a explorar esta opção para barcos recreativos); (2) propulsão elétrica alimentada por célula de combustível (ZeroAvia e Ballard Power Systems); e (3)

"O hidrogénio verde representa uma oportunidade única para Portugal acelerar a transição energética, promovendo crescimento económico, sustentabilidade e protagonismo internacional na luta contra as alterações climáticas."

- José Campos Rodrigues, Presidente da AP2H2 -

conversão de H₂ em Combustíveis Renováveis de Origem Não Biológica (do inglês *Renewable Fuels of Non-Biological Origin* - RFNBOs), como o querosene, metanol ou metano, para uso em motores de combustão modernizados (MAN Energy Solutions e Maersk). Dependendo da aplicação final, estas abordagens poderão também ser aplicadas a veículos de suporte logístico utilizados nas operações portuárias e aeroportuárias.

Contexto Europeu e Nacional

Na EU a obrigatoriedade de incorporar H₂ nos transportes surge com a Directiva REDIII, que estabelece uma meta mínima de incorporação de 1% de combustíveis renováveis de origem não biológica (RFNBO) até 2030. O AFIR define uma distância máxima de 200 km entre estações de abastecimento ao longo da rede central, e pelo menos uma em cada nó urbano.

Em Portugal, a Estratégia Nacional para o Hidrogénio (EN-H2) posiciona este vetor como uma solução complementar à mobilidade elétrica, especialmente nas modalidades de transporte pesado rodoviário de mercadorias, ferroviário em linhas não eletrificadas, marítimo e aviação. A revisão do PNEC 2030 reforça a sua importância, incentivando a inovação na reconversão de equipamentos e produção de combustíveis renováveis. Em apoio a estas estratégias, o "Roteiro e Plano de Ação para o Hidrogénio" define metas de implementação do H₂ até 2040, com incentivos à criação de infraestruturas de abastecimento e frotas de transporte até 2030 [17]. Está prevista a construção de 37 estações de abastecimento de H₂ (HRS, do inglês *Hydrogen refuelling station*) até 2030, com um investimento estimado em 219 milhões de euros. Até à data de publicação deste artigo, não existem ainda HRS disponíveis ao público em Portugal. No entanto, é importante salientar o aparente sucesso dos autocarros movidos a hidrogénio no Município de Cascais. Esta iniciativa, assim como outras que se encontram em fase de execução (Metrobus do Porto), evidenciam o potencial do H₂ para a mobilidade coletiva de passageiros e a existência de atores interessados na construção desta cadeia de valor.

Este interesse está patente na certificação pela REN (Redes Energéticas Nacionais) das suas infraestruturas de gás natural para a injeção estratégica de H₂, pelo desenvolvimento do projeto transfronteiriço H2Med e

pelos inúmeras iniciativas no âmbito do Programa de Recuperação e Resiliência associadas a este vetor energético.

Principais desafios

Apesar do mérito e potenciais vantagens do H₂, a sua implementação na mobilidade enfrenta vários desafios.

Em primeiro lugar, a viabilidade tecno-económica do H₂ na mobilidade é ainda limitada pelos altos custos de produção (especialmente relevante para o H₂ verde), perda de energia ao longo da cadeia de valor, desafios no armazenamento e na distribuição. No entanto, é de esperar que os avanços tecnológicos e economias de escala permitam reduzir significativamente estes custos, como aconteceu com outras tecnologias renováveis [18].

Também a infraestrutura de abastecimento é ainda insuficiente, em parte devido aos investimentos substanciais necessários para a sua ampliação, mas também pela existência de algumas barreiras legislativas e normativas. Por exemplo, a regulamentação associada às HRS é ainda incipiente em muitas regiões, havendo necessidade de criar uma infraestrutura transfronteiriça coesa que estabeleça padrões de segurança para transporte, armazenamento, distribuição e comércio de H₂, assim como garantias de origem. Em alguns casos, a adaptação ou integração do H₂ em infraestruturas já existentes poderá ser feita (como a sua injeção na rede de gás), ajudando a reduzir custos de implementação e garantindo uma procura previsível deste vetor energético.

Adicionalmente, importa referir ainda outros aspetos críticos da utilização de H₂, como o seu armazenamento e transporte. Atualmente, o hidrogénio pode ser armazenado na fase gasosa a alta pressão (tipicamente 350-700 bar), em estado líquido a temperaturas extremamente baixas (abaixo dos -250 C), após crio-compressão (pressões até 350 bar e temperaturas abaixo dos -250°C) ou em estado sólido, após absorção, adsorção ou reação com outros materiais (como hidretos metálicos). A distribuição eficaz e segura de H₂ é uma preocupação constante do setor, que procura melhorar soluções como redes de gasodutos dedicados, transporte de tanques pressurizados por camião e até mesmo integração em infraestruturas de gás reconvertidas. O abastecimento de veículos é geralmente feito em estações de abastecimento dedicadas (HRS), através de

"Os biocombustíveis produzidos a partir de resíduos, são a solução mais imediata para dar resposta ao desafio da transição energética no sector dos transportes em Portugal."

- Anabela Antunes, COO da PRIO Bio / Membro CE, PRIO -

dispensers de alta pressão e seguindo protocolos específicos (Figura 3) [19]. As condições de armazenamento do H₂ nas estações de distribuição dependem do tipo de veículo que servem, da sua localização e da disponibilidade de infraestrutura de apoio. Seguindo uma lógica semelhante, as condições de armazenamento do H₂ a bordo dos veículos (pressão e temperatura) depende da quantidade de energia necessária para o seu movimento, e do espaço e peso disponíveis para esse armazenamento [20, 21].

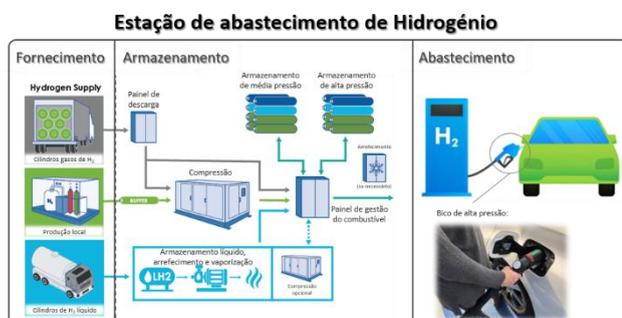


Figura 3. Esquema que ilustra as etapas relevantes para o armazenamento e distribuição de H₂ em estações de abastecimento (para veículos rodoviários) [19].

O hidrogénio é um vetor energético versátil com potencial relevante para descarbonizar setores específicos da mobilidade — em particular o transporte rodoviário pesado, ferroviário não eletrificado, marítimo e aviação. Embora a sua utilização em veículos rodoviários ligeiros esteja tecnicamente viabilizada, a mobilidade elétrica a bateria (BEV) tende a prevalecer neste segmento por razões de custo e eficiência. As vantagens do H₂ surgem sobretudo onde a autonomia, o tempo de reabastecimento e a densidade energética são fatores críticos. Ainda assim, a sua adoção enfrenta desafios significativos, desde os custos de produção e infraestrutura, até à logística e regulação.

O hidrogénio não será uma solução universal, mas é um pilar essencial num ecossistema de mobilidade sustentável, sobretudo em aplicações onde outras alternativas enfrentam maiores limitações técnicas ou operacionais.

Biocombustíveis

Complementando a eletricidade e o hidrogénio, os biocombustíveis desempenham um papel crucial na descarbonização dos transportes, especialmente no transporte de longo curso. A infraestrutura existente, nomeadamente postos de abastecimento e redes de distribuição, bem como as políticas públicas de incentivo à incorporação de biocombustíveis têm vindo impulsionar a sua produção e consumo [28, 29].

Os biocombustíveis representam uma solução de descarbonização *drop-in*, ou seja, sem modificações necessárias, quer do veículo que consumirá o combustível, quer da infraestrutura logística de distribuição e comercialização de combustíveis. Esta característica facilita a descarbonização da frota de veículos a combustão interna, que representavam, até o final do ano de 2022, cerca de 96.4% do parque automóvel nacional [38].

Em Portugal, dada a predominância de veículos a combustão de ciclo diesel (55% segundo a Associação Automóvel de Portugal, ACAP), os principais biocombustíveis utilizados são o HVO (Hidrotratamento de Óleo Vegetal) e o biodiesel (éster metílico de ácidos gordos – FAME), ambos produzidos a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e adicionados ao gasóleo; o bioetanol, obtido por fermentação de açúcares ou amidos é incorporado na gasolina; e o biogás, gerado a partir da digestão anaeróbia de biomassa e resíduos orgânicos, que pode ser purificado em biometano para aplicação como combustível com características análogas ao gás natural. A adoção destes biocombustíveis tem sido gradual, com o HVO e o biodiesel sendo amplamente incorporados no gasóleo rodoviário, e o bioetanol e o biometano em menor escala e em fase inicial de adoção em Portugal [28, 37].

Contexto Europeu e Nacional

A legislação comunitária e nacional promove o uso de matérias-primas residuais na produção de biocombustíveis, com o objetivo de preservar terras agrícolas para fins alimentares. As metas de incorporação e critérios de sustentabilidade dos biocombustíveis a nível União Europeia são definidas, atualmente, pela Diretiva das Energia Renováveis, ou *Renewable Energy Directive*, (REDII) [3, 29, 30]. Na prática, está em vigor a Diretiva (EU) 2018/2001, no entanto, essa diretiva foi transposta para o

ordenamento interno pelo Decreto de Lei nº 84/2022, de 9 de dezembro (alterado também, pelo Decreto-Lei nº 23/2023, de 5 de abril). No final do ano de 2023 foi publicada a Diretiva (EU) 2023/2413, (REDIII) que transporá a REDII no ordenamento nacional. No entanto, a transposição dessa diretiva para a legislação portuguesa ainda não foi concluída e, de acordo com as últimas atualizações, foi criado, por Despacho nº 6757-A/2024, de 17 de junho, o Grupo de Trabalho RED III, que, face à complexidade do tema, desenvolverá os seus trabalhos nessa ordem [36].

A incorporação dos biocombustíveis nos combustíveis rodoviários tornou-se obrigatória a partir de 2011, tendo então uma meta de 13% em termos energéticos. Essa meta pode ser atingida com biocombustíveis convencionais (produzidos a partir de culturas alimentares como milho ou soja) e biocombustíveis avançados (produzidos a partir de matérias-primas residuais conforme o Anexo I do DL nº 84/2022), que são contados duplamente para o cumprimento da meta de 13%. Porém, até o primeiro semestre de 2025 a percentagem física de incorporação de biocombustíveis nos combustíveis fósseis e gasolina (em teor energético – TE) é de 6,64% (média de percentagem de incorporação) de acordo com os dados disponíveis online da ENSE (figura abaixo) [22, 35].

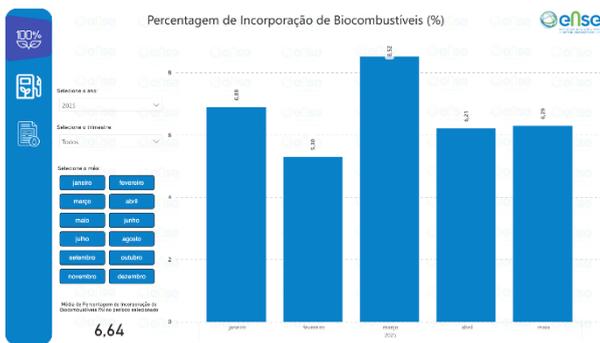


Figura 4. percentagem física de incorporação de biocombustíveis nos combustíveis fósseis e gasolina ENSE . [22, 35].

A transposição nacional da REDII, através do Decreto-Lei n.º 84/2022, foi ao encontro da ambição da REDIII, que visa elevar a incorporação obrigatória de combustíveis de baixo teor carbono nos combustíveis rodoviários para 16% em teor energético até 2029, estabelecendo quotas mínimas para biocombustíveis avançados e biometano, que devem atingir 10% até 2030 [28]. Em relação à verificação do cumprimento das metas de incorporação, ela é feita através dos Títulos de Biocombustíveis (TdB) e dos Títulos de Combustível de Baixo Carbono (TdC), emitidos pela Entidade Nacional para o Setor Energético (ENSE), com base nos critérios de sustentabilidade verificados pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia, LNEG [28].

Para criar incentivos ao investimento, as tecnologias de produção e matérias-primas utilizadas devem estar alinhadas com a regulamentação regional em vigor. É igualmente importante considerar as características locais, para garantir que o setor opere com máxima eficiência, competitividade e sustentabilidade, respeitando os recursos e limites do território [28].

A evolução contínua das políticas públicas e dos investimentos em tecnologias de produção sustentável são fundamentais para o crescimento do setor de biocombustíveis em Portugal. No ano de 2024, foram produzidas mais de 218 mil toneladas de petróleo equivalente de biocombustíveis, onde HVO e biodiesel representaram virtualmente toda a produção nacional de biocombustíveis. Desse volume, 68% dos biocombustíveis foram produzidos com matérias-primas residuais, sendo parte destas matérias-primas importadas, como é o caso de qualquer resíduo da indústria de palma, inexistente em território nacional.

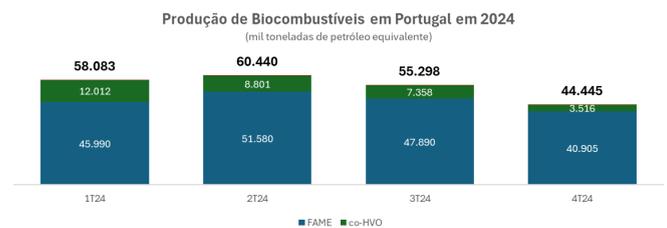


Figura 5. Produção de Biocombustíveis em Portugal em 2024. Fonte: LNEG.

Além dessa produção, foram importadas quase 193 mil toneladas de petróleo equivalente de outros biocombustíveis no mesmo período - predominantemente HVO e biodiesel (76% das importações). Desses produtos importados, cerca de 84% dizem respeito a biocombustíveis avançados, provenientes na sua maioria de resíduos da indústria de palma (64% da importação de biocombustíveis).

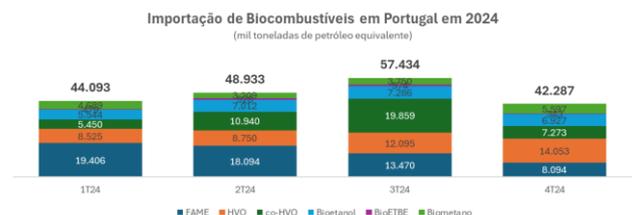


Figura 6. Importação de Biocombustíveis em Portugal em 2024. Fonte: LNEG.

O relatório de Produção e Importação de Biocombustíveis em Portugal (2024 e 2025) lançado pelo LNEG também permite concluir que em 2024, Portugal importou 47% dos biocombustíveis utilizados em território nacional. No primeiro trimestre de 2025, a proporção de importação aumentou para 54% e prevaleceu o uso de matérias-primas residuais, especialmente os resíduos da indústria de óleo de palma, tanto na produção quanto na importação. Cabe acrescentar que o uso de matérias-primas residuais é

positivo do ponto de vista ambiental e regulatório, mas para garantir a sustentabilidade da cadeia de biocombustíveis, reforça-se a necessidade de uma análise de rastreabilidade da cadeia completa desde a origem destas matérias-primas até à incorporação nos combustíveis fósseis [23, 24, 25, 26, 27].

Principais Oportunidades e Desafios

Os biocombustíveis são uma solução viável para a descarbonização do setor de transportes em Portugal, especialmente no curto prazo. No entanto, a sua competitividade e sustentabilidade dependerão de investimentos em tecnologia, infraestrutura e regulação eficiente para garantir o seu uso a longo prazo. Apesar dos desafios, os biocombustíveis acabam por ser uma alternativa vantajosa, pois se consolidam como um vetor relevante na descarbonização dos transportes em Portugal, destacando-se:

Oportunidades

- **Infraestrutura Existente** – Os biocombustíveis podem ser integrados na atual infraestrutura de distribuição e abastecimento de combustíveis, evitando grandes alterações estruturais e permitindo uma transição mais rápida e eficiente.
- **Papel na Transição Energética** – No curto prazo, os biocombustíveis são uma solução crucial para reduzir as emissões do setor de transportes complementando a ampla adoção da eletrificação e do hidrogénio.
- **Aproveitamento de Biomassa Residual** – Portugal tem potencial para expandir sua produção de biocombustíveis utilizando resíduos florestais e agrícolas, reduzindo dependência externa e impulsionando a bioeconomia [31].
- **Setores Difíceis de Eletrificar** – O uso de biocombustíveis é especialmente promissor em setores onde a eletrificação ainda enfrenta barreiras, nomeadamente o transporte pesado, marítimo e aéreo. A crescente eletrificação dos veículos ligeiros, reduz a necessidade de biocombustíveis nesse segmento [32].

Desafios

- **Importação de matérias-primas** - a dependência de matérias-primas importadas, como óleos vegetais para biodiesel e bioetanol, poderá comprometer a autonomia da produção nacional e elevar os seus custos [33, 34].
- **Custos elevados** - os biocombustíveis avançados ainda apresentam preços elevados, tornando-os menos competitivos face aos combustíveis fósseis e outras alternativas energéticas.
- **Regulação e Planeamento Estratégico** – A legislação portuguesa e europeia está a incentivar o uso de biocombustíveis avançados e biogás, com metas progressivas de incorporação até 2029. No entanto, ainda não há uma estratégia clara para a sua adoção a nível comunitário, persistindo desafios na sua certificação sustentável e na ambição de incorporação [33, 34].

De facto, os biocombustíveis são um vetor complementar às demais medidas para a descarbonização dos transportes, e a sua capacidade de integração na infraestrutura existente e a natureza *drop-in* oferecem vantagens imediatas para a descarbonização da frota em circulação. Contudo, como já dito, o seu futuro dependerá de fatores como a competitividade de custos, a disponibilidade sustentável de matérias-primas e a clareza regulatória. A médio prazo, Portugal tem potencial para reforçar a sua produção e posicionar-se como um corredor verde, aproveitando a sua localização estratégica para se tornar um *hub* de importação e conversão de combustíveis de baixo carbono, fortalecendo a sua independência energética e a sua posição no mercado europeu [31].

A longo prazo, espera-se que os biocombustíveis assumam um papel estratégico mais focado, sendo direcionados para aplicações em que a eletrificação ou o hidrogénio não sejam técnica ou economicamente viáveis.

Importa ainda ressaltar que o desenvolvimento deste vetor energético deve estar alinhado com as demais políticas e estratégias nacionais, em especial com as relacionadas à eletrificação e ao hidrogénio [31].

CALL TO ACTION

A descarbonização do setor dos transportes é um dos maiores desafios para atingir a neutralidade carbónica na União Europeia. Para atingir a redução de 90% das emissões deste setor até 2050, como determinado no Pacto Ecológico Europeu (*European Green Deal*), é necessário promover uma revolução na forma como utilizamos os transportes.

A complexidade do desafio requer uma abordagem holística, em que todos os vetores energéticos têm um papel a desempenhar nesta transformação. Contudo, é necessária uma abordagem transversal, que promova a adoção de uma mobilidade mais sustentável:

- **Governo:** Continuar a implementar políticas e regulamentações que incentivem a produção e a adoção de veículos de emissão zero, bem como o desenvolvimento da infraestrutura de abastecimento e carregamento. Paralelamente, reduzir os subsídios que favorecem o uso de veículos movidos a combustíveis fósseis, redirecionando esses apoios para a promoção da produção de energia limpa. O objetivo é criar mecanismos custo-eficazes para os consumidores e oferecer incentivos concretos à adoção de novas tecnologias por parte do utilizador final.
- **Indústria:** investir em investigação e inovação para o desenvolvimento de soluções mais acessíveis, e promover campanhas de sensibilização e atração de novos utilizadores para a mobilidade limpa.
- **Setor energético:** incentivar o investimento na produção de biocombustíveis e outros combustíveis de baixo carbono; reforçar as redes elétricas para a implementação de infraestruturas de carregamento elétrico, criando áreas de aceleração dedicadas a *hubs* de carregamento; tornar as redes elétricas inteligentes e flexíveis para comportarem o aumento significativo de veículos eletrificados.
- Por fim, importa destacar o papel crucial que todos os **consumidores** podem desempenhar nesta transição, em particular na mudança do paradigma associado à mobilidade. A transformação da mobilidade também implica uma alteração nos comportamentos dos consumidores, que podem beneficiar significativamente das tendências atuais de digitalização e mobilidade partilhada.

Além da inovação tecnológica e do uso de fontes de energia alternativas, a mobilidade sustentável e a descarbonização dos transportes também dependem de mudanças no comportamento da sociedade. Incentivar o uso do transporte coletivo e da mobilidade ativa, em vez do transporte individual, é uma estratégia essencial. Para isso, é fundamental investir no fortalecimento do transporte público e na criação de infraestrutura adequada para soluções de mobilidade ativa e compartilhada. Essas medidas não apenas contribuem para a redução das emissões de carbono, mas também aumentam a eficiência energética do setor de transportes. O conceito de Mobilidade como Serviço (MaaS) surge como uma solução integradora, que permite aos utilizadores gerir as suas necessidades de mobilidade de forma personalizada e eficiente. Ao combinar diferentes modos de transporte numa única plataforma, o MaaS permite a redução da dependência de veículos individuais, potencialmente reduzindo a atual frota circulante e a sua pegada de carbono.

Por fim, convidam-se todos os leitores a envolverem-se ativamente nesta transformação, optando por meios de transporte mais sustentáveis, ajudando a criar uma opinião pública sensibilizada para estas questões, que defenda medidas concretas e eficazes.

Referências

- [1] International Energy Agency (2020). Global energy-related CO₂ emissions by sector. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-related-co2-emissions-by-sector>. Acedido em maio 2025.
- [2] International Energy Agency (2025). Global EV Outlook 2025. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/0aa4762f-c1cb-4495-987a-25945d6de5e8/GlobalEVOutlook2025.pdf>. Acedido em junho 2025.
- [3] Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia (2023). Diretiva (UE) 2023/2413, de 18 de outubro de 2023, que altera a Diretiva (UE) 2018/2001, o Regulamento (UE) 2018/1999 e a Diretiva 98/70/CE no que diz respeito à promoção da utilização de energia de fontes renováveis, e que revoga a Diretiva (UE) 2015/652 do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia, L 263, 31.10.2023. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32023L2413>
- [4] Governo da República Portuguesa (2022). Decreto-Lei n.º 84/2022, de 9 de dezembro: Estabelece metas relativas ao consumo de energia proveniente de fontes renováveis, transpondo parcialmente a Diretiva (UE) 2018/2001. Diário da República, 1.ª série, n.º 236. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/84-2022-204502328>
- [5] República Portuguesa (2020). Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030). Diário da República, 2.ª série — N.º 133, 10 de julho de 2020. Disponível em: <https://files.diariodarepublica.pt/1s/2020/07/13300/0000200158.pdf>
- [6] European Commission (2025). Industrial Action Plan for the European automotive sector. Disponível em: https://transport.ec.europa.eu/document/download/89b3143e-09b6-4ae6-a826-932b90ed0816_en?filename=Communication%20-%20Action%20Plan.pdf. Acedido em março 2025.
- [7] Transport and Environment (2024). The State of European Transport in 2024. Disponível em <https://www.transportenvironment.org/articles/the-state-of-european-transport-2024>. Acedido em maio 2025.
- [8] International Energy Agency (2025). Electric Vehicles. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/transport/electric-vehicles>. Acedido em abril 2025.
- [9] Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (UVE). Parque de Veículos Elétricos em Portugal – 2024. Publicado em 5 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://www.uve.pt/page/parque-ve-2024>. Acedido em maio de 2025.
- [10] União Europeia (2023). Regulamento (UE) 2023/2866 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de dezembro de 2023, que altera o Regulamento (UE) 2019/631 no que diz respeito ao reforço das normas em matéria de desempenho em termos de emissões de CO₂ para os automóveis de passageiros novos e os veículos comerciais ligeiros novos, em consonância com o aumento da ambição climática da União. Jornal Oficial da União Europeia, L, 20.12.2023, pp. 1–19. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32023R2866>. Acedido em: maio de 2025.
- [11] União Europeia (2023). Regulamento (UE) 2023/1804 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de setembro de 2023, relativo à implantação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos e que revoga a Diretiva 2014/94/UE. Jornal Oficial da União Europeia, L, 22.9.2023, pp. 1–62. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1804>. Acedido em: maio de 2025.
- [12] União Europeia (2024). Diretiva (UE) 2024/1275 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de abril de 2024, relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação). Jornal Oficial da União Europeia, L 202, 7.5.2024. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32024L1275>. Acedido em: maio de 2025.
- [13] Gabinete do Ministro das Infraestruturas e Habitação, República Portuguesa (2025). Novo Regime Jurídico de Mobilidade Elétrica. Disponível em: https://www.consultalex.gov.pt/Portal_Consultas_Publicas_UI/ConsultaPublica_Detail.aspx?Consulta_Id=364. Acedido em março 2025.

- [14] S&P Global Mobility (2023). Affordability tops charging and range concerns in slowing EV demand. Disponível em: <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/affordability-tops-charging-and-range-concerns-in-slowing-ev-d.html>. Acedido em maio de 2025.
- [15] Neves, L (2020). Barreiras e motivações à compra de um veículo elétrico. Universidade Católica Portuguesa. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/33959/1/Liliana%20Neves%20351214097.pdf>. Acedido em maio de 2025.
- [16] Nebergall, J. (2022) Hydrogen internal combustion engines and hydrogen fuel cells. Cummins. Disponível em: <https://www.cummins.com/news/2022/01/27/hydrogen-internal-combustion-engines-and-hydrogen-fuel-cells>. Acedido em março 2025.
- [17] Governo de Portugal. (2020). *Roteiro para o hidrogénio: Plano de ação para o hidrogénio em Portugal*. Direção-Geral de Energia e Geologia. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/media/d14dduhz/p3-roteiro-e-plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-para-o-hidro%C3%A9nio-em-portugal.pdf>
- [18] Green, M.A. How Did Solar Cells Get So Cheap? *Joule*, 2019. 3(3): p. 631-633.
- [19] National Renewable Energy Laboratory (2020). How Advanced Hydrogen Fueling Protocols can Improve Fueling Performance & H₂ Station Design. Disponível em: <https://docs.nrel.gov/docs/fy20osti/77368.pdf>. Acedido em março 2025.
- [20] H₂Mobility (2021). Overview Hydrogen Refuelling For Heavy Duty Vehicles. Disponível em: https://h2-mobility.de/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/H2-MOBILITY_Overview-Hydrogen-Refuelling-For-Heavy-Duty-Vehicles_2021-08-10.pdf. Acedido em março 2025.
- [21] Rivard, E., Trudeau, M. and Zaghbi, K. Hydrogen Storage for Mobility: A Review. *Materials*, 2019. 12.
- [22] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. (2025). Biocombustíveis: dos processos de produção ao mercado. ERSE. https://www.apeg.pt/folder/documento/ficheiro/932_temas-de-energia-biocombustiveis_dos-processos-de-producao-ao-mercado.pdf
- [23] Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2024a). Boletim Estatístico Trimestral: Produção e Importação de Biocombustíveis e Biogás. <https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2024/06/Boletim-Estatistico-TE-1trimestre-2024.pdf>
- [24] Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2024b). Boletim Estatístico Trimestral: Produção e Importação de Biocombustíveis e Biogás. <https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2024/09/Boletim-Estatistico-TE-2trimestre-2024.pdf>
- [25] Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2024c). Boletim Estatístico Trimestral: Produção e Importação de Biocombustíveis e Biogás. <https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2024/12/Boletim-Estatistico-TE-3trimestre-2024.pdf>
- [26] Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2024d). Boletim Estatístico Trimestral: Produção e Importação de Biocombustíveis e Biogás. https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2025/02/Boletim_Estatistico-TE-4trimestre-2024.pdf
- [27] Laboratório Nacional de Energia e Geologia. (2025). Boletim Estatístico Trimestral: Produção e Importação de Biocombustíveis e Biogás. https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2025/06/Boletim_Estatistico_TE-1_trimestre_2025.pdf
- [28] Direção-Geral de Energia e Geologia. (n.d.). Biocombustíveis em Portugal. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/eficiencia-energetica/biocombustiveis/biocombustiveis-em-portugal/>. Acedido em março 2025.
- [29] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. (2021). Análise do mercado de biocombustíveis: 2018–2020. ERSE. <https://www.erse.pt/media/eknhoezr/relat%C3%B3rio-biocombust%C3%ADveis.pdf>
- [30] Tribunal de Contas Europeu, ECA.EUROPA. (2023). Relatório: Apoio da UE aos biocombustíveis sustentáveis nos transportes. https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-29/SR-2023-29_PT.pdf
- [31] Future Energy Leaders Portugal (2023). Biomassa florestal: Potencial energético dos resíduos em Portugal [White paper]. Disponível em: <https://apenergia.pt/wp-content/uploads/2023/11/White->

[Paper-FELPT Biomassa-Florestal Potencial-energetico-dos-residuos-em-Portugal FINAL.pdf.](#)

Acedido em março 2025.

[32] Deloitte. (n.d.). Sustainable aviation fuels. Disponível em:

<https://www.deloitte.com/uk/en/Industries/financial-services/blogs/sustainable-aviation-fuels.html>.

Acedido em março 2025.

[33] Laboratório Nacional de Energia e Geologia, LNEG (2019). Relatório sobre o cumprimento dos critérios de sustentabilidade na produção e importação de biocombustíveis em Portugal – Ano de 2018. Disponível em: https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2019/10/Relatorio_Sustentabilidade_biocombustiveis_Portugal_2018.pdf.

Acedido em março 2025

[34] Laboratório Nacional de Energia e Geologia, LNEG (2022). Relatório sobre o cumprimento dos critérios de sustentabilidade na produção e importação de biocombustíveis em Portugal. Disponível em: <https://www.lneg.pt/wp-content/uploads/2023/09/Relatorio-de-Sustentabilidade-dos-biocombustiveis-Portugal-2022-29082023.pdf>.

Acedido em março 2025.

[35] Entidade Nacional para o Setor Energético, ENSE (n/d). Disponível em: <https://www.ense-epe.pt/biocombustiveis/metas-e-obrigacoes-de-incorporacao-de-biocombustivel/>

[36] Direção Geral das Atividades Económicas, DGAE (2024). Disponível em:

<https://www.dgae.gov.pt/comunicacao/destaques/transposicao-da-diretiva-red-iii-.aspx>

[37] Artigo jornal o Observador. (2025). Idade do Parque automóvel está a aumentar e usados não contribuem para descer anos nem emissões. Disponível em: <https://observador.pt/2025/01/23/idade-do-parque-automovel-esta-a-aumentar-e-usados-nao-contribuem-para-descer-anos-nem-as-emissoes-diz-acap/>

[38] Artigo jornal Eco Sapo, secção Capital Verde. (2023). Procura por elétricos acelera, mas ainda nem representa 1% da frota nacional. Disponível em: <https://eco.sapo.pt/2023/09/09/procura-por-eletricos-acelera-mas-ainda-nem-representa-1-da-frota-nacional/>

AUTORES

BERNARDO MENDONÇA

TELMO LOPES

GUILHERME CANAVILHAS

THAYNARA LEAL

LUIZ FERNANDO DIAS

AGRADECIMENTOS

Os membros do programa Future Energy Leaders Portugal agradecem a colaboração dos *experts* Pedro Nunes (consultor independente) e Gonçalo Pacheco (Iberdrola | bp pulse) sobre mobilidade elétrica, Bruno Henrique Santos (REN e FELPT), José João Campos Rodrigues (AP2H2) sobre Hidrogénio e Jaime Braga (APPB) sobre Biocombustíveis. Agradecemos também à Andreia Ramos (ANA), Anabela Antunes (PRIO) e Gonçalo Castelo Branco (EDP) pela participação no evento *Energia em Debate* sob o tema “Descarbonizar para progredir: os transportes do futuro”, realizado em 2 de julho de 2024 e que marcou o início do trabalho neste documento. Finalmente, agradecemos também à Ana Luís de Sousa (APE), Ana Rita Gomes (FELPT) e Marisa Serra (APE) pelo apoio editorial e revisão final.

Sobre a APE – Associação Portuguesa de Energia

A Associação Portuguesa de Energia é uma instituição privada, de utilidade pública, sem fins lucrativos, constituída em 1989 que desenvolve actividade na área da energia sustentável, procurando dinamizar a reflexão e o debate em áreas ligadas à evolução do setor energético e desenvolver ações que reforcem o seu papel na economia e na qualidade de vida em Portugal. A APE assegura a representação nacional no Conselho Mundial de Energia (World Energy Council), tendo como associados as principais empresas e organismos públicos do setor energético, bem como da indústria transformadora e dos serviços. Mais informação disponível em www.apenergia.pt

Sobre o FELPT

O FELPT é uma iniciativa que visa promover o debate sobre questões prementes do setor energético, ajudar a moldar soluções para o futuro do setor no contexto português.

O programa FELPT assenta em ideias criativas com potencial inovador para desafiar o pensamento convencional e explorar novas estratégias para o futuro dos sistemas energéticos, oferecendo aos jovens profissionais uma oportunidade única de aprender, desenvolver competências e participar no debate de questões de energia.

Para mais informação sobre o programa FELPT siga-nos em:



Contactos:

FELPT Board E-mail: felpt@apenergia.pt

Associação Portuguesa de Energia E-mail: geral@apenergia.pt