



Bruxelas, 14.10.2020  
COM(2020) 953 final

**RELATÓRIO DA COMISSÃO AO PARLAMENTO EUROPEU E AO CONSELHO**  
**sobre os progressos realizados no domínio da competitividade das fontes de energia**  
**limpas**

{SWD(2020) 953 final}

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. COMPETITIVIDADE GLOBAL DO SETOR DA ENERGIA LIMPA DA UE.....	5
2.1 Tendências no setor da energia e dos recursos energéticos.....	5
2.2 Quota do setor energético da UE no PIB da UE .....	6
2.3 Capital humano.....	7
2.4 Tendências de investigação e inovação.....	10
2.5 Recuperação da COVID-19.....	13
3. FOCO NAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES DE ENERGIA LIMPA.....	13
3.1 Energia de fontes renováveis marítimas — energia eólica .....	14
3.2 Energia de fontes renováveis marítimas — energia oceânica.....	17
3.3 Energia solar fotovoltaica.....	20
3.4 Produção de hidrogénio renovável por eletrólise .....	22
3.5 Baterias .....	25
3.6 Redes elétricas inteligentes .....	29
3.7 Conclusões adicionais sobre outras tecnologias e soluções no domínio da energia limpa e hipocarbónica.....	35
CONCLUSÕES.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo do Pacto Ecológico Europeu<sup>1</sup>, a nova estratégia de crescimento da Europa, consiste em transformar a União Europeia (UE)<sup>2</sup> numa economia moderna, eficiente na utilização dos recursos e competitiva, com impacto neutro no clima até 2050. A economia da UE terá de se tornar sustentável, assegurando uma transição justa e inclusiva para todos. A recente proposta da Comissão<sup>3</sup> de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa em, pelo menos, 55 % até 2030 coloca a Europa nessa via responsável. Atualmente, a produção e a utilização de energia são responsáveis por mais de 75 % das emissões de gases com efeito de estufa da UE. A concretização dos objetivos climáticos da UE exige que repensemos as nossas políticas com vista a um aprovisionamento energético limpo em toda a economia. Para o sistema energético, tal implica uma acentuada descarbonização e um sistema energético integrado baseado em grande parte na energia de fontes renováveis. Até 2030, a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis na UE deverá, pelo menos, duplicar dos atuais 32 % para cerca de 65 % ou mais<sup>4</sup> e, até 2050, mais de 80 % da eletricidade será produzida a partir de fontes de energia renováveis<sup>5</sup>.

A consecução destas metas para 2030 e 2050 obriga a uma grande transformação do sistema energético, que depende fortemente da adoção de novas tecnologias limpas e do aumento dos investimentos nas soluções e infraestruturas necessárias, bem como dos modelos de negócio, das competências e das mudanças de comportamento que possibilitem o seu desenvolvimento e utilização. A indústria é fulcral nesta mudança social e económica. A nova estratégia industrial para a Europa<sup>6</sup> confere à indústria europeia um papel central na dupla transição ecológica e digital. Tendo em conta a grande dimensão do mercado interno da UE, acelerar a transição ajudará a modernizar toda a economia da UE, permitindo multiplicar as respetivas oportunidades de liderança mundial no domínio das tecnologias limpas.

Este primeiro relatório anual sobre os progressos realizados em matéria de competitividade<sup>7</sup> visa avaliar a situação das tecnologias de energia limpa e a competitividade da indústria da energia limpa da UE, a fim de avaliar se estão no bom caminho para concretizar a transição ecológica e os objetivos climáticos a longo prazo da UE. Esta avaliação da competitividade é também particularmente importante para a recuperação económica da pandemia de COVID-19, conforme delineado na comunicação *Next Generation EU*<sup>8</sup>. A melhoria da competitividade poderá atenuar o impacto económico e social da crise a curto e médio prazos, respondendo também, de uma forma socialmente equitativa, ao desafio a mais longo prazo das transições ecológica e digital. Tanto no contexto da crise como a longo prazo, a melhoria da competitividade pode dar

---

<sup>1</sup> COM(2019) 640 final.

<sup>2</sup> Para efeitos do presente relatório, «UE» deve ser entendida como UE-27 (ou seja, sem o Reino Unido). Sempre que o Reino Unido estiver incluído, o relatório referir-se-á a UE-28.

<sup>3</sup> COM(2020) 562 final.

<sup>4</sup> COM(2020) 562 final.

<sup>5</sup> COM(2018) 773 final.

<sup>6</sup> COM(2020) 102 final.

<sup>7</sup> Elaborado em conformidade com os requisitos do artigo 35.º, n.º 2, alínea m), do Regulamento (UE) 2018/1999 (Regulamento Governação).

<sup>8</sup> COM(2020) 456 final.

resposta às questões da pobreza energética, reduzindo o custo da produção de energia e o custo dos investimentos em eficiência energética<sup>9</sup>.

É possível determinar as necessidades de tecnologias de energia limpa para a consecução das metas de 2030 e 2050 com base na avaliação de impacto referida nos cenários do Plano para atingir a Meta Climática<sup>10</sup> da Comissão Europeia. Mais concretamente, prevê-se que a UE invista na eletricidade produzida a partir de fontes renováveis, nomeadamente na energia marítima (em especial eólica) e na energia solar<sup>11, 12</sup>. Este grande aumento da quota de energia de fontes renováveis variáveis implica também um aumento do armazenamento<sup>13</sup> e da capacidade de utilização de eletricidade nos transportes e na indústria, especialmente com recurso a baterias e ao hidrogénio, e exige grandes investimentos em tecnologias de redes inteligentes<sup>14</sup>. Nesta base, o presente relatório foca-se nas seis tecnologias acima mencionadas<sup>15</sup>, a maioria das quais está no centro das iniciativas emblemáticas<sup>16,17</sup> da UE que visam promover reformas e investimentos destinados a apoiar uma recuperação sólida assente na dupla transição ecológica e digital. As restantes tecnologias de energia limpa e hipocarbónica incluídas nos cenários são analisadas no documento de trabalho dos serviços da Comissão intitulado «Clean Energy Transition – Technologies and Innovations Report» (CETTIR) que acompanha o presente relatório<sup>18</sup>.

Para efeitos do presente relatório, a competitividade no setor da energia limpa<sup>19</sup> é definida como a capacidade para produzir e utilizar energia limpa acessível, fiável e a custos suportáveis mediante tecnologias de energia limpa, bem como para competir nos

---

<sup>9</sup> Ver também a Comunicação «Impulsionar uma Vaga de Renovação na Europa para tornar os edifícios mais ecológicos, criar emprego e melhorar as condições de vida» [COM(2020) 662], acompanhada do documento de trabalho dos serviços da Comissão SWD(2020) 550, e a Recomendação C(2020)9600 sobre a pobreza energética.

<sup>10</sup>No horizonte temporal de 2050, o cenário 1.5TECH da estratégia a longo prazo da UE para 2050 [COM(2018) 773] e os cenários do Plano para atingir a Meta Climática [COM(2020) 562 final] não apresentam diferenças significativas, pelo que ambos são referidos no presente relatório. O cenário CTP MIX alcança cerca de 55 % de reduções dos GEE, expandindo a atribuição de um preço ao carbono e aumentando moderadamente a ambição das políticas.

<sup>11</sup> Estudo da ASSET para a DG ENER intitulado *Energy Outlook Analysis* (versão provisória, 2020), que abrange os seguintes cenários a longo prazo (LTS): 1.5LIFE, 1.5TECH, BNEF NEO, GP ER, IEA SDS, IRENA GET TES e JRC GECO 2C\_M.

<sup>12</sup> Tsiropoulos I., Nijs W., Tarvydas D., Ruiz Castello P., *Towards net-zero emissions in the EU energy system by 2050 – Insights from scenarios in line with the 2030 and 2050 ambitions of the European Green Deal*, JRC118592.

<sup>13</sup> Study on energy storage - Contribution to the security of the electricity supply in Europe (2020): <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/a6eba083-932e-11ea-aac4-01aa75ed71a1>.

<sup>14</sup> Entre 71 e 110 mil milhões de EUR/ano de investimentos em redes elétricas entre 2031 e 2050 ao abrigo dos diferentes cenários, «In-depth analysis in support of COM(2018) 773», quadro 10, p. 202.

<sup>15</sup> Tecnologias de energia de fontes renováveis marítimas (eólica e oceânica), de energia solar fotovoltaica, de hidrogénio renovável, de baterias e de redes. Esta seleção não descarta o papel da energia de fontes renováveis consolidadas, em particular a bioenergia e a energia hidroelétrica, no âmbito da carteira de tecnologias energéticas hipocarbónicas da UE. Estas são abordadas no CETTIR e poderão ser abordadas nos próximos relatórios anuais sobre os progressos realizados em matéria de competitividade.

<sup>16</sup> As iniciativas emblemáticas europeias foram apresentadas na secção IV da recente Estratégia Anual para o Crescimento Sustentável 2021 [COM(2020) 575 final].

<sup>17</sup> As iniciativas recentes e futuras incluem a próxima estratégia para a energia marítima e a estratégia para o hidrogénio [COM(2020) 301 final], incluindo a Aliança para o Hidrogénio, a Aliança Europeia para as Baterias e a estratégia para a integração do sistema energético [COM(2020) 299 final]. Estas tecnologias são igualmente descritas numa série de planos nacionais em matéria de energia e clima.

<sup>18</sup> SWD(2020) 953 – Edifícios (incluindo aquecimento e refrigeração); captura e armazenamento de carbono; participação dos cidadãos e das comunidades; energia geotérmica; corrente contínua em alta tensão e eletrónica de potência; energia hidroelétrica; recuperação industrial de calor; energia nuclear; energia eólica terrestre; combustíveis renováveis; cidades e comunidades inteligentes; redes inteligentes – infraestrutura digital; energia solar térmica.

<sup>19</sup> No presente relatório e no documento de trabalho dos serviços da Comissão, entende-se por «energia limpa» todas as tecnologias energéticas incluídas na estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima até 2050.

mercados das tecnologias energéticas, com o objetivo global de gerar benefícios para a economia e os cidadãos da UE.

A competitividade não pode calcular-se recorrendo a um único indicador<sup>20</sup>. Por conseguinte, o presente relatório propõe um conjunto de indicadores amplamente aceites que podem ser utilizados para este fim (ver quadro 1 abaixo), abrangendo todo o sistema energético (produção, transporte e consumo), e analisados a três níveis (tecnologia, cadeia de valor e mercado mundial).

*Quadro 1: Grelha de indicadores para acompanhar os progressos realizados em matéria de competitividade*

Competitividade da indústria de energia limpa da UE		
1. Análise tecnológica: Situação atual e perspetivas	2. Análise da cadeia de valor do setor das tecnologias energéticas	3. Análise do mercado mundial
<b>Potência instalada, produção</b> (atualmente e em 2050)	<b>Volume de negócios</b>	<b>Comércio (importações e exportações)</b>
<b>Custos/Custo normalizado da energia (LCoE)</b> (atualmente e em 2050)	<b>Crescimento do valor acrescentado bruto</b> Variação anual (%)	<b>Líderes do mercado mundial vs. líderes do mercado da UE</b> (quota de mercado)
<b>Financiamento público de I&amp;I</b>	<b>Número de empresas na cadeia de abastecimento, incluindo líderes de mercado da UE</b>	<b>Eficiência na utilização dos recursos e dependência dos recursos</b>
<b>Financiamento privado de I&amp;I</b>	<b>Emprego</b>	<b>Custo energético real unitário</b>
<b>Tendências de patenteação</b>	<b>Intensidade energética/produzidade da mão de obra</b>	
<b>Nível de publicações científicas</b>	<b>Produção comunitária<sup>21</sup></b> Valores anuais de produção	

A análise da competitividade do setor da energia limpa pode ser desenvolvida e aprofundada ao longo do tempo, podendo os futuros relatórios sobre a competitividade centrar-se em diferentes ângulos de abordagem. Poderão, por exemplo, analisar mais pormenorizadamente as políticas e os instrumentos de apoio à I&I e à competitividade ao nível dos Estados-Membros, examinar a forma como estes contribuem para os objetivos da União da Energia e do Pacto Ecológico, avaliar a competitividade a nível subsetorial<sup>22</sup>, nacional ou regional, ou analisar as sinergias e soluções de compromisso com os impactos ambientais ou sociais, em consonância com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu.

<sup>20</sup> Com base nas conclusões do Conselho «Competitividade» (28.7.2020).

<sup>21</sup> O mesmo que «Production Communautaire» (conjunto de dados PRODCOM).

<sup>22</sup> Por exemplo, o âmbito e o papel dos modelos de negócio alternativos, bem como o papel das PME e dos intervenientes locais.

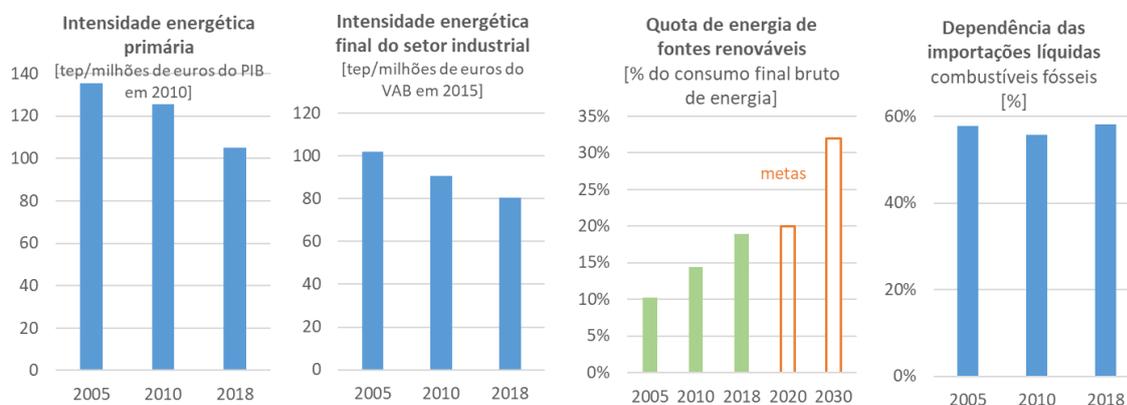
Na falta de dados relativos a uma vasta gama de indicadores de competitividade<sup>23, 24</sup>, são utilizadas algumas estimativas de natureza mais indireta (por exemplo, o nível de investimento). A Comissão insta os Estados-Membros e as partes interessadas a trabalharem em conjunto no contexto dos planos nacionais em matéria de energia e clima (PNEC)<sup>25</sup> e do Plano Estratégico para as Tecnologias Energéticas, a fim de continuarem a desenvolver uma abordagem comum de avaliação e de reforço da competitividade da União da Energia. Este aspeto também é importante para os planos nacionais de recuperação e resiliência que serão elaborados ao abrigo do Mecanismo de Recuperação e Resiliência.

## 2. COMPETITIVIDADE GLOBAL DO SETOR DA ENERGIA LIMPA DA UE

### 2.1 Tendências no setor da energia e dos recursos energéticos

Entre 2005 e 2018, a intensidade energética primária na UE diminuiu a uma taxa anual média de quase 2 %, o que demonstra a dissociação entre a procura de energia e o crescimento económico. A intensidade energética final do setor industrial e da construção seguiu a mesma tendência, embora a uma taxa média anual ligeiramente mais reduzida de 1,8 %, refletindo os esforços do setor para reduzir a sua pegada energética. Graças à política energética, a quota da energia de fontes renováveis no consumo de energia final aumentou de 10 % para a meta de 2020 de 20 %. A quota da energia de fontes renováveis no setor da eletricidade aumentou para pouco mais de 32 %, tendo aumentado para pouco mais de 21 % no setor do aquecimento e da refrigeração, e para pouco mais de 8 % no setor dos transportes. Estes valores mostram que o sistema energético tem vindo a transitar gradualmente para as tecnologias de energia limpa (ver figura 1).

*Figura 1: Intensidade energética primária da UE, intensidade energética final do setor industrial, quota e metas em matéria de energia de fontes renováveis, e dependência das importações líquidas (combustíveis fósseis)<sup>26</sup>*



Fonte 1: Eurostat

<sup>23</sup> Para um levantamento geral das definições de competitividade, consultar Asensio Bermejo, J.M., Georgakaki, A., *Competitiveness indicators for the low-carbon energy industries - definitions, indices and data sources*, JRC116838, 2020.

<sup>24</sup> Para uma visão global dos dados omissos, ver CETIR [SWD(2020) 953], capítulo 5.

<sup>25</sup> O presente relatório assenta na avaliação e nas orientações específicas por país dos PNEC [COM(2020) 564 final], que incluem o tema da «investigação, inovação e competitividade», e complementa-as.

<sup>26</sup> Indicadores EE1-A1, EE3, DE5-RES e SoS1 da União da Energia.

Durante a última década, os preços da eletricidade industrial na UE<sup>27</sup> mantiveram-se relativamente estáveis e são atualmente inferiores aos do Japão, mas o dobro em relação aos dos EUA e superiores aos da maioria dos países do G20 não pertencentes à UE. Embora os preços do gás industrial<sup>28</sup> tenham caído e sejam inferiores aos do Japão, da China e da Coreia, continuam a ser mais elevados do que os da maioria dos países do G20 não pertencentes à UE. Os impostos e as taxas não recuperáveis relativamente elevados na UE e a regulação de preços e/ou as subvenções nos países do G20 não pertencentes à UE desempenham um papel importante nesta diferença.

Apesar de uma melhoria a curto prazo e da redução da dependência das importações de energia entre 2008 e 2013, a UE registou um aumento desde então<sup>29</sup>. Em 2018, a dependência das importações líquidas era de 58,2 %, ligeiramente acima do nível de 2005, e quase igualando os valores mais elevados ao longo do período de referência. A eficiência na utilização dos recursos e a resiliência económica são fundamentais para a competitividade e o reforço da autonomia estratégica aberta<sup>30</sup> da UE no mercado das tecnologias de energia limpa. Embora as tecnologias de energia limpa reduzam a dependência das importações de combustíveis fósseis, há o risco de esta dependência ser substituída pela dependência de matérias-primas, criando um novo tipo de risco de escassez<sup>31</sup>. No entanto, ao contrário dos combustíveis fósseis, as matérias-primas têm o potencial de permanecer na economia através da implementação de abordagens de economia circular<sup>32</sup>, como cadeias de valor alargadas, reciclagem, reutilização e conceção para a circularidade, afetando as despesas de capital e diminuindo a necessidade energética para a extração e transformação de materiais virgens, mas não as despesas operacionais da produção de energia. A UE está muito dependente dos países terceiros no que se refere às matérias-primas e aos materiais transformados. Contudo, no caso de algumas tecnologias, tem uma posição de liderança no fabrico de componentes e produtos finais, ou de componentes de alta tecnologia. Alguns materiais específicos, muitas vezes de alta tecnologia, mostram uma elevada concentração da oferta num pequeno número de países. (Por exemplo, a China produz mais de 80 % das terras raras disponíveis para geradores de ímanes permanentes)<sup>33</sup>.

## 2.2 Quota do setor energético da UE no PIB da UE

O volume de negócios do setor energético da UE<sup>34</sup> foi de 1,8 biliões de EUR em 2018, a um nível próximo do registado em 2011 (1,9 biliões de EUR). O setor contribui para 2 % do valor acrescentado bruto (VAB) total da economia, valor que se manteve em grande

<sup>27</sup> Média ponderada da UE [ver COM(2020) 951].

<sup>28</sup> Média ponderada da UE [ver COM(2020) 951].

<sup>29</sup> São razões plausíveis o esgotamento das fontes de gás da UE, a variabilidade climática, as crises económicas e a mudança de combustível.

<sup>30</sup> COM(2020) 562 final.

<sup>31</sup> COM(2020) 474 final e *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study*, <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42882>.

<sup>32</sup> O Plano de Ação para a Economia Circular destaca a criação de um mercado de matérias-primas secundárias e a conceção para a circularidade [COM(2015) 614 final e COM(2020) 98 final].

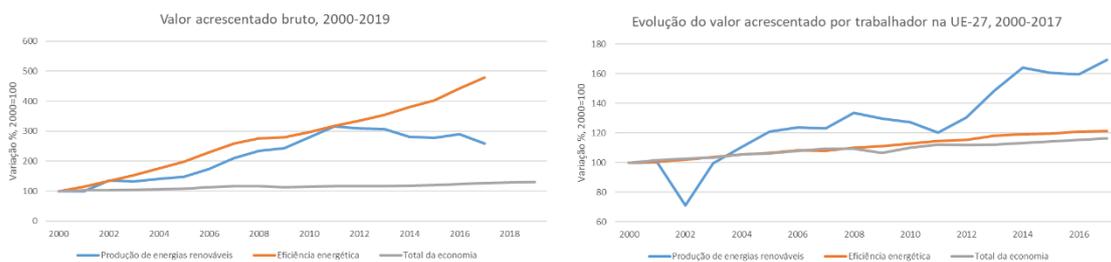
<sup>33</sup> D. T. Blagoeva, P. Alves Dias, A. Marmier, C.C. Pavel (2016), *Assessment of potential bottlenecks along the materials supply chain for the future deployment of low-carbon energy and transport technologies in the EU. Wind power, photovoltaic and electric vehicles technologies, time frame: 2015-2030*; EUR 28192 EN; doi:10.2790/08169.

<sup>34</sup> Com base no Inquérito de Estatísticas Estruturais das Empresas do Eurostat. Incluem-se os seguintes códigos: B05 (extração de carvão e lenhite), B06 (extração de petróleo bruto e de gás natural), B07.21 (extração de minérios de urânio e de tório), B08.92 (extração de turfa), B09.1 (atividades de apoio à extração de petróleo e de gás natural), C19 (fabricação de coque e de produtos petrolíferos refinados) e D35 (produção e distribuição de eletricidade, gás, vapor e ar condicionado).

parte constante desde 2011. O volume de negócios do setor dos combustíveis fósseis diminuiu de 36 % (702 mil milhões de EUR) do volume de negócios global do setor energético em 2011 para 26 % (475 mil milhões de EUR) em 2018. Simultaneamente, o volume de negócios da energia de fontes renováveis aumentou durante o mesmo período, passando de 127 mil milhões de EUR para 146 mil milhões de EUR<sup>35, 36</sup>. O valor acrescentado do setor da energia limpa (112 mil milhões de EUR em 2017) foi mais de duas vezes superior ao das atividades de extração e produção de combustíveis fósseis (53 mil milhões de EUR), tendo triplicado desde 2000. O setor da energia limpa gera assim mais valor acrescentado que permanece na Europa do que o setor dos combustíveis fósseis.

No período de 2000-2017, o crescimento anual do valor acrescentado bruto da produção de energia de fontes renováveis foi, em média, de 9,4 %, ao passo que o das atividades de eficiência energética foi, em média, de 22,3 %, ultrapassando largamente o resto da economia (1,6 %). A produtividade da mão de obra da UE (valor acrescentado bruto por trabalhador) também melhorou significativamente no setor da energia limpa, especialmente no setor da produção de energia de fontes renováveis, onde registou um aumento de 70 % desde 2000.

*Figura 2: Valor acrescentado bruto e valor acrescentado por trabalhador, 2000-2019, 2000 = 100*



*Fonte 2: JRC com base em dados do Eurostat: [env\_ac\_egss1], [nama\_10\_a10\_e], [env\_ac\_egss2], [nama\_10\_gdp].*

## 2.3 Capital humano

As tecnologias e soluções de energia limpa proporcionam emprego a tempo inteiro direto a 1,5 milhões de pessoas na Europa<sup>37</sup>, sendo mais de meio milhão<sup>38</sup> em atividades ligadas

<sup>35</sup> Eurostat [sbs\_na\_ind\_r2].

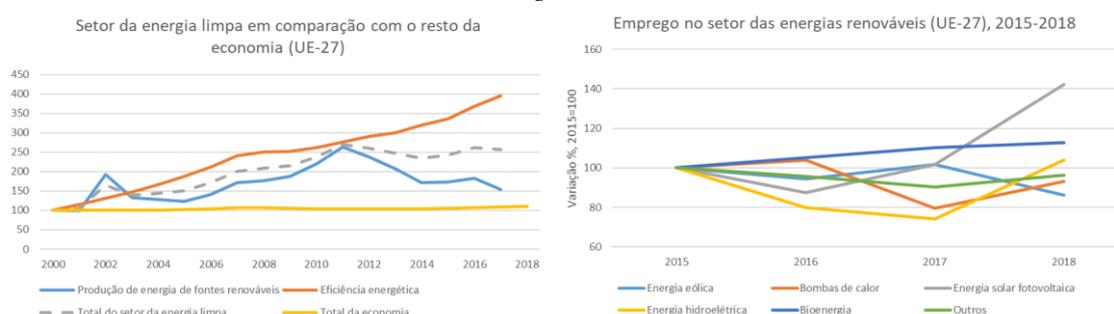
<sup>36</sup> EurObserv'ER.

<sup>37</sup> Para efeitos de contextualização, o emprego direto na extração e no fabrico de combustíveis fósseis (NACE B05, B06, B08.92, B09.1, C19) foi de 328 000 na UE-27 em 2018, tendo sido de 1,2 milhões no setor da eletricidade, gás, vapor e ar condicionado (NACE D35), que fornece eletricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis e fósseis. O valor total para o setor energético alargado manteve-se bastante estável, embora tenham desaparecido cerca de 80 000 postos de trabalho na extração de carvão e linhite e cerca de 30 000 na extração de petróleo bruto e de gás natural. Ver: JRC120302, *Employment in the Energy Sector Status Report 2020*, EUR 30186 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2020.

<sup>38</sup> Se também forem tidos em conta os postos de trabalho indiretos, o setor da energia de fontes renováveis emprega cerca de 1,4 milhões de pessoas na UE-27, segundo o EurObserv'ER. O EurObserv'ER inclui na sua estimativa tanto o emprego direto como o indireto. O emprego direto inclui o fabrico de equipamento e a construção de instalações para a produção de energia de fontes renováveis, a engenharia e gestão, a operação e manutenção, o fornecimento de biomassa e a exploração. O emprego indireto refere-se a atividades secundárias, tais como o transporte e outros serviços. A presente análise não abrange o emprego induzido. O EurObserv'ER utiliza um modelo formalizado para avaliar o emprego e o volume de negócios.

à energia de fontes renováveis (aumentando para 1,5 milhões quando também estão incluídos os postos de trabalho indiretos) e quase 1 milhão em atividades de eficiência energética (em 2017)<sup>39</sup>. Os postos de trabalho diretos na produção de energia de fontes renováveis na UE aumentaram de 327 000 em 2000 para 861 000 em 2011, diminuindo para 502 000 em 2017. Como mostra a figura 3, verificou-se uma diminuição após 2011<sup>40</sup>, provavelmente explicada pelo efeito da crise financeira, incluindo a subsequente realocação da capacidade de produção, bem como pelo aumento da produtividade e pela diminuição da intensidade de emprego. O número de postos de trabalho diretos no setor da eficiência energética aumentou a um ritmo constante de 244 000 em 2000 para 964 000 em 2017. Os postos de trabalho diretos nestes setores (FER e EE) representam cerca de 0,7 % do emprego total na UE<sup>41</sup>, mas o seu crescimento ultrapassou o do resto da economia, com um crescimento médio anual de 3,1 % e 17,4 %, respetivamente<sup>42</sup>.

Figura 3: Emprego direto no setor da energia limpa em comparação com o resto da economia no período de 2000-2018, 2000 = 100, e emprego no setor da energia de fontes renováveis por tecnologia, 2015-2018



Fonte 3: (JRC com base em dados do Eurostat [env\_ac\_egss1], [nama\_10\_a10\_e]<sup>43</sup> e EurObserv'ER)

<sup>39</sup> Os dados do setor dos bens e serviços ambientais (EGSS) do Eurostat são estimados combinando dados de diferentes fontes (EEE, PRODCOM, contas nacionais). No EGSS, são comunicadas informações sobre a produção de bens e serviços especificamente concebidos e produzidos para efeitos da proteção do ambiente ou da gestão de recursos. A unidade de análise no EGSS é o estabelecimento. O estabelecimento é uma empresa ou parte de uma empresa situada num único local, na qual é exercida uma única atividade ou na qual a atividade produtiva principal representa a maior parte do valor acrescentado. É também controlado em todos os códigos NACE. Utilizamos as classificações de atividades de gestão dos recursos (CReMA) 13A — Produção de energia proveniente de fontes renováveis e 13B — Poupança e gestão do calor e da energia.

<sup>40</sup> Esta diminuição deve-se provavelmente ao efeito da crise financeira, incluindo a subsequente realocação da capacidade de produção, bem como ao aumento da produtividade e à diminuição da intensidade de emprego (fontes: JRC120302, *Employment in the Energy Sector Status Report*, 2020). A diminuição foi liderada pela energia solar fotovoltaica e pela energia geotérmica em menor grau. O efeito da crise foi observado na queda das instalações solares fotovoltaicas e na realocação da produção para a Ásia. No setor da energia eólica marítima e terrestre observa-se, em particular, um aumento da produtividade e, conseqüentemente, uma diminuição da intensidade de emprego. A comparação do emprego direto com a potência instalada acumulada na última década revela uma diminuição de 47 % e 59 % no emprego específico para o setor da energia eólica marítima e terrestre, respetivamente (fontes: GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report*, 2020; WindEurope 2020, *Update of employment figures based on WindEurope, Local Impact GI*). Com base no EurObserv'ER, a intensidade de emprego (postos de trabalho/MW) caiu 19 % no setor da energia eólica e 14 % no setor da energia solar fotovoltaica durante o período de 2015-2018. A dinâmica no setor da eficiência energética é diferente (por exemplo, a economia de energia e a eficiência energética têm um impacto direto positivo através da redução dos custos), e o crescimento do emprego neste setor deve-se parcialmente ao forte crescimento do emprego no setor das bombas de calor desde 2012 (EurObserv'ER). De um modo geral, podemos ver pelo EurObserv'ER, que tem em conta os postos de trabalho diretos e indiretos, uma tendência crescente do emprego no setor das FER na UE-27.

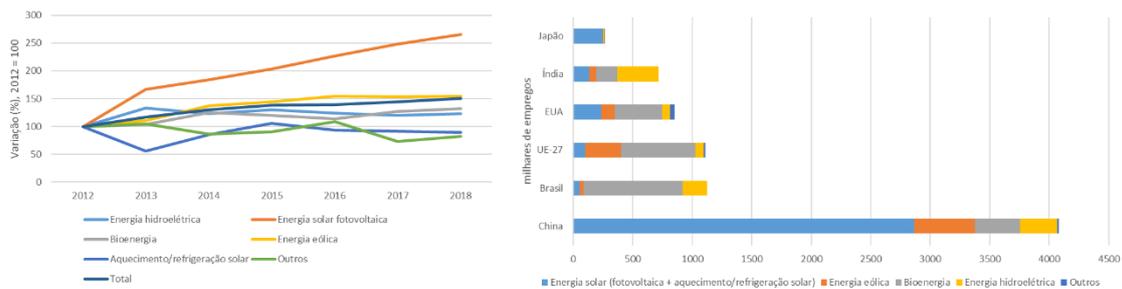
<sup>41</sup> Eurostat, EGSS.

<sup>42</sup> No resto da economia, o crescimento médio anual foi de 0,5 %.

<sup>43</sup> A produção de energia de fontes renováveis refere-se ao código CReMA 13A do EGSS do Eurostat e as atividades de eficiência energética ao código CReMA 13B.

A tendência crescente do emprego no setor da energia limpa é global, embora as tecnologias que oferecem mais oportunidades de emprego variem consoante a região. De um modo geral, foram criados postos de trabalho principalmente nos setores da energia solar fotovoltaica e da energia eólica. A China, que é responsável por quase 40 % de todos os postos de trabalho no setor da energia de fontes renováveis a nível mundial, emprega mais nos setores da energia solar fotovoltaica, do aquecimento e refrigeração solar, e da energia eólica; o emprego no Brasil é no setor da bioenergia; e a UE emprega a maioria das pessoas nos setores da bioenergia (cerca de metade de todos os postos de trabalho no setor das FER) e da energia eólica (cerca de um quarto); ver figura 4.

Figura 4: Emprego no setor das tecnologias de energia de fontes renováveis a nível mundial (2012-2018)<sup>44</sup>



Fonte 4: (JRC com base em dados da IRENA, 2019)<sup>45</sup>

O setor das tecnologias de energia limpa continua a enfrentar desafios, em especial ao nível da disponibilidade de trabalhadores qualificados nos locais onde são necessários<sup>46</sup>,<sup>47</sup>. As competências em causa incluem, em especial, competências técnicas e de engenharia, literacia informática e capacidade para utilizar novas tecnologias digitais, conhecimento dos aspetos de saúde e segurança, competências especializadas na realização de trabalhos em locais físicos extremos (por exemplo, em altura ou em profundidade) e competências sociais, como trabalho em equipa e comunicação, bem como conhecimento da língua inglesa.

No que se refere ao género, em 2019, as mulheres representavam, em média, 32 % da mão de obra no setor da energia de fontes renováveis<sup>48</sup>. Este valor é superior ao do setor da energia tradicional (25 %<sup>49</sup>), mas inferior à quota em toda a economia (46,1 %<sup>50</sup>). Além disso, o equilíbrio entre homens e mulheres difere, em maior medida, em certos perfis profissionais.

<sup>44</sup> Os valores do emprego por país são relativos a 2017.

<sup>45</sup> IRENA 2019. Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019.

<sup>46</sup> Projeto MATES, *Strategy baseline to bridge the skills gap between training offers and industry demands of the Maritime Technologies value chain*, setembro de 2019. <https://www.projectmates.eu/wp-content/uploads/2019/07/MATES-Strategy-Report-September-2019.pdf>.

<sup>47</sup> Alves Dias *et al.*, *EU coal regions: opportunities and challenges ahead*, 2018. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/eu-coal-regions-opportunities-and-challenges-ahead>.

<sup>48</sup> IRENA 2019: <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>.

<sup>49</sup> Eurostat (2019), dados disponíveis em <https://ec.europa.eu/eurostat/web/equality/overview>.

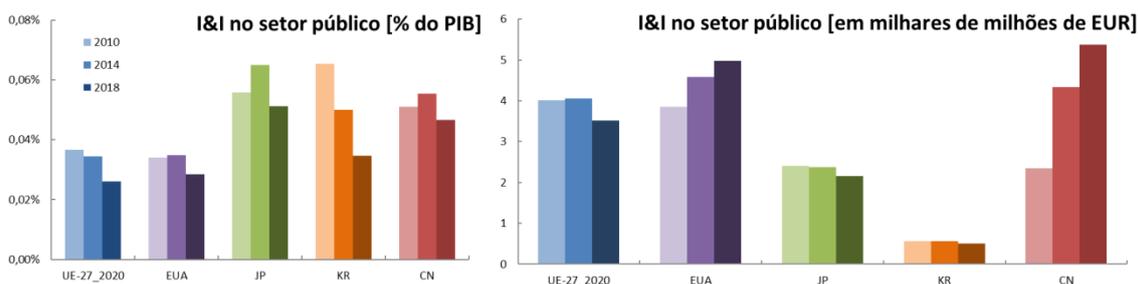
<sup>50</sup> Eurostat [Ifsa\_egan2], 2019.

## 2.4 Tendências de investigação e inovação

Nos últimos anos, a UE investiu, em média, cerca de 20 mil milhões de EUR por ano em I&I no domínio da energia limpa, com base nas prioridades da União da Energia<sup>51, 52</sup>. Os fundos da UE contribuem com 6 %, o financiamento público dos Estados nacionais representa 17 % e as empresas contribuem com cerca de 77 %.

O orçamento de I&I atribuído à energia na UE representa 4,7 % das despesas totais em I&I<sup>53</sup>. No entanto, em termos absolutos, os Estados-Membros reduziram os seus orçamentos nacionais de I&I para a energia limpa (figura 5); em 2018, a UE gastou menos quinhentos milhões do que em 2010. Esta tendência é global. As despesas em I&I do setor público no domínio das tecnologias energéticas hipocarbónicas foram mais baixas em 2019 do que em 2012, ao passo que os países continuam a atribuir grandes quantidades de financiamento de I&I aos combustíveis fósseis<sup>54</sup>. Este cenário é o oposto do que é necessário: Os investimentos em I&I no domínio das tecnologias limpas têm de aumentar para que a UE e o mundo possam cumprir os seus compromissos de descarbonização. Atualmente, a UE tem a taxa de investimento mais baixa de todas as principais economias mundiais, medida em percentagem do PIB (figura 5). Os fundos de investigação da UE têm contribuído para uma maior parcela do financiamento público e têm sido essenciais para manter os níveis de investimento em investigação e inovação nos últimos quatro anos.

Figura 5: Financiamento público das prioridades de I&I da União da Energia<sup>55</sup>



Fonte 5: JRC<sup>49</sup> com base em dados da AIE<sup>56</sup>, MI<sup>57</sup>.

Atualmente, no setor privado, apenas uma pequena parte das receitas está a ser consagrada à I&I nos setores que mais necessitam da adoção em grande escala de

<sup>51</sup> COM(2015) 80; energia de fontes renováveis, sistemas inteligentes, sistemas eficientes, transportes sustentáveis, CUAC e segurança nuclear.

<sup>52</sup> Plataforma SETIS do JRC <https://setis.ec.europa.eu/publications/setis-research-innovation-data>; JRC112127 Pasimeni, F.; Fiorini, A.; Georgakaki, A.; Marmier, A.; Jimenez Navarro, J. P.; Asensio Bermejo, J. M., *SETIS Research & Innovation country dashboards*, 2018. Comissão Europeia, Centro Comum de Investigação (JRC) [Conjunto de dados] PID: <http://data.europa.eu/89h/jrc-10115-10001>, de acordo com: JRC105642 Fiorini, A., Georgakaki, A., Pasimeni, F. e Tzimas, E., *Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies*, EUR 28446 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2017. JRC117092 Pasimeni, F., Letout, S., Fiorini, A., Georgakaki, A., *Monitoring R&I in Low-Carbon Energy Technologies, Revised methodology and additional indicators*, 2020 (a publicar).

<sup>53</sup> Eurostat, *Total GBAORD by NABS 2007 socio-economic objectives* [gba\_nabsfin07]. O objetivo socioeconómico da energia inclui a I&I no domínio da energia convencional. As prioridades de I&I da União da Energia seriam igualmente abrangidas por outros objetivos socioeconómicos.

<sup>54</sup> Plataforma Tecnológica Europeia da AIE <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation/global-status-of-clean-energy-innovation-in-2020#government-rd-funding>.

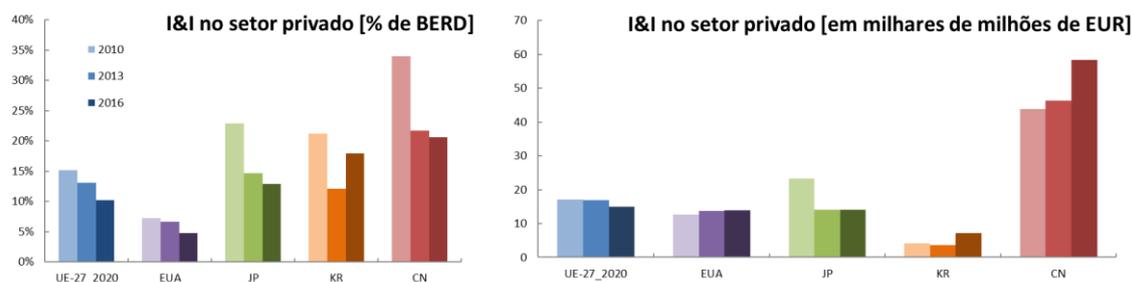
<sup>55</sup> Exclui os fundos da UE.

<sup>56</sup> Adaptado da edição de 2020 da base de dados de orçamentos de investigação, desenvolvimento e demonstração (IDD) para tecnologias energéticas da AIE.

<sup>57</sup> Acompanhamento dos progressos da Missão Inovação <http://mission-innovation.net/our-work/tracking-progress/>.

tecnologias hipocarbônicas<sup>51</sup>. A UE estimou que o investimento privado nas prioridades de I&I da União da Energia tem vindo a diminuir: Representa atualmente cerca de 10 % das despesas totais das empresas em I&I<sup>58</sup>. Este valor é superior ao dos EUA e comparável ao do Japão, mas inferior ao da China e da Coreia. Um terço deste investimento é direcionado para os transportes sustentáveis, ao passo que a energia de fontes renováveis, os sistemas inteligentes e a eficiência energética recebem cerca de um quinto cada. Embora a distribuição da I&I do setor privado na UE tenha mudado apenas ligeiramente nos últimos anos, registou-se uma mudança mais significativa a nível mundial no sentido da eficiência energética industrial e das tecnologias inteligentes de consumo<sup>59</sup>.

Figura 6: Estimativas do financiamento privado das prioridades de I&I da União da Energia<sup>60</sup>



Fonte 6: JRC<sup>49</sup>, Eurostat/OCDE<sup>55</sup>

Em média, as principais empresas cotadas e as suas filiais constituem 20-25 % dos principais investidores, mas representam 60-70 % da atividade de patenteação e dos investimentos. Na UE, o setor automóvel é o maior investidor privado em I&I, em termos absolutos, no domínio das prioridades de I&I da União da Energia<sup>61</sup>, seguido dos setores da biotecnologia e dos produtos farmacêuticos. A figura 7 mostra que, entre as indústrias energéticas, o setor do petróleo e do gás é o maior investidor em I&I. Outros setores energéticos, como o da eletricidade ou o das empresas de energias alternativas, têm orçamentos muito mais baixos para I&I, embora consagrem mais dos mesmos às energias limpas. É preocupante que uma grande parcela do orçamento privado para I&I no setor da energia não seja aplicada em tecnologias de energia limpa. De acordo com a AIE, menos de 1 % das despesas totais de capital das empresas petrolíferas e de gás foram efetuadas fora do âmbito das suas principais áreas de atividade, em média<sup>62, 63</sup>, e apenas 8 % das suas patentes são no domínio da energia limpa<sup>64</sup>.

<sup>58</sup> Em comparação com as estatísticas relativas às despesas das empresas em investigação e desenvolvimento (BERD): Eurostat/OCDE, Business expenditure on R&D (BERD) by NACE Rev. 2 activity and source of funds [rd\_e\_berdfundr2]. O setor dos serviços públicos essenciais inclui os serviços de captação, tratamento e distribuição de água; não existem dados disponíveis para todos os países.

<sup>59</sup> Contributo JRC118288 para a Missão Inovação (2019), *Mission Innovation Beyond 2020: challenges and opportunities*.

<sup>60</sup> As estimativas para a China são particularmente desafiadoras e incertas, dadas as diferenças na proteção da propriedade intelectual (ver também <https://chinapower.csis.org/patents/>) e as dificuldades enfrentadas no levantamento das estruturas empresariais (por exemplo, empresas apoiadas pelo Estado) e dos relatórios financeiros.

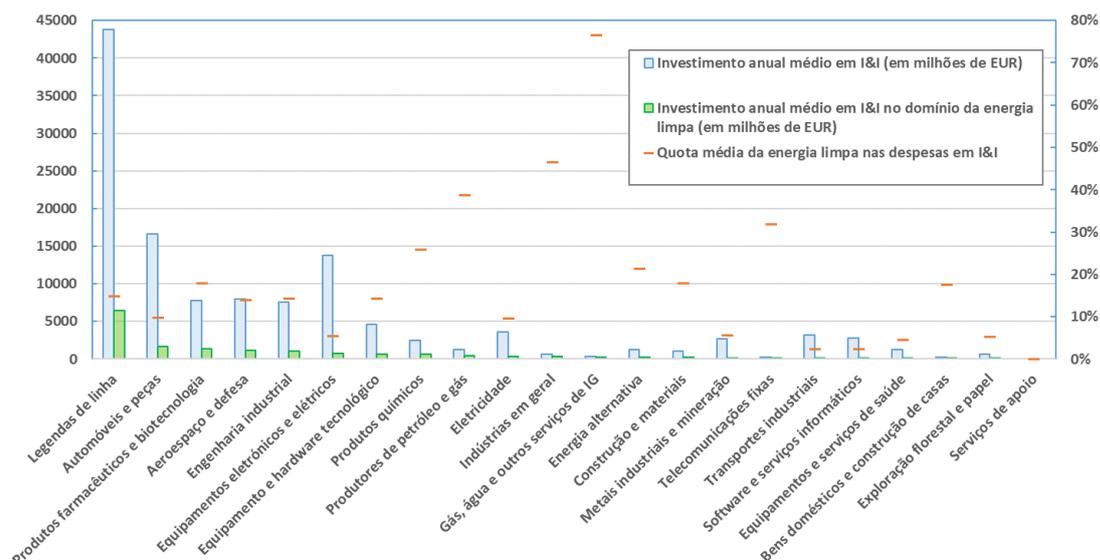
<sup>61</sup> Esta é uma definição mais ampla daquilo que inclui a tecnologia de energia limpa em relação à que é utilizada no presente relatório. Por exemplo, esta definição mais ampla inclui I&I em eficiência energética na indústria.

<sup>62</sup> Com algumas das principais empresas individuais a gastarem cerca de 5 % em energia limpa.

<sup>63</sup> *The oil and gas industry in energy transitions, world energy outlook special report*, AIE, janeiro de 2020, <https://www.iea.org/reports/the-oil-and-gas-industry-in-energy-transitions>.

<sup>64</sup> *The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices – Oxford Institute for Energy Studies*, julho de 2019; Rob West, Founder, Thundersaid Energy & Research Associate, OIES and Bassam Fattouh, Director, OIES, página 4.

Figura 7: Investimento da UE nas prioridades de I&I da União da Energia, por setor industrial<sup>65</sup>



Fonte 7: JRC<sup>49</sup>

O investimento de capital de risco (CR) em energia limpa tem vindo a aumentar nos últimos anos, mas continua a ser baixo (pouco mais de 6-7 %) em comparação com o investimento do setor privado em I&I. Até agora, o ano de 2020 marca uma desaceleração global significativa no investimento de CR em tecnologias de energia limpa<sup>66</sup>.

A atividade de patenteação no domínio das tecnologias de energia limpa<sup>67</sup> atingiu o seu pico em 2012 e tem vindo a diminuir desde então<sup>68</sup>. Não obstante esta tendência, algumas tecnologias que são cada vez mais importantes para a transição para energia limpa (por exemplo, as baterias) mantiveram ou mesmo aumentaram os seus níveis de atividade de patenteação.

A UE e o Japão lideram entre os concorrentes internacionais em patentes de elevado valor<sup>69</sup> no domínio das tecnologias de energia limpa. As patentes de energia limpa representam 6 % de todas as invenções de elevado valor na UE. A percentagem da UE é semelhante à do Japão e superior à da China (4 %), dos EUA e do resto do mundo (5 %), ficando atrás apenas da Coreia (7 %) em termos de economias concorrentes. A UE alberga um quarto das 100 principais empresas em termos de patentes de elevado valor no domínio da energia limpa. A maioria das invenções financiadas por empresas multinacionais sediadas na UE é produzida na Europa, sobretudo por filiais situadas no mesmo país<sup>70</sup>. Os EUA e a China são os principais institutos de propriedade intelectual — e, por extensão, mercados — alvo de proteção das invenções da UE.

<sup>65</sup> Principais setores contribuintes. Média quinquenal (2012-2016) por setor; um terço das empresas (não cotadas, pequenos investidores) não pode ser atribuído a um setor específico.

<sup>66</sup> JRC<sup>52</sup> e análise do JRC com base na Pitchbook e nos dados da AIE sobre investimentos de CR em tecnologia limpa.

<sup>67</sup> Tecnologias energéticas hipocarbónicas no âmbito das prioridades de I&I da União da Energia.

<sup>68</sup> Excetuando a China, onde as aplicações locais continuam a aumentar, sem procurar proteção internacional. (Ver também: *Are Patents Indicative of Chinese Innovation?* <https://chinapower.csis.org/patents/>).

<sup>69</sup> As famílias de patentes de elevado valor (invenções) são as que contêm pedidos apresentados a mais de um instituto, ou seja, as que procuram proteção em mais de um país/mercado.

<sup>70</sup> Os incentivos, a língua e a proximidade geográfica explicam as principais exceções.

## 2.5 Recuperação da COVID-19<sup>71</sup>

Durante a pandemia, o sistema energético europeu provou ser resiliente aos choques por ela provocados<sup>72</sup> e surgiu um cabaz energético mais ecológico, com a produção de eletricidade a partir do carvão na UE a diminuir 34 % e as fontes de energia renovável a proporcionarem 43 % da produção de eletricidade no segundo trimestre de 2020, a percentagem mais elevada até à data<sup>73</sup>. Simultaneamente, o desempenho do setor da energia limpa no mercado bolsista parece ter sido menos afetado e recuperou mais rapidamente do que os setores dos combustíveis fósseis. A digitalização ajudou as empresas e os setores a responderem com êxito à crise, fomentando igualmente o surgimento de novas aplicações digitais.

Embora as cadeias de valor da energia da UE estejam a recuperar, a crise levantou a questão da otimização e da potencial regionalização das cadeias de abastecimento, a fim de reduzir a exposição a futuras perturbações e melhorar a resiliência. Em resposta, a Comissão pretende identificar as cadeias de abastecimento críticas para as tecnologias energéticas, analisar as potenciais vulnerabilidades e melhorar a sua resiliência<sup>74</sup>. As principais prioridades energéticas na recuperação são a eficiência energética, em especial através da vaga de renovação, as fontes de energia renováveis, o hidrogénio e a integração dos sistemas energéticos. Existe ainda a preocupação de que a pandemia esteja a afetar os investimentos e os recursos disponíveis para a I&I, como se verificou em crises económicas anteriores.

As medidas de recuperação podem tirar partido do potencial de criação de emprego oferecido pela eficiência energética e pela energia de fontes renováveis<sup>75</sup>, incluindo o do setor de I&I, a fim de estimular o emprego e, ao mesmo tempo, avançar rumo à sustentabilidade. O apoio ao investimento em I&I, incluindo a I&I das empresas, tem um maior impacto positivo no emprego em setores de média a alta tecnologia, como as tecnologias de energia mais limpa<sup>76</sup>. Ao mesmo tempo, são necessárias tecnologias hipocarbónicas inovadoras, por exemplo nas indústrias com utilização intensiva de energia, o que exigirá investimentos em I&I mais rápidos para a sua demonstração e implantação.

### 3. FOCO NAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES DE ENERGIA LIMPA

Na secção seguinte, são analisados os valores de competitividade mais relevantes para cada uma das seis tecnologias acima referidas, bem como *o estado, a cadeia de valor e o mercado mundial*, com base nos indicadores descritos no quadro 1. O desempenho da UE é comparado, tanto quanto possível, com o de outras regiões-chave (por exemplo, EUA e Ásia). No «Relatório sobre as tecnologias e as inovações no âmbito da transição para a

<sup>71</sup> Com base no trabalho do JRC sobre os impactos da COVID-19 no sistema energético e nas cadeias de valor.

<sup>72</sup> SWD(2020) 104 – Segurança energética: Boas práticas para fazer face aos riscos pandémicos.

<sup>73</sup> «Quarterly Report on European Electricity Markets», volume 13, Número 2. [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis\\_en?redir=1](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/market-analysis_en?redir=1).

<sup>74</sup> A análise é apoiada por um estudo cujas conclusões deverão ser apresentadas em abril de 2021.

<sup>75</sup> Estima-se que o mesmo nível de despesas acabe por gerar quase três vezes mais empregos do que nas indústrias alimentadas a combustíveis fósseis. Fonte: Heidi Garrett-Peltier, Green versus brown: «Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model», *Economic Modelling*, Volume 61, 2017, pp. 439-447.

<sup>76</sup> Trabalho da CE para o acompanhamento dos progressos da Missão Inovação: «The Economic Impacts of R&D in the Clean Energy Sector and COVID-19», MI Webinar, 6 de maio de 2020.

energia limpa»<sup>77</sup> que acompanha o presente documento, é possível encontrar uma avaliação mais pormenorizada de outras tecnologias importantes no domínio da energia limpa e hipocarbónica necessárias para alcançar a neutralidade climática.

### 3.1 Energia de fontes renováveis marítimas — energia eólica

**Tecnologia:** Em 2019, a potência instalada acumulada de energia eólica marítima na UE atingiu os 12 GW<sup>78</sup>. No horizonte temporal de 2050, os cenários da UE preveem cerca de 300 GW de potência instalada de energia eólica marítima na UE<sup>79</sup>. Globalmente, os custos diminuíram de forma acentuada nos últimos anos e a procura foi estimulada por novos concursos realizados a nível mundial e pela construção de parques eólicos isentos de subvenções. A energia eólica marítima beneficiou consideravelmente dos desenvolvimentos eólicos terrestres, especialmente das economias de escala (por exemplo, desenvolvimento de materiais e componentes comuns), permitindo assim que os esforços se concentrassem nos segmentos mais inovadores da tecnologia (como a energia eólica marítima flutuante, novos materiais e componentes). Os projetos recentes em matéria de energia eólica marítima observaram um aumento acentuado dos fatores de potência. A potência média das turbinas aumentou de 3,7 MW (2015) para 6,3 MW (2018), graças aos esforços continuados de I&I.

A I&I no domínio da energia eólica marítima gira principalmente em torno do aumento da dimensão das turbinas, de aplicações flutuantes (em especial a conceção de subestruturas), do desenvolvimento de infraestruturas e da digitalização. Cerca de 90 % do financiamento de I&I da UE para a energia eólica provém do setor privado<sup>80</sup>. Ao nível da UE, a I&I no domínio da energia eólica marítima tem recebido apoio desde a década de 1990. Nos últimos anos, o setor da energia eólica marítima, em especial a flutuante, recebeu financiamentos substanciais (figura 8). Estes padrões de I&I evidenciam que, através do desenvolvimento de novos segmentos de mercado, a UE poderia estabelecer uma vantagem competitiva. Por exemplo, uma cadeia de abastecimento de energia eólica marítima de pleno direito na UE (alargada também a bacias marítimas da UE inexploradas), uma liderança na indústria marítima flutuante visando mercados com águas mais profundas ou novos conceitos emergentes, por exemplo sistemas eólicos de bordo ou o desenvolvimento de uma infraestrutura portuária capaz de cumprir os objetivos ambiciosos (e sinergias com outros setores, nomeadamente a produção de hidrogénio nos portos). As tendências de patenteação confirmam a competitividade da Europa no domínio da energia eólica. Os operadores da UE são líderes em invenções de elevado valor<sup>81</sup> e protegem os seus conhecimentos noutros institutos de patentes fora do seu mercado interno.

---

<sup>77</sup> SWD(2020) 953.

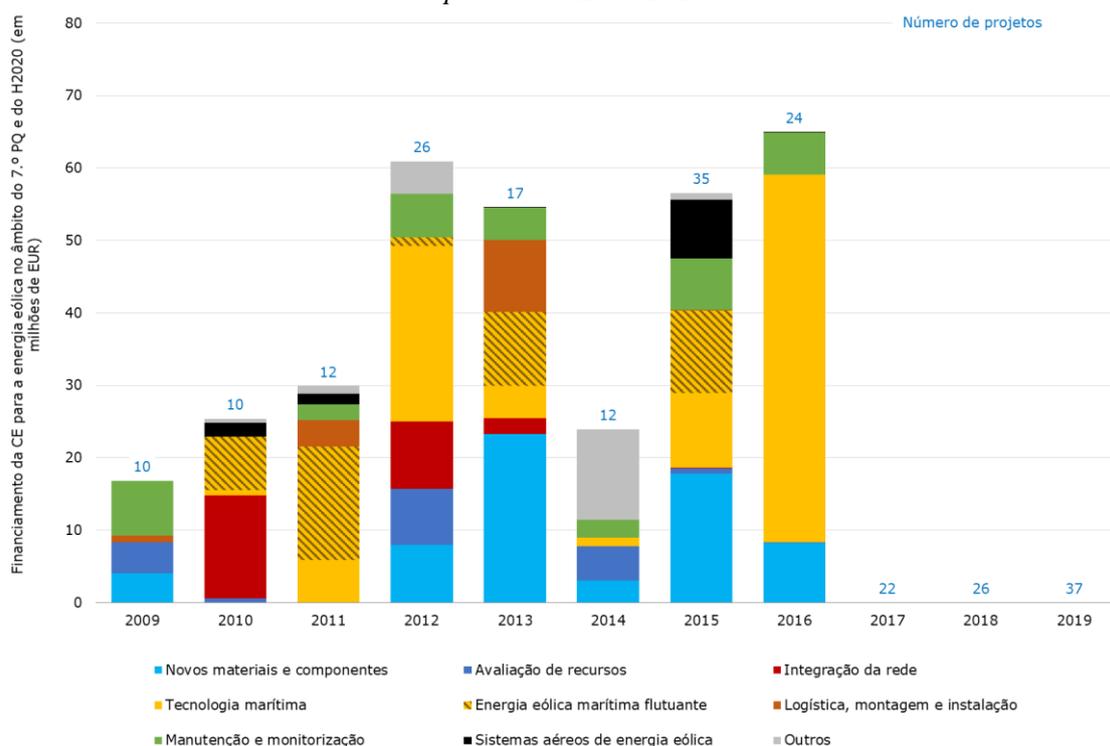
<sup>78</sup> GWEC, *Global Wind Energy Report 2019*, 2020.

<sup>79</sup> De acordo com o cenário CTP-MIX da COM(2020) 562 final.

<sup>80</sup> JRC, *Technology Market Report – Wind Energy*, 2019.

<sup>81</sup> Tal significa que as patentes são protegidas noutros institutos de patentes fora do país emissor e dizem respeito a famílias de patentes que incluem pedidos de patentes em mais de um instituto de patentes. Cerca de 60 % de todas as invenções relacionadas com o vento na UE foram protegidas noutros países (a título de comparação, apenas 2 % das invenções chinesas foram protegidas noutros institutos de patentes fora da China).

Figura 8: Evolução do financiamento de I&I da CE, categorizado por prioridades de I&I para a energia eólica no âmbito do 7.º PQ e do programa H2020 e pelo número de projetos financiados no período de 2009-2019.



Fonte 8: JRC 2020<sup>82</sup>

Outras inovações recentes visam a cadeia de abastecimento/logística, nomeadamente o desenvolvimento de caixas de velocidades de turbinas eólicas suficientemente compactas para caberem num contentor de transporte marítimo normalizado<sup>83</sup>, bem como a aplicação de abordagens de economia circular ao longo do ciclo de vida das instalações. Além disso, outras inovações e tendências que deverão registar um maior crescimento nos próximos dez anos incluem os geradores supercondutores, os materiais avançados das torres e o valor acrescentado da energia eólica marítima (valor do sistema eólico). O grupo para a energia eólica marítima do Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias Energéticas identificou a maioria destes domínios como sendo fundamentais para que a Europa continue a ser competitiva no futuro. Atualmente, a Europa lidera em todas as partes da cadeia de valor dos sistemas de deteção e monitorização de turbinas de energia eólica marítima, incluindo a investigação e a produção<sup>84</sup>.

**Cadeia de valor:** Em termos de mercado, as empresas da UE estão à frente dos seus concorrentes no fornecimento de geradores marítimos de todas as gamas de energia, refletindo um mercado marítimo europeu bem estabelecido e a crescente dimensão das turbinas recentemente instaladas<sup>85</sup>. Atualmente, cerca de 93 % da potência instalada no

<sup>82</sup> JRC, Low Carbon Energy Observatory, *Wind Energy Technology Development Report 2020*, Comissão Europeia, 2020, JRC120709.

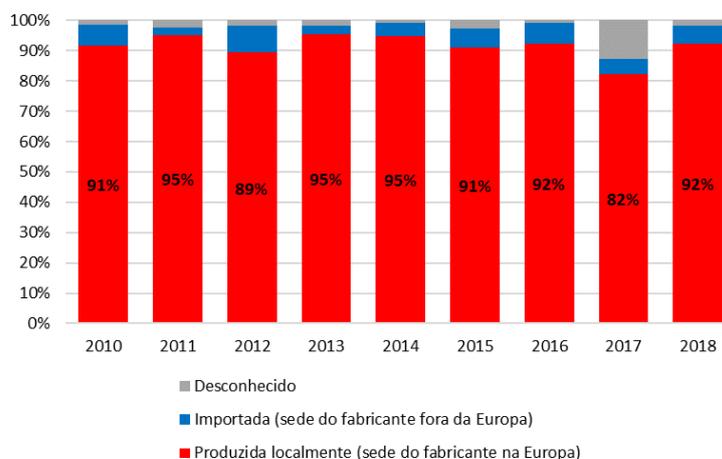
<sup>83</sup> Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias Energéticas, *Offshore Wind Implementation Plan* (2018).

<sup>84</sup> ICF para a DG GROW: *Climate neutral market opportunities and EU competitiveness study*, 2020.

<sup>85</sup> JRC, *Technology Market Report – Wind Energy*, 2019.

mar na Europa em 2019 é produzida localmente por fabricantes europeus (Siemens, Gamesa Renewable Energy, MHI Vestas e Senvion<sup>86</sup>).

Figura 9: Potência eólica recentemente instalada (terrestre e marítima) – local vs. importada, assumindo um mercado único europeu



Fonte 9: JRC 2020<sup>87</sup>

Mercado mundial: A quota da UE<sup>88</sup> nas exportações mundiais aumentou de 28 % em 2016 para 47 % em 2018, e 8 dos 10 principais exportadores mundiais eram países da UE, sendo a China e a Índia os principais concorrentes mundiais. Entre 2009 e 2018, a balança comercial da UE<sup>89</sup> permaneceu positiva, revelando uma tendência ascendente.

Em termos de projeções dos mercados mundiais, na Ásia (incluindo a China) prevê-se que a potência de energia eólica marítima atinja cerca de 95 GW até 2030 (de uma potência total projetada de quase 233 GW até 2030)<sup>90</sup>. Em 2018, quase metade do investimento global em energia eólica marítima ocorreu na China<sup>91</sup>. No mesmo horizonte temporal de 2030, o cenário CTP-MIX prevê cerca de 73 GW de potência de energia eólica marítima na UE. Atualmente, os PNEC preveem 55 GW de potência de energia eólica marítima até 2030.

As aplicações flutuantes parecem tornar-se uma opção viável para os países e regiões da UE que carecem de águas menos profundas (parques flutuantes de energia eólica marítima para profundidades compreendidas entre 50 e 1 000 metros) e poderão abrir novos mercados baseados em zonas como o oceano Atlântico, o Mediterrâneo e, potencialmente, o mar Negro. Estão previstos ou em curso vários projetos que conduzirão à instalação de 350 MW de potência em parques flutuantes em águas europeias até 2024. Além disso, a indústria eólica da UE pretende instalar parques flutuantes de energia eólica marítima com uma potência de 150 GW até 2050 em águas europeias, a fim de alcançar a neutralidade climática<sup>92</sup>. O mercado mundial da energia proveniente de parques flutuantes de energia eólica marítima representa uma oportunidade comercial considerável para as empresas da UE. Até 2030, prevê-se que

<sup>86</sup> Na sequência da insolvência da Senvion e do encerramento da sua fábrica de turbinas em Bremerhaven no final de 2019, é expectável uma concentração de mercado ainda mais forte.

<sup>87</sup> JRC, *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe*, JRC121366 (a publicar).

<sup>88</sup> UE, incluindo o Reino Unido.

<sup>89</sup> UE, incluindo o Reino Unido.

<sup>90</sup> GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report*, 2020.

<sup>91</sup> IRENA, *Future of wind*, 2019, p. 52.

<sup>92</sup> ETIP, *Wind, Floating Offshore Wind. Delivering climate neutrality*, 2020.

esta fonte seja responsável por cerca de 6,6 GW, com potências instaladas significativas em certos países asiáticos (Coreia do Sul e Japão), além dos mercados europeus (França, Noruega, Itália, Grécia, Espanha) entre 2025 e 2030. Uma vez que a China dispõe de recursos eólicos abundantes em águas pouco profundas, não é expectável que construa parques eólicos flutuantes com capacidade significativa a médio prazo<sup>93</sup>. As aplicações flutuantes também podem reduzir os impactos ambientais subaquáticos, nomeadamente durante a fase de construção.

A energia eólica marítima é uma indústria competitiva no mercado mundial. As exigências emergentes dos mercados mundiais, como a de energia gerada por parques eólicos flutuantes, podem tornar-se cruciais para a indústria da UE, se esta quiser ser competitiva na indústria de energia eólica marítima em expansão, e continuar a sê-lo. Uma questão fundamental é saber se os Estados-Membros se comprometerão com a energia eólica. O atual desfasamento entre a projeção dos PNEC para 2030 (55 GW de energia eólica marítima) e o cenário da UE (73 GW<sup>94</sup>) significa que o investimento deve ser intensificado. O impacto positivo do desenvolvimento da energia eólica marítima nas cadeias de abastecimento das bacias marítimas é relevante para o desenvolvimento regional (localização da produção, montagem de turbinas perto do mercado, impacto nas infraestruturas portuárias). A estratégia para a energia de fontes renováveis marítimas<sup>95</sup> definirá um conjunto de medidas destinadas a superar os desafios e a impulsionar as prospeções marítimas.

### 3.2 Energia de fontes renováveis marítimas — energia oceânica

**Tecnologia:** As tecnologias de energia das ondas e das marés são as mais avançadas entre as tecnologias de energia oceânica, com um potencial significativo localizado em vários Estados-Membros e regiões<sup>96</sup>. Pode considerar-se que as tecnologias das marés estão na fase pré-comercial. A convergência da conceção permitiu que esta tecnologia desenvolvesse e gerasse uma quantidade significativa de eletricidade (mais de 30 GWh desde 2016<sup>97</sup>). Foram implementados vários projetos e protótipos em toda a Europa e a nível mundial. Contudo, a maioria das abordagens tecnológicas de energia das ondas encontra-se no nível de maturidade tecnológica (TRL) 6-7, com um forte foco na I&I. Quase todas as melhorias na tecnologia de aproveitamento da energia das ondas resultam de projetos em curso na UE. Nos últimos cinco anos, o setor demonstrou resiliência<sup>98</sup> e foram alcançados progressos tecnológicos significativos graças ao sucesso da implantação de parques de demonstração e pioneiros<sup>99</sup>.

Os cenários a longo prazo preveem uma adoção limitada das tecnologias de energia oceânica. O custo elevado dos conversores de energia das ondas e das marés e as informações limitadas disponíveis sobre o desempenho limitam a captura de energia oceânica no modelo<sup>100</sup>. Simultaneamente, o Pacto Ecológico Europeu sublinha o papel

---

<sup>93</sup> GWEC 2020, *Global Offshore Wind Report*, 2020.

<sup>94</sup> O cenário CTP-MIX da COM(2020) 562 final.

<sup>95</sup> Prevê-se que seja publicada no final de 2020.

<sup>96</sup> Existe um potencial significativo para desenvolver a energia das marés em França, na Irlanda e em Espanha, bem como um potencial localizado noutros Estados-Membros. No que diz respeito à energia das ondas, existe um elevado potencial no Atlântico, bem como um potencial localizado no mar do Norte, no mar Báltico, no Mediterrâneo e no mar Negro.

<sup>97</sup> *Ofgem Renewable Energy Guarantees Origin Register*. <https://www.renewablesandchp.ofgem.gov.uk/>.

<sup>98</sup> Comissão Europeia, *Study on Lessons for Ocean Energy Development*, EUR 27984, 2017.

<sup>99</sup> Magagna & Uihlein, *2014 JRC Ocean Energy Status Report*, 2015.

<sup>100</sup> Nos próximos anos, é expectável que os resultados da modelização energética da UE reflitam a validação e a redução de custos destas tecnologias.

fundamental que a energia de fontes renováveis marítimas desempenhará na transição para uma economia com impacto neutro no clima, prevendo-se um contributo significativo sob as condições de mercado e políticas adequadas (2,6 GW até 2030<sup>101</sup> e 100 GW nas águas europeias até 2050<sup>102</sup>). As demonstrações em curso mostram que os custos podem ser reduzidos rapidamente: os dados dos projetos Horizonte 2020 indicam que o custo da energia das marés diminuiu mais de 40 % entre 2015 e 2018<sup>103, 104</sup>.

Cadeia de valor: A liderança europeia abrange a totalidade da cadeia de abastecimento<sup>105</sup> e do sistema de inovação<sup>106</sup> da energia oceânica. O *cluster* europeu constituído por institutos de investigação especializados, os agentes de desenvolvimento e a disponibilidade de infraestruturas de investigação permitiram à Europa desenvolver e manter a sua atual posição concorrencial.

Mercado mundial: A UE mantém a liderança mundial, apesar da saída do Reino Unido e das alterações no mercado das tecnologias de energia das ondas e das marés. Setenta por cento da potência instalada de energia oceânica a nível mundial foi desenvolvida por empresas sediadas na UE<sup>107</sup>. Na próxima década, será vital que os agentes de desenvolvimento da UE se baseiem na sua posição concorrencial. Prevê-se que a potência instalada de energia oceânica a nível mundial aumente para 3,5 GW nos próximos cinco anos, podendo igualmente esperar-se um aumento de até 10 GW até 2030<sup>108</sup>.

---

<sup>101</sup> Comissão Europeia, *Market study on ocean energy*, 2018. 2,2 GW de energia das marés e 423 MW de energia das ondas.

<sup>102</sup> Comissão Europeia, *Ocean energy strategic roadmap: building ocean energy for Europe*, 2017.

<sup>103</sup> JRC, *Technology Development Report LCEO: Ocean Energy*, 2019.

<sup>104</sup> Além disso, a I&I nos domínios dos materiais avançados e híbridos, dos novos processos de fabrico e do fabrico aditivo que utilizam tecnologias 3D inovadoras poderia permitir uma maior redução dos custos. Poderia também contribuir para reduzir o consumo de energia, encurtar o calendário de realização e melhorar a qualidade associada à produção de grandes componentes fundidos.

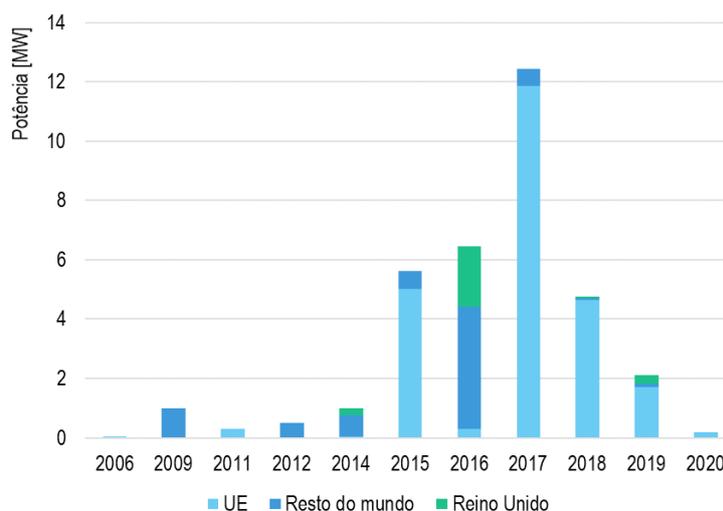
<sup>105</sup> JRC, *Supply chain of renewable energy technologies in Europe*, 2017.

<sup>106</sup> JRC, *Overview of European innovation activities in marine energy technology*, 2014.

<sup>107</sup> JRC, *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe*, JRC121366, 2020.

<sup>108</sup> EURActive (2020) <https://www.euractiv.com/section/energy/interview/irena-chief-europe-is-the-frontrunner-on-tidal-and-wave-energy/>.

Figura 10: Potência instalada por origem da tecnologia



Fonte 10: JRC 2020<sup>109</sup>

Na UE<sup>110</sup>, 838 empresas de 26 países registaram patentes ou estiveram envolvidas no registo de patentes relacionadas com a energia oceânica entre 2000 e 2015<sup>111</sup>. Há muito que a UE mantém a liderança tecnológica no desenvolvimento de tecnologias de energia oceânica, graças ao apoio sustentado prestado à I&I. Entre 2007 e 2019, as despesas totais em I&I no domínio da energia das ondas e das marés ascenderam a 3,84 mil milhões de EUR, com a sua maioria (2,74 mil milhões de EUR) a provir de fontes privadas. No mesmo período, os programas nacionais de I&I contribuíram com 463 milhões de EUR para o desenvolvimento da energia das ondas e das marés, ao passo que os fundos da UE apoiaram a I&I num montante de quase 650 milhões de EUR, incluindo os projetos NER300 e Interreg (cofinanciados pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional)<sup>112</sup>. Em média, mil milhões de EUR de financiamento público (da UE<sup>113</sup> e nacional) mobilizaram 2,9 mil milhões de EUR de investimentos privados durante o período de referência.

Continua a ser necessária uma redução significativa dos custos para que as tecnologias de energia das marés e das ondas explorem o seu potencial no cabaz energético, para o qual são necessárias atividades de demonstração intensificadas (ou seja, um aumento da taxa de projetos na água) e continuadas (ou seja, a continuidade dos projetos). Apesar dos avanços no desenvolvimento e na demonstração de tecnologias, o setor enfrenta dificuldades para criar um mercado viável. O apoio nacional afigura-se baixo, refletido pelo compromisso limitado com a instalação de potência de energia oceânica nos PNEC em comparação com 2010 e pela falta de apoio claramente dedicado a projetos de demonstração ou ao desenvolvimento de regimes de remuneração inovadores para as tecnologias de fontes de energia renováveis emergentes. Fica assim limitada a margem para desenvolver um plano comercial e para identificar formas viáveis de desenvolver e aplicar a tecnologia. Os planos comerciais específicos para a energia oceânica requerem, por conseguinte, maior atenção, em especial quando a sua previsibilidade for suscetível

<sup>109</sup> JRC, *Facts and figures on Offshore Renewable Energy Sources in Europe*, JRC121366, 2020.

<sup>110</sup> UE, incluindo o Reino Unido.

<sup>111</sup> JRC, *Technology Development Report Ocean Energy 2020 Update*, 2020.

<sup>112</sup> Cálculo do JRC, 2020.

<sup>113</sup> Os fundos da UE concedidos até 2020 incluíam beneficiários do Reino Unido.

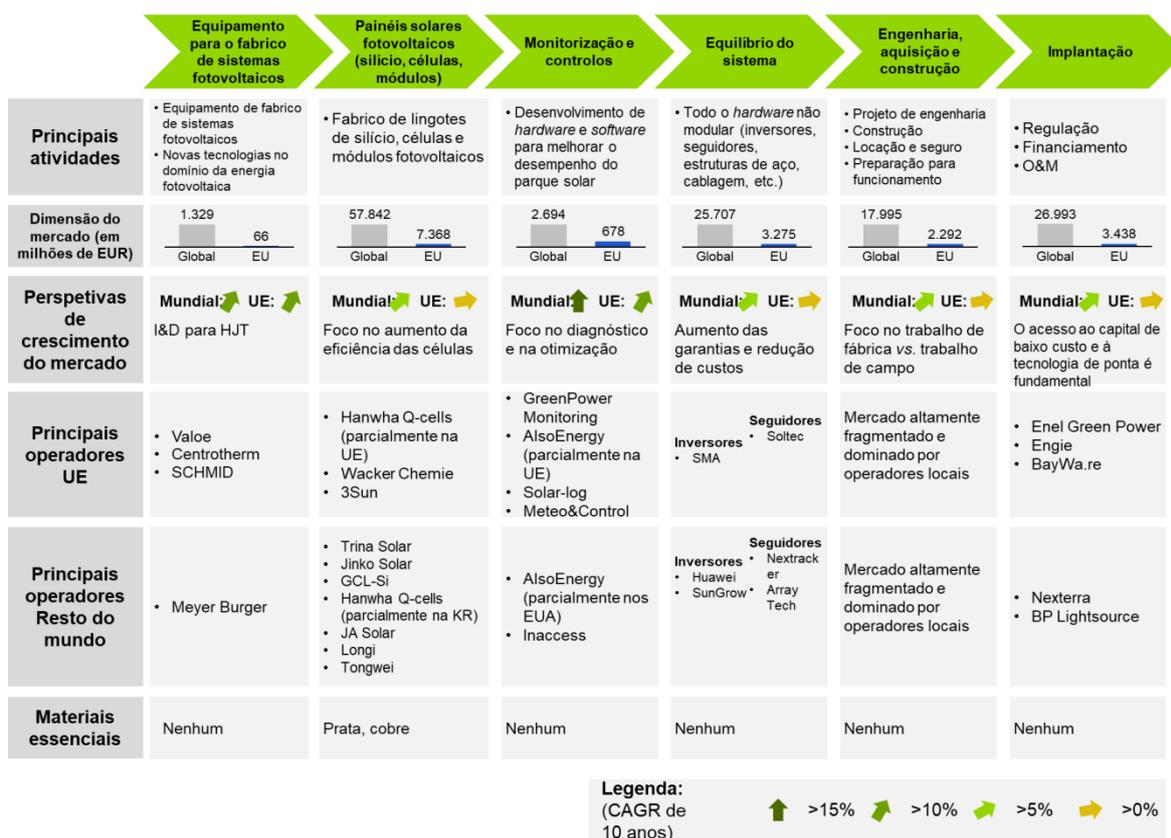
de aumentar o seu valor, bem como o seu potencial para descarbonizar as pequenas comunidades e as ilhas da UE<sup>114</sup>. A futura estratégia para a energia de fontes renováveis marítimas oferece uma oportunidade para apoiar o desenvolvimento da energia oceânica e permitir à UE aproveitar plenamente os seus recursos em todo o território.

### 3.3 Energia solar fotovoltaica

**Tecnologia:** A energia solar fotovoltaica tornou-se a tecnologia energética de crescimento mais rápido do mundo, com a sua procura a espalhar-se e a expandir-se à medida que se torna a opção mais competitiva para a produção de eletricidade num número crescente de mercados e aplicações. Este crescimento é apoiado pela diminuição do custo dos sistemas fotovoltaicos (EUR/W) e pelo custo cada vez mais competitivo da eletricidade gerada (EUR/MWh).

A potência fotovoltaica instalada cumulativa da UE<sup>115</sup> atingiu os 134 GW em 2019, prevendo-se que cresça para 370 GW em 2030 e para 1 051 GW em 2050<sup>116</sup>. Tendo em conta o crescimento significativo previsto da potência fotovoltaica na UE e a nível mundial, a Europa deve desempenhar um papel considerável em toda a cadeia de valor. Atualmente, as empresas europeias têm desempenhos diferentes nos vários segmentos da cadeia de valor fotovoltaica (figura 11).

Figura 11: Operadores europeus em toda a cadeia de valor da indústria fotovoltaica



Fonte 11: Estudo da ASSET sobre a competitividade

<sup>114</sup> Comissão Europeia (2020), *The EU Blue Economy Report, 2020*.

<sup>115</sup> UE, incluindo o Reino Unido.

<sup>116</sup> De acordo com as projeções da avaliação de impacto que apoia o Plano para atingir a Meta Climática [COM(2020) 562 final].

Cadeia de valor: As empresas da UE são competitivas sobretudo na parte a jusante da cadeia de valor e conseguiram manter-se competitivas nos segmentos de acompanhamento, controlo e equilíbrio do sistema (BoS), acolhendo alguns dos líderes no fabrico de inversores e em seguidores solares. As empresas da UE também mantiveram uma posição de liderança no segmento da implantação, onde os operadores estabelecidos, como a Enerparc, a Engie, a Enel Green Power ou a BayWa.re, conseguiram ganhar novas quotas de mercado a nível mundial<sup>117</sup>. Além disso, o fabrico de equipamentos continua a ter uma base forte na Europa (por exemplo, Meyer Burger, Centrotherm, Schmid).

Mercado mundial: A UE perdeu a sua quota de mercado em algumas das partes a montante da cadeia de valor (por exemplo, a produção de módulos e de células solares fotovoltaicas). O valor acrescentado mais elevado situa-se nas extremidades a montante (na I&D e na conceção básicas e aplicadas) e a jusante (na comercialização, distribuição e gestão de marcas). Embora as atividades de menor valor acrescentado ocorram no meio da cadeia de valor (fabrico e montagem), as empresas têm interesse em estar bem posicionadas nesses segmentos, a fim de reduzir os riscos e os encargos financeiros. A UE continua a albergar um dos principais fabricantes de polissilício (Wacker Polysilicon AG), cuja produção por si só é suficiente para fabricar 20 GW de células solares, e que exporta uma parte significativa da sua produção de polissilício para a China<sup>118</sup>. Atualmente, a produção mundial de painéis fotovoltaicos está avaliada em cerca de 57,8 mil milhões de EUR, sendo a UE responsável por 7,4 mil milhões de EUR (12,8 %) desse montante. A UE continua a representar uma parte relativamente elevada do valor total do segmento, graças à produção de lingotes de polissilício. No entanto, recuou drasticamente no fabrico de células e módulos fotovoltaicos. Os 10 principais produtores de células e módulos fotovoltaicos asseguram agora a maior parte da sua produção na Ásia<sup>119</sup>.

As despesas de capital com fábricas de polissilício, células e módulos solares caíram drasticamente entre 2010 e 2018. A par das inovações na indústria transformadora, tal deverá constituir uma oportunidade para a UE repensar a indústria transformadora fotovoltaica e inverter a situação<sup>120</sup>.

A presença da UE nas extremidades a montante e a jusante da cadeia de valor poderia constituir uma base para a reconstrução da indústria fotovoltaica. Tal exigiria uma atenção especial à especialização ou aos produtos de elevado desempenho/valor, como o fabrico de equipamentos e inversores e produtos fotovoltaicos adaptados às necessidades específicas do setor da construção, dos transportes (sistemas fotovoltaicos integrados em veículos) e/ou da agricultura (dupla utilização dos solos com AgriPV), ou à procura de instalações de energia solar de elevada eficiência/qualidade para otimizar a utilização dos recursos e das superfícies disponíveis. A modularidade da tecnologia facilita a integração da energia fotovoltaica numa série de aplicações, especialmente no ambiente urbano. Estas novas tecnologias fotovoltaicas, que estão agora a chegar à fase comercial,

---

<sup>117</sup> ASSET Study on Competitiveness, 2020.

<sup>118</sup> JRC, PV Status Report, 2011.

<sup>119</sup> Izumi K., «PV Industry in 2019», IEA PVPS Trends Report, Conferência ETIP PV «Readying for the TW era», maio de 2019, Bruxelas.

<sup>120</sup> Arnulf Jäger-Waldau, Ioannis Kougias, Nigel Taylor, Christian Thiel, *How photovoltaics can contribute to GHG emission reductions of 55 % in the EU by 2030*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 126, 2020, 109836, ISSN 1364-0321.

poderiam oferecer uma nova base para a reconstrução da indústria<sup>121</sup>. O conhecimento profundo das instituições de investigação da UE, a mão de obra qualificada e os operadores existentes e emergentes na indústria constituem a base para o restabelecimento de uma cadeia europeia forte de abastecimento de energia fotovoltaica<sup>122</sup>. Para se manter competitiva, esta indústria tem de desenvolver uma sensibilização global. A construção de uma indústria transformadora fotovoltaica considerável na UE reduziria igualmente o risco de perturbações do aprovisionamento e os riscos de qualidade.

### 3.4 Produção de hidrogénio renovável por eletrólise

Esta secção centra-se na produção de hidrogénio renovável e na competitividade deste primeiro segmento da cadeia de valor do hidrogénio<sup>123</sup>. O hidrogénio é fundamental para armazenar a energia produzida pela eletricidade renovável e para descarbonizar os setores difíceis de eletrificar. O objetivo da estratégia da UE para o hidrogénio consiste em integrar 40 GW de eletrolisadores de hidrogénio renovável<sup>124</sup> e a produção de até 10 Mt de hidrogénio renovável no sistema energético da UE até 2030, com um investimento direto de 24 a 42 mil milhões de EUR<sup>125, 126</sup>.

Tecnologia: O custo de capital dos eletrolisadores diminuiu 60 % na última década, prevendo-se uma nova redução para metade até 2030, em comparação com os valores atuais, graças às economias de escala<sup>127</sup>. O custo do hidrogénio renovável<sup>128</sup> situa-se

---

<sup>121</sup> Alguns exemplos das iniciativas de produção fotovoltaica mais relevantes na Europa: i) o projeto «Ampere» do H2020 que apoia a construção de uma linha-piloto para produzir células e módulos solares de heterojunção em silício. A fábrica 3Sun (Catânia, Itália) produz uma das tecnologias fotovoltaicas mais eficientes com base nesta abordagem; ii) a iniciativa Oxford PV para o fabrico de células solares fotovoltaicas baseadas em materiais de perovskita, que recebeu um empréstimo do BEI ao abrigo do mecanismo de financiamento da UE a projetos de demonstração inovadores no domínio da energia (InnovFin EDP Facility); iii) a tecnologia patenteada de heterojunção/SmartWire da Meyer Burger, que é mais eficiente do que a atual mono-PERC padrão, bem como outras tecnologias de heterojunção atualmente disponíveis.

<sup>122</sup> Trinomics (2017), *Assessment of Photovoltaics (PV) Final Report*.

<sup>123</sup> A produção local de hidrogénio para consumo colocalizado em aplicações industriais parece ser um padrão promissor que poderia permitir alcançar rapidamente a escala para a introdução mais ampla do transportador no sistema energético, em consonância com a estratégia para o hidrogénio e a ambição de uma economia com impacto neutro no clima. O presente relatório não aborda a competitividade dos outros segmentos da cadeia de abastecimento, como o transporte de hidrogénio, o seu armazenamento e a sua conversão em aplicações de utilização final (por exemplo, mobilidade, edifícios). A Comissão criou a Aliança Europeia para o Hidrogénio Limpo como plataforma para reunir os intervenientes relevantes.

<sup>124</sup> O hidrogénio renovável (muitas vezes referido como «hidrogénio verde») é o hidrogénio produzido por eletrolisadores alimentados por eletricidade renovável, através de um processo em que a água é dissociada em hidrogénio e oxigénio.

<sup>125</sup> Estratégia do Hidrogénio para uma Europa com Impacto Neutro no Clima,

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf).

<sup>126</sup> Além disso, daqui até 2030, seria necessário um montante entre 220 e 340 mil milhões de EUR para ampliar e ligar 80 a 120 GW de geradores solares e eólicos aos eletrolisadores, a fim de fornecer a eletricidade necessária.

<sup>127</sup> Da estratégia para o hidrogénio: Com base nas avaliações de custos da AIE, da IRENA e da BNEF. Os custos dos eletrolisadores devem diminuir de 900 EUR/kW para 450 EUR/kW ou menos no período após 2030, e para 180 EUR/kW após 2040. Os custos de captura e armazenamento de carbono fazem aumentar os custos da reformação do gás natural de 810 EUR/kW H2 para 1 512 EUR/kW H2. Para 2050, estima-se que os custos sejam de 1 152 EUR/kW H2 (AIE, 2019).

<sup>128</sup> O estado da arte para a eficiência dos eletrolisadores alcalinos é de cerca de 50 kWh/kg H2 [cerca de 67 % com base no poder calorífico inferior (PCI) do hidrogénio] e de 55 kWh/kg H2 (cerca de 60 % com base no PCI do hidrogénio) para a eletrólise por membrana eletrolítica polimérica. O consumo de energia para a eletrólise de alta temperatura é inferior (cerca de 40 kWh/kg H2), mas é necessária uma fonte de calor para fornecer as temperaturas elevadas necessárias (> 600 °C). [https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version\\_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf](https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/MAWP%20final%20version_endorsed%20GB%2015062018%20%28ID%203712421%29.pdf).

atualmente entre 3 e 5,5 EUR por quilo, o que o torna mais caro do que o hidrogénio não renovável [2 EUR (2018) por quilo de hidrogénio<sup>129</sup>].

Atualmente, menos de 1 % da produção mundial de hidrogénio provém de fontes renováveis<sup>130</sup>. As projeções para 2030 situam o custo do hidrogénio renovável na ordem dos 1,1-2,4 EUR/kg<sup>131</sup>, que é mais barato do que o hidrogénio fóssil hipocarbónico<sup>132</sup> e quase competitivo com o hidrogénio fóssil<sup>133</sup>.

Entre 2008 e 2018, a Empresa Comum «Pilhas de Combustível e Hidrogénio» (EC PCH) apoiou 246 projetos em várias aplicações tecnológicas relacionadas com o hidrogénio, atingindo um valor total de investimento de 916 milhões de EUR, complementado por 939 milhões de EUR de investimentos privados e nacionais/regionais. No âmbito do programa Horizonte 2020 (2014-2018), foram mobilizados mais de 90 milhões de EUR para o desenvolvimento de eletrolisadores, complementados por 33,5 milhões de EUR de fundos privados<sup>134, 135</sup>. A nível nacional, a Alemanha mobilizou a maior parte dos recursos, com 39 milhões de EUR<sup>136</sup> atribuídos a projetos dedicados ao desenvolvimento de eletrolisadores entre 2014 e 2018<sup>137</sup>. No Japão, a Asahi Kasei recebeu uma subvenção multimilionária de apoio ao desenvolvimento do seu eletrolisador alcalino<sup>138</sup>.

A Ásia (principalmente a China, o Japão e a Coreia do Sul) domina o número total de patentes registadas entre 2000 e 2016 para os agrupamentos de hidrogénio, eletrolisadores e células de combustível. Não obstante, a UE tem um desempenho muito bom e registou o maior número de famílias de patentes de «elevado valor» nos domínios do hidrogénio e dos eletrolisadores. No entanto, no domínio das células de combustível, foi o Japão que registou o maior número de famílias de patentes de «elevado valor».

Cadeia de valor: As principais tecnologias de eletrólise da água são a eletrólise alcalina, a eletrólise por membrana eletrolítica polimérica e a eletrólise de alta temperatura<sup>139</sup>:

- A eletrólise alcalina é uma tecnologia madura com custos operacionais derivados dos custos da eletricidade e do elevado custo de capital. Os desafios no domínio da investigação são a operação de alta pressão e o acoplamento com cargas dinâmicas.
- A eletrólise por membrana eletrolítica polimérica pode atingir densidades de corrente significativamente mais altas<sup>140</sup> do que a eletrólise alcalina e a eletrólise de alta

<sup>129</sup> <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/hydrogen-production-costs-using-natural-gas-in-selected-regions-2018-2> Figura original 1.7: USD – Taxa de conversação utilizada: (1 EUR = 1,18 USD).

<sup>130</sup> Agência Internacional de Energia, Hydrogen Outlook, junho de 2019, p. 32 – Estimativas de 2018.

<sup>131</sup> COM(2020) 301 final.

<sup>132</sup> Refere-se ao «hidrogénio fóssil com captura de carbono», que é uma subcategoria de hidrogénio fóssil, que implica a captura dos gases com efeito de estufa emitidos durante o processo de produção de hidrogénio.

<sup>133</sup> Refere-se ao hidrogénio produzido por uma variedade de processos que utilizam combustíveis fósseis como matéria-prima – COM(2020) 301 final.

<sup>134</sup> JRC 2020, *Current status of Chemical Energy Storage Technologies*, p. 63.

[https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current\\_status\\_of\\_chemical\\_energy\\_storage\\_technologies.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf).

<sup>135</sup> Em comparação com 472 milhões de EUR de financiamento global da EC PCH e 439 milhões de EUR de outras fontes de financiamento.

<sup>136</sup> Tal inclui fundos públicos e privados.

<sup>137</sup> JRC 2020, *Current status of Chemical Energy Storage Technologies*, p. 63. [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current\\_status\\_of\\_chemical\\_energy\\_storage\\_technologies.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118776/current_status_of_chemical_energy_storage_technologies.pdf).

<sup>138</sup> Yoko-moto, K., *Country Update: Japan*», no 6.º Seminário Internacional sobre as Infraestruturas e o Transporte de Hidrogénio, 2018.

<sup>139</sup> Está em fase de desenvolvimento um novo tipo de eletrolisador de alta temperatura, a um TRL muito baixo: eletrolisadores de cerâmica protónica, com a vantagem potencial de produzir hidrogénio puro pressurizado a seco à pressão máxima do eletrolisador, ao contrário de outras tecnologias de eletrolisadores.

temperatura, com o potencial de reduzir ainda mais o custo de capital. Nos últimos anos, foram instaladas na UE (Alemanha, França, Dinamarca e Países Baixos) várias instalações de grande dimensão (em escala de MW), que permitiram à UE recuperar o atraso no domínio da eletrólise alcalina. Trata-se de uma tecnologia pronta para o mercado, com investigação focada principalmente no aumento da densidade de potência aérea, garantindo a redução simultânea do uso de matérias-primas críticas<sup>141</sup> e um desempenho duradouro.

- A eletrólise de alta temperatura é a mais eficiente. No entanto, as instalações são relativamente menores, geralmente ainda na gama de potência dos 100 kW, exigem operação constante e precisam de ser acopladas a uma fonte de calor<sup>142</sup>. Globalmente, a eletrólise de alta temperatura continua em fase de desenvolvimento, embora seja possível encomendar produtos no mercado.

Em 2019, a UE dispunha de cerca de 50 MW de potência instalada para a eletrólise da água<sup>143</sup> (cerca de 30 % para eletrólise alcalina e 70 % para eletrólise por membrana eletrolítica polimérica), dos quais cerca de 30 MW estavam localizados na Alemanha em 2018<sup>144</sup>.

A eletrólise alcalina não possui componentes críticos na sua cadeia de abastecimento e, graças às semelhanças técnicas com a indústria da eletrólise dos cloretos alcalinos, que utiliza instalações muito maiores, pode explorar a sobreposição de tecnologia e beneficiar de cadeias de valor bem estabelecidas<sup>145</sup>. A eletrólise por membrana eletrolítica polimérica e a eletrólise de alta temperatura compartilham alguns riscos de custo e de fornecimento com as respetivas cadeias de valor de células de combustível<sup>146</sup>. Tal aplica-se, em particular, às matérias-primas críticas<sup>147</sup> no caso da eletrólise por membrana eletrolítica polimérica, e às terras raras no caso da eletrólise de alta temperatura.

A eletrólise por membrana eletrolítica polimérica tem de resistir a ambientes corrosivos, pelo que exige o uso de materiais mais caros, como o titânio para as placas bipolares. Os principais elementos que contribuem para o custo do sistema são a pilha do eletrolisador<sup>148</sup> (40-60 %), seguida da eletrónica de potência (15-21 %). Os componentes centrais que elevam o custo da pilha são as camadas de conjuntos de elétrodos com membranas, que contêm metais nobres<sup>149</sup>. Os componentes celulares baseados em terras

---

<sup>140</sup> A eletrólise é um processo baseado na superfície. Por conseguinte, o aumento de escala de uma pilha (*stack*) de eletrolisadores não pode tirar partido de uma relação superfície/volume favorável, tal como acontece com os processos baseados no volume. Mantendo tudo o resto igual, a duplicação ou triplicação do tamanho de uma pilha de eletrólise quase duplicará ou triplicará o custo de investimento, com economias diretas limitadas provenientes do aumento de escala. É por isso que o aumento da densidade de potência aérea permitida na abordagem da eletrólise por membrana eletrolítica polimérica é relevante. A obtenção de uma produção mais elevada de hidrogénio para uma determinada superfície do eletrolisador reduz o custo de capital e a pegada global da instalação.

<sup>141</sup> Principalmente metais do grupo platina (MGP), em particular o irídio.

<sup>142</sup> Um projeto europeu recentemente iniciado<sup>142</sup> visa atualmente instalar 2,5 MW num ambiente industrial.

<sup>143</sup> <https://iea.blob.core.windows.net/assets/a02a0c80-77b2-462e-a9d5-1099e0e572ce/IEA-Hydrogen-Project-Database.xlsx>.

<sup>144</sup> <https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2015/06/DVGW-2955-Brosch%C3%BCre-Wasserstoff-RZ-Screen.pdf>.

<sup>145</sup> <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>.

<sup>146</sup> <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118394>.

<sup>147</sup> Atualmente, o irídio é crucial apenas para a eletrólise por membrana eletrolítica polimérica, mas não para os sistemas de células de combustível. Por ser um dos elementos mais raros da crosta terrestre, é provável que qualquer tensão provocada por um aumento adicional da procura tenha fortes repercussões na disponibilidade e nos preços.

<sup>148</sup> Uma pilha é a soma de todas as células.

<sup>149</sup> <https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/Evidence%20Report%20v4.pdf>.

raras que são utilizados para os elétrodos e eletrólitos na eletrólise de alta temperatura são os que mais contribuem para o custo da pilha. Estima-se que as pilhas representem cerca de 35 % do custo global do sistema de eletrólise de alta temperatura<sup>150</sup>.

**Mercado mundial:** As empresas europeias estão bem posicionadas para beneficiarem do crescimento do mercado. A UE tem produtores das três principais tecnologias de eletrolisadores<sup>151</sup> e é a única região que oferece um produto de mercado bem definido para a eletrólise de alta temperatura. Os outros operadores estão localizados no Reino Unido, na Noruega, na Suíça, nos EUA, na China, no Canadá, na Rússia e no Japão.

O volume de negócios global dos sistemas de eletrólise da água está atualmente estimado na ordem dos 100 aos 150 milhões de EUR por ano. De acordo com estimativas de 2018, a potência instalada para eletrólise da água poderia atingir 2 GW anual (globalmente), num curto espaço de tempo (um a dois anos). Os fabricantes europeus poderiam assegurar cerca de um terço desta potência total acrescida<sup>152</sup>.

O objetivo da estratégia da UE para o hidrogénio consiste em alcançar uma capacidade significativa de produção de hidrogénio renovável até 2030. Será assim necessário um enorme esforço para passar dos 50 MW de potência atualmente instalada para a eletrólise da água para 40 GW até 2030, com a instalação da potência necessária para uma cadeia de valor sustentável na UE. Este esforço deve basear-se no potencial de inovação oferecido pelo espectro completo das tecnologias de eletrolisadores e na posição de liderança que as empresas da UE ocupam no domínio da eletrólise em todas as abordagens tecnológicas, ao longo de toda a cadeia de valor, desde o fornecimento de componentes até à capacidade de integração final. São esperadas reduções de custos importantes como resultado do aumento da escala industrial de produção de eletrolisadores.

### 3.5 Baterias

As baterias são fundamentais na transição para a economia com impacto neutro no clima que se pretende alcançar até 2050, para a implantação da mobilidade limpa e para o armazenamento de energia destinado a possibilitar a integração de quotas crescentes de energia de fontes renováveis variáveis. Esta análise centra-se na tecnologia de baterias de íons de lítio. Há várias razões para tal:

- o estado muito avançado desta tecnologia e a sua preparação para o mercado;
- a sua elevada eficiência de retorno;
- a sua procura prevista considerável; e
- a sua utilização mais ampla esperada, seja em veículos elétricos, futuras embarcações elétricas (marítimas e aéreas) ou em aplicações estacionárias e outras aplicações industriais, proporcionando oportunidades de mercado consideráveis.

---

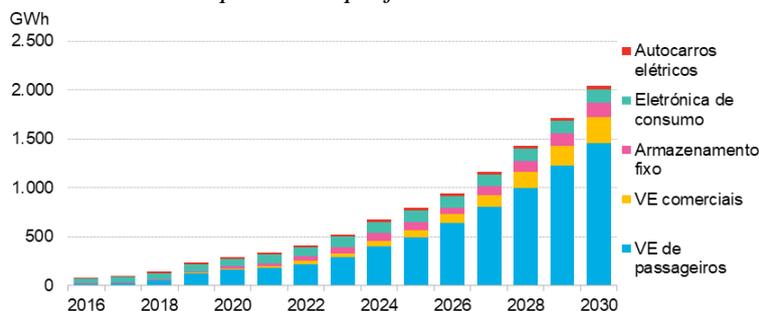
<sup>150</sup> [https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014\\_h2\\_production\\_cost\\_solid\\_oxide\\_electrolysis.pdf](https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf).

<sup>151</sup> A *eletrólise alcalina* é assegurada por nove produtores da UE (quatro na Alemanha, dois em França, dois em Itália e um na Dinamarca), dois da Suíça e um da Noruega, dois dos EUA, três da China e três de outros países (Canadá, Rússia e Japão). A *eletrólise por membrana eletrolítica polimérica* é assegurada por seis fornecedores da UE (quatro na Alemanha, um em França e um na Dinamarca), um fornecedor do Reino Unido e um da Noruega, dois fornecedores dos EUA e dois fornecedores de outros países. A *eletrólise de alta temperatura* é assegurada por dois fornecedores da UE (Alemanha e França).

<sup>152</sup> [https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204\\_bro\\_a4\\_indwede-studie\\_kurzfassung\\_en\\_v03.pdf](https://www.now-gmbh.de/content/service/3-publikationen/1-nip-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie/181204_bro_a4_indwede-studie_kurzfassung_en_v03.pdf).

**Tecnologia:** prevê-se que a procura global de baterias de íões de lítio aumente de cerca de 200 GWh em 2019 para cerca de 800 GWh em 2025, e exceda os 2 000 GWh até 2030. No cenário mais otimista, poderia atingir os 4 000 GWh até 2040<sup>153</sup>.

Figura 12: Procura anual passada e projetada de baterias de íões de lítio, por utilização



Fonte 12: Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019: Bloomberg NEF, Avicenne for consumer electronics

O crescimento projetado, baseado sobretudo nos veículos elétricos (especialmente veículos de passageiros), resulta das grandes melhorias tecnológicas que estão previstas e das novas diminuições de custos. Os preços das baterias de íões de lítio, que estavam acima dos 1 100 USD/kWh em 2010, caíram 87 % em termos reais para 156 USD/kWh em 2020<sup>154</sup>. Em 2025, prevê-se que os preços médios se aproximem dos 100 USD/kWh<sup>155</sup>. No que se refere ao desempenho, nos últimos anos, a densidade energética dos íões de lítio aumentou significativamente, triplicando desde a sua colocação no mercado em 1991<sup>151</sup>. Prevê-se um maior potencial de otimização com a nova geração de baterias de íões de lítio<sup>156</sup>.

**Cadeia de valor:** a figura 14 mostra a cadeia de valor das baterias, juntamente com a posição da UE nos vários segmentos. A indústria da UE está a investir na exploração mineira, na produção e transformação de matérias-primas e materiais avançados (cátodos, ânodos e eletrólitos), bem como na produção moderna de células, pilhas e baterias, com o objetivo de se tornar mais competitiva através da qualidade, da escala e, em especial, da sustentabilidade.

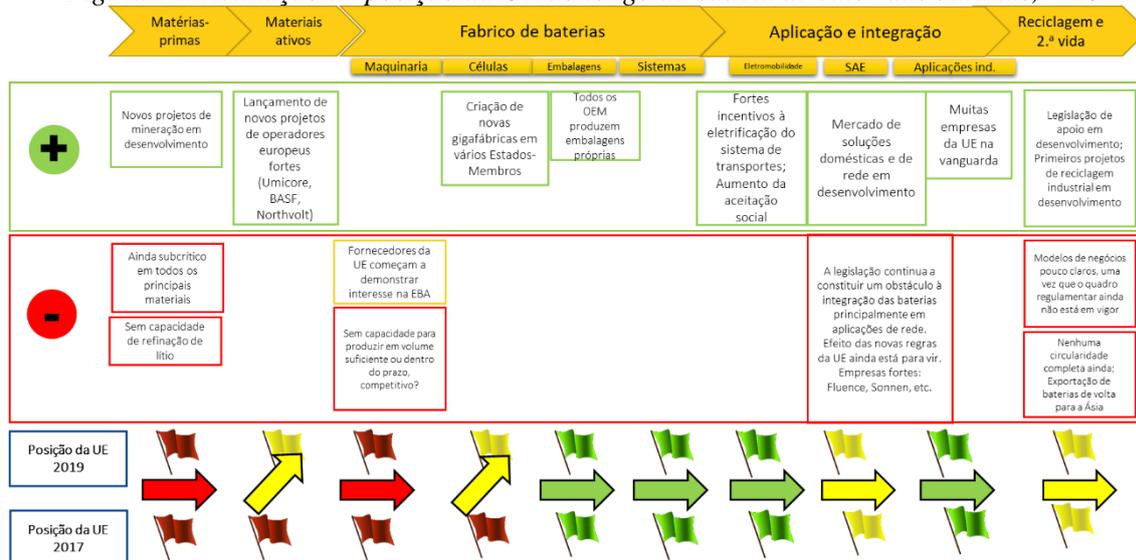
<sup>153</sup> Fonte: JRC Science for Policy Report: Tsiropoulos I., Tarvydas D., Lebedeva N., *Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications – Scenarios for costs and market growth*, EUR 29440 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2018, doi:10.2760/87175.

<sup>154</sup> L. Trahey, F.R. Brushetta, N.P. Balsara, G. Cedera, L. Chenga, Y.-M. Chianga, N.T. Hahn, B.J. Ingrama, S.D. Minter, J.S. Moore, K.T. Mueller, L.F. Nazar, K.A. Persson, D.J. Siegel, K. Xu, K.R. Zavadil, V. Srinivasan, and G.W. Crabtree, «Energy storage emerging: A perspective from the Joint Center for Energy Storage Research», PNAS, 117 (2020) 12550-12557.

<sup>155</sup> BNEF 2019 Battery Price Survey.

<sup>156</sup> JRC, *Technology Development Report LCEO: Battery storage*, 2020 (a publicar).

Figura 13: Avaliação da posição da UE ao longo da cadeia de valor das baterias, 2019



Fonte 13: InnoEnergy (2019).

**Mercado mundial:** O valor do mercado mundial de baterias de íões de lítio para automóveis elétricos ascende atualmente a 15 mil milhões de EUR/ano [sendo a UE responsável por 450 milhões de EUR/ano (2017)<sup>157</sup>]. Uma estimativa conservadora prevê que o mercado se situe nos 40 a 55 mil milhões de EUR por ano em 2025, e nos 200 mil milhões de EUR por ano em 2040<sup>158</sup>. Em 2018, a UE assegurava apenas cerca de 3 % da capacidade de produção mundial de células de íões de lítio, ao passo que a China assegurava cerca de 66 %<sup>159</sup>. A indústria europeia era considerada forte nos segmentos a jusante e orientados para o valor, como o fabrico e a integração de baterias de pilhas e a reciclagem de baterias, e geralmente fraca nos segmentos a montante e orientados para os custos, como o fabrico de materiais, componentes e células<sup>160, 161</sup>. O mercado das baterias marítimas está a crescer e estima-se que o seu valor ascenda a mais de 800 milhões de EUR/ano até 2025, mais de metade na Europa, sendo um setor tecnológico em que a Europa lidera atualmente<sup>162</sup>.

Reconhecendo a necessidade urgente de a UE recuperar a competitividade no mercado das baterias, a Comissão lançou, em 2017, a Aliança Europeia para as Baterias e adotou, em 2018, um plano de ação estratégico para as baterias<sup>163</sup>. Trata-se de um quadro

<sup>157</sup> [https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616\\_li-ion\\_batteries\\_two-pager\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc114616_li-ion_batteries_two-pager_final.pdf).

<sup>158</sup> Bloomberg Long Term Energy Storage Outlook 2019, pp. 55-56.

<sup>159</sup> Capacidade de fabrico; Bloomberg Long-Term Energy Storage Outlook, 2019, pp. 55-56.

<sup>160</sup> JRC Science for Policy Report: Steen M., Lebedeva N., Di Persio F., Boon-Brett L., *EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications – Opportunities and Actions*, EUR 28837 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2017, doi:10.2760/75757.

<sup>161</sup> JRC Science for Policy Report: Lebedeva, N., Di Persio, F., Boon-Brett, L., *Lithium ion battery value chain and related opportunities for Europe*, EUR 28534 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2016, doi:10.2760/6060.

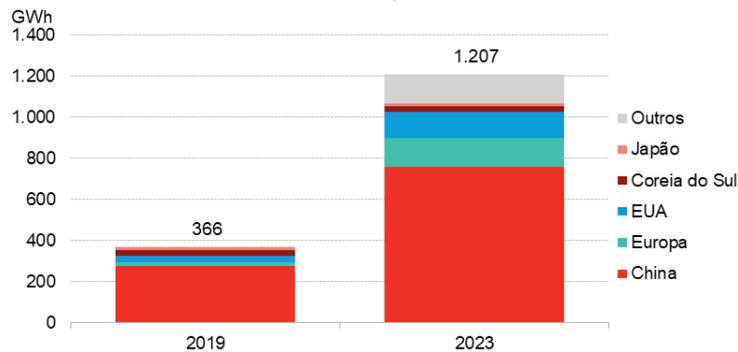
<sup>162</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/marine-battery-market-210222319.html>.

<sup>163</sup> COM(2019) 176 – Relatório sobre a aplicação do Plano de Ação Estratégico para as Baterias: Criação de uma cadeia de valor estratégica das baterias na Europa. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/PT/COM-2019-176-F1-PT-MAIN-PART-1.PDF>.

As ações incluem a) o reforço do programa Horizonte 2020 através de financiamento adicional da investigação de baterias, b) a criação de uma plataforma tecnológica específica — a ETIP «Baterias Europa» — encarregada de coordenar os esforços de I&D&I a nível regional, nacional e europeu, c) a preparação de instrumentos específicos para o próximo Programa-Quadro de Investigação «Horizonte Europa», d) a preparação de nova regulamentação em matéria de sustentabilidade, e e) o incentivo ao investimento através de um projeto importante de interesse europeu comum (PIIEC). Comunicado de imprensa IP/19/6705, «State aid: Commission approves €3.2 billion

estratégico abrangente com instrumentos regulamentares e financeiros de apoio ao estabelecimento de um ecossistema completo da cadeia de valor das baterias na Europa. Ao mesmo tempo, os fabricantes de baterias e células de baterias em grande escala estão a começar a estabelecer novas instalações de produção (por exemplo, a Northvolt). Atualmente, estão anunciados investimentos em até 22 fábricas de baterias (algumas das quais estão em fase de construção), com uma potência projetada de 500 GWh até 2030<sup>164</sup>.

Figura 14: Capacidade de fabrico de células de iões de lítio por região de localização das instalações



Fonte 14: BloombergNEF, 2019

A UE pode tirar partido dos seus pontos fortes para recuperar o atraso na indústria das baterias, em especial no domínio dos materiais avançados e dos produtos químicos para baterias, e na reciclagem, cuja indústria se encontra bem estruturada graças à legislação pioneira da UE. A Diretiva Baterias está atualmente em revisão. Contudo, para obter uma quota de mercado significativa do novo mercado das baterias recarregáveis em rápido crescimento, é necessária uma ação sustentada durante um período prolongado para garantir mais investimento na capacidade de produção. Tal deve ser apoiado pela I&I para melhorar o desempenho das baterias, assegurando simultaneamente que estas cumprem as normas de qualidade e segurança a nível da UE, e para garantir a disponibilidade de matérias-primas e de materiais transformados, bem como a reutilização ou reciclagem e a sustentabilidade de toda a cadeia de valor das baterias. É igualmente necessário um novo quadro legislativo abrangente da UE que estabeleça normas sólidas de desempenho e de sustentabilidade para as baterias colocadas no mercado da UE. Este quadro ajudará a indústria a planear investimentos e a garantir elevados padrões de sustentabilidade, em consonância com os objetivos do Pacto Ecológico Europeu. Em breve, será adotada uma proposta da Comissão.

Embora a melhoria da posição no setor das tecnologias de iões de lítio seja provavelmente um fluxo de interesse central nas próximas décadas, há também a necessidade de olhar para outras tecnologias de baterias novas e promissoras (como as baterias de fluxo redox, as baterias pós-iões de lítio e as baterias totalmente em estado sólido). Estas são importantes para aplicações com requisitos que não podem ser satisfeitos pela tecnologia de iões de lítio.

public support by seven Member States for a pan-European research and innovation project in all segments of the battery value chain», 9 de dezembro de 2019. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_19\\_6705](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705).  
<sup>164</sup> EBA 2020.

### 3.6 Redes elétricas inteligentes

A eletrificação regista um aumento em todos os cenários para 2050<sup>165</sup>, pelo que é essencial dispor de um sistema de eletricidade inteligente para que a UE possa concretizar as suas ambições no âmbito do Pacto Ecológico. Um sistema inteligente permite uma integração mais eficiente das quotas crescentes de produção de eletricidade renovável e do maior número de dispositivos de armazenamento e/ou consumo de eletricidade (por exemplo, veículos elétricos) no sistema energético. O mesmo se aplica ao número crescente de dispositivos que funcionam com eletricidade, como os veículos elétricos. Através de um controlo e acompanhamento abrangentes da rede, os sistemas inteligentes também criam valor ao reduzirem a necessidade de deslastre da energia de fontes renováveis e ao possibilitarem serviços energéticos competitivos e inovadores para os consumidores. De acordo com a AIE, o investimento numa maior digitalização reduziria o deslastre na Europa em 67 TWh até 2040<sup>166</sup>. Em 2019, só na Alemanha, foi feito o deslastre de 6,48 TWh, ao passo que as medidas de estabilização da rede custaram 1,2 mil milhões de EUR<sup>167</sup>. Os sistemas em causa têm de ser ciberseguros, o que exige medidas setoriais específicas<sup>168</sup>.

Os investimentos em infraestruturas de redes digitais são dominados pelo *hardware*, como contadores inteligentes e carregadores de veículos elétricos. Na Europa, os investimentos permaneceram estáveis em quase 42 mil milhões de EUR<sup>169</sup> em 2019, com uma porção maior das despesas afetada à modernização e renovação das infraestruturas existentes.

---

<sup>165</sup> «Até 2050, a quota de eletricidade na procura final de energia deverá, pelo menos, duplicar, verificando-se um aumento para 53 %, e a produção de eletricidade aumentará substancialmente, para atingir emissões líquidas nulas de gases com efeito de estufa, até 2,5 vezes os níveis atuais em função das opções escolhidas para a transição energética», Comunicação intitulada «Um Planeta Limpo para Todos – Estratégia a longo prazo da UE para uma economia próspera, moderna, competitiva e com impacto neutro no clima», p. 9.

<sup>166</sup> Com a resposta à procura a representar 22 TWh e o armazenamento a representar 45 TWh – <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>.

<sup>167</sup> Incluindo os custos de deslastre, redespacho e aquisição de energia de reserva. Estes custos são mais elevados na Alemanha do que noutros países da Europa, mas dão, no entanto, uma boa indicação do custo do deslastre. Zahlen zu Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen - Gesamtjahr 2019, BNetzA, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz\\_Systemsicherheit/Netz\\_Systemsicherheit\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit_node.html), p. 3.

<sup>168</sup> Em particular, requisitos em tempo real (por exemplo, um disjuntor tem de reagir dentro de alguns milissegundos), efeitos em cascata e a combinação de tecnologias clássicas com tecnologias inteligentes/de ponta. Ver a Recomendação da Comissão sobre a cibersegurança no setor da energia, C(2019) 2400 final.

<sup>169</sup> O valor da fonte é 50 mil milhões de USD; <https://www.iea.org/reports/tracking-power-2020>.

Figura 15: Investimento global em redes inteligentes por área tecnológica, 2014-2019<sup>170</sup> (em milhares de milhões de USD)

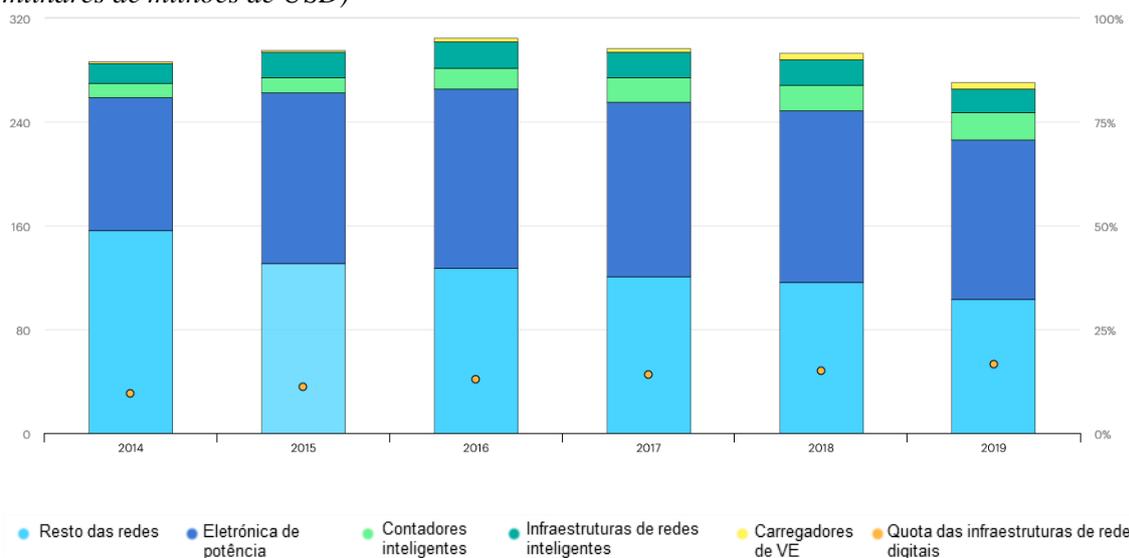
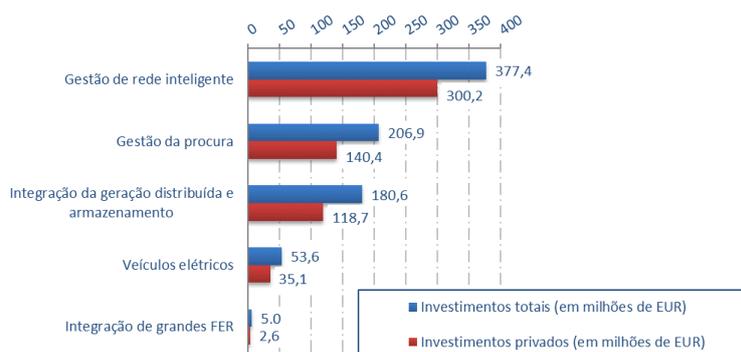


Figura 16: Investimento em redes inteligentes pelos ORT europeus nos últimos anos, por categoria (2018)<sup>171</sup>



A principal fonte de apoio aos investimentos em I&I no domínio das redes inteligentes a nível da UE é o Horizonte 2020, que concedeu quase mil milhões de EUR entre 2014 e 2020. Foram investidos 100 milhões de EUR em projetos de digitalização específicos e muitos outros projetos de redes inteligentes atribuem uma proporção considerável do seu orçamento à digitalização<sup>172</sup>. A figura 16 mostra que os investimentos públicos em redes inteligentes, incluindo os realizados através do Horizonte 2020, representam uma parte significativa dos investimentos totais realizados pelos operadores das redes de transporte (ORT). Convém notar que os orçamentos dos ORT para I&I são baixos, representando cerca de 0,5 % do seu orçamento anual<sup>173, 174</sup>.

O Regulamento RTE-E também apoia os investimentos em redes elétricas inteligentes como um dos 12 domínios prioritários, mas os investimentos em redes inteligentes (transfronteiriças) poderiam beneficiar de níveis mais elevados de apoio por parte das autoridades reguladoras através da inclusão nos planos nacionais de desenvolvimento de

<sup>170</sup> <https://www.iea.org/reports/tracking-energy-integration-2020/smart-grids>.

<sup>171</sup> <https://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/publications/dsoobservatory2018.pdf>.

<sup>172</sup> Estima-se que seja, pelo menos, metade do apoio total do Horizonte 2020 às redes inteligentes.

<sup>173</sup> Informação também corroborada pelos valores relativos aos submercados tratados no CETIR [SWD(2020) 953]; ver secção 3.17.

<sup>174</sup> ENTSO-E RDI Roadmap 2020-2030, julho de 2020, p. 25.

redes e da elegibilidade para assistência financeira da UE sob a forma de subvenções para estudos e obras, bem como de instrumentos financeiros inovadores ao abrigo do Mecanismo Interligar a Europa (MIE). De 2014 a 2019, o MIE concedeu até 134 milhões de EUR de assistência financeira relacionada com diferentes projetos de redes elétricas inteligentes em toda a UE.

As duas tecnologias-chave que se seguem são avaliadas de forma mais pormenorizada: sistemas de corrente contínua em alta tensão (CCAT) e soluções digitais para operações de rede e para a integração de energia de fontes renováveis.

#### i) Sistemas de corrente contínua em alta tensão (CCAT)

**Tecnologia:** A maior procura de soluções eficazes em termos de custos para o transporte de eletricidade em longas distâncias, particularmente na UE, a fim de trazer para terra a eletricidade gerada pela energia eólica marítima, aumenta a procura de tecnologias CCAT. De acordo com a Guidehouse Insights, o mercado europeu de sistemas CCAT passará de 1,54 mil milhões de EUR em 2020 para 2,74 mil milhões de EUR em 2030, a uma taxa de crescimento<sup>175</sup> de 6,1 %<sup>176, 177</sup>. Prevê-se que o mercado mundial se situe em cerca de 12,5 mil milhões de EUR (2020), com os principais investimentos em CCAT a terem lugar na Ásia, onde uma grande parte do mercado é dominada pela Ultra-CCAT<sup>178</sup>. O equipamento CCAT é muito dispendioso, pelo que os projetos de construção de ligações CCAT são também muito dispendiosos. Dada a complexidade tecnológica dos sistemas CCAT, a sua instalação é geralmente gerida pelos fabricantes<sup>179</sup>.

**Análise da cadeia de valor:** A cadeia de valor das redes CCAT pode ser segmentada ao longo dos diferentes componentes de *hardware* necessários para realizar uma ligação CCAT<sup>180</sup>. O custo dos sistemas CCAT deve-se, em grande medida, aos conversores (cerca de 32 %) e aos cabos (cerca de 30 %)<sup>181</sup>. Na cadeia de valor das estações de conversão, a eletrónica de potência<sup>182</sup> desempenha um papel fundamental na

<sup>175</sup> As taxas de crescimento neste capítulo são relatadas como taxas de crescimento anuais compostas (CAGR).

<sup>176</sup> Guidehouse Insights, *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview*, 2020. Dados disponíveis em <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>.

<sup>177</sup> Os modelos energéticos da UE (por exemplo, o PRIMES) não modelam os sistemas CCAT separadamente, pelo que não existem dados a mais longo prazo. No entanto, espera-se manifestamente que o mercado de CCAT cresça de forma consistente, especialmente tendo em conta o crescimento do mercado da energia marítima.

<sup>178</sup> A UCCAT não é utilizada na UE. É particularmente útil no transporte de eletricidade em distâncias muito longas, o que é pouco relevante na UE. A UCCAT é também menos atraente na UE pelo facto de a autorização ser mais difícil, nomeadamente porque as torres de cabos são mais altas do que as torres normais de cabos de transmissão de alta tensão. O mercado mundial de UCCAT está estimado em cerca de 6,5 mil milhões de EUR, principalmente na China.

<sup>179</sup> A título de comparação, os sistemas CAAT chave na mão são frequentemente fornecidos por empresas de engenharia, aquisição e construção.

<sup>180</sup> Os principais componentes das estações de conversão incluem os transformadores, os conversores, os disjuntores e a eletrónica de potência utilizados para converter energia de CA em CC e vice-versa. Os conversores comutados pela linha (LCC), também conhecidos como conversores fonte de corrente (CSC), e os conversores fonte de tensão (VSC) são as principais tecnologias de conversores CCAT comerciais. As estações de LCC e VSC, sendo mais complexas do que as subestações de CAAT, são também mais dispendiosas<sup>180</sup>. Apesar da integração de tecnologias comuns, os transformadores CCAT e as estações de conversão não estão normalizados, e a conceção e os custos dependem fortemente das especificações locais dos projetos.

<sup>181</sup> Na UE, os custos dos cabos são tipicamente mais elevados: Relatório sobre a competitividade elaborado pela ASSET para a Comissão Europeia.

<sup>182</sup> A eletrónica de potência é uma tecnologia essencial para integrar a geração e o consumo de corrente contínua (CC) que é utilizada em muitas partes do (futuro) sistema energético, como instalações fotovoltaicas, turbinas eólicas, baterias e conversores CCAT. A tecnologia de eletrónica de potência baseia-se na tecnologia de semicondutores e permite o controlo da tensão ou corrente, por exemplo para gerir a rede e converter eletricidade entre CA e CC. Esta tecnologia poderia, portanto, ser abordada em muitas partes do presente relatório. Contudo, devido a um desafio específico relacionado com a energia eólica e as redes marítimas, é abordada na presente secção.

determinação da eficiência e da dimensão do equipamento. As aplicações energéticas específicas representam apenas uma pequena parte do mercado mundial de componentes eletrônicos<sup>183</sup>, mas as redes e as turbinas eólicas marítimas dependem do seu bom funcionamento em condições marítimas. Os investimentos em I&I no domínio das tecnologias CCAT são essencialmente privados. O financiamento público a nível da UE através do Horizonte 2020 é modesto, mas foi reforçado pelo projeto «Promotion» recentemente concluído<sup>184</sup>.

Mercado mundial: O mercado mundial de CCAT é liderado sobretudo por três empresas, nomeadamente a Hitachi ABB Power Grids, a Siemens e a GE<sup>185</sup>. A Siemens e a Hitachi ABB Power Grids detêm cerca de 50 % do mercado na maioria dos segmentos de mercado, ao passo que as empresas de cabos<sup>186</sup> representam cerca de 70 % do mercado da UE, tendo o Japão como principal concorrente. Na China, o mercado é dominado por outro fornecedor — China XD Group.

Até agora, os fornecedores têm vendido os sistemas chave na mão de forma independente, por serem instalados como ligações CCAT ponto a ponto. Na futura rede marítima mais interligada, os sistemas CCAT dos diferentes fabricantes terão de ser interligados, o que representa desafios tecnológicos à manutenção do controlo da rede<sup>187</sup> e, em particular, à garantia da interoperabilidade dos equipamentos e sistemas CCAT. Além disso, como todos os componentes precisam de ser instalados em plataformas marítimas, é importante reduzir a sua dimensão e é necessário desenvolver soluções de eletrónica de potência especificamente para aplicações energéticas marítimas.

- ii) Soluções digitais para operações de rede e para a integração de energia de fontes renováveis

Tecnologia e cadeia de valor: Prevê-se um crescimento muito rápido do mercado das tecnologias de gestão de redes. A AIE estimou as economias potenciais proporcionadas por estas tecnologias específicas em quase 20 mil milhões de USD a nível mundial com a redução dos custos de operação e manutenção (O&M), e em quase 20 mil milhões de USD com os investimentos na rede evitados<sup>188</sup>. O mercado é composto por diferentes tecnologias e serviços numa cadeia de valor difícil de separar claramente, que parecem estar a integrar-se à medida que aumenta a necessidade de soluções integradas para gerir o armazenamento, a resposta à procura, as fontes de energia renováveis distribuídas e a própria rede. O presente relatório destaca dois aspetos.

**Serviços energéticos baseados em *software* e em dados**, que são essenciais para otimizar a integração das fontes de energia renováveis, inclusivamente a nível local, através do controlo remoto de diferentes tecnologias, em especial de centrais de energia de fontes renováveis e de centrais elétricas virtuais (VPP)<sup>189</sup>. Trata-se de um mercado em

---

<sup>183</sup> Em 2019, o mercado total da eletrónica de potência, ou seja, componentes passivos, ativos e eletromecânicos, foi estimado em 316 mil milhões de EUR: *Global active electronic components market share, by end user*, 2018. [www.grandviewresearch.com](http://www.grandviewresearch.com).

<sup>184</sup> <https://www.promotion-offshore.net/>.

<sup>185</sup> Guidehouse Insights, *Advanced Transmission & Distribution Technologies Overview*, 2020. Dados disponíveis em <https://guidehouseinsights.com/reports/advanced-transmission-and-distribution-technologies-overview>.

<sup>186</sup> A Prysmian, a Nexans e a NKT Cables são as três principais empresas europeias de cabos.

<sup>187</sup> As tecnologias-chave nesta área incluem os conversores de formação de rede e os disjuntores de CC.

<sup>188</sup> <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>.

<sup>189</sup> Tal inclui o sistema de gestão de recursos energéticos distribuídos (DERMS), a central elétrica virtual (VPP) e a análise dos recursos energéticos distribuídos (DER). Para uma descrição mais pormenorizada, consultar a secção 3.17.4 do CETTIR [SWD(2020) 953].

rápido crescimento, que deverá passar de 200 milhões de EUR (a nível mundial<sup>190</sup>) em 2020 para mil milhões de EUR em 2030<sup>191, 192</sup>. Constitui a base de uma nova indústria que presta serviços energéticos às empresas do setor da energia (incluindo os operadores de redes), bem como aos consumidores domésticos e empresariais de energia. Graças à combinação do aumento das quotas das fontes de energia renováveis com as políticas de apoio ao mercado, a Europa tem sido a força motriz por detrás dos mercados de centrais elétricas virtuais (VPP), representando quase 45 % dos investimentos mundiais em 2020 (a maior parte no noroeste da Europa, incluindo os países nórdicos). Na Europa, prevê-se que a Alemanha obtenha cerca de um terço da potência anual total do mercado de VPP até 2028.

**Tecnologias digitais para melhorar a operação e manutenção (O&M) da rede**, que é um mercado especialmente centrado nos operadores de rede. Trata-se também de um mercado em crescimento, que deverá atingir os 0,2 mil milhões de EUR na UE até 2030 para plataformas de *software* de manutenção preditiva, e os 1,2 mil milhões de EUR para sensores da Internet das coisas (IdC). Prevê-se que o mercado da IdC cresça 8,8 % entre 2020 e 2030.

Mercado mundial: A UE tem uma posição forte em ambas as vertentes. Muitas das empresas mundiais são europeias (Schneider Electric SE e Siemens). A concorrência é mais forte por parte das empresas norte-americanas, incluindo várias empresas inovadoras em fase de arranque. O mercado de *hardware* de sensores e dispositivos de monitorização da Internet das coisas (IdC) é integrado por vários grandes operadores com amplos portefólios e por dezenas de pequenas e médias empresas em nichos de mercado. Um pequeno número de empresas globais (Hitachi ABB<sup>193</sup>, IBM, Schneider Electric SE, Oracle, GE, Siemens e C3.ai) domina o mercado de soluções de *software*, no qual é difícil a entrada de novos operadores. O mercado mundial de serviços digitais é apresentado na figura 17.

---

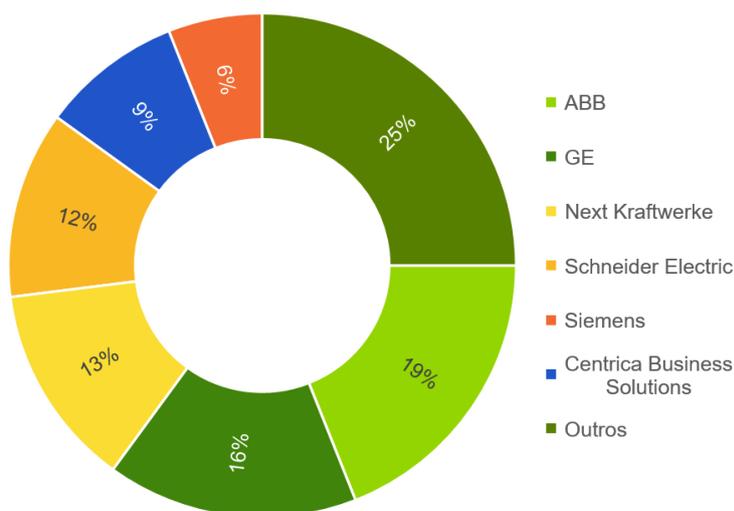
<sup>190</sup> Infelizmente, não estão disponíveis dados relativos à UE.

<sup>191</sup> Relatório sobre a competitividade elaborado pela ASSET para a Comissão Europeia – Capítulo 10.3.2 — Gestão das redes (tecnologias digitais).

<sup>192</sup> Estes são mercados consideráveis, conforme evidenciado ao compará-los com mercados mais estabelecidos, como o mercado de sistemas de gestão energética de edifícios (BEMS) da UE, que tem uma dimensão de 1,2 mil milhões de EUR em 2020 (Fonte: Relatório sobre a competitividade elaborado pela ASSET para a Comissão Europeia). No CETIR [SWD(2020) 953], secção 3.17.4, esta tecnologia é descrita em conjunto com o sistema de gestão energética de habitações (HEMS) e com o mercado dos agrupamentos energéticos. É também previsível que estes mercados se integrem lentamente com os mercados aqui descritos.

<sup>193</sup> As consequências da alienação da ABB à Hitachi (<https://new.abb.com/news/detail/64657/abb-completes-divestment-of-power-grids-to-hitachi>) terão de ser objeto de uma análise mais profunda.

Figura 17: Principais operadores do mercado e quota de mercado dos serviços digitais, Global, 2020



Fonte 15: Estudo da ASSET sobre a competitividade

Vários fornecedores de petróleo e gás e outros fornecedores de energia estão a fazer investimentos estratégicos em tecnologias de gestão de redes, em particular serviços, tendo adquirido pequenas empresas em fase de arranque nos mercados europeu e norte-americano ou investido nas mesmas. A Shell e a Eneco investiram nas empresas alemãs Sonnen<sup>194</sup> e Next Kraftwerke<sup>195</sup>, respetivamente, e a Engie investiu na Kiwi Power<sup>196</sup> do Reino Unido. Esta tendência parece ser confirmada pelo facto de, dos 200 empreendimentos recentes em que as empresas petrolíferas e de gás investiram, 65 se situarem no domínio da digitalização, sendo este o terceiro setor após os empreendimentos convencionais a montante e as fontes de energia renováveis<sup>197</sup>.

Enquanto as plataformas de *software* estão a atingir a maturidade, as aplicações de tecnologias digitais para prestar serviços de rede continuam a impulsionar a inovação no espaço de mercado. Os volumes de dados são relativamente pequenos em comparação com outros setores, pelo que o desafio da inovação não reside nos volumes de dados nem nas tecnologias de análise de dados<sup>198</sup>, residindo sim na disponibilidade e no acesso a diferentes fontes de dados distribuídas para que os fornecedores de *software* possam oferecer uma solução integrada aos seus clientes. As plataformas interoperáveis a nível do mercado para facilitar o acesso aos dados e o seu intercâmbio são, por conseguinte, fundamentais.

<sup>194</sup> A Shell detém 100 % das ações da Sonnen: <https://www.shell.com/media/news-and-media-releases/2019/smart-energy-storage-systems.html>, 15 de fevereiro de 2019.

<sup>195</sup> A Eneco detém uma participação minoritária de 34 %: <https://www.next-kraftwerke.com/news/eneco-group-invests-in-next-kraftwerke>, 8 de maio de 2017.

<sup>196</sup> A Engie detém pouco menos de 50 % das ações, mas é a acionista principal: <https://theenergyst.com/engie-acquires-dsr-aggregator-kiwi-power/>, 26 de novembro de 2018.

<sup>197</sup> *The Energy Transition and Oil Companies' Hard Choices*, Oxford Institute for Energy Studies, julho de 2019; Rob West, fundador da Thundersaid Energy & Research Associate e OIES, e Bassam Fattouh, diretor, OIES, p. 6.

<sup>198</sup> Para mais informações, ver CETIR [SWD(2020) 953], secção 3.17.

### 3.7 Conclusões adicionais sobre outras tecnologias e soluções no domínio da energia limpa e hipocarbónica

Conforme indicado no documento de trabalho dos serviços da Comissão que acompanha o presente relatório, a UE beneficia de uma posição concorrencial forte no domínio das **tecnologias de energia eólica terrestre** e das **tecnologias de energia hidroelétrica**. No caso da energia eólica terrestre, a grande escala do mercado<sup>199</sup> e o aumento da potência instalada fora da Europa oferecem perspectivas promissoras a uma indústria da UE relativamente bem posicionada na cadeia de valor da energia eólica<sup>200</sup>. Do mesmo modo, no caso da **energia hidroelétrica**, a importância do mercado<sup>201</sup> e o peso da UE nas exportações mundiais (48 %) são elementos-chave para uma indústria competitiva. No entanto, para o futuro de ambas as tecnologias, um dos principais desafios consiste em concentrar a investigação para aproveitar a oportunidade de repotenciação/renovação das instalações mais antigas, a fim de aumentar a sua aceitação social e reduzir a pegada. No que diz respeito aos **combustíveis renováveis**, a questão-chave consiste em passar da primeira<sup>202</sup> para a segunda e terceira geração de combustíveis, a fim de expandir a sustentabilidade das matérias-primas e otimizar a sua utilização. Para o efeito, será importante avançar com projetos de expansão e demonstração.

Nos mercados das **tecnologias de energia geotérmica** (mercado de cerca de mil milhões de EUR) e das **tecnologias de energia solar térmica** (mercado de cerca de 3 mil milhões de EUR), a fim de aumentar a quota de mercado da UE, o desafio consiste em prosseguir a implantação em aplicações térmicas existentes e novas, tanto para os edifícios (especialmente no caso da energia geotérmica) como para a indústria (especialmente no caso da energia solar térmica), e em promover ainda mais o potencial de inovação para integrar estas tecnologias à escala. O desenvolvimento de tecnologias de **captura e armazenamento de carbono** (CAC) é atualmente entravado pela falta de modelos e mercados comerciais viáveis. No que diz respeito às tecnologias de energia **nuclear**, as empresas da UE são competitivas em toda a cadeia de valor. A competitividade atual centra-se no desenvolvimento e na construção no prazo previsto, e na garantia da segurança em todo o ciclo de vida nuclear, com especial atenção para a eliminação dos resíduos radioativos e o desmantelamento das instalações em encerramento. Estão a ser desenvolvidas inovações tecnológicas, como os pequenos reatores modulares, para manter a competitividade da UE no domínio nuclear.

Um setor fundamental para reduzir o consumo de energia é o setor dos **edifícios**, que representa 40 % do consumo energético da UE. A UE tem uma posição forte em determinados setores<sup>203</sup>, como os dos elementos pré-fabricados para a construção<sup>204</sup>, dos sistemas de aquecimento urbano, das tecnologias de bombas de calor e dos sistemas de gestão energética de habitações/edifícios (HEMS/BEMS). Na indústria da iluminação

---

<sup>199</sup> Receitas da indústria eólica da UE em 2019: 86,1 mil milhões de EUR.

<sup>200</sup> Os fabricantes europeus representam cerca de 35 %; os fabricantes chineses quase 50 %.

<sup>201</sup> Mercado atual da UE-28: 25 mil milhões de EUR.

<sup>202</sup> Em 2017, o volume de negócios da indústria dos biocombustíveis da UE-27 foi de 14 mil milhões de EUR, principalmente em matérias-primas de primeira geração.

<sup>203</sup> Este primeiro relatório não abrange todos os setores devido a restrições de disponibilidade de dados. Outros setores a analisar incluem a envolvente dos edifícios e as técnicas de construção/modelização/conceção.

<sup>204</sup> O valor da produção na UE-28 aumentou de 31,85 mil milhões de EUR (em 2009) para 44,38 mil milhões de EUR (em 2018). No mesmo período, as exportações da UE-28 para o resto do mundo aumentaram de 0,83 mil milhões de EUR para 1,88 mil milhões de EUR. Por outro lado, as importações mantiveram-se relativamente estáveis em cerca de 0,18 mil milhões de EUR em 2009, passando para 0,26 mil milhões de EUR em 2018, com um valor mínimo de 0,15 mil milhões de EUR em 2012-2013.

energeticamente eficiente<sup>205</sup>, a UE tem uma longa tradição de conceção e fornecimento de sistemas de iluminação inovadores e altamente eficientes. O desafio da competitividade reside na produção em série em larga escala, que é possível para os dispositivos de iluminação baseados no estado sólido. Os fornecedores asiáticos encontram-se numa posição mais favorável, porque podem atingir capacidades muito mais elevadas (economias de escala). Por outro lado, as elevadas competências na conceção inovadora e as novas abordagens fazem tradicionalmente parte do setor industrial europeu.

Por último, a transição energética não se prende apenas com as tecnologias, mas também com a sua integração no sistema. Para avançar com êxito rumo a economias e sociedades independentes em termos de energia, é necessário colocar os **cidadãos** no centro de todas as ações<sup>206</sup>, analisando de perto os principais fatores e estratégias motivacionais para os envolver e enquadrando o consumidor de energia num contexto social mais amplo. O atual quadro jurídico a nível da UE representa uma oportunidade clara para os consumidores de energia e os cidadãos assumirem a liderança e beneficiarem claramente da transição energética. Com base nas tendências de urbanização observadas, as **idades** podem desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento de uma abordagem holística e integrada<sup>207</sup> da transição energética, e na sua ligação com outros setores, como a mobilidade, as TIC e a gestão dos resíduos ou da água, o que, por sua vez, exige investigação e inovação nas tecnologias, bem como nos processos, conhecimentos e crescimento de capacidades, envolvendo as entidades municipais, as empresas e os cidadãos.

## CONCLUSÕES

**Em primeiro lugar**, o presente relatório mostra o potencial económico do setor da energia limpa, evidenciado igualmente pela recente avaliação de impacto do Plano para atingir a Meta Climática em 2030<sup>208</sup>. O relatório reforça o argumento de que o Pacto Ecológico Europeu tem um claro potencial para ser a estratégia de crescimento da UE através do setor da energia. Nesta análise, os dados mostram que o setor das tecnologias de energia limpa apresenta um desempenho superior ao das fontes tradicionais de energia e, em comparação, está a criar mais valor acrescentado, emprego e mão de obra produtiva. O setor da energia limpa está a ganhar importância na economia da UE, em consonância com o aumento da procura de tecnologias limpas.

Simultaneamente, verifica-se uma diminuição dos investimentos públicos e privados em I&I no domínio da energia limpa, pondo em risco o desenvolvimento das tecnologias-chave necessárias para descarbonizar a economia e alcançar os objetivos ambiciosos do Pacto Ecológico Europeu. Este declínio pode ter igualmente um efeito negativo no crescimento económico e do emprego observado até agora. Além disso, o setor da energia não está a investir muito em I&I em comparação com outros setores. Na indústria da energia, quem mais investe em I&I são as empresas petrolíferas e de gás. Embora

---

<sup>205</sup> Prevê-se que o mercado europeu da iluminação cresça de 16,3 mil milhões de EUR em 2012 para 19,8 mil milhões de EUR em 2020 – CBI Ministry of Foreign Affairs *Electronic Lighting in the Netherlands*, 2014.

<sup>206</sup> As estratégias de participação têm de ser orientadas tanto para o indivíduo como para a comunidade, visando não só proporcionar incentivos económicos, mas também alterar comportamentos individuais ao explorar fatores não económicos, por exemplo através do fornecimento de informação sobre o consumo de energia apelando às normas sociais.

<sup>207</sup> Incluindo tecnologias, planeamento urbano holístico, uma combinação de investimentos públicos e privados em larga escala, e cocriação entre responsáveis políticos, agentes económicos e cidadãos.

<sup>208</sup> COM(2020) 562 final.

existam sinais positivos, com as empresas petrolíferas e de gás a investirem cada vez mais em tecnologias de energia limpa (por exemplo, eólica, fotovoltaica e digital), essas tecnologias continuam a representar uma parte menor das suas atividades.

Esta trajetória não é suficiente para que a UE se torne o primeiro continente com impacto neutro no clima e lidere a transição mundial para a energia limpa. É necessário um aumento considerável do investimento em I&I, tanto público como privado, para manter a UE na via da descarbonização. Os próximos investimentos para a recuperação económica, em particular, representarão uma boa oportunidade para tal. A nível nacional, a Comissão incentivará os Estados-Membros a ponderarem a fixação de metas nacionais para os investimentos em I&I destinados a apoiar as tecnologias de energia limpa, como parte do apelo global ao aumento dos investimentos públicos em I&I no domínio da ambição climática. A Comissão trabalhará igualmente com o setor privado para que este intensifique os seus investimentos em I&I.

**Em segundo lugar**, as metas da UE em matéria de redução das emissões de CO<sub>2</sub>, energia de fontes renováveis e eficiência energética desencadearam investimentos em novas tecnologias e inovações que conduziram a indústrias competitivas a nível mundial, demonstrando que um mercado interno forte é um fator fundamental da competitividade industrial nas tecnologias de energia limpa e que impulsionará os investimentos em I&I. No entanto, as características fundamentais do mercado da energia (em especial a elevada intensidade de capital, os longos ciclos de investimento, a nova dinâmica do mercado, juntamente com uma baixa taxa de rendibilidade dos investimentos) tornam difícil atrair níveis suficientes de investimento para este setor, o que afeta a sua capacidade de inovação.

A experiência adquirida com a produção de energia solar fotovoltaica na UE revela que não basta um mercado interno forte. Para além da fixação de metas no sentido de criar procura de novas tecnologias, é necessário que existam políticas de apoio à capacidade da indústria da UE para responder a esta procura. Tal inclui o desenvolvimento de plataformas cooperativas de base industrial para tecnologias específicas (por exemplo, baterias e hidrogénio). Poderão ser necessárias outras ações deste tipo para outras tecnologias, em cooperação com os Estados-Membros e a indústria.

**Em terceiro lugar**, é possível extrair conclusões específicas das seis tecnologias analisadas que se espera virem a desempenhar um papel cada vez maior no cabaz energético da UE para 2030 e 2050. Na indústria da energia solar fotovoltaica, existem oportunidades de mercado consideráveis nos segmentos da cadeia de valor em que a especialização ou os produtos de elevado desempenho/valor são fundamentais. Do mesmo modo, no caso das baterias, a recuperação competitiva em curso na UE no segmento do fabrico de células através de iniciativas como a Aliança Europeia para as Baterias complementa a posição mais sólida da indústria europeia nos segmentos a jusante e orientados para o valor, como o fabrico e a integração de baterias de pilhas, e a reciclagem de baterias. A recuperação de uma vantagem competitiva em ambas as tecnologias é essencial, dada a sua procura projetada, a sua modularidade e o seu potencial de repercussão (por exemplo, integração da energia fotovoltaica em edifícios, veículos ou outras infraestruturas).

Nos setores da energia oceânica, do hidrogénio renovável e da energia eólica, a UE detém atualmente uma vantagem de antecipação. No entanto, o enorme aumento esperado da dimensão dos mercados sugere que a estrutura da indústria mudará inevitavelmente: É necessário reunir conhecimentos especializados em todas as

empresas, e os Estados-Membros e o setor privado têm de reestruturar e agrupar as suas cadeias de valor a fim de materializar as economias de escala e as repercussões positivas necessárias. Por exemplo, a atual posição de liderança da UE no mercado dos eletrolisadores ao longo de toda a cadeia de valor, desde o fornecimento de componentes até à capacidade de integração final, oferece um potencial de repercussão significativo entre baterias, eletrolisadores e células de combustível. A anunciada Aliança Europeia para o Hidrogénio Limpo reforçará ainda mais a liderança mundial da Europa neste domínio. No que se refere à energia oceânica, as tecnologias não são ainda comercialmente viáveis e é necessário identificar regimes de apoio financeiro para manter e expandir a atual posição de liderança da UE.

A indústria da energia eólica marítima, com a sua sólida capacidade de inovação que alarga os limites da tecnologia (por exemplo, parques eólicos marítimos flutuantes), precisa da perspetiva de um mercado doméstico em crescimento, bem como de financiamento sustentado de I&I para beneficiar do crescimento nos mercados mundiais. As indústrias de redes inteligentes e de CCAT da UE também estão no bom caminho. Embora se trate de um mercado pequeno em comparação com o da energia eólica ou da energia solar fotovoltaica, não deixa de ser importante, uma vez que cria valor para tudo o que está ligado à rede. Dada a sua natureza regulamentada, os governos e as entidades reguladoras da UE desempenham um papel fundamental na exploração dos benefícios desta indústria.

**Em quarto lugar**, o avanço rumo às tecnologias limpas transfere também a dependência da UE em relação às importações de combustíveis fósseis para uma utilização crescente de matérias-primas essenciais nas tecnologias energéticas. No entanto, a sua dependência é menos direta do que a dos combustíveis fósseis, uma vez que estes materiais têm potencial para permanecerem na economia através da reutilização e reciclagem. Tal pode melhorar a resiliência das cadeias de abastecimento de tecnologias de energia limpa e, conseqüentemente, reforçar a autonomia estratégica aberta da UE. Há uma necessidade clara de I&I e investimentos para a conceção de componentes de tecnologias de energia limpa mais reutilizáveis e recicláveis, de modo que os materiais sejam mantidos na economia durante o maior tempo possível com um valor/desempenho tão elevado quanto possível. Relativamente à transição para uma maior circularidade, a participação da UE em instâncias internacionais como o G20, o Fórum Ministerial sobre Energias Limpas e a Missão Inovação permitirá à UE impulsionar a criação de normas ambientais para as novas tecnologias e reforçar ainda mais a sua liderança mundial, bem como atenuar o risco de perturbações do aprovisionamento, promovendo a sustentabilidade e a qualidade das tecnologias.

**Em quinto lugar**, a Comissão Europeia continuará a desenvolver a metodologia de avaliação da competitividade em cooperação com os Estados-Membros e as partes interessadas. O objetivo consiste em melhorar a análise macroeconómica do setor da energia limpa, incluindo o requisito prévio de mais dados. Uma metodologia melhorada apoiará a conceção de uma política de I&I no domínio da energia, ajudando a criar uma indústria de tecnologias limpas competitiva, dinâmica e resiliente. A avaliação anual da competitividade do setor da energia limpa complementar o quadro dos planos nacionais em matéria de energia e clima, do Plano Estratégico para as Tecnologias Energéticas e do Fórum Industrial das Energias Limpas. Esta avaliação contínua e melhorada visa que o setor da energia limpa desempenhe plenamente o seu papel no sentido de tornar o Pacto Ecológico Europeu numa verdadeira estratégia de crescimento da UE.