

I INTERNATIONAL EXPERIENCE PERUGIA - ITÁLIA

**SUSTENTABILIDADE: TRANSFORMANDO
SOCIEDADES PARA UM FUTURO VERDE I**

LUIZ ERNANI BONESSO DE ARAUJO

ROGERIO BORBA

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Educação Jurídica

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuitiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

S964

Sustentabilidade: Transformando Sociedades Para Um Futuro Verde I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Luiz Ernani Bonesso de Araujo, Rogério Borba. – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-088-5

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Inteligência Artificial e Sustentabilidade na Era Transnacional

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Internacionais. 2. Sustentabilidade. 3. Transformando Sociedades. I International Experience Perugia – Itália. (1: 2025 : Perugia, Itália).

CDU: 34



I INTERNATIONAL EXPERIENCE PERUGIA - ITÁLIA

SUSTENTABILIDADE: TRANSFORMANDO SOCIEDADES PARA UM FUTURO VERDE I

Apresentação

A edição do I International CONPEDI Experience, nos ofereceu produções científicas inestimáveis, no âmbito da Sustentabilidade. Os trabalhos apresentados abordam uma conjuntura de temas e ideias necessárias à reflexão da comunidade científica sobre os problemas ambientais e as possíveis soluções. Dentro deste contexto, no Grupo de Trabalho - Sustentabilidade: Transformando Sociedades Para Um Futuro Verde I - constatou-se qualificadas contribuições para o campo das Ciências Sociais Aplicadas; além de profícuo debate de todos os presentes na sala virtual.

Esse primeiro evento de um novo formato do CONPEDI contou com apresentações que abordaram diferentes temáticas relativas a assuntos que apresentaram problemáticas e sugestões de crescimento humano e desenvolvimento sustentável dentro destas áreas. Assim, o presente relatório faz destaque aos trabalhos apresentados na cidade de Perúgia, no GT “Sustentabilidade: Transformando Sociedades Para Um Futuro Verde I”, coordenado pelos professores doutores Luis Ernani Bonesso de Araujo (UFSM) e Rogério Borba (UNIFACVEST).

A obra que ora apresentamos reúne os artigos selecionados através do sistema de dupla revisão cega por avaliadores ad hoc, de modo que temos certeza que os temas a seguir apresentados são instigantes e apresentam significativas contribuições para as reflexões dos Programas de Pós Graduação em Direito reunidos no CONPEDI.

Com a certeza de que esta publicação fornece importantes instrumentos para que pesquisadores e aplicadores do Direito somem aos seus conhecimentos, os organizadores desta obra prestam sua homenagem e agradecimento a todos que contribuíram para esta louvável iniciativa do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (CONPEDI) e, em especial, a todos os autores que participaram da presente coletânea.

08 de julho de 2025.

Prof. Dr. Luiz Ernani Bonesso de Araujo Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Rogério Borba Centro Universitário UNIFACVEST

SUSTENTABILIDADE E TRANSIÇÃO PARA ENERGIAS RENOVÁVEIS: O DIREITO DE PATENTE COMO INSTRUMENTO PARA ESTIMULAR O INVESTIMENTO EM TECNOLOGIAS LIMPAS

SUSTAINABILITY AND TRANSITION TO RENEWABLE ENERGY: PATENT LAW AS AN INSTRUMENT TO STIMULATE INVESTMENT IN CLEAN TECHNOLOGIES

Luiz Otávio Pimentel ¹

Resumo

O artigo trata do papel crucial da sustentabilidade na transformação da sociedade rumo à harmonia com o meio ambiente, enfatizando a transição para energias renováveis como uma iniciativa chave. A pesquisa foi baseada na busca da cadeia de valor pelo desenvolvimento, prosperidade econômica, social e ambiental para um planeta sustentável para as gerações futuras. Isso requer a capacidade de inovar e criar avanços tecnológicos em energia renovável que contribuam para a sustentabilidade ambiental. Destaca a importância do direito de patente para estimular os investimentos em tecnologias limpas, essenciais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. O artigo explora brevemente o contexto histórico das preocupações ambientais, o estabelecimento dos objetivos da Agenda 2030 da ONU e as contribuições do Brasil. Ressalta a necessidade de instrumentos legais e incentivos para promover a adoção e ter no mercado inovações em energias renováveis. O texto também examina as tendências globais no patenteamento de tecnologias verdes, a distribuição geográfica dessas patentes e o impacto que a inovação vem produzindo na transição energética. Conclui enfatizando a importância do investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento para avançar ainda mais nas tecnologias de energia renovável e alcançar as ambiciosas metas climáticas globais.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Transição energética, Energias renováveis, Direito de patente, Investimento em pesquisa

Abstract/Resumen/Résumé

The article addresses the crucial role of sustainability in transforming society towards harmony with the environment, emphasizing the transition to renewable energy as a key initiative. The research was based on the value chain's quest for development, economic, social and environmental prosperity for a sustainable planet for future generations. This requires the ability to innovate and create technological advances in renewable energy that contribute to environmental sustainability. It highlights the importance of patent law to stimulate investment in clean technologies, essential to achieving the United Nations Sustainable Development Goals. The article briefly explores the historical context of

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Direito da Atitus Educação; consultor internacional em propriedade industrial e transferência de tecnologia.

environmental concerns, the establishment of the UN 2030 Agenda goals and Brazil's contributions. It highlights the need for legal instruments and incentives to promote the adoption and marketization of renewable energy innovations. The text also examines global trends in the patenting of green technologies, the geographical distribution of these patents and the impact that innovation is having on the energy transition. It concludes by emphasizing the importance of continued investment in research and development to further advance renewable energy technologies and achieve ambitious global climate goals.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Sustainability, Energy transition, Renewable energy, Patent law, Investment in research

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um dos maiores desafios do nosso tempo para transformar a sociedade rumo a harmonia com o meio ambiente. A transformação verde exige mudanças profundas nos padrões de produção, de consumo e na gestão de recursos, onde a prioridade é a preservação ambiental e o uso responsável dos recursos naturais.

O desenvolvimento econômico e social com sustentabilidade requer iniciativas como a transição para energias renováveis, que é o tema central deste artigo.

O planeta terra é habitado por mais de 8 bilhões de pessoas, havendo grande concentração na China e na Índia, com 1,4 bilhões em cada um desses países do continente asiático. Dados que permitem afirmar que a cada dia mais pessoas precisam de um lugar para viver, alimentação, transporte, medicamentos, trabalho, lazer, energia etc. A sobrevivência digna depende muito do meio ambiente saudável e sustentável. (ONU, 2025a)

O assunto do artigo faz parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), é a meta sete, energia acessível e não contaminante. A preocupação das nações com o meio ambiente ocorre há mais de cinco décadas, foi proclamado na Declaração da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente, firmada em Estocolmo e realizada nos dias 5-16 de junho de 1972 (§6º), que proclamou: “Defender e melhorar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações se tornou uma meta fundamental para a humanidade”.

Segundo informa o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, no site oficial do governo, a negociação para o estabelecimento dos ODS iniciou em 2013, através do mandado outorgado pela Conferência Rio+20. A conclusão das negociações, dois anos depois, ocorreu em agosto de 2015, e os resultados foram aclamados em setembro, na Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável. Os ODS orientam as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional até o ano de 2030, sucedendo e atualizando os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Ainda não tendo avançado plenamente até agora.

O acordo dos ODS estabeleceu dezessete objetivos e cento e sessenta e nove metas, envolvendo temáticas diversificadas, entre as metas, como indicado acima, está a energia acessível e não contaminante. O Brasil participou de todas as sessões da negociação intergovernamental e teve papel relevante.

Os ODS são um apelo global à ação para proteger o meio ambiente e o clima e tentar que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. O Brasil, segundo o governo, está contribuindo para que se possa cumprir satisfatoriamente a Agenda 2030 no Brasil e no mundo.

A matriz energética limpa é um dos temas centrais da pauta do Ministério do Meio Ambiente, como se vê da mensagem da Ministra Marina Silva, na Cartilha de Orientações para Emendas Parlamentares 2025. (Brasil, 2024)

As soluções para as mudanças climáticas passam pela implementação de instrumentos jurídicos, como estruturas regulatórias e incentivos para estimular a adoção de fontes de energia renováveis e sustentáveis, de um lado, e pelo surgimento de novas tecnologias, por outro.

Conforme o Fórum Econômico Mundial no documento “Desbloqueando o Futuro da Energia Renovável em Mercados Emergentes” (WEF, 2024), a demanda global por energia e a falta de acesso à energia continuam sendo a desigualdade mais impactante no sistema energético de hoje, com milhões de pessoas – predominantemente na África Subsaariana – sem acesso à eletricidade e bilhões de pessoas sem combustíveis limpos de cozinha.

Neste amplo contexto, o objetivo deste artigo é analisar, no âmbito das mudanças climáticas e da crise ambiental que impactam o planeta, a função do direito de patente para atrair investimentos em inovação sustentável no setor energético, como um incentivo para novas pesquisas visando o surgimento e aperfeiçoamento de tecnologias relacionadas com a energia renovável.

O aspecto positivo do sistema jurídico de patente, destacado neste artigo, é o conteúdo do documento requerido para a sua proteção jurídica, com relatório descrevendo o objeto, de modo a possibilitar sua realização e indicar, quando for o caso, a melhor forma de execução, o que abrange dados, informações e o conhecimento tecnológico específico.

A pesquisa para este artigo utilizou a metodologia de abordagem exploratória, envolveu particularmente o campo do Direito e da Economia, tendo por base a busca da cadeia de valor para a prosperidade econômica, social e ambiental em um planeta que poderá ser mais desenvolvido e sustentável para esta e gerações futuras. O que requer dos agentes econômicos a capacidade de inovar e criar avanços tecnológicos em energia renovável, que contribuam para a sustentabilidade ambiental, incluindo financiamento público, privado e um instituto jurídico (direito de patente) como instrumentos de políticas públicas. Pois, a demanda de energia em todo o mundo, aponta para a necessidade de encontrar novas e mais tecnologias para a geração, transmissão, distribuição e armazenamento de energia e, assim, alcançar uma das metas dos ODS. Na revisão bibliográfica buscou-se as fontes recentes e documentos com dados de patentes a partir do ano 2000, utilizando os códigos de classificações internacionais e categorização de amostras segundo o CPC: seção Y; classes Y02 e Y04; e subclasses: Y02B; Y02C; Y02D; Y02E; Y02P; Y02T; e Y04S.

2 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E ENERGIA RENOVÁVEL

O desenvolvimento sustentável é capaz de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações. Porque não esgota os recursos naturais para o futuro, segundo o conceito da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU. (*apud* WWF, 2025)

Sustentabilidade é um “conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos processos econômicos, sociais, culturais e ambientais globais”. Envolve conceitualmente uma nova dimensão do processo civilizatório e da atividade humana, onde o espaço social e econômico possibilite a satisfação de necessidades no presente e ao mesmo tempo a preservação da biodiversidade, dos ecossistemas naturais, ampliando a qualidade de vida das pessoas e reduzindo o impacto das atividades humanas no planeta, através de processos que se mantenham ao longo do tempo. (SLASSU, 2025)

O conceito de energias renováveis também é amplo e sistêmico. Envolve elementos como: a abundância e renovação de fontes de energia, resiliência, custos razoáveis, a relação entre a geração e o consumo, a não emissão de gases na sua geração, rede de transmissão, rede de distribuição, armazenagem – em contraposição aos combustíveis fósseis.

De acordo com a ONU (2025b):

Energia renovável é a energia derivada de fontes naturais que são reabastecidas a uma taxa maior do que são consumidas. A luz solar e o vento, por exemplo, são fontes que estão constantemente sendo reabastecidas. As fontes de energia renováveis são abundantes e estão ao nosso redor. Os combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás – por outro lado, são recursos não renováveis que levam centenas de milhões de anos para se formar. Os combustíveis fósseis, quando queimados para produzir energia, causam emissões nocivas de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono. A geração de energia renovável cria emissões muito menores do que a queima de combustíveis fósseis. A transição dos combustíveis fósseis, que atualmente respondem pela maior parte das emissões, para a energia renovável é fundamental para enfrentar a crise climática. As energias renováveis agora são mais baratas na maioria dos países e geram três vezes mais empregos do que os combustíveis fósseis.

As alternativas para superar os efeitos perversos do uso de tecnologias tradicionais, como aquelas relacionadas ao uso de combustíveis fósseis para a geração de energia, que dominaram os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), passam pela mudança de paradigma para um cenário de energias renováveis e ambientalmente sustentáveis. A proteção de resultados da P&D nesse setor, que são potenciais inovações, pelo direitos de patentes, vêm sendo positiva.

Segundo Graça-Aranha (2020), que foi representante da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) junto aos ODS da ONU:

[...] a #climatecrisis é um fato inegável. Em um gesto histórico, na #COP28 em Dubai, 116 países assinaram um acordo para triplicar a capacidade de produção de energia renovável. Pode-se

discutir as origens do #GlobalWarming, mas é um fato que o Planeta está ficando cada vez mais quente. As temperaturas mais altas já foram alcançadas nos últimos 12 meses. Temperaturas extremas e desastres naturais mais frequentes estão ocorrendo em todos os cantos do Planeta. Como sublinhou o Secretário-Geral da ONU, #AntónioGuterres (#UNSG), o mundo caminha para uma #ClimateCatastrophe.

A triste realidade é que os desastres naturais estão acontecendo cada vez mais e resultando na perda de milhões de vidas e ativos.

Qual é o principal instrumento para enfrentar e, esperançosamente, reverter, mesmo que parcialmente, o desastre previsto? #Innovation será a chave (ODS9). Na verdade, a inovação tem sido a chave para resolver todos os problemas há séculos. A inovação aliada a #IPRs, como #patents, é o caminho para o avanço da sociedade, para alcançar os ODS e o que virá depois da Agenda 2030 da ONU. Novas formas de energia estão sendo desenvolvidas. Estão a ser feitos investimentos pesados em Investigação e Desenvolvimento (#R&D). O potencial de várias áreas do mundo para identificar e diversificar novas fontes de energia para a tão necessária transição de emergência será a resposta para o atual desastre climático que está ameaçando nossas vidas. E, novamente, essa inovação virá graças aos DPIs [direitos de propriedade industrial] em geral, e ao sistema de patentes em particular, que serviram para melhorar as condições de vida desde a primeira legislação do tipo patente. [...] Os países em desenvolvimento têm um enorme potencial para contribuir para a consecução dos ODS. Pequenos ou grandes.

Como visto acima, a inovação, no sentido de novos processos e produtos disponíveis no amplo mercado do setor de energia, sob o estímulo da proteção jurídica de patentes para as novas tecnologias disruptivas ou incrementais, tende a ser um poderoso instrumento com força para atrair os investimentos que são necessários para se inventar que, por sua vez, são necessárias para a mudança de paradigmas e a utilização massiva de energias renováveis.

3 ASPECTOS RELEVANTES DO DIREITO DE PATENTE NO SETOR DE ENERGIA RENOVÁVEL

Há onze anos, a WIPO publicou um relatório sobre o aumento do número de patentes de energias renováveis (Helm, Tannock e Iliev, 2014):

A sustentabilidade é um dos maiores desafios do nosso tempo. Felizmente, muito pode ser feito para enfrentar esse desafio por meio da inovação tecnológica, incluindo fontes renováveis de energia que ajudam a reduzir as emissões de carbono. Governos de todo o mundo passaram a adotar essas tecnologias como uma grande parte da solução para as mudanças climáticas, implementaram estruturas regulatórias e incentivos para estimular seu desenvolvimento e aceitação.

O aumento de patentes de tecnologia verde é um indicador do surgimento dessas novas tecnologias de mitigação das mudanças climáticas (CCMTs), como se vê no relatório de Helm, Tannock e Iliev (2014):

A linha principal: mais patentes foram requeridas nos últimos 5 anos do que nos 30 anos anteriores nas principais CCMTs examinadas no Relatório Biocombustíveis, Solar Térmica, Solar Fotovoltaica [PV] e Energia Eólica. Enquanto a taxa média global de depósito de patentes cresceu 6% entre 2006 e 2011, essas CCMTs experimentaram uma taxa de crescimento combinada de 24% no mesmo período – quatro vezes mais que a taxa de crescimento [geral de depósitos de pedidos de patentes em todo o mundo].

A grande atividade de patenteamento está se observando em vários setores de energia renovável. O que significa que a P&D vem sendo intensiva. Conforme se vê no recente livro de tecnologia verde sobre soluções energéticas para mudanças climáticas da WIPO (2024):

A inovação em tecnologias de energia renovável tem mostrado uma tendência flutuante, mas principalmente ascendente. O número de pedidos de patentes publicados aumentou de cerca de 29.800 em 2006 para cerca de 46.300 em 2021. A energia solar representou quase metade dessas inovações em 2021 (WIPO, 2023). Aqui, tendências de inovação notáveis incluem um foco em tecnologias que permitem instalação e fabricação mais econômicas e novos tipos de design de energia solar fotovoltaica. Uma mudança de células fotovoltaicas inorgânicas para novos tipos de células orgânicas permite sua integração em janelas, wearables [dispositivos eletrônicos que integrados à roupa ou aos acessórios da pessoa que os usa, são capazes de armazenar e processar dados como calor do corpo] e outros objetos (EPO, 2021). Depois da energia solar, a maior parte da inovação em energia renovável foi vista para energia eólica (19,1%), energia hidrelétrica (16,4%), tecnologia de célula de combustível (12,2%) e energia geotérmica (1,4%) [...].

A tecnologia e a inovação estão impulsionando a democratização da transição energética ao permitir a geração descentralizada de energia, aumentar a flexibilidade da rede e oferecer uma ampla gama de soluções de eficiência energética e gerenciamento da demanda para residências, comunidades, serviços públicos, cidades e empresas. Eletrodomésticos com eficiência energética, termostatos inteligentes e dispositivos de IoT [internet das coisas] permitem e capacitam os consumidores a otimizar o uso de energia, reduzir o consumo e diminuir custos, tornando as práticas sustentáveis mais acessíveis. Ao permitir que consumidores e usuários finais gerem, armazenem e/ou gerenciem ativamente sua própria energia – isso complementado por investimentos em infraestrutura de energia em larga escala [pelos fornecedores] – esses avanços promovem maior independência energética e resiliência em todos os setores.

Além disso, conforme observado por Helm, Tannock e Iliev (2014), é notável a mudança na inovação do Ocidente para o Oriente. A China e a Coreia do Sul obtiveram o maior número de patentes nos anos anteriores a 2014, por exemplo, em todas as áreas de tecnologias, e na energia solar fotovoltaica, os 10 principais proprietários de tecnologia estão todos baseados na Ásia, vasto continente que abriga mais da metade da população do planeta.

Em relação à globalização e à concorrência empresarial, conforme Helm, Tannock e Iliev (2014):

[...] as concentrações de patentes também diminuíram em três dos quatro cenários de patentes (o vento é a exceção), refletindo uma maior globalização, bem como uma maior competição entre players de mais países. A WIPO está fazendo outro trabalho importante na batalha contra a mudança climática. [...] a WIPO Green, é um instrumento interativo que promove a inovação e a difusão de tecnologias verdes, conectando provedores de tecnologia e serviços com aqueles que buscam soluções inovadoras. A WIPO Green consiste em um banco de dados e numa rede on-line que reúne uma ampla gama de atores na cadeia de valor da inovação em tecnologia verde e conecta proprietários de novas tecnologias com empresas que desejam comercializar, licenciar ou acessar ou distribuir uma tecnologia verde.

Os dados recentes, dez anos após ao relatório anterior de Helm, Tannock e Iliev, disponíveis no Livro de Tecnologia Verde sobre Soluções Energéticas para Mudanças Climáticas da WIPO (2024), mostram o desequilíbrio geográfico, os avanços e os rumos das tecnologias em foco:

A maioria das inovações energéticas ocorre na China e em países de alta renda. A distribuição regional de pedidos de patentes também pode destacar países que estão liderando em domínios tecnológicos específicos. Olhando [...] para o cenário de inovação de baixo carbono, Europa, Japão e Estados Unidos foram responsáveis por mais de três quartos de todos os IPFs [famílias internacionais de patentes] gerados de 2000 a 2019 [...]. No entanto, em 2021, a maior parcela do total de pedidos globais em energia solar, célula de combustível, eólica, geotérmica e hidrelétrica foram patenteadas na China, exceto para tecnologias de célula de combustível, que foram lideradas pelo Japão [...].

Os países industrializados geralmente têm agências nacionais para desenvolver tecnologias de energia. Países como o Japão, que sofrem com acesso limitado a fontes de energia, utilizam uma porcentagem significativa do gasto total do governo em P&D de energia. O maior crescimento nos gastos com P&D em energia pode ser visto novamente na China, que foi um fator-chave por trás do crescimento global de 10% nos gastos públicos em P&D de energia em 2022 [...].

O alto desequilíbrio regional e a concentração para tecnologias de energia limpa também são evidentes ao olhar para as operações de fabricação. Em 2023, quatro países – China, Estados Unidos, Índia e Vietnã – e a União Europeia foram responsáveis por cerca de 80 a 90 por cento da capacidade global de fabricação de energia solar fotovoltaica, eólica, baterias, eletrolisadores e bombas de calor [...].

No geral, os níveis crescentes de inovação em tecnologias de energia limpa e de baixo carbono ressaltam a importância do investimento contínuo em P&D para atingir as metas climáticas globais. A tendência ascendente na atividade de patentes sinaliza um forte foco no avanço de tecnologias que aumentam a eficiência energética, expandem o uso de energia renovável e reduzem as emissões de carbono. Embora a mudança da inovação para a implantação em tecnologias maduras como solar e eólica tenha levado a menos atividade de patentes nessas áreas, o desenvolvimento contínuo em eficiência energética e tecnologias facilitadoras destaca o papel crítico da inovação na condução do progresso em muitos setores ativos na transição energética.

A China e os países mais desenvolvidos têm se destacado, como se vê acima. A distribuição regional de pedidos de patentes é o indicador de quem está mais avançado nos domínios tecnológicos de energias renováveis. No cenário de inovação de baixo carbono, como se viu, a União Europeia, Japão e Estados Unidos foram responsáveis pela maioria das famílias internacionais de patentes, família quer dizer um mesmo pedido de patente depositado em vários países.

A maior parcela de pedidos globais em energia solar, célula de combustível, eólica, geotérmica e hidrelétrica foram patenteadas na China, as tecnologias de célula combustível no Japão. Estes são também os países que aplicam parte significativa do orçamento público e privado em P&D de energia.

O alto desequilíbrio regional e a concentração para tecnologias de energia limpa em 2023, foram observados nas patentes relacionadas aos subsectores de energia solar fotovoltaica, eólica, baterias, eletrolisadores e bombas de calor.

Como se pode deduzir dos indicadores da WIPO (2024), acima, o crescimento da inovação em tecnologias de energia limpa e de baixo carbono evidenciam a importância do investimento contínuo em P&D para atingir as metas climáticas globais dos ODS da ONU.

A tendência na atividade patentaria sinaliza o foco nas tecnologias de eficiência energética, de energia renovável e de reduzem as emissões de carbono. A eficiência energética e as respectivas tecnologias facilitadoras destacam o papel crítico da inovação na condução do progresso em muitos setores ativos na transição energética para as energias limpas e sustentáveis.

O que é o direito de patente? Uma patente de invenção não é uma mercadoria nova; é um ativo intangível; a patente é um documento que ensina como aplicar uma tecnologia na

indústria; é um título jurídico de direito de propriedade industrial e privado que garante o seu uso exclusivo, em produto ou de processo para se chegar ao produto, ou seja, de uma tecnologia que, quando aplicada, resolve um problema técnico, neste artigo, relacionado ao uso de energia.

O titular ou proprietário de patente é uma pessoa, singular ou coletiva, que tem esse título. Pode-se dizer, algo com base em um título; alguém que tem uma patente. Portanto, juridicamente a propriedade industrial da patente resulta da qualidade de titular, de dono de algo que está definido no título, no documento da patente. O efeito é a exclusividade de utilizar o conteúdo tecnológico amparado pela patente num determinado espaço e tempo limitado – uma vantagem concorrencial temporária.

A proteção de patentes é territorial e não se estende a outros países, a menos que também haja a proteção em vários países, o que decorre do princípio da territorialidade desse tipo de direito. No caso de uma mesma patente obtida em vários países, como mencionado acima, tem-se uma família de patente.

Portanto, ao proteger a tecnologia de uma invenção por meio de uma patente, se leva em consideração os países onde o mercado será relevante para a comercialização dos produtos ou processos de uma empresa, universidade ou mesmo do inventor independente que for seu titular, e se considera estratégico comercialmente também o local onde se fabrica.

A proteção patentária produz efeitos importantes, sendo o principal deles gerar um direito temporário de exclusividade para seu titular, também conhecido como monopólio, que se estende pelo período de proteção da patente, geralmente de vinte anos para as invenções.

Assim, quem tem uma boa tecnologia, incremental ou radical, protegida por patente, pode garantir, com respaldo da lei, que os concorrentes não a copiem ou utilizem sem sua autorização. Logo, é um poderoso fator de vantagem concorrencial no mercado.

Outro efeito importante do direito de patente, a ser considerado, é o esgotamento ou exaustão, pois, o direito se esgota com a venda do produto ou da utilização do processo em produto que contém o processo patentado.

Para se obter a proteção de uma invenção (nova tecnologia) por patente, no território de um país ou grupo de países, como na patente europeia concedida pelo *European Patent Office* – EPO, o documento de pedido deve indicar o estado da técnica da invenção, para permitir a sua realização na indústria, e passar pelo procedimento administrativo e, ao final, ser concedido ou negado.

O conhecimento das funções do direito de patente de invenção é fundamental para se entender por que ela representa um estímulo à inovação. Entre outras funções, explicitamente, a patente é a garantia de exclusividade de uso de uma determinada tecnologia, durante um

tempo e em certo território. Permite um poder de oferta no mercado, que muitos chamam de monopólio. Ao mesmo tempo permite se conhecer o seu conteúdo, o chamado estado da técnica, e estudá-lo para avançar as fronteiras da ciência e da técnica. O estudo não viola o direito. Permitindo também a sua ampla utilização após o período de proteção ou nos territórios dos países onde não foi protegida a invenção.

No Brasil, o trâmite de pedidos de patentes tem sido bastante demorado, devido a uma série de fatores, como o número elevado de pedidos, a especialidade das diferentes tecnologias e a escassez de servidores. O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), autarquia federal competente para o exame e concessão de patentes, instituiu um procedimento prioritário para o trâmite das patentes verdes. Visando especialmente o exame rápido dos pedidos como um incentivo à proteção dessas tecnologias, que socialmente significa aumentar o acervo de saber disponível.

No mais recente relatório do INPI (2025) sobre o uso de Patentes Verdes, parte do programa de trâmite prioritário de pedidos de patentes no Brasil, observa-se que:

O programa [...] apresenta hoje um tempo médio de 9 meses para a decisão – muito inferior aos 4,5 anos da fila comum de exame de patentes do INPI. Desta forma, o programa funciona como uma importante ferramenta para incentivar a bioeconomia e o desenvolvimento sustentável, trazendo uma resposta mais célere para aqueles que tem interesse em produzir e comercializar suas invenções no mercado brasileiro. Além disso, a análise deste conjunto de documentos permitirá, no futuro, expandir o escopo do estudo para identificar os pedidos de patente depositados no Brasil sobre tecnologias sustentáveis, independente de terem utilizado o programa de priorização.

[...]

Foram identificados na base de Informação Tecnológica [...] 1.097 pedidos de patente com tramite prioritário de patentes verdes concedidos e publicados até 13/08/2024 [...]. Os depositantes residentes são os que mais se utilizam do trâmite prioritário de processos de patente para tecnologias verdes no âmbito do INPI, sendo responsáveis por 78% dos requerimentos concedidos nesta modalidade.

No INPI vários atos administrativos normativos regularam sucessivamente o procedimento prioritário de exame de patentes verdes no INPI (2022), que tem como objetivo contribuir para o combate às mudanças climáticas globais, acelerando o exame dos pedidos de patentes com tecnologias voltadas para o meio ambiente. Ressaltando-se o papel importante da classificação quando se trata de localizar documentos na base de dados.

Qual o papel da classificação no sistema de patentes? Para se ter uma ideia do volume de documentos de patente e da necessidade de classificação para recuperar com precisão um documento, somente no ano de 2023 a WIPO contabilizou 3,6 milhões de pedidos de patentes em todo o mundo, sendo que existem mais de 43 milhões de documentos de patentes, conforme os dados disponíveis no *Patentscope*, banco de dados digital da WIPO – como se pode ver no site da Organização.

A classificação cooperativa de patentes, *Cooperative Patent Classification* – CPC (EPO, 2025), é uma extensão da classificação internacional de patentes, *International Patent Classification* – IPC da WIPO.

A CPC é gerenciada em conjunto pelo EPO e Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos – USPTO. Na taxionomia instituída pelo CPC existem aproximadamente 250.000 entradas de classificação, divididas em nove seções, A-H e Y, que por sua vez são subdivididas em classes, subclasses, grupos e subgrupos. Logo, uma taxionomia bastante precisa para se encontrar uma patente no universo de documentos existentes.

O IPC, a outra taxionomia bastante utilizada, foi estabelecido pelo Acordo de Estrasburgo de 1971, e atualizada periodicamente, que prevê um sistema hierárquico de símbolos independentes de linguagem para a classificação de patentes de acordo com as diferentes áreas de tecnologia a que pertencem. O IPC divide os campos de tecnologias em oito seções (A-H) com aproximadamente 75.000 subdivisões, cada uma representada por um símbolo independente de idioma, caracteres do alfabeto latino e algarismos arábicos.

Assim, o CPC é o mais preciso para se pesquisar e encontrar documentos de patentes de energia renovável. Essas tecnologias relevantes, disponíveis no universo do banco de dados mundial do EPO, podem ser encontradas nos documentos indexados nas classes e subclasses da Seção Y e Y02: Y02B, Y02C, Y02D, Y02E, Y02P, Y02T e Y04S.

Ao se proteger os direitos, segundo Nurton (2020), as patentes servem ao propósito de assegurar os interesses econômicos dos inventores e incentivá-los a inovar, fazer mais P&D. As inovações projetadas para serem protegidas por patente, se tornam uma força motriz por trás da mudança tecnológica e social. As invenções que têm impactos profundos na sociedade podem ser rastreadas até documentos de patentes solicitados ou concedidos em todo o mundo.

Sabe-se, outrossim, que nem todas as invenções têm um nível de sucesso econômico garantido, mas são indicativas de algum valor para aqueles que as patentearam. Dado o custo e o esforço necessários para inovar, segue-se que a maioria dos requerentes de patentes espera ser compensado pelas aplicações das ideias que procuraram proteger. Isso pode ser feito por meio da venda exclusiva de um novo produto, de vantagens competitivas obtidas com processos operacionais aprimorados ou royalties de uma tecnologia inovadora. Considerando isso, as patentes fornecem um sinal de valor econômico, criando vantagem competitiva. (Nurton, 2020)

Segundo Nurton (2020):

De 2002 a 2012, década em que a inovação estava sendo [bastante] promovida no setor de energias renováveis, o número de pedidos de patentes publicados sob o amparo do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes para energias renováveis aumentou 547%. Embora esse número tenha diminuído, em 2019, ainda era 3,5 vezes maior do que em 2002.

Como mostra Nurton (2020), o número total de pedidos internacionais depositados e publicados no âmbito do tratado de cooperação em matéria de patentes, *Patent Cooperation Treaty* – PCT, as tecnologias renováveis aumentaram a cada ano de 2002 (831 pedidos) a 2012 (4.541 pedidos), quando atingiu o pico. Desde então, o número de pedidos diminuiu a cada ano de 2013 (4.308 pedidos) a 2018 (2.689 pedidos), embora os números tenham aumentado ligeiramente em 2019 (2.863 pedidos).

De acordo com Nurton (2020):

[...] aumentar o uso de energia renovável é fundamental para limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, uma das metas estabelecidas pelo Acordo de Paris. [...] As evidências da publicação de dados de patentes apoiam essa meta e sugerem que a inovação no setor de energias renováveis decolou na década até 2012, particularmente em tecnologias solares. Nos próximos anos, veremos como essas inovações ajuda a combater o aquecimento global na prática.

Entre as tendências cabe citar, ainda o livro de tecnologia verde sobre soluções energéticas para mudanças climáticas da WIPO (2024):

Entre 2008 e 2020, a adoção de sistemas de refrigeração transcíticos de CO₂ na Europa cresceu de 140 para 35.500 sistemas, chegando a 55.000 em 2022. Os supermercados de médio porte foram os principais beneficiários de sistemas de refrigeração de CO₂, uma tendência notável que envolve o desenvolvimento de unidades adequadas para minimercados [...] relevante principalmente em países com altas densidades populacionais, onde lojas de conveniência menores são muito comuns. Outra tendência são os sistemas integrados multifuncionais que fornecem refrigeração, aquecimento e até mesmo ar-condicionado combinados [...]. Casos autônomos de R290 (refrigeração com propano de baixo GWP), CO₂ subcrítico e sistemas de circuito de água R290 são outras tecnologias [...].

GWP é a sigla em inglês da medida de potencial de aquecimento global, o principal benefício do gás refrigerador R290, um tipo de gás muito mais eficiente e ecologicamente correto, que apresenta um índice de GWP menor do que outros gases muito utilizados pelas famílias.

Outro tema essencial é a eficiência energética, como se vê do Livro de Tecnologia Verde (WIPO, 2024):

A eficiência energética e a gestão do lado da demanda são cruciais para desacelerar a tendência de crescimento do consumo de energia – Investir em eficiência energética é crucial para a transição energética. Embora haja considerável atividade de patentes para eficiência energética e habilitação de tecnologias de energia de baixo carbono em países de alta renda, tais investimentos permanecem significativamente subfinanciados dentro do contexto do financiamento climático internacional. Embora os investimentos em energia renovável sejam essenciais, sua taxa atual de penetração por si só é insuficiente para combater efetivamente as mudanças climáticas em escala global. A dependência contínua de combustíveis fósseis, juntamente com subsídios nacionais persistentes e o rápido crescimento da demanda global de energia, ressalta uma necessidade urgente de políticas progressivas e tecnologias inovadoras que reduzam o consumo de energia, aumentem a recuperação de energia e introduzam novas maneiras de usar aparelhos e bens. Enfatizar soluções do lado da oferta e ignorar a eficiência energética pode levar a desafios mais profundos, incluindo a necessidade de garantir cadeias de fornecimento de matéria-prima sustentáveis e mitigar apropriações de terras que exacerbam as desigualdades sociais.

De acordo com Tang (2024), diretor-geral da WIPO, os ODS estão em jogo nesta década, mais que em qualquer outro tempo. Para isso, precisa-se aproveitar a inovação e o potencial criativo da humanidade, a propriedade industrial é fundamental para que isso aconteça. Ela incentiva a inovação, recompensa a criatividade e traz novas tecnologias, ideias e conceitos para o mercado. Tudo isso pode nos ajudar a enfrentar desafios globais comuns, como as mudanças climáticas.

Segundo Tang (2024), há um desafio em entender os caminhos da inovação. Os dados e informações de tecnologia são encontrados em documentos de patentes, disponíveis digital e publicamente. Isso cria uma oportunidade, por meio da análise de documentos de patentes, para transformá-los em *insights* que apontam a trajetória do avanço tecnológico, bem como medem e acompanham o progresso tecnológico. A análise de patentes também nos fornece uma noção mais nítida das lacunas existentes e aponta para onde mais recursos precisam ser direcionados para a P&D. Sendo importante para orientar as políticas públicas e ação privada na busca por novas tecnologias de energia renovável.

Tang (2024) enfatiza, que sobretudo esperar-se que os *insights* de patentes também sirvam como catalisadores, inspirando em todos os setores, governos e academia a usar as patentes para fazer uma diferença positiva e realmente não deixar ninguém para trás.

4 O ESTÍMULO AO INVESTIMENTOS EM INOVAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

O investimento em P&D para se obter invenções e aperfeiçoamentos tecnológicos em energias renováveis é fundamental e imprescindível. Seja pela aplicação de recursos via aporte com fundos públicos governamentais ou de organizações internacionais, enquanto instrumentos de políticas públicas, seja pelo setor privado, através dos agentes econômicos, seja pelos programas ou projetos de parcerias público-privada.

Não se pode deixar de compulsar e fazer referência ao Manual de Oslo (OECD, 2005), sobre a economia da inovação, que destaca a teoria de Schumpeter, que continua atual em vários aspectos, pois a ideia de desenvolvimento econômico é impulsionada pela inovação, por meio de um processo dinâmico, no qual as novas tecnologias substituem as antigas, num processo de destruição criativa. As inovações radicais criam mudanças disruptivas, ao passo que as inovações incrementais avançam continuamente o processo de mudança.

É fundamental saber por que a mudança tecnológica ocorre e por que as empresas inovam. A resposta dada pela teoria de Schumpeter, indica que os empresários estão em busca de lucros e que um novo dispositivo tecnológico traz alguma vantagem para o inovador. No caso de um processo que aumenta a produtividade, a empresa obtém uma vantagem de custo

sobre seus concorrentes, vantagem que lhe permite obter uma margem maior aos preços atuais de mercado ou, dependendo da especificidade da demanda, usar uma combinação de preço mais baixo e margem mais alta do que seus concorrentes para ganhar participação em mercado e obter ainda mais lucros. No caso da inovação de produtos, a empresa inovadora obtém uma posição de monopólio devido a uma patente ou em relação ao tempo em que os concorrentes levarão para imitá-la. Essa posição de monopólio, a exclusividade, permite que a empresa estabeleça um preço mais alto do que seria possível em um mercado competitivo, obtendo lucro. (OECD, 2005)

Cabe fazer referência aos problemas da utilização de patentes como indicadores, que são bem conhecidos, pois muitas inovações não abrangem as invenções patenteadas, e muitos documentos de patentes que estão disponíveis abarcam invenções de pouco ou nenhum valor tecnológico e econômico. Como ressalta o Manual de Oslo (OECD, 2005), muitos indicadores de patentes têm um valor bastante significativo, outros, todavia, nunca resultaram em inovação.

Considerando que toda invenção para ser patenteável deve ser nova, se diz que toda inovação contém novidade em grande medida, mas nem todo invento será uma inovação, no sentido figurado de que nem todo produto disponibilizado no mercado irá atrair a atenção ou será objeto de negócio, nem toda mercadoria sai da prateleira.

De acordo com Nurton (2020), ao analisar as tendências de patenteamento em energia renovável, a P&D de fontes de energia renováveis é essencial para o enfrentamento da crise climática. Na última década foram observados investimentos sem precedentes em energia renovável, bem como o desenvolvimento significativo de novas tecnologias. A evidência disso pode ser vista na proliferação de células solares e turbinas eólicas pontilhando a paisagem. Mas também pode ser medido observando tendências no número de pedidos de patentes publicados. As patentes indicam o volume de invenções, onde ela está ocorrendo e em que áreas. A análise detalhada dos dados pode, portanto, fornecer uma série de *insights*.

Qual é o panorama dos investimentos no setor de energia? Apesar das pressões por financiamento, sempre escassos, o investimento global em energia renovável atingiu quase o dobro do valor destinado aos combustíveis fósseis em 2024, devido a alta demanda no mercado, a melhoria de cadeias de suprimentos e custos mais baixos para tecnologias de energia renovável, de acordo com o relatório mundial de investimento em energia, *World Energy Investment 2024*, da Agência Internacional de Energia – IEA (2024c): “Os gastos globais em tecnologias e infraestrutura de energia renovável atingiram US\$ 2 trilhões em 2024, mesmo com os custos de financiamento mais altos dificultando novos projetos, principalmente nas economias emergentes e em desenvolvimento”.

Segundo o relatório (IEA, 2024c), o investimento global em energia alcançou um montante de cerca de US\$ 3 trilhões em 2024, com aproximados US\$ 2 trilhões destinados a tecnologias de energias renováveis – incluindo veículos elétricos, aperfeiçoamento da energia nuclear, redes, armazenamento, combustíveis de baixa emissão, melhorias de eficiência e bombas de calor – o restante, cerca de US\$ 1 trilhão, foi para uso de carvão, gás e petróleo. Sendo observa que no ano anterior, em 2023, o investimento combinado em energia renovável e redes tinha ultrapassado o valor gasto com combustíveis fósseis pela primeira vez.

No relatório (IEA, 2024c) se adverte, no entanto, que ainda existem grandes desequilíbrios e déficits nos fluxos de investimento em energia em muitas partes do mundo. Se destaca o baixo nível de gastos com energia renovável nas economias emergentes e em desenvolvimento fora da China, sendo verificado que ultrapassou US\$ 300 bilhões pela primeira vez, em 2024, na Índia e Brasil. No entanto, isso representa apenas cerca de 10% do investimento global em energia renovável, muito abaixo do necessário para atender à crescente demanda de energia nesses países, onde a população é enorme e o alto custo de capital está impedindo a P&D de novos projetos.

Segundo Birol, diretor executivo da IEA (IEA, 2024c):

O investimento em energia renovável está estabelecendo novos recordes, mesmo em condições econômicas desafiadoras, destacando o impulso por trás da nova economia global de energia. Para cada dólar que vai para combustíveis fósseis hoje, quase dois dólares são investidos em energia limpa.

O aumento dos gastos com energia renovável é sustentado por uma economia forte, por reduções contínuas de custos e por considerações de segurança energética. Mas também há um forte elemento de política industrial, à medida que as principais economias competem por vantagens em novas cadeias de suprimentos de energia renovável. É preciso fazer mais para garantir que o investimento chegue aos lugares onde é mais necessário, em particular as economias em desenvolvimento, onde o acesso a energia acessível, sustentável e segura é severamente insuficiente hoje.

Quando o Acordo de Paris foi alcançado em 2015, o investimento combinado em energias renováveis e nuclear para geração de eletricidade era o dobro do valor destinado à energia movida a combustíveis fósseis. Em 2024, isso aumentou para dez vezes mais, tendo a energia solar fotovoltaica liderando a transformação no setor de energia. Mais investimento está indo para a energia solar fotovoltaica do que todas as outras de geração de eletricidade combinadas. Em 2024, o investimento em energia solar fotovoltaica foi de US\$ 500 bilhões, na medida que a queda dos preços dos módulos estimula novos investimentos. (IEA, 2024c)

A China respondeu pela maior parcela do investimento em energia renovável em 2024, atingindo cerca de US\$ 675 bilhões, resultado da forte demanda doméstica em três setores em particular – solar, baterias de lítio e veículos elétricos. A Europa e os Estados Unidos vêm em seguida, com investimentos de US\$ 370 bilhões e US\$ 315 bilhões, respectivamente. Essas três

principais economias sozinhas representam a maior parte do investimento global em energia renovável, evidenciando as disparidades nos fluxos internacionais de capital para energia. (IEA, 2024c)

O investimento global em petróleo e gás *upstream* aumentou 7% em 2024, atingindo US\$ 570 bilhões, após um aumento semelhante em 2023. O crescimento dos investimentos em 2023 e 2024, nesse setor, é predominantemente de petrolíferas do Oriente Médio e Ásia. O relatório mundial de investimento conclui que o investimento em petróleo e gás em 2024 está alinhado com os níveis de demanda implícitos para 2030, pelas configurações de políticas atuais, mas muito mais alto do que o projetado em cenários que atingem as metas climáticas globais. O investimento em energia renovável por empresas de petróleo e gás atingiu US\$ 30 bilhões em 2023, representando apenas 4% dos gastos gerais de capital do setor, de acordo com o relatório (IEA, 2024c). Enquanto isso, o investimento em carvão continua a aumentar, com mais de 50 *gigawatts* de energia verificados em 2023, o maior desde 2015. (IEA, 2024c)

Além dos desafios econômicos, as redes e o armazenamento de eletricidade têm sido uma restrição significativa na transição para a energia renovável. Mas os gastos com redes estão aumentando, o que é positivo, e chegaram a US\$ 400 bilhões em 2024, enquanto eram em torno de US\$ 300 bilhões anualmente entre 2015 e 2021. Esse aumento se deve em grande parte a novas iniciativas políticas e financiamento na União Europeia, Estados Unidos, China e alguns países da América Latina. (IEA, 2024c)

Os investimentos em armazenamento de baterias decolaram, especialmente com o uso em carros elétricos, chegando a cerca de US\$ 54 bilhões em 2024, na mesma medida que os custos caem ainda mais. Mais uma vez, esses investimentos são altamente concentrados. Para cada dólar investido em armazenamento de baterias nas economias avançadas e na China, apenas um centavo foi investido por outras economias emergentes. (IEA, 2024c)

Segundo o fórum econômico mundial, *World Economic Forum – WEF* (dez. 2024), o marco importante que estava previsto para ser alcançado em 2024, na luta para enfrentar a crise climática, foi o investimento global em energia limpa, que atingiu quase o dobro do valor destinado aos combustíveis fósseis. Mas, enquanto a mudança para a energia renovável avança rapidamente, ainda há o risco evidente de milhões de pessoas e muitos países ficarem para trás.

Melhorar os índices de produtividade, reduzir custos, eliminar danos, restaurar o meio ambiente, encontrar alternativas para combustíveis e geração de energia, são alguns dos problemas que continuarão a desafiar cientistas e tecnologistas.

O investimento em P&D tem aumentado, contribuindo para o avanço das inovações tecnológicas. Diferentes segmentos da sociedade participam desse processo, muitas vezes formando alianças estratégicas para resistir à competição global e criar riqueza.

De acordo com as informações disponíveis no site de busca de dados de patentes, *Energy Technology Patents Data Explorer* da IEA (2024a), que reúne dados de 44 países, verifica-se que, em geral, as patentes estão fornecendo *insights* para a P&D com potencial para transformar a economia e promover a tão almejada transição energética.

Como a transição para energia renovável se reflete nas patentes de energia? As patentes de energia podem ser específicas de combustíveis fósseis ou de energia renovável. O volume de pedidos de patentes indica a tendência na opção do mercado em torno das fontes renováveis ou não.

A taxonomia da classificação CPC de patentes de mitigação climática e de energia renovável, que também classifica as patentes em diferentes categorias de combustíveis fósseis, não é restrita. Se observa que cada patente pode ser classificada como pertencente a várias categorias de tecnologia. Por exemplo, algumas patentes relacionadas a veículos elétricos pertencem tanto ao armazenamento de energia em bateria, quanto em mobilidade elétrica. Portanto, a soma das patentes de uma subcategoria não é igual à soma das patentes da família da categoria correspondente.

Cada patente pode pertencer a mais de duas categorias de tecnologia. Por exemplo, algumas patentes relacionadas a veículos elétricos pertencem tanto ao armazenamento quanto à mobilidade elétrica. Portanto, a soma das patentes das subcategorias não é igual à soma das patentes da categoria-mãe correspondente.

De acordo com as notas metodológicas da IEA (2024d), para contagens de patentes, os documentos relevantes foram identificados com base em um esquema de classificação desenvolvido pelo EPO para atributos relacionadas a CCMTs. A subclasse Y02 inclui áreas relacionadas a energia renovável, a saber: Y02B (CCMTs relacionadas a edifícios), Y02C (gases de efeito estufa - captura e armazenamento/sequestro ou descarte), Y02E (gases de efeito estufa - tecnologias de redução de emissões relacionadas à geração, transmissão ou distribuição de energia), Y02T (CCMTs relacionadas ao transporte), etc. Além disso, o esquema auxiliar Y04S identifica CCMTs relacionadas a redes inteligentes.

Um universo de 529.898 patentes relacionadas à energia, foram contabilizadas entre os anos de 2000 e 2023. (2024a)

5 O RELATÓRIO DE PERSPECTIVAS ENERGÉTICAS MUNDIAIS DA IEA

O relatório das perspectivas energéticas mundiais de 2024, *World Energy Outlook 2024*, da IEA (2024e), “WEO 2024”, é considerado a fonte global de análise e projeções de tecnologias de energia mais significativo do mundo. Nele se enfatiza as escolhas críticas que os governos e consumidores enfrentam à medida que aumenta a demanda por energia, especialmente a elétrica, que vai remodelando a segurança energética global. As fragilidades significativas no sistema energético de hoje, vão deixando claro a necessidade de políticas mais fortes e de maiores investimentos para acelerar e expandir a transição para tecnologias mais limpas e seguras.

No WEO 2024, se examina como as mudanças de rumo nas tendências de mercado, a evolução das incertezas geopolíticas, as tecnologias emergentes, o avanço das transições de energia limpa e os crescentes impactos das mudanças climáticas estão mudando, e o que significa ter sistemas de energia seguros. Em particular, ressalta que as tensões geopolíticas e a fragmentação de hoje estão criando grandes riscos tanto para a segurança energética, quanto para a ação global na redução das emissões de gases de efeito estufa.

O mundo está pronto para entrar em um novo contexto de mercado de energia nos próximos anos, o cenário é marcado por riscos geopolíticos contínuos, mas também por uma oferta relativamente abundante de vários combustíveis e tecnologias. Isso inclui o fornecimento de petróleo e gás natural liquefeito, juntamente com uma grande capacidade de fabricação para tecnologias-chave de energia limpa, principalmente energia solar fotovoltaica e baterias.

Com base nas configurações políticas de hoje, o WEO 2024 concluiu que as fontes de baixa emissão devem gerar mais da metade da eletricidade mundial até 2030 – e a demanda por todos os três combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) – ainda está projetada para atingir o pico até o final desta década. Mas o que é animador, a energia limpa está entrando no sistema geral de energia em um ritmo sem precedentes, ainda que a implantação esteja longe de ser uniforme em todas as tecnologias e mercados.

Nesse contexto, o WEO 2024 também mostra que os contornos de um novo sistema de energia mais eletrificado estão entrando em foco, à medida que a demanda global de eletricidade sobe. O uso de eletricidade, para se ter ideia, cresceu ao dobro do ritmo da demanda geral de energia na última década, sendo que dois terços do aumento global na demanda de eletricidade nos últimos dez anos ocorrem na China.

A China é um polo gigantesco de investimentos, demanda de combustível fóssil, consumo de eletricidade, implantação de energias renováveis, mercado de EVs (veículos elétricos) e fabricação de tecnologia limpa, um verdadeiro mundo, onde quase todas as histórias

da energia são uma história da China. Um exemplo: a expansão da tecnologia de captação de energia solar da China está avançando a tal ritmo que, no início da década de 2030 – dentro de menos de cinco anos – a geração de energia solar da China, sozinha, poderá exceder a demanda total de eletricidade dos Estados Unidos, que é imensa, em dados de hoje.

O crescimento da demanda global de eletricidade deve acelerar ainda mais nos próximos anos, e aumentar ainda mais rapidamente em cenários que atendem às metas globais para atingir emissões líquidas zero.

Para que a energia limpa, zero carbono, continue crescendo em ritmo acelerado, é necessário um investimento ainda maior do que tem sido computado em novos sistemas de energia, especialmente em redes elétricas e armazenamento de energia.

Apesar do crescente impulso por trás da transição para energia limpa, o mundo ainda está muito longe de uma trajetória alinhada a sua meta de zero. As decisões de governos, investidores e consumidores muitas vezes entrincheiram as falhas no sistema de energia de hoje, em vez de empurrá-lo para um caminho mais limpo e seguro. Isso reflete as incertezas no atual mundo da energia - sensível para a velocidade com que as energias renováveis e a mobilidade elétrica podem crescer, para a rapidez com que a demanda por gás natural liquefeito pode aumentar e como as ondas de calor, as políticas de eficiência e a ascensão da inteligência artificial podem afetar a demanda por eletricidade daqui para frente.

Tudo isso sujeito a mais uma variável, o efeito da política ambiental do governo Trump, a partir deste ano de 2025.

Com base nas configurações políticas de hoje, as emissões globais de dióxido de carbono estão na iminência de atingir o pico, e a ausência de um declínio acentuado significa que o mundo está a caminho a passos largos para um aumento de 2,4 °C nas temperaturas médias globais até o final do século, bem acima da meta do Acordo de Paris de limitar o aquecimento global para 1,5 °C.

No fórum econômico mundial (WEF, dez. 2024) foi destaque a ligação inextricável entre os riscos de segurança energética e as mudanças climáticas. Em muitas áreas do mundo, eventos climáticos extremos, intensificados por décadas de altas emissões de CO₂, já estão representando desafios profundos para a operação segura e confiável dos sistemas de energia, incluindo ondas de calor cada vez mais graves, secas, inundações e tempestades.

Em algumas regiões do mundo, os altos custos de financiamento e riscos de projetos estão limitando a P&D e disseminação de tecnologias de energia limpa competitivas em termos de custo para onde são mais necessárias. Esse é especialmente o caso nas economias em desenvolvimento, onde essas tecnologias poderiam oferecer os maiores retornos para o

desenvolvimento sustentável e a redução de emissões. A falta de acesso à energia continua sendo a desigualdade mais impactante no sistema energético de hoje, como mencionado na introdução deste artigo, com 750 milhões de pessoas – predominantemente na África Subsaariana – sem acesso à eletricidade e mais de 2 bilhões sem combustíveis de cozinha limpos.

Um novo sistema de energia precisa ser consolidado para ter sustentabilidade, priorizando a segurança, resiliência e flexibilidade, garantindo que os benefícios da nova economia de energia sejam compartilhados e inclusivos.

A fim de buscar o caminho para enfrentar os desafios energéticos em evolução enfrentados pelos países ao redor do mundo, a IEA convocou uma Cúpula Internacional sobre o Futuro da Segurança Energética no segundo trimestre de 2025. Organizada pelo governo do Reino Unido em Londres. A Cúpula avaliará os riscos existentes e emergentes enfrentados pelo sistema energético global, com foco em soluções e oportunidades. E para explorar as implicações da inteligência artificial (IA) para o setor de energia, a IEA sediará a Conferência Global sobre Energia e IA na sua sede em Paris, nos dias 4 e 5 de dezembro de 2025. Participantes de alto nível discutirão como as tecnologias pioneiras de IA podem mudar a maneira como o mundo produz, armazena, transmite, distribui e consome energia.

6 CONCLUSÃO

Os avanços da energia renovável são beneficiados com o aperfeiçoamento do uso das fontes de energia solar e eólica, por exemplo. Fato que mostra uma tendência ascendente no cumprimento dos objetivos da Agenda 2030, no que se refere a meta para energia renovável, que é mais forte do que a verificada nos outros ODS, o que indica também uma crescente conscientização entre fornecedores e consumidores sobre alternativas mais racionais no uso de energias. As tendências ascendentes de patentes relacionadas aos ODS, particularmente energia renovável e redução de emissões, refletem um foco crescente em tecnologias sustentáveis, como se viu nos dados da IEA.

Portanto, ao olhar para o universo de patentes de tecnologias de energia renovável, se tem um instantâneo do desenvolvimento de fontes de energia renováveis, e aprende-se sobre elas estudando os respectivos documentos. Se vê que há um investimento sem precedentes em energia renovável, bem como P&D significativo de novas tecnologias nesse setor. A evidência disso é medida pelo número de pedidos e de patentes publicadas.

As patentes são amplamente utilizadas como um indicador de quanta inovação está acontecendo, onde e em quais áreas, são fontes de conhecimento. Uma análise detalhada delas,

portanto, fornece uma riqueza de *insights* sobre a inovação nesse setor. As patentes são um indicador importante para orientar o investimento em tecnologias, saber quais setores estão se concentrando em nichos de P&D e seus resultados, fator decisivo para definir políticas públicas para subsetores menos estudados. Suas outras funções são estimular o investimento em P&D e garantir fatias do mercado por algum tempo o que gera emprego e renda.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Cartilha de orientações para emendas parlamentares 2025**. Brasília: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/governanca/cartilha-parlamentar-2025.pdf>. Acesso em 12 mar. 2025.

EPO. EUROPEAN PATENT OFFICE. **Cooperative Patent Classification (CPC)**. Munich: EPO, 2025. Disponível em: <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/classification/cpc>. Acesso em 11 mar. 2025.

EPO. **Cooperative Patent Classification**: section Y, classes Y02, Y04 and subclass. Munich: EPO, 2025. Disponível em: <https://www.cooperativepatentclassification.org/sites/default/files/cpc/scheme/Y/scheme-Y.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

GRAÇA-ARANHA, J. **Brief reflection on SDGs, climate crisis and IP**. LinkedIn, 2020. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/brief-reflection-sdgs-climate-crisis-ip-jose-graca-aranha-dw7te/?trackingId=CD0KFAI9TMu7aNyLmtzhXg%3D%3D>. Acesso em 11 mar. 2025.

HARRISON, C. **Patent data show one-third of inventions relate to the SDGs**. Geneve: WIPO, Magazine, march 26, 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/web/wipo-magazine/articles/patent-data-show-one-third-of-inventions-relate-to-the-sdgs-62846>. Acesso em 11 mar. 2025.

HELM, S.; TANNOCK, Q.; ILIEV, I. **Global challenges report: renewable energy technology: evolution and policy implications - evidence from patent literature**. Geneve: WIPO, 2014. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gc_3.pdf. Acesso em 11 mar. 2025.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy technology patents data explorer**: explore data on clean energy and fossil fuel patents in 44 countries. Paris: IEA, 5 Aug. 2024a. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-technology-patents-data-explorer>. Acesso em 11 mar. 2025.

IEA. **Geopolitical tensions are laying bare fragilities in the global energy system, reinforcing need for faster expansion of clean energy**. Paris: IEA, oct. 16, 2024b. Disponível em: <https://www.iea.org/news/geopolitical-tensions-are-laying-bare-fragilities-in-the-global-energy-system-reinforcing-need-for-faster-expansion-of-clean-energy>. Acesso em 11 mar. 2025.

IEA. **Investment in clean energy this year is set to be twice the amount going to fossil fuels**. Paris: IEA, jun. 6, 2024c. Disponível em: <https://www.iea.org/news/investment-in-clean-energy-this-year-is-set-to-be-twice-the-amount-going-to-fossil-fuels>. Acesso em 11 mar. 2025.

IEA. **Methodological notes for patent counts**: IEA's clean energy transitions in emerging economies program. Paris: IEA, aug. 5, 2024d. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/bb70e652-6862-4f15-9ba7-f3249d1551ea/Methodologicalnotesforpatentcounts.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

IEA. **World energy outlook 2024**: report. Paris: IEA, oct, 2024e. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/140a0470-5b90-4922-a0e9-838b3ac6918c/WorldEnergyOutlook2024.pdf>. Acesso em 12 mar. 2025.

INPI. INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (Brasil). **Patentes verdes**. Rio de Janeiro: INPI, atual. 06 jun 2022. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tramite-prioritario/projetos-piloto/Patentes_verdes. Acesso em 25 fev. 2025.

INPI. **Uso do programa de trâmite prioritário de patentes de tecnologias verdes no Brasil**. Irene von der Weid Et al. Rio de Janeiro: INPI, jan. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/Radar_TecnologiasVerdes_Versaofinal.pdf. Acesso em 25 fev. 2025.

NURTON, J. **Patenting trends in renewable energy**. Geneve: WIPO, Magazine, march 24, 2020. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_121_2020_01.pdf. Acesso em 11 mar. 2025.

OECD. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3rd. edition. Paris: OECD, nov. 10, 2005. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual_9789264013100-en. Acesso em 11 mar. 2025.

OECD. **The measurement of scientific and technological activities using patent data as science and technology indicators**: Patent Manual. Paris: OECD, jan. 1, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264065574-en>. Acesso em 11 mar. 2025.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Population**: Our growing population. Geneve: UN, 2025a. Disponível em: <https://www.un.org/en/global-issues/population>. Acesso em 13 mar. 2025.

ONU. **What is renewable energy?** Geneve: UN, 2025b. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>. Acesso em 11 mar. 2025.

SLASSU - Laboratório de Sustentabilidade. Escola Politécnica da USP. **Conceituação, sustentabilidade**. São Paulo: USP, 2025. Disponível em: <https://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao/>. Acesso em 14 mar. 2025.

TANG, D. **Foreword to mapping innovations patents and the sustainable development goals**. Geneve: WIPO, 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-rn2024-18-en-mapping-innovations.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

WEF. WORLD ECONOMIC FORUM. **Unlocking renewable energy future in emerging markets**. Davos: WEF, dec. 9, 2024, updated dec. 18, 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> e <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-rn2022-7-en-international-patent-classification-ipc.pdf>. Acesso em 12 mar. 2025.

WIPO. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **WIPO Green, the marketplace for sustainable technology**. Geneve: WIPO, 2023(a). Disponível em: <https://www3.wipo.int/wipogreen/en/>. Acesso em 11 mar. 2025.

WIPO. **Green Technology Book 2022, solutions for climate change adaptation**. Geneve: WIPO, 2023(b). Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-1080-en-green-technology-book-2022.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

WIPO. **Green technology book, energy solutions for climate change**. Geneve: WIPO, 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/web-publications/green-technology-book-energy-solutions-for-climate-change/assets/69780/green-technology-book-energy-solutions-for-climate-change.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

WIPO. **Green technology book, solutions for climate change mitigation**. Geneve: WIPO, 2023c. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-1080-2023-en-green-technology-book.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

WIPO. **International patent classification (IPC)**. Geneve: WIPO, s/d. Disponível em: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> e <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-rn2022-7-en-international-patent-classification-ipc.pdf>. Acesso em 11 mar. 2025.

WWF. Fundo Mundial Para a Natureza. Brasília: WWF-Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/conceitos/desenvolvimentosustentavel/>. Acesso em 14 mar. 2025.