

Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PATENTES AZUIS: AMPLIANDO O ESCOPO DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL PARA FOMENTAR A ECONOMIA AZUL NO BRASIL

Blue patents: expanding the scope of industrial property to foster the blue economy in Brazil

Patentes azules: ampliando el alcance de la propiedad industrial para fomentar la economía azul en Brasil

José Wendel dos Santos ^{1*}, Leonôra Virginia de Jesus Dias ², Cristiane Monteiro de Farias Rezende ³, José Barreto Netto ⁴, Clara Angélica dos Santos ⁵, Marcelo De Paula ⁶, & Cristiane Toniolo Dias ⁷

^{1 2 3 4 5} Universidade Federal de Sergipe ⁶ Universidade Federal do Oeste da Bahia ⁷ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

^{1*} eng.wendel@live.com ² leonoradias13@gmail.com ³ chrysmont@gmail.com ⁴ jbarretonetto@hotmail.com
⁵ claraangel723@gmail.com ⁶ marcelop@ufob.edu.br ⁷ cristianetdias@utfpr.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 25.09.2025

Aprovado: 03.11.2025

Disponibilizado: 05.11.2025

PALAVRAS-CHAVE: Patentes; Economia Azul; Tecnologias aquáticas; Inovação sustentável.

KEYWORDS: Patents; Blue Economy; Aquatic Technologies; Sustainable innovation.

PALABRAS CLAVE: Patentes; Economía Azul; Tecnologías Acuáticas; Innovación sostenible.

*Autor Correspondente: Santos, J. W. dos.

RESUMO

A inovação sustentável depende da capacidade de identificar e organizar tecnologias estratégicas, e as patentes verdes têm se mostrado fundamentais nesse processo. No entanto, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) não aborda explicitamente as tecnologias aquáticas, deixando essas inovações dispersas na categoria de tecnologias verdes. Este estudo propõe a criação da categoria "Patentes Azuis" para classificar tecnologias voltadas à Economia Azul no Brasil. O estudo adotou um delineamento exploratório, de corte transversal e abordagem mista, baseado em análise documental. Após a triagem, 237 pedidos de patentes relacionados à Economia Azul, depositados entre 1984 e 2024, com o Brasil como país prioritário, foram selecionados e analisados por estatística descritiva. Os resultados revelaram crescimento consistente nos pedidos ao longo dos anos e evidenciaram lacunas na categorização das patentes. Enquanto as tecnologias verdes se concentram em soluções terrestres e atmosféricas, as tecnologias azuis respondem a desafios específicos do ambiente aquático. Assim, a categoria "Patentes Azuis" poderia aumentar a visibilidade dessas tecnologias, orientar investimentos e facilitar sua difusão à sociedade. Este estudo contribui para aprimorar o sistema brasileiro, alinhando-o ainda mais aos padrões internacionais de sustentabilidade.

ABSTRACT

Sustainable innovation depends on the ability to identify and organize strategic technologies, with green patents playing a fundamental role in this process. However, the National Institute of Industrial Property (INPI) does not explicitly address aquatic technologies, leaving these

innovations classified under general green technologies. This study proposes the creation of a "Blue Patents" category to classify technologies related to the Blue Economy in Brazil. The research employed an exploratory, cross-sectional, mixed-methods design based on documentary analysis. After screening, 237 patent applications related to the Blue Economy, filed between 1984 and 2024 with Brazil as the priority country, were selected and analyzed using descriptive statistics. The results showed consistent growth in patent filings over the years and revealed gaps in patent classification. While green technologies focus on terrestrial and atmospheric solutions, blue technologies address specific challenges in aquatic environments. Thus, the "Blue Patents" category could increase the visibility of these technologies, guide investment, and facilitate their dissemination to society. This study contributes to improving the Brazilian system, further aligning it with international sustainability standards.

RESUMEN

La innovación sostenible depende de la capacidad de identificar y organizar tecnologías estratégicas, donde las patentes verdes desempeñan un papel fundamental en este proceso. Sin embargo, el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) no aborda explícitamente las tecnologías acuáticas, por lo que estas innovaciones se clasifican dentro de las tecnologías verdes generales. Este estudio propone la creación de la categoría "Patentes Azules" para clasificar las tecnologías relacionadas con la Economía Azul en Brasil. La investigación empleó un diseño exploratorio, transversal y de métodos mixtos basado en el análisis documental. Tras la selección, se seleccionaron 237 solicitudes de patente relacionadas con la Economía Azul, presentadas entre 1984 y 2024, con Brasil como país prioritario, y se analizaron mediante estadística descriptiva. Los resultados mostraron un crecimiento constante en las solicitudes de patentes a lo largo de los años y revelaron lagunas en la clasificación de patentes. Mientras que las tecnologías verdes se centran en soluciones terrestres y atmosféricas, las tecnologías azules abordan desafíos específicos en entornos acuáticos. Por lo tanto, la categoría "Patentes Azules" podría aumentar la visibilidad de estas tecnologías, orientar la inversión y facilitar su difusión a la sociedad. Este estudio contribuye a mejorar el sistema brasileño, alineándolo aún más con los estándares internacionales de sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

As patentes verdes emergem como instrumentos de política pública destinados a acelerar a inovação sustentável. Instituído pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) em 2012, o Programa Patentes Verdes tem como objetivo principal agilizar o exame de pedidos de patente relacionados a tecnologias ambientais (INPI, 2025). Baseado no inventário da *World Intellectual Property Organization* (WIPO), o programa organiza categorias tecnológicas estratégicas, permitindo classificar rapidamente um amplo conjunto de inovações voltadas à mitigação de impactos ambientais (Maia et al., 2022). As aplicações das patentes verdes abrangem cinco grandes grupos tecnológicos: energias alternativas, conservação de energia, transportes, gerenciamento de resíduos e agricultura sustentável (Rocha et al., 2023). No entanto, essa abrangência limita a identificação de setores emergentes e especializados, como aqueles vinculados à Economia Azul (Hartmann et al., 2025).

A Economia Azul é um conceito que busca maximizar o uso sustentável de recursos aquáticos, englobando ambientes de água doce, costeira, marinha e oceânica, com foco no crescimento econômico e no desenvolvimento social (Piñero-López et al., 2025). A relevância global desse setor é evidenciada pelo segmento marítimo, responsável por mais de 2 trilhões de dólares anuais, com projeção de crescimento contínuo até 2029 (Kurniawan et al., 2026). Além do dinamismo econômico, a Economia Azul desempenha papel fundamental na mitigação climática e na preservação da biodiversidade, uma vez que os oceanos atuam como sumidouros de carbono e reguladores climáticos globais. Mais de 61,8 milhões de trabalhadores dependem diretamente da pesca e da aquicultura em todo o mundo, evidenciando a dimensão social do setor e a importância de instrumentos que protejam inovações e assegurem geração de renda e emprego (Santos, 2025).

O aumento da exploração dos recursos aquáticos intensifica a demanda por tecnologias eficientes, sustentáveis e equitativas. Entretanto, o setor enfrenta desafios consideráveis. A poluição marinha, especialmente por microplásticos, compromete a produtividade da pesca, a qualidade do turismo costeiro e a saúde dos ecossistemas (Gupta et al., 2024). Paralelamente, a fragmentação de políticas e as desigualdades sociais dificultam a implementação equitativa da Economia Azul, reforçando a necessidade de soluções tecnológicas inovadoras e socialmente justas (Cisneros-Montemayor et al., 2025; Li et al., 2025). Nesse contexto, a Economia Azul deve ser compreendida não apenas como uma ramificação da Economia Verde, mas como um campo econômico com identidade própria, demandando instrumentos específicos de propriedade industrial. A criação de um arcabouço normativo dedicado constitui, assim, um passo estratégico para a maturidade e autonomia da inovação nesse setor.

O presente estudo propõe a criação da categoria “Patentes Azuis”, destinada a classificar e organizar inovações tecnológicas voltadas à Economia Azul no Brasil. Tal proposta se justifica pela ausência de políticas consolidadas na América Latina que integrem a Economia Azul às agendas nacionais. A iniciativa ganha relevância frente ao extenso litoral atlântico brasileiro e ao potencial estratégico para o desenvolvimento de tecnologias relacionadas a ecossistemas aquáticos. Além disso, a proposta está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU e às diretrizes da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030), promovida pela UNESCO, que destacam a necessidade de soluções tecnológicas inovadoras para a preservação e uso sustentável dos

recursos aquáticos. Assim, a criação da categoria “Patentes Azuis” representa um catalisador para o desenvolvimento tecnológico e para a consolidação do Brasil como protagonista na transição para uma economia oceânica sustentável.

ECONOMIA AZUL: CONCEITOS, POTENCIAIS E DESAFIOS

O conceito de Economia Azul pode ser compreendido como uma extensão dos modelos de desenvolvimento sustentável, com foco específico nos oceanos (Hoareau, 2025; Santos, 2025). Enquanto a Economia Verde concentra-se em abordagens sustentáveis em terra, a Economia Azul orienta-se para o uso responsável dos recursos marinhos e costeiros, buscando promover simultaneamente crescimento econômico, inclusão social e melhoria dos meios de subsistência, assegurando a sustentabilidade ambiental desses ecossistemas (Amran et al., 2025). Seu diferencial reside no equilíbrio entre os pilares ecológico, econômico e de governança, com ênfase em resultados socialmente equitativos (González-Espinosa et al., 2025).

Na prática, observa-se a dificuldade de harmonizar esses três pilares diante de pressões de mercado, desigualdades regionais e limitações institucionais (Hartmann et al., 2025; Li et al., 2025). Muitos modelos de desenvolvimento permanecem ancorados em paradigmas produtivistas, que priorizam a eficiência e o lucro em detrimento da justiça socioambiental, resultando, por vezes, em uma “sustentabilidade de fachada”. Nesse contexto, a inovação tecnológica assume papel crucial: quando orientada por princípios ecológicos e sociais, pode contribuir para superar tais dilemas, promovendo soluções que conciliem competitividade e regeneração ambiental. Tecnologias voltadas à economia circular, à descarbonização e à digitalização verde, por exemplo, são essenciais para alinhar a Economia Azul aos ODS, assegurando que o avanço tecnológico seja não apenas economicamente viável, mas também socialmente inclusivo e ecologicamente restaurativo (Elston et al., 2026; Amran et al., 2025).

As áreas de aplicação da Economia Azul são amplas, abrangendo setores tradicionais e emergentes, como pescas, aquicultura, turismo, energias renováveis, biotecnologia marinha e transporte marítimo (Gupta et al., 2024). Um avanço relevante para sua implementação é o Planejamento Espacial Marinho (PEM), ferramenta estratégica que aloca usos de áreas marítimas para minimizar conflitos e maximizar benefícios socioeconômicos, garantindo a resiliência dos ecossistemas. A viabilidade da Economia Azul depende ainda de sinergias entre tecnologias de controle e mitigação da poluição marinha, incluindo o tratamento de águas residuais, a remoção de microplásticos, a contenção de derramamentos de óleo e a redução do escoamento de nutrientes agrícolas, associadas a políticas governamentais coordenadas voltadas à gestão integrada das zonas costeiras (Gupta et al., 2024). O fortalecimento dessas estratégias requer também sistemas de conhecimento locais e regionais capazes de integrar saberes científicos, tradicionais e comunitários, de modo a apoiar decisões adaptativas e promover o uso sustentável dos recursos aquáticos (Hoareau, 2025; Kurniawan et al., 2026; Santos, 2025).

O potencial da Economia Azul manifesta-se na sua capacidade de alinhar prosperidade econômica com a conservação ambiental, utilizando a inovação como vetor principal. A adoção de Inovações Orientadas para a Sustentabilidade (SOI) atua como catalisador, aprimorando o desempenho econômico e ambiental das organizações do setor. A integração estratégica da sustentabilidade nos processos de inovação organizacional desempenha um papel fundamental no aprimoramento do desempenho multidimensional. Dessa forma, a

inovação não é apenas um resultado direto dos esforços de sustentabilidade, mas também um mecanismo que media e amplifica seus impactos positivos, reforçando a viabilidade de uma economia que depende da saúde dos oceanos (Elston et al., 2026).

Apesar das oportunidades, a Economia Azul enfrenta desafios significativos. A dimensão social frequentemente apresenta subperformance, com inovações que nem sempre resultam em impactos sociais positivos, evidenciando lacunas nos modelos atuais (Elston et al., 2026). Outros obstáculos incluem desequilíbrios na cooperação internacional, como assimetrias de poder e recursos, conflitos entre objetivos econômicos de curto prazo e a proteção ambiental, e a fragmentação dos esforços multilaterais (Li et al., 2025). A poluição por microplásticos surge como uma ameaça direta, com repercussões econômicas que incluem a diminuição da qualidade e quantidade de produtos marinhos e a degradação de atrativos turísticos. As perspectivas futuras para uma Economia Azul mais robusta exigem uma mudança de foco: em vez de apenas medir os resultados totais, é imperativo monitorar os impactos desagregados e as ações específicas de equidade, desenvolvendo modelos integrados que posicionem a inovação não apenas como uma ferramenta econômica, mas como um vetor para a sustentabilidade inclusiva (Cisneros-Montemayor et al., 2025; González-Espinosa et al., 2025; Gupta et al., 2024; Hoareau, 2025).

MÉTODOS

Este estudo segue o enquadramento metodológico proposto por Gil (2022), que classifica a pesquisa científica de acordo com seus objetivos e procedimentos técnicos. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, de corte transversal e de abordagem mista, combinando métodos quantitativos e qualitativos. A vertente quantitativa foi aplicada à análise estatística dos pedidos de patentes relacionados à Economia Azul, enquanto a qualitativa concentrou-se na interpretação de documentos e na identificação de lacunas conceituais nas categorias tecnológicas. Do ponto de vista dos procedimentos, caracteriza-se como pesquisa documental baseada em dados secundários, com o propósito de evidenciar o potencial inovador dessas tecnologias e subsidiar a proposta de criação da categoria “Patentes Azuis” (Figura 1).

Figura 1. Fluxo de trabalho empregado no estudo



Fonte: Autores (2025).

Em uma primeira etapa, analisaram-se documentos oficiais que definem o escopo das tecnologias sustentáveis no campo da propriedade industrial, com destaque para o inventário de tecnologias verdes da WIPO e sua aplicação no Programa Patentes Verdes do INPI. Em seguida, realizaram-se buscas na base Espacenet® do *European Patent Office (EPO)*¹ para

¹ O sistema de busca do INPI apresentou inconsistências e limitações durante os testes iniciais, dificultando a análise abrangente das patentes brasileiras. Para contornar essas restrições, utilizou-se a base internacional Espacenet, que oferece buscas robustas, com refinamento territorial e sintaxe avançada, permitindo também visualizar depósitos de patentes brasileiras no âmbito internacional.

identificar exemplos de tecnologias que se enquadrariam no conceito de “Patentes Azuis”, embora ainda não exista classificação formal no Brasil. As estratégias de busca foram elaboradas com operadores booleanos, combinando palavras-chave relacionadas a tecnologias aquáticas sustentáveis e aplicando filtros territoriais. Optou-se por não empregar a Classificação Internacional de Patentes (IPC), pois o estudo concentrou-se em termos temáticos diretamente vinculados à Economia Azul, o que possibilitou capturar inovações emergentes e multidisciplinares que poderiam não estar integralmente representadas nas classificações convencionais. As buscas foram concluídas em 15 de agosto de 2025, após um processo iterativo de refinamento, adaptando tanto à sintaxe da base de dados, quanto ao escopo tecnológico da investigação, totalizando 941 documentos recuperados (Quadro 1).

Quadro 1. Expressão de busca e total de documentos recuperados

Expressão de busca
((nftxt = "water treatment" OR nftxt = "water storage" OR nftxt = "water extraction" OR nftxt = "flood control" OR nftxt = "sanitation" OR nftxt = "water reserves assessment" OR nftxt = "water monitoring" OR nftxt = "water control" OR nftxt = "water transport" OR nftxt = "water distribution" OR nftxt = "water use efficiency" OR nftxt = "desalination") OR (nftxt = "ocean energy" OR nftxt = "wave energy" OR nftxt = "tidal energy") OR (nftxt = "aquaculture" OR nftxt = "marine ecosystem" OR nftxt = "marine pollution" OR nftxt = "oil spill" OR nftxt = "microplastic removal" OR nftxt = "water purification" OR nftxt = "aquatic monitoring")) AND (nftxt = "sustainable" OR nftxt = "environment" OR nftxt = "ecological") AND (pr = "BR" OR ia = "UNIV FEDERAL" OR ia = "[BR]"))

Fonte: Autores (2025).

Embora a Economia Azul abranja uma ampla variedade de atividades produtivas, como pesca, portos, turismo e mineração submarina, a estratégia de busca adotada neste estudo privilegiou termos relacionados a tecnologias ambientais e de uso sustentável dos recursos hídricos. Assim, setores como pesca, operações portuárias e mineração não foram incluídos diretamente na expressão de busca, pois envolvem predominantemente processos produtivos, logísticos ou extrativos, e não necessariamente tecnologias ambientais patenteáveis. Essa delimitação foi definida para manter a coerência com o objetivo central do estudo, que consiste em identificar inovações tecnológicas voltadas à sustentabilidade aquática, em consonância com os princípios da Economia Azul.

O conjunto inicial de 941 documentos de patentes foi processado no Microsoft Excel®, com o auxílio de macros em *Visual Basic for Applications* (VBA) para a remoção de duplicatas, empregando expressões regulares (regex). Em seguida, os dados foram normalizados, uniformizando informações que apresentavam variações estruturais, como nomes de inventores ou depositantes em ordem invertida, abreviações ou pequenas diferenças ortográficas. Adicionalmente, aplicou-se Correspondência *Fuzzy* por meio do algoritmo de *Levenshtein*, permitindo identificar coocorrências inventor–requerente em potenciais famílias de patentes. Esse método calcula a distância de edição (número mínimo de inserções, deleções ou substituições necessárias para transformar um texto em outro), e converte o resultado em um índice de similaridade pelo comprimento máximo do texto comparado. Documentos com índice igual ou superior a 0,7 foram considerados suficientemente semelhantes para integração em uma mesma família². As famílias identificadas foram validadas manualmente, priorizando-se como representantes as patentes já concedidas. Após essa triagem semiautomatizada, 704 registros irrelevantes foram eliminados.

² Essa abordagem assegurou que cada invenção fosse contabilizada apenas uma vez, evitando inflar artificialmente os resultados e preservando sua relevância tecnológica.

Na sequência, definiram-se critérios de inclusão e exclusão para garantir a consistência do conjunto de dados. Foram incluídas apenas patentes relacionadas a tecnologias aquáticas sustentáveis, com depósito no Brasil ou com participação de universidades e empresas brasileiras, publicadas até a data da busca. Excluíram-se documentos com informações incompletas ou inconsistentes que inviabilizassem a análise integral, bem como aqueles fora do escopo temático estabelecido. Dos 237 documentos restantes, extraíram-se dados bibliográficos essenciais, como ano de prioridade, país prioritário, tipo de proteção, titular e classificação IPC, que em seguida foram analisados por estatística descritiva. Essa etapa também permitiu quantificar padrões de distribuição das tecnologias, a frequência de categorias e os principais atores envolvidos.

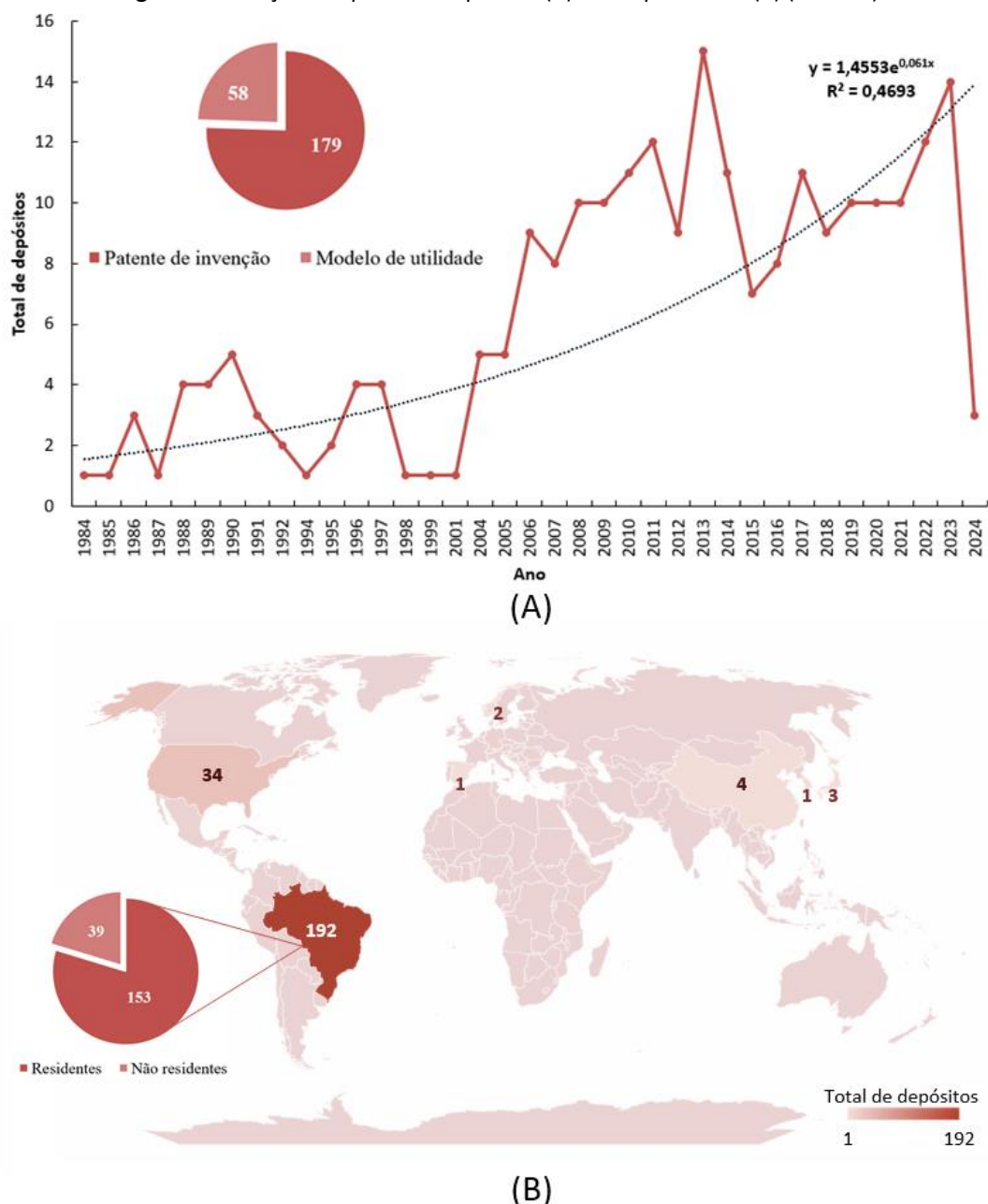
Com base nesses resultados, elaborou-se um quadro comparativo entre as categorias do Programa Patentes Verdes do INPI e as tecnologias emergentes ligadas à Economia Azul. Essa comparação evidenciou lacunas temáticas e fundamentou a proposta de criação da categoria “Patentes Azuis”, posicionando o Brasil de maneira estratégica no cenário de inovação em recursos aquáticos sustentáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PANORAMA DOS PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À ECONOMIA AZUL NO BRASIL

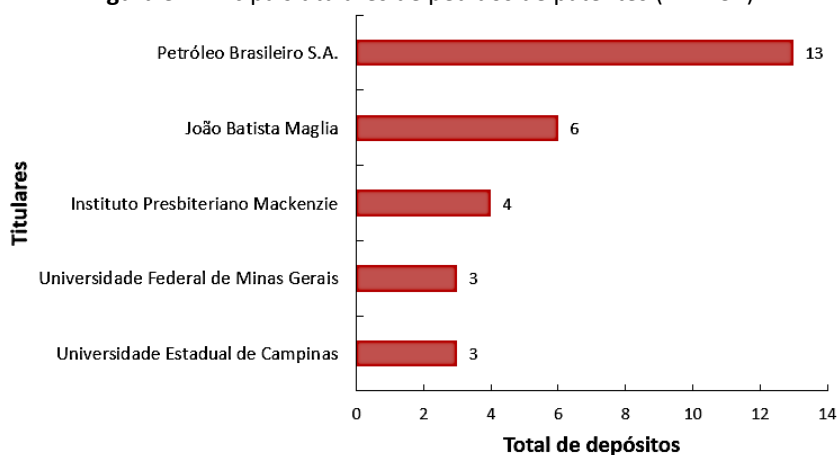
A análise dos depósitos de patentes relacionados a tecnologias compatíveis com o conceito de “Patentes Azuis” (179 patentes de invenção e 58 modelos de utilidade) evidencia uma trajetória de crescimento consistente, ainda que marcada por oscilações, como mostra a Figura 2A. A linha de tendência exponencial ($R^2 = 0,47$) indica dinamismo crescente ao longo das últimas décadas, com picos de atividade em meados dos anos 2000 e novamente após 2015, período que coincide com a implementação e consolidação do Programa Patentes Verdes. No total, foram identificados 192 depósitos com prioridade no Brasil, dos quais 153 de residentes e 39 de não residentes, incluindo 42 pedidos via Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT). Esses dados refletem o interesse, tanto nacional quanto internacional, no desenvolvimento tecnológico da área (Figura 2B). Essa tendência contrasta com períodos anteriores, em que o país atuava majoritariamente como receptor de tecnologia, e aponta sinais de fortalecimento da capacidade inovadora nacional. Ainda assim, o avanço permanece condicionado a restrições orçamentárias e institucionais que afetam a estabilidade das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil (Tavares, 2022).

Figura 2. Evolução temporal de depósitos (A) e País prioritário (B) (N = 237)



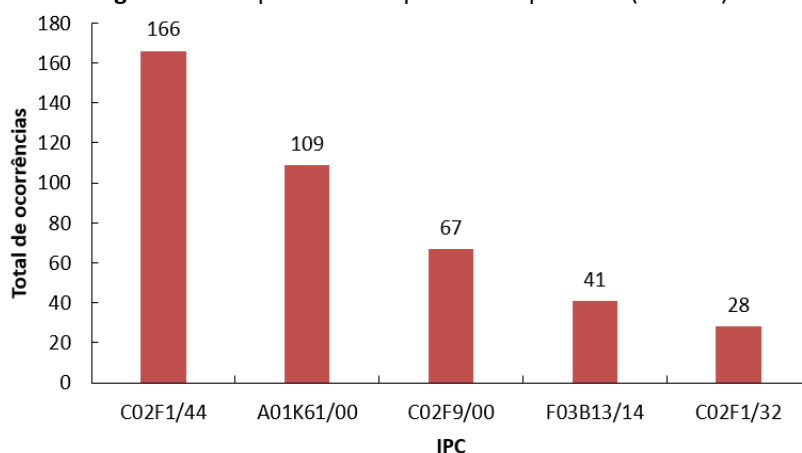
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados extraídos do Espacenet (2025).

No que se refere aos titulares, observa-se a participação de empresas (46,8%), universidades (35,9%) e inventores independentes (17,3%). A análise dos cinco principais titulares evidencia a predominância de grandes corporações, mas também a contribuição relevante de instituições acadêmicas, como UNICAMP, UFMG e Mackenzie, confirmando o papel estratégico da pesquisa universitária nesse campo (Figura 3). A liderança da Petróleo Brasileiro S.A., com 13 depósitos, reflete a centralidade das grandes empresas na condução da inovação, em consonância com suas demandas em exploração, produção e, mais recentemente, em sustentabilidade. Nesse ecossistema, a criação de uma categoria específica de “Patentes Azuis” poderia fortalecer a interação universidade-empresa ao tornar mais visíveis e rastreáveis as tecnologias voltadas à sustentabilidade oceânica. Isso facilitaria a identificação de oportunidades de licenciamento e a transferência de conhecimento para o setor produtivo, além de criar condições para a formação de *spin-offs* universitárias dedicadas a soluções marinhas e costeiras.

Figura 3. Principais titulares de pedidos de patentes (N = 237)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados extraídos do Espacenet (2025).

Quanto ao escopo tecnológico, foram identificados 445 códigos IPC atribuídos aos documentos, com concentração em cinco subclasses principais (Figura 4): tratamento de água e efluentes por osmose reversa (C02F1/44), aquicultura (A01K61/00), tratamento multietapas de água (C02F9/00), aproveitamento de energia das ondas (F03B13/14) e tratamentos específicos de água e esgoto (C02F1/32). A tradução desses códigos para setores da Economia Azul e sua associação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU reforça a pertinência da proposta. Os códigos C02F1/44, C02F9/00 e C02F1/32 vinculam-se diretamente ao ODS 6 (Água potável e saneamento), que busca melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição e ampliar o reúso de efluentes. O código A01K61/00 corresponde à aquicultura, setor estratégico para o ODS 14 (Vida na água). Já o código F03B13/14 refere-se à geração de energia limpa a partir do oceano, articulando-se tanto ao ODS 7 (Energia limpa e acessível) quanto ao ODS 14.

Figura 4. Principais IPCs dos pedidos de patentes (N = 237)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados extraídos do Espacenet (2025).

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DA CATEGORIA “PATENTES AZUIS”

A distribuição das classes IPC evidencia que já existem inovações compatíveis com a Economia Azul, embora ainda não haja um agrupamento específico para essa categoria de inovação sustentável. O inventário de tecnologias verdes da WIPO (*WIPO Green*) organiza inovações voltadas à mitigação das mudanças climáticas e outras questões ambientais, funcionando também como um mercado global de tecnologias sustentáveis (WIPO, 2025a). Seu objetivo é apoiar a inovação e acelerar a difusão tecnológica em escala internacional. Entre as áreas mapeadas estão Energia, Poluição e Resíduos, Transporte, Agricultura e Silvicultura, Construção, Produtos, Materiais e Processos e Água, sendo esta última significativamente

menos representada (aproximadamente 4.093 tecnologias, frente a mais de 65 mil em Energia)³, evidenciando sua posição periférica. O IPC *Green Inventory*, também da WIPO, organiza subclasses de tecnologias verdes em sete tópicos, mas não contempla uma categoria específica para Água ou inovações voltadas ao uso sustentável de ecossistemas aquáticos.

O levantamento realizado pelo Observatório de Tecnologias Verdes do INPI (2024) revelou que o programa está organizado em cinco categorias principais: energias alternativas, transportes, conservação de energia, gerenciamento de resíduos e agricultura sustentável, incluindo combinações entre elas. Embora algumas tecnologias apresentem aplicações aquáticas, como aproveitamento de energia hidráulica ou técnicas alternativas de irrigação, não há nenhuma categoria dedicada à sustentabilidade aquática. Essas inovações permanecem dispersas em classificações amplas, evidenciando a ausência de um enquadramento formal para tecnologias ligadas à Economia Azul no Brasil. O Quadro 1 compara as categorias de tecnologias verdes do INPI e da WIPO com os pedidos de patentes que poderiam integrar a categoria “Patentes Azuis”, considerando aquelas voltadas ao uso sustentável, conservação e recuperação de recursos hídricos e ecossistemas aquáticos no país.

Quadro 1. Comparação entre Tecnologias Verdes (INPI/WIPO) e Tecnologias Azuis (Propostas neste estudo)

Eixo Temático	Tecnologias Verdes	Tecnologias Azuis	Justificativa
Energia	Energia solar, eólica, hidrelétrica, geotérmica, biocombustíveis, aproveitamento energético de resíduos.	Energia das ondas, marés, correntes oceânicas, gradientes de salinidade, conversão térmica oceânica (OTEC), parques eólicos offshore flutuantes.	As tecnologias verdes concentram-se em fontes renováveis tradicionais, como solar, eólica, hidrelétrica e biocombustíveis. O oceano oferece um vasto potencial de energia limpa pouco explorada, e patentes mapeadas mostram que ondas, marés, correntes e gradientes de salinidade funcionam como equivalentes das fontes verdes, exigindo soluções específicas para o ambiente marinho.
Transporte	Veículos híbridos, elétricos, movidos a hidrogênio ou a células de combustível; tecnologias de baixa emissão urbana.	Embarcações com propulsão híbrida, biocombustíveis marinhos, transporte marítimo sustentável, eletrificação de cais e redução de ruído subaquático.	Enquanto as tecnologias verdes abrangem veículos terrestres de baixa emissão, as patentes mapeadas indicam que tecnologias azuis focam no transporte marítimo, abordando eficiência energética em longas distâncias, redução do ruído subaquático e eletrificação de portos para mitigar emissões locais.
Gestão de resíduos	Tecnologias de reciclagem, reaproveitamento de resíduos sólidos, controle de poluição atmosférica e do solo.	Remoção de microplásticos, contenção de derrames de petróleo, tratamento de efluentes costeiros, biorremediação marinha baseada em algas e microrganismos.	As tecnologias verdes concentram-se em resíduos sólidos, reciclagem e poluição terrestre, enquanto as tecnologias azuis enfrentam desafios marinhos, como microplásticos, derramamentos de petróleo e efluentes costeiros. Tais problemas exigem soluções de monitoramento e contenção específicas para o ambiente aquático, não contempladas pelas categorias tradicionais.
Água e saneamento	Reúso de água urbana, tratamento de esgoto, tecnologias de purificação em áreas continentais.	Dessalinização de baixo custo energético, tecnologias de osmose reversa avançada, sensores para monitoramento marinho e purificação em zonas costeiras.	As tecnologias verdes focam em sistemas urbanos e continentais, como reúso e purificação de água. As tecnologias azuis, por sua vez, atendem às condições salinas e a grandes volumes de água, incluindo dessalinização de baixo consumo energético e monitoramento de zonas costeiras, áreas além do alcance dos sistemas convencionais.
Agricultura sustentável	Irrigação eficiente, reflorestamento, fertilizantes de baixo impacto, uso de resíduos agrícolas	Aquicultura sustentável, maricultura, sistemas integrados (aquaponia, bioflocos), manejo ecológico de espécies aquáticas	No ambiente terrestre, destacam-se irrigação eficiente e fertilizantes de baixo impacto; no mar, aquicultura sustentável, maricultura e integração com sistemas terrestres, como a aquaponia. A lógica de eficiência e equilíbrio ambiental é semelhante, embora os meios e recursos sejam distintos

³ Dados extraídos diretamente da base de dados WIPO Green, disponível em: <https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/database>

Monitoramento ambiental	Sensores de emissões atmosféricas, medição de consumo energético, controle urbano de poluentes.	Monitoramento em tempo real de ecossistemas marinhos e costeiros, sensores de salinidade, pH, oxigênio dissolvido, uso de eDNA para biodiversidade.	As tecnologias verdes monitoram poluentes e emissões atmosféricas, enquanto as tecnologias azuis aplicam sensores a parâmetros do ambiente aquático, como salinidade, oxigênio dissolvido e biodiversidade por DNA ambiental. A função é similar, mas o objeto de análise é distinto.
Mudanças climáticas	Tecnologias de sequestro de carbono, eficiência energética, captura e armazenamento geológico de CO ₂ .	Soluções de carbono azul: sequestro em manguezais, pradarias marinhas e marismas; barreiras costeiras naturais contra erosão.	As tecnologias azuis protegem ecossistemas costeiros, que fixam carbono e atuam como barreiras naturais contra erosão e tempestades, integrando mitigação e adaptação climática.
Biodiversidade	Proteção indireta via redução de poluentes e incentivo à conservação terrestre.	Recuperação ativa de recifes de coral, biotecnologia marinha (genes, enzimas, biocombustíveis, fármacos), controle de espécies invasoras aquáticas.	Enquanto as tecnologias verdes reduzem poluentes de forma indireta, as tecnologias azuis atuam de maneira ativa, englobando restauração de recifes de coral, uso biotecnológico de organismos marinhos e manejo de espécies invasoras.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025), a partir dos dados do Espacenet® (INPI, 2025) e (WIPO, 2025a; 2025b).

O Quadro 1 evidencia que a Economia Azul possui autonomia conceitual própria e não se limita a uma extensão da Economia Verde. Enquanto as tecnologias verdes atuam predominantemente em ambientes terrestres, abordando eficiência energética, transporte sustentável e manejo de resíduos, as tecnologias azuis operam em ecossistemas dinâmicos e complexos, sujeitos a pressões de profundidade, salinidade e correntes oceânicas. Essa realidade exige uma abordagem de inovação adaptada a desafios como monitoramento marinho em tempo real, dessalinização eficiente e restauração de ecossistemas costeiros. A criação de uma categoria específica legitima essas tecnologias e valoriza sua singularidade científica e tecnológica.

A implementação das “Patentes Azuis” traria benefícios econômicos significativos, ao estender o mecanismo de aceleração do Programa Patentes Verdes, que reduz o prazo de exame dos pedidos para 14 a 16 meses (Moreira, 2021), aos pedidos relacionados à Economia Azul. Esse incentivo estimularia empresas e universidades a investir em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em áreas estratégicas, como energia das marés, biotecnologia marinha e aquicultura sustentável, acelerando a proteção da propriedade intelectual e consolidando um ecossistema de inovação competitivo. Além disso, a categorização pode aumentar a atratividade econômica do setor quando articulada a políticas de fomento, mecanismos de transferência tecnológica e condições institucionais estáveis, pois os efeitos das patentes dependem do ecossistema de inovação e da capacidade de apropriação de valor pelos atores envolvidos (Barros, 2021; OECD, 2025).

Além dos incentivos econômicos, a categoria “Patentes Azuis” possui relevância estratégica nacional. O Brasil, já destaque em patentes verdes, poderia se posicionar como pioneiro na governança da inovação oceânica, aproveitando sua extensa costa e biodiversidade marinha. A iniciativa estaria alinhada a instrumentos nacionais, como o Observatório de Tecnologias Verdes do INPI, e reforçaria a participação brasileira em debates internacionais sobre inovação e sustentabilidade. Contudo, para que esse avanço se traduza em benefícios sociais, é necessário que a criação da categoria seja acompanhada de políticas públicas e mecanismos de fomento que estimulem o desenvolvimento de tecnologias voltadas a comunidades costeiras e à pesca artesanal (Antonova *et al.*, 2025). Tais medidas podem incluir sistemas de monitoramento de baixo custo, soluções de aquicultura familiar e estratégias de capacitação

tecnológica local, favorecendo a inclusão produtiva e o desenvolvimento sustentável em territórios marinhos e ribeirinhos (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2025). A implementação da categoria, portanto, requer um esforço regulatório e técnico por parte do INPI, mas o potencial de posicionar o país como líder em inovação oceânica justifica o investimento institucional necessário.

Além de seu potencial estratégico, a criação da categoria “Patentes Azuis” possui desdobramentos práticos diretos para políticas públicas e para o fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação. A formalização dessa classificação poderia orientar editais de fomento, políticas setoriais e instrumentos de incentivo vinculados ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e ao INPI, integrando-se a programas como o Observatório de Tecnologias Verdes e o Plano de Ação em Inovação Oceânica da UNESCO. Em nível internacional, a proposta converge com iniciativas recentes da União Europeia (*BlueInvest* e *Mission Restore our Ocean*), da China (*Blue Partnership Initiative*) e dos Estados Unidos (*National Ocean Technology Strategy*), que buscam alinhar inovação tecnológica, sustentabilidade marinha e competitividade econômica. Nesse contexto, a categoria “Patentes Azuis” pode posicionar o Brasil como articulador regional na governança da inovação oceânica, ampliando sua capacidade de cooperação técnica e atração de investimentos orientados à transição azul sustentável.

Por fim, a criação de uma classificação de patente reconhecida pelo INPI e alinhada à WIPO poderia contribuir para reduzir a fragmentação observada na governança e cooperação internacional da Economia Azul na América Latina, onde iniciativas ainda são incipientes e dispersas (Santos, 2025). Tal instrumento permitiria mapear e organizar o conhecimento tecnológico, facilitar parcerias e a transferência de tecnologia. Dessa forma, as “Patentes Azuis” representariam um avanço estratégico multifacetado: legitimariam conceitualmente a Economia Azul, acelerariam a proteção da inovação, atrairiam investimentos, fortaleceriam a competitividade nacional, promoveriam inclusão social e estruturariam a cooperação internacional, consolidando um instrumento de política pública capaz de integrar crescimento econômico, preservação ambiental e sustentabilidade inclusiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo propor a criação da categoria “Patentes Azuis”, destinada a classificar e organizar inovações tecnológicas voltadas à Economia Azul no Brasil. Os resultados evidenciaram a inexistência de classificações sistematizadas para inovações voltadas ao uso sustentável de ecossistemas aquáticos e mostraram que as 237 patentes identificadas permanecem dispersas na categoria de tecnologias verdes, embora constituam um grupo coeso e estratégico, com desafios técnicos e ambientais próprios. Observou-se ainda uma trajetória de crescimento consistente no depósito de patentes, impulsionada por empresas e universidades. A análise tecnológica, via códigos IPC, demonstrou que as inovações existentes já se alinham a setores estratégicos da Economia Azul e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6, 7 e 14).

A comparação entre categorias evidencia lacunas no enquadramento da propriedade industrial voltada à sustentabilidade. Enquanto as tecnologias verdes concentram-se em soluções terrestres e atmosféricas, as tecnologias azuis respondem a desafios específicos dos ecossistemas aquáticos. No eixo energético, ambas compartilham o objetivo de reduzir emissões e ampliar a eficiência, mas operam em contextos ambientais distintos. As energias limpas de origem oceânica incluem a conversão do movimento das ondas e marés, das

correntes e dos gradientes de salinidade, além do aproveitamento térmico e eólico offshore, gerando eletricidade renovável com baixa emissão de carbono. No transporte, embarcações e portos apresentam impactos e regulamentações diferentes dos veículos terrestres. Na gestão de resíduos e saneamento, as tecnologias azuis lidam com microplásticos, dessalinização e monitoramento costeiro, problemas não contemplados nas categorias atuais. Agricultura, aquicultura e maricultura exigem manejo hídrico e biossegurança próprios. Monitoramento ambiental e mudanças climáticas destacam soluções marinhas e de carbono azul, enquanto a biotecnologia marinha ainda permanece pouco visível nos inventários existentes.

O delineamento deste estudo impõe limitações que devem ser reconhecidas. A coleta de dados foi realizada na base Espacenet® devido a inconsistências operacionais no portal de busca do INPI no período da pesquisa. Embora a Espacenet® ofereça ampla cobertura, a estratégia de busca baseada em palavras-chave temáticas pode não ter recuperado todos os documentos relevantes, tornando a amostra representativa, mas não exaustiva. Outra limitação decorre da ausência de regulamentações ou documentos oficiais em outros países que proponham uma categorização formal de "Patentes Azuis", o que restringe a análise comparativa e reforça o caráter exploratório e propositivo do trabalho. Também se reconhece a limitação decorrente da não integração de indicadores econômicos e ambientais aos dados de patentes, o que impossibilitou avaliar empiricamente os efeitos dessas tecnologias sobre o desenvolvimento sustentável.

Apesar das limitações apontadas, este estudo representa um avanço conceitual e estratégico na pesquisa em propriedade intelectual e desenvolvimento sustentável. A consolidação da categoria "Patentes Azuis" abre uma nova fronteira para a análise de inovações voltadas à Economia Azul, possibilitando identificar lacunas tecnológicas, compreender impactos regulatórios e propor mecanismos de incentivo mais eficazes. Pesquisas futuras podem aprofundar a análise de conteúdo das patentes já mapeadas, investigar estudos de caso setoriais e realizar comparações internacionais, fornecendo *benchmarks* para o aprimoramento contínuo do arcabouço normativo brasileiro. Além disso, a definição de um *framework* operacional para apoiar o INPI na implementação da categoria "Patentes Azuis", envolvendo etapas de classificação, critérios de elegibilidade e integração com bases da WIPO, representa um caminho viável para institucionalizar a proposta e fortalecer a política nacional de inovação oceânica. Essa abordagem pode expandir o alcance do instrumento, promovendo o reconhecimento e o estímulo a inovações sustentáveis em diferentes contextos econômicos.

REFERÊNCIAS

- Amran, A., Khaw, T. Y., & Harymawan, I. (2025). Navigating the blue economy: Challenges, governance, and pathways for enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 523, 146407. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146407>
- Antonova, A. S., Flannery, W., Gómez, S., Gustavsson, M., Hadjimichael, M., Murtagh, B., Ounanian, K., Solnør, S., Steiro, V. M. D., & Svendsen, K. (2025). Centering coastal communities' diverse economic practices in the blue economy. *Geoforum*, 166, 104410. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2025.104410>
- Barros, H. M. (2021). Neither at the cutting edge nor in a patent-friendly environment: Appropriating the returns from innovation in a less developed economy. *Research Policy*, 50(1), 104097. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104097>
- Cisneros-Montemayor, A. M., Breakey, H., Bossier, S., Croft, F., Issifu, I., Keefer, J., Singh, G. G., Voyer, M., & Ota, Y. (2025). Social equity indicators for a Blue Economy: Guidelines for application. *Marine Policy*, 180, 106815. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106815>
- Elston, J. N., Pinto, H. E. dos R. S. da C., & Nogueira, C. F. S. V. (2026). Waves of innovation: The role of sustainability in driving impact in the blue economy – A PLS-SEM approach. *Marine Policy*, 183, 106902. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106902>
- Gil, A. C. (2022). *Como elaborar projetos de pesquisa* (7ª). Atlas.
- González-Espinosa, P. C., Singh, G. G., & Cisneros-Montemayor, A. M. (2025). Implementing the Blue Economy: Analysis of indicator interrelationships across countries and over time. *Ocean & Coastal Management*, 262, 107589.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107589>

Gupta, A., Ghosh, A., Yadav, A., Kirti, A., Lenka, S. S., Jena, S., Saha, U., Naser, S. S., Nandi, A., Sinha, A., Suar, M., Kaushik, N. K., Raina, V., & Verma, S. K. (2024). Microplastics: The imperative influencer in blueprint of blue economy. *Journal of Environmental Management*, 372, 123300. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123300>

Hartmann, L., Walz, Y., Clelland, D., Esquivel-Rodriguez, C., Riganti, P., Vicarelli, M., & Renaud, F. G. (2025). A conceptual framework for a post-COVID-19 green recovery of the Blue Economy. *Marine Policy*, 171, 106446. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106446>

Hoareau, K. (2025). Knowledge, power and the blue economy: Breaking down barriers. *Marine Policy*, 182, 106883. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106883>

INPI. (2024). *Destaques Observatório de Tecnologias Verdes*. https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/observatorio-de-tecnologias-verdes/arquivos-documentos/copy_of_DestaquesObTecVerde01_No_v2024.pdf

INPI. (2025). *INPI divulga estudo sobre patentes de tecnologias verdes no Brasil*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-divulga-estudo-sobre-patentes-de-tecnologias-verdes-no-brasil>

Kurniawan, S. B., Roziqin, A., Ahmad, A., Ahmad, M. M., Alfanda, B. D., Pambudi, D. S. A., Said, N. S. M., Abdul, P. M., & Imron, M. F. (2026). Tackling marine pollution in the blue economy: Synergies between wastewater treatment technologies and governmental policies. *Marine Pollution Bulletin*, 222, 118627. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.118627>

Li, S., Chen, L., & Liu, Y. (2025). Actors, themes, approaches, and imbalances in Blue Economy cooperation: A systematic review and future prospects. *Ocean & Coastal Management*, 267, 107698. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107698>

Maia, E. dos S. L., Amaral, R. M. do, Farias, S. M. B., & Santos, K. de F. (2022). Monitoramento Tecnológico das Patentes Verdes no Cenário Brasileiro. *Cadernos de Prospecção*, 15(3), 705–722. <https://doi.org/10.9771/cp.v15i3.47265>

Moreira, P. (2021). *Panorama atualizado do patenteamento acelerado para invenções “verdes” no Brasil*. <https://www.wipo.int/pt/web/wipo-magazine/articles/updated-landscape-on-expedited-protection-of-green-inventions-in-brazil-55868>

OECD. (2025). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2025: Driving Change in a Shifting Landscape*. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/5fe57b90-en>

Piñero-López, J. M., García-Borbolla-Fernández, A., & García-Valderrama, T. (2025). A comprehensive Dynamic Balanced Scorecard approach for the Blue Economy. *Journal of Environmental Management*, 391, 126367. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126367>

Rocha, J. A. dos S., Zattar, I. C., & Seleme, R. (2023). O estado da arte em patentes verdes relativas às tecnologias eólica e solar. *Exacta*, 22(4), 1100–1128. <https://doi.org/10.5585/2023.22365>

Santos, T. (2025). Integrating marine spatial planning into blue economy policies in Latin America. *Marine Policy*, 181, 106856. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106856>

Tavares, J. M. H. (2022). The financing of innovation policies in Brazil between 1999 and 2016: political economy, institutions and financial cycles. *Innovation and Development*, 14, 89–110. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2022.2076966>

WIPO. (2025a). *WIPO GREEN – The Marketplace for Sustainable Technology*. <https://www3.wipo.int/wipogreen/en/>

WIPO. (2025b). *WIPO GREEN Database of Innovative Technologies and Needs*. <https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/database>