



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

**Impactos Socioeconómicos dos Parques Eólicos Offshore no Alto Minho: Análise dos  
Efeitos, Fatores Influentes e Estratégias para Otimização Local**

Dissertação de Mestrado

Engenharia do Território e Ambiente

Carla Alexandra Sá Pereira Morais Miquelino

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2025



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Carla Alexandra Sá Pereira Morais Miquelino

**Impactos Socioeconómicos dos Parques Eólicos Offshore no Alto Minho: Análise dos  
Efeitos, Fatores Influentes e Estratégias para Otimização Local**

Dissertação de Mestrado

Engenharia do Território e Ambiente

Trabalho efetuado sob orientação de:

Professor Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2025

*As doutrinas expressas neste  
documento são da exclusiva  
responsabilidade do autor*

*“A materialização dos benefícios socioeconómicos dos parques eólicos offshore depende da capacidade de alinhar cadeias de valor locais, mecanismos regulatórios e dinâmicas territoriais.”*

— **Dr. Luís Ferreira,**

**Especialista em Economia Regional e Políticas de Energia**

O texto apresentado nesta dissertação foi originalmente escrito em língua inglesa, no âmbito do Projeto AOWINDE, onde a autora exerceu funções como Bolseira de Investigação, tendo sido posteriormente traduzido para língua portuguesa com recurso a ferramentas de tradução automática. Este trabalho foi apoiado no âmbito do projeto AOWINDE (AOWINDE\_1\_E) foi cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), no âmbito do programa Interreg VI-A Espanha–Portugal (POCTEP) 2021-2027.

## ÍNDICE

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Agradecimentos .....                                                       | vii |
| Resumo .....                                                               | ix  |
| Abstract.....                                                              | x   |
| Índice de tabelas .....                                                    | xi  |
| Índice de figuras .....                                                    | xii |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                         | 1   |
| 1.1 Enquadramento .....                                                    | 1   |
| 1.2 Apresentação das Questões – Problema .....                             | 3   |
| 1.3 Motivação do estudo.....                                               | 4   |
| 1.4 Organização do trabalho .....                                          | 5   |
| 2. ESTADO DA ARTE .....                                                    | 6   |
| 2.1 Fundamentos Teóricos e Conceitos-Chave.....                            | 6   |
| 2.1.1 Definição de Parques Eólicos Offshore.....                           | 6   |
| 2.1.2 Conceito de Impacto Socioeconómico .....                             | 8   |
| 2.1.3 Diferença entre impactos sociais e económicos .....                  | 11  |
| 2.1.4 Importância da escala local na avaliação de impactos .....           | 13  |
| 2.1.5 Abordagens de sustentabilidade aplicadas a projetos energéticos..... | 16  |
| 2.2 Contexto Global e Nacional da Energia Eólica Offshore .....            | 18  |
| 2.2.1 Panorama Global da Energia Eólica Offshore.....                      | 18  |
| 2.2.2 Políticas Energéticas e Ambientais .....                             | 21  |
| 2.2.3 Tendências Tecnológicas e Inovação .....                             | 24  |
| 2.2.4 Principais Desafios Regulatórios.....                                | 27  |
| 2.3 O Território do Alto Minho.....                                        | 30  |
| 2.3.1 Caracterização Geográfica.....                                       | 30  |

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.2 Perfil Socioeconómico.....                                                 | 32 |
| 2.3.3 Principais Atividades Económicas.....                                      | 35 |
| 2.3.4 Infraestruturas Energéticas Existentes.....                                | 38 |
| 2.3.5 Sensibilidade Ambiental e Social da Região .....                           | 40 |
| 3. METODOLOGIA.....                                                              | 44 |
| 3.1 Enquadramento.....                                                           | 44 |
| 3.2 Criação e Aplicação de um Inquérito .....                                    | 44 |
| 3.3 Tratamento Estatístico e Análise de Dados.....                               | 45 |
| 4. RESULTADOS.....                                                               | 47 |
| 4.1 Perfil Sócio-Demográfico dos Respondentes .....                              | 47 |
| 4.2 Perceções Gerais sobre o Parque Eólico Offshore .....                        | 49 |
| 4.3. Impactos Percecionados na Economia e na Sociedade .....                     | 50 |
| 4.4 Confiança, Informação e Participação Pública.....                            | 53 |
| 4.5 Análise Qualitativa das Preocupações .....                                   | 54 |
| 5. DISCUSSÃO .....                                                               | 57 |
| 5.1 A Dualidade da Perceção: Esperanças Económicas e Medos Socioambientais ..... | 57 |
| 5.2 O Défice Crítico de Confiança e Informação .....                             | 59 |
| 5.3 O Potencial Não Aproveitado da Participação Pública .....                    | 61 |
| 5.4 Contexto Comparativo e Especificidade Local .....                            | 61 |
| 5.5 Implicações para a Política e a Prática: Rumo a uma Transição Justa .....    | 62 |
| 6. CONCLUSÕES.....                                                               | 65 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                 | 68 |

## **AGRADECIMENTOS**

Concluir este mestrado em Engenharia do Território e Ambiente, aos 48 anos, é para mim a realização de um sonho antigo, iniciado no meu bacharelato em Engenharia Florestal, há mais de duas décadas. Esta conquista representa não apenas um percurso académico, mas uma etapa de vida marcada pela perseverança, dedicação e paixão pelo conhecimento, tornando-se ainda mais gratificante por ter tido acesso a tanta informação e poder aprender com pessoas especialistas na área, cujo conhecimento e experiência enriqueceram profundamente esta jornada.

Um agradecimento especial ao meu marido, Filipe Miquelino, e aos meus filhos, José Artur e João Filipe. O vosso amor, paciência e apoio incondicional foram o meu alicerce, permitindo-me enfrentar os desafios com confiança e serenidade. Cada esforço e cada momento de estudo foram mais leves e significativos por saber que caminhava convosco, mesmo que em espírito, nos dias de maior exigência.

Às minhas queridas mãe e pai, cujo exemplo de coragem, trabalho e dedicação à educação dos filhos nunca se apagou, o meu profundo reconhecimento. Mesmo com o passar dos anos, nunca descuraram a importância de proporcionar uma formação sólida e abrir caminhos para uma vida melhor. A vossa inspiração foi a luz que guiou os meus passos ao longo desta trajetória.

Aos meus irmãos, agradeço o carinho, a cumplicidade e o incentivo constante. Ter-vos ao meu lado, partilhando alegrias e desafios, tornou esta jornada ainda mais significativa e marcante.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador, Professor Leonel Nunes, que acreditou neste projeto desde o início e me apoiou incondicionalmente. A sua orientação, paciência e confiança foram decisivas para a concretização desta dissertação, e sinto-me profundamente grata por ter tido a oportunidade de aprender e crescer sob a sua supervisão.

Agradeço igualmente ao Professor Joaquim Alonso, coordenador do curso, que desde o primeiro contacto me acompanhou com atenção e se preocupou em ajudar, garantindo que o percurso académico se desenvolvesse com o máximo de apoio e orientação.

A todos os docentes e colegas de curso, cujas experiências, ensinamentos e partilha de conhecimento enriqueceram esta etapa, deixo o meu sincero agradecimento. Esta fase da

minha vida tornou-se não só acadêmica, mas também uma experiência humana profundamente enriquecedora.

Esta dissertação é o resultado de muitos anos de esforço, sonhos e persistência, e a todos que me acompanharam nesta jornada dedico o meu mais profundo e sentido agradecimento.

*“Nunca é tarde para ser aquilo que poderíamos ter sido.”*

— George Eliot

## RESUMO

Este estudo analisa os impactos socioeconómicos dos parques eólicos offshore na região do Alto Minho, destacando as diferenças entre as projeções iniciais e os efeitos observados após a implementação. Considera-se a importância da escala local para avaliar as repercussões económicas e sociais, enfatizando a necessidade de integração entre aspetos técnicos, ambientais, institucionais e culturais. São discutidas as fases do ciclo de vida dos projetos — planeamento, construção, operação e desativação — e as suas influências distintas sobre emprego, rendimento, perceção pública, participação comunitária e compatibilidade com atividades tradicionais como a pesca artesanal e o turismo costeiro. O trabalho aborda também os desafios regulatórios, políticas de incentivo, inovação tecnológica e estratégias de sustentabilidade, ressaltando a interdependência entre impactos económicos e sociais e a relevância de mecanismos adaptativos, como monitorização contínua e ajustes no planeamento. Destaca-se a importância de fundos comunitários formalizados, programas de formação técnica e diálogo transparente com as comunidades para garantir a retenção dos benefícios locais e a mitigação dos efeitos adversos. A análise evidencia que o sucesso dos empreendimentos depende da articulação entre capacidades regionais, governação participativa e respeito às especificidades ambientais e culturais do Alto Minho, visando transformar o potencial energético em desenvolvimento sustentável e coesão social duradoura.

**Palavras-chave:** Energias renováveis offshore; descarbonização; transição energética; alterações climáticas; economia azul; Alto Minho- Portugal; desenvolvimento sustentável; perceção pública; envolvimento da comunidade; aceitação social.

## ABSTRACT

This study analyzes the socioeconomic impacts of offshore wind farms in the Alto Minho region, highlighting the differences between initial projections and the effects observed after implementation. It considers the importance of the local scale in assessing economic and social repercussions, emphasizing the need for integration between technical, environmental, institutional, and cultural aspects. The life-cycle phases of the projects — planning, construction, operation, and decommissioning — and their distinct influences on employment, income, public perception, community participation, and compatibility with traditional activities such as artisanal fishing and coastal tourism are discussed.

The work also addresses regulatory challenges, incentive policies, technological innovation, and sustainability strategies, underscoring the interdependence between economic and social impacts and the relevance of adaptive mechanisms such as continuous monitoring and planning adjustments. The study highlights the importance of formalized community funds, technical training programmes, and transparent dialogue with local communities to ensure the retention of local benefits and the mitigation of adverse effects.

The analysis shows that the success of these ventures depends on the articulation between regional capacities, participatory governance, and respect for the environmental and cultural specificities of Alto Minho, aiming to transform energy potential into sustainable development and long-lasting social cohesion.

**Keywords:** Offshore renewable energy; decarbonisation; energy transition; climate change; blue economy; Alto Minho – Portugal; sustainable development; public perception; community engagement; social acceptance.

## **ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1: Resumo das características sociodemográficas dos respondentes do inquérito... 48

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Distribuição etária dos respondentes do inquérito .....                                                                 | 47 |
| Figura 2: Distribuição dos respondentes por município de residência.....                                                          | 48 |
| Figura 3: Perceção dos respondentes sobre o equilíbrio geral entre benefícios e malefícios do projeto eólico offshore.....        | 49 |
| Figura 4: Perceção dos respondentes sobre o impacto visual do parque eólico offshore na costa (escala de 1 a 5).....              | 50 |
| Figura 5: Grau de concordância dos respondentes com a afirmação de que o projeto criará empregos na região (escala de 1 a 5)..... | 51 |
| Figura 6: Perceção dos respondentes sobre o impacto do parque eólico offshore na indústria piscatória local.....                  | 52 |
| Figura 7: Grau de concordância dos respondentes quanto à necessidade de mais informações sobre o projeto (escala de 1 a 5) .....  | 53 |
| Figura 8: Perceção dos respondentes sobre a diferença entre os impactos reais e os impactos anunciados do projeto .....           | 54 |

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

A discussão sobre os impactos socioeconómicos dos parques eólicos offshore no Alto Minho exige uma contextualização que vá além de projeções teóricas, incorporando diferenças marcantes entre os impactos previamente estimados na fase de planeamento e aqueles efetivamente observados após a implementação. Essa distinção é fundamental, pois as expectativas iniciais muitas vezes são moldadas por estudos preliminares que partem de modelos generalistas ou extrapolações de outras regiões (Lützen & Beji, 2024). A realidade local, porém, introduz variáveis próprias, desde características ambientais específicas até dinâmicas sociais enraizadas na comunidade costeira. Ao considerar projetos offshore, torna-se evidente que os efeitos socioeconómicos não são uniformes ao longo das etapas do desenvolvimento (Dauvin, 2024). Na fase inicial, ainda sem obras concretas, predominam impactos mais intangíveis: debates públicos sobre aceitação social, expectativas económicas e interpretações diversas sobre possíveis benefícios comunitários. Nesta etapa, a perceção da população do Alto Minho pode ser moldada por mecanismos de consulta pública e comunicação dos promotores (Govindan, 2023).

Diversas experiências apontam que, quando a informação é transmitida precocemente e com clareza, aumenta-se a probabilidade de envolvimento construtivo (Galparsoro et al., 2022; Martinez & Iglesias, 2022; Zhang & Wang, 2022). Por outro lado, atrasos ou ausência de diálogo podem gerar resistências que se cristalizam. O contexto geográfico é relevante: tal como registado em estudos para regiões sem previsão imediata de parques offshore, uma abordagem preventiva ao envolvimento social tende a evitar o agravamento de críticas na fase posterior (Dinh et al., 2023; Lee & Xydis, 2024).

No Alto Minho, onde as ligações culturais e económicas ao mar são históricas, qualquer alteração projetada para o espaço marítimo suscita atenção especial das comunidades piscatórias e turísticas (Stratoudakis et al., 2023). Os impactos económicos durante a fase de construção diferem substancialmente dos impactos sociais. Há evidência prática sugerindo que instalações deste tipo geram empregos temporários, aumentam transações comerciais nacionais ou locais e movimentam cadeias secundárias como alojamento e transportes. Uma análise baseada em dados comparáveis mostra que o investimento inicial em megaprojetos offshore provoca picos temporários na economia regional, mas

estes não necessariamente se traduzem em efeitos permanentes (Glasson et al., 2022). Um parque próximo a Weatherford, EUA, gerou dezenas de milhões em gastos locais durante a sua construção, embora esta magnitude dependa fortemente da capacidade local para absorver a procura especializada (Adaramola, 2015; Greene & Geisken, 2013).

Já os impactos sociais evoluem num ritmo distinto. Mesmo antes da operação formal do parque — ou seja, numa etapa intermédia — surgem tensões ligadas à perceção da finalidade dos benefícios comunitários. A literatura sugere que programas voluntários oferecidos por promotores tendem a ser avaliados com certo ceticismo; alguns residentes interpretam tais benefícios como tentativas encobertas de obter aceitação (Forastiero et al., 2024; Kaldellis et al., 2016).

O Alto Minho poderia enfrentar questões semelhantes caso não existissem mecanismos claros e previsíveis institucionalizados para a distribuição de fundos comunitários. Estratégias consistentes para a administração desses fundos reduzem interpretações negativas e ampliam o seu potencial real (Buchmayr et al., 2022). Durante a fase operacional, os parques começam a gerar receitas contínuas via produção elétrica. É nessa altura que parte dos recursos pode ser canalizada para iniciativas locais: melhorias infraestruturais ou projetos ambientais associados à conservação marinha (Serpa et al., 2024).

A experiência britânica ilustra o potencial: valores acumulados ao longo da vida útil dos empreendimentos podem alcançar dezenas de milhões, distribuídos segundo prioridades regionais predefinidas (Giddings et al., 2024; Rowell et al., 2024). Porém, há riscos caso essa distribuição seja percebida como insuficiente face à escala do projeto ou desigual entre comunidades afetadas. A dimensão ambiental interage diretamente com o debate socioeconómico. Grandes extensões cobertas por turbinas alteram condições climáticas locais; estudos reportaram mudanças microclimáticas associadas à operação prolongada em campos eólicos terrestres amplos (Galparsoro et al., 2022; Hall et al., 2022).

Embora no mar essas alterações possam diferir devido às características da superfície aquática, as discussões sobre possíveis impactos no ecossistema marinho têm relevância especial para regiões dependentes da pesca artesanal como o Alto Minho. O enfoque científico sugere integrar análises quantitativas — como modelos insumo-produto

aplicados à economia regional — para estimar fluxos entre setores impactados direta ou indiretamente pela instalação offshore (Methratta, 2021). Estes instrumentos permitem identificar dispersão dos efeitos económicos: desde fornecedores imediatos até cadeias terciárias ligadas ao turismo náutico ou gastronomia costeira (Chaji & Werner, 2023). A compreensão plena dessa multiplicidade exige também considerar como diferentes grupos sociais se posicionam perante as transformações (Bonsu et al., 2024).

Algumas comunidades podem perceber ganhos amplos (como novas infraestruturas), enquanto outras veem perdas culturais ou restrições nas zonas marítimas tradicionais (Cronin et al., 2021). Estratégias discursivas adotadas pelos promotores influenciam fortemente essa percepção, podendo atenuar resistências se apresentarem benefícios sem ligar diretamente a sua ocorrência à aprovação do projeto (Laskowicz, 2021). Assim surge um quadro multifacetado: etapas sucessivas moldam distintos conjuntos de impactos; cada um é percebido sob lentes variáveis pelas comunidades envolvidas; políticas institucionais modulam esse cenário; condições ambientais criam interdependência entre aspetos económicos e sociais (Frolova et al., 2022). No Alto Minho, um planeamento atento às especificidades geográficas e culturais é condição essencial para transformar projeções iniciais em resultados positivos concretos tanto em emprego e investimento quanto em coesão social duradoura.

## **1.2 Apresentação das Questões – Problema**

Este estudo procura compreender, de forma integrada, quais são os impactos socioeconómicos previstos e os efetivamente observados associados à implementação de parques eólicos offshore no Alto Minho, analisando de que modo estes efeitos se manifestam no território e nos setores mais dependentes do espaço marítimo. Pretende-se igualmente identificar os fatores económicos, sociais, culturais e institucionais que influenciam a percepção pública e a aceitação social destes projetos, bem como avaliar o contributo potencial da energia eólica offshore para o desenvolvimento económico regional, especialmente nos domínios da pesca, turismo, indústria naval e serviços logísticos.

Importa ainda compreender quais os desafios e impactos negativos reconhecidos pelas comunidades locais, como estes são percecionados e quais as implicações para a coesão

territorial. Finalmente, o estudo procura determinar que estratégias de comunicação, governança e envolvimento comunitário podem reforçar a aceitação social e otimizar os benefícios locais, analisando de que forma os diversos atores — públicos, privados e comunitários — podem alinhar interesses com vista a um desenvolvimento mais sustentável e equilibrado da região.

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar os impactos socioeconómicos previstos e reais associados aos parques eólicos offshore no Alto Minho, procurando identificar os fatores que influenciam esses efeitos e definir estratégias que permitam maximizar os benefícios locais, reforçar a aceitação social e promover um desenvolvimento sustentável do território. Para concretizar este propósito, o estudo propõe-se caracterizar o enquadramento político, energético e territorial dos projetos eólicos offshore em Portugal e, em particular, no Alto Minho; avaliar os impactos socioeconómicos que são antecipados nos documentos oficiais e estudos de planeamento; e identificar os impactos que já se verificam ou que são percecionados como reais pelas comunidades e setores afetados, considerando diferentes fases do projeto. Pretende também analisar a perceção pública, a aceitação social e as principais preocupações manifestadas por diferentes grupos locais, bem como compreender os fatores que determinam atitudes de apoio ou resistência. Outro objetivo consiste em avaliar o grau de participação e envolvimento comunitário nos processos de decisão e comunicação, identificando limitações e oportunidades de melhoria. Por fim, o estudo visa produzir um conjunto de recomendações práticas que possam contribuir para potenciar os benefícios socioeconómicos, mitigar impactos negativos e reforçar a integração territorial e social dos parques eólicos offshore na região.

### **1.3 Motivação do estudo**

O desenvolvimento da energia eólica offshore representa, para Portugal, uma oportunidade estratégica para reforçar a soberania energética, diversificar a matriz de produção e cumprir metas internacionais de descarbonização. Contudo, a instalação deste tipo de infraestrutura em áreas costeiras implica transformações significativas no espaço marítimo e nas dinâmicas socioeconómicas locais, exigindo uma análise aprofundada sobre como estes projetos são percecionados pelas comunidades e sobre os efeitos que realmente produzem no território.

O Alto Minho constitui um caso particularmente relevante, uma vez que combina forte dependência do mar, presença de atividades tradicionais como a pesca, importância crescente do turismo costeiro e potencial industrial associado à economia azul. Além disso, trata-se de um território identificado nos planos nacionais como possível área de implementação de parques eólicos offshore, mas onde persistem incertezas e insuficiência de estudos empíricos sobre os impactos socioeconómicos desta tecnologia. Assim, a presente investigação nasce da necessidade de compreender se os benefícios antecipados se traduzem em ganhos concretos para a região, de identificar desafios e resistências locais e de contribuir para a construção de soluções que permitam compatibilizar a transição energética com o desenvolvimento sustentável, garantindo que as comunidades participam, influenciam e beneficiam deste processo.

#### **1.4 Organização do trabalho**

O trabalho inicia-se com o Capítulo 1, onde são apresentados o enquadramento geral, as questões-problema, os objetivos, a motivação e a descrição da organização global do estudo. Segue-se o Capítulo 2, dedicado à revisão de literatura, no qual são explorados os principais conceitos e abordagens teóricas relacionados com a energia eólica offshore, os modelos de análise de impactos socioeconómicos, as teorias sobre perceção pública e aceitação social e o enquadramento político-energético relevante para o caso português, aprofunda o enquadramento regional e institucional, caracterizando o Alto Minho do ponto de vista socioeconómico, identificando os setores potencialmente afetados pela instalação dos parques eólicos offshore e descrevendo o contexto regulatório, estratégico e os projetos previstos para a região. No Capítulo 3 é apresentada a metodologia adotada, incluindo o desenho de investigação, as técnicas de recolha de dados — como entrevistas, inquéritos ou análise documental — e os procedimentos de tratamento e análise dos resultados. O Capítulo 4 reúne e sistematiza os principais resultados obtidos, comparando os impactos previstos com os impactos reais, analisando as perceções sociais e identificando os fatores que influenciam a aceitação ou resistência dos diferentes atores. O Capítulo 5 procede à discussão dos resultados, relacionando-os com a literatura especializada e destacando implicações relevantes para políticas públicas, empresas e comunidades locais. Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões gerais do estudo, as recomendações estratégicas, as limitações da investigação e sugestões para trabalhos futuros.

## **2. ESTADO DA ARTE**

### **2.1 Fundamentos Teóricos e Conceitos-Chave**

#### **2.1.1 Definição de Parques Eólicos Offshore**

Os parques eólicos offshore podem ser entendidos como complexos de geração de eletricidade baseados em aerogeradores instalados em áreas marítimas ou costeiras, inshore ou offshore propriamente ditas, cuja localização oferece vantagens e desafios específicos quando comparada às instalações terrestres (Lumbreras & Ramos, 2013). A noção de “offshore” refere-se, neste contexto, à distância suficiente da linha da costa para que as estruturas estejam em mar aberto ou em águas costeiras profundas, normalmente com condições de vento mais constantes e intensas (Ghigo et al., 2020).

Esta tipologia tem sido particularmente desenvolvida em países como o Reino Unido, que figura como líder global na produção de energia eólica marítima (Giddings et al., 2024; Li et al., 2022). O crescimento do setor europeu nas últimas décadas ilustra bem esta tendência: a capacidade eólica total passou de apenas 2,5 GW em 1995 para mais de 142 GW em 2015, com uma parcela crescente atribuída aos projetos offshore. A configuração física de um parque eólico offshore envolve componentes estratégicos interdependentes.

Os aerogeradores são montados sobre fundações adaptadas às profundidades locais — monopiles para baixas profundidades ou estruturas tipo jacket para áreas mais profundas — que garantem estabilidade contra forças horizontais das ondas e pressão constante do vento (Gonzalez-Delgado et al., 2023). A ligação elétrica é feita por cabos submarinos que transmitem a energia até subestações terrestres via hubs intermédios. Este sistema requer operações contínuas de manutenção, cuja natureza difere das práticas onshore: atividades como lubrificação ou substituição de peças implicam operação logística especializada no meio aquático, além de cuidados adicionais para minimizar impactos ambientais como poluição química e distúrbios físicos à vida marinha (Cresci et al., 2022).

Do ponto de vista energético, a principal motivação para optar por parques offshore reside na maior disponibilidade do recurso vento (Gao et al., 2024). Falando especificamente

em potenciais médios anuais, as regiões marítimas costumam apresentar fatores de capacidade superiores aos observados em zonas terrestres, com casos documentados que chegam a ultrapassar 45% a 48% de fator médio anual. Isso significa que, para a mesma capacidade instalada nominal (medida em MW), a quantidade efetiva de eletricidade gerada ao longo do ano pode ser substancialmente maior no domínio offshore (Glaum et al., 2023). Além disso, as características menos turbulentas dos ventos sobre o mar reduzem desgastes mecânicos e favorecem previsibilidade na operação, ainda que persista algum grau de incerteza associado às variações meteorológicas (Fu et al., 2021; Zuo et al., 2022).

Apesar disso, esta modalidade não está isenta de desafios técnicos e económicos relevantes. Eventos associados à intermitência natural da geração exigem planeamento integrado da rede elétrica para evitar instabilidades nos preços do mercado grossista ou custos adicionais na operação de centrais não renováveis complementares (Cai & Bréon, 2021). Erros nas previsões meteorológicas podem resultar na necessidade de ajustes extensivos da margem operacional, desligamento ou acionamento súbito de unidades térmicas, cujos custos tendem a ser mais elevados do que pequenas correções na carga existente (Liu et al., 2024). Em contextos como o do Alto Minho, onde o sistema elétrico local está interligado mas possui limites físicos para absorver oscilações abruptas, tais impactos precisam ser mapeados previamente nas fases iniciais do projeto.

No campo socioeconómico, a definição não se restringe ao simples aspeto físico-técnico: ela carrega também o conceito operativo ligado à relação com as comunidades costeiras envolvidas (Glasson et al., 2022). Um parque eólico offshore não opera isoladamente do seu entorno social; já que é parte integrante de um território marítimo culturalmente ativo onde coexistem pesca artesanal, turismo náutico e outras práticas locais. Algumas pesquisas mostram que o enquadramento institucional dos benefícios comunitários associados ao parque influencia diretamente a perceção pública sobre a sua legitimidade (Schallenberg-Rodriguez & Inchausti-Sintes, 2021). Quando tais benefícios são incorporados formalmente em políticas públicas regionais e não apenas anunciados pelos próprios promotores privados, há uma tendência maior à aceitação positiva do empreendimento (Willis-Norton et al., 2024).

Outro elemento com papel estrutural é o impacto ambiental durante construção e operação. Ao instalar turbinas no mar cria-se frequentemente um recife artificial que altera a biodiversidade local; algumas espécies podem beneficiar-se enquanto outras são deslocadas por turvação das águas ou pela perturbação sonora contínua emanada das máquinas (Barthelmie & Jensen, 2010). No caso relatado do Nysted Offshore Wind Farm houve redução sensível das populações locais de golfinhos durante as fases ativas da obra (Tougaard et al., 2005). Tais dados reforçam a ideia de que a definição prática desses parques deve incorporar diagnósticos ecológicos rigorosos antes mesmo da instalação física das estruturas (Palagyi et al., 2024). As dimensões energéticas e ambientais articulam-se ainda com aspetos económicos internos às operações industriais regionais (Diederichs et al., 2008).

Como exemplificado por empreendimentos fora do contexto europeu, cerca de 60% dos insumos construtivos podem ser provenientes diretamente das economias locais quando existe capacidade instalada para fornecer materiais especializados (Chen & Lin, 2022). Isso gera ciclos temporários intensos na economia regional durante a fase construtiva mas exige planeamento para manter parte dos benefícios através da operação contínua; sem esse cuidado muitos efeitos dissipam-se rapidamente após o encerramento das obras físicas (Rainnie & Snell, 2023). Essa dupla natureza — energética-ambiental e socioeconómica-cultural — insere-se inevitavelmente na própria definição funcional dos parques eólicos offshore: são infraestruturas tecnicamente complexas situadas em ambiente marítimo com alta produtividade potencial mas cuja viabilidade exige integração equilibrada entre provisão elétrica estável e manutenção harmónica das dinâmicas locais humanas e naturais (Ahmed et al., 2024).

### **2.1.2 Conceito de Impacto Socioeconómico**

O conceito de impacto socioeconómico, aplicado a projetos como parques eólicos offshore no Alto Minho, envolve uma análise combinada das repercussões sociais e económicas que se manifestam ao longo das diferentes fases do empreendimento. Embora existam modelos e projeções iniciais capazes de fornecer estimativas de efeitos esperados, a realidade observada após implementação tende a apresentar contrastes que decorrem

das especificidades locais, da natureza dinâmica das interações comunitárias e da capacidade institucional de gerir tais mudanças (Genç et al., 2021). A dimensão económica refere-se a variações mensuráveis sobre produção, emprego e fluxos financeiros associados ao projeto. Durante a fase construtiva, observa-se geralmente um aumento imediato na criação de empregos diretos e indiretos, tanto em áreas técnicas quanto em atividades complementares como alojamento, transporte ou serviços gerais (Cronin et al., 2021).

Há casos documentados em que o efeito multiplicador é expressivo: para cada unidade monetária investida diretamente na obra, múltiplas unidades são dinamizadas na economia regional através de atividades subsequentes (Yeter & Garbatov, 2021). Contudo, essa aceleração é essencialmente temporária; sem mecanismos de continuidade, o retorno pode dissipar-se ao término da construção. Isso coloca em relevo a necessidade de políticas que sustentem parte destes ganhos na fase operacional (Malleret et al., 2024). Nesta mesma ótica económica entra o impacto gerado pela compra local de materiais e equipamentos especializados quando há capacidade produtiva regional para fornecê-los. Tal prática aumenta a retenção de capital na economia local e estimula setores industriais paralelos. No entanto, quando essa capacidade não existe ou é insuficiente, grande parte dos recursos desloca-se para fornecedores externos, restringindo a circulação interna desses benefícios (Rubio-Domingo & Linares, 2021). Essa dependência externa reduz o potencial do impacto económico estrutural sobre o Alto Minho.

Por outro lado, os impactos sociais apresentam características mais difusas e não necessariamente quantificáveis através de métricas financeiras imediatas. Envolvem perceções coletivas sobre legitimidade do projeto, qualidade das relações entre promotores e comunidades, além da integração com práticas culturais já existentes (Cronin et al., 2021). Estudos indicam que fatores institucionais como atuação positiva do governo local e resolução eficaz de conflitos influenciam fortemente a sensação pública de sucesso (Warren & McFadyen, 2010). Participação direta da comunidade nas decisões, inclusive na definição do destino de eventuais fundos comunitários, fortalece aceitação social e promove coesão (Jones & Eiser, 2009). Torna-se evidente que perceções sociais podem variar substancialmente com o estágio do projeto.

Antes mesmo do início da construção física, as expectativas criadas moldam predisposições futuras: uma comunicação clara e inclusiva pode reduzir resistência inicial; já omissões ou atrasos alimentam oposição persistente. Durante obras ativas, enfrentam-se possíveis desconfortos ligados à presença temporária mas intensa de equipamentos pesados e embarcações adicionais na área marítima costeira (Desvallées & de Sartre, 2023). Se não forem devidamente acompanhadas de medidas mitigadoras, estas alterações físicas tendem a acentuar distanciamento entre empreendimento e população (Salem et al., 2025). Há um componente emocional associado ao conceito socioeconómico que merece atenção especial: sentimentos comunitários sobre posse ou responsabilidade face à energia gerada (Malleret et al., 2024). Projetos percebidos como parte integrante da economia compartilhada local estimulam maior compromisso com uso consciente da eletricidade e reciprocidade nos benefícios; ao passo que empreendimentos identificados como alheios aos interesses comunitários podem ser encarados com indiferença ou rejeição (Glasson et al., 2022).

Um fator complementar relaciona-se aos impactos ambientais percebidos como parte dos impactos socioeconómicos totais. A interação entre modificações ecológicas induzidas por instalação offshore — desde alteração da biodiversidade marinha até mudanças na paisagem visual — afeta diretamente grupos cuja subsistência depende dessas condições naturais (Billing et al., 2022). A pesca artesanal no Alto Minho ilustra essa interdependência: mesmo pequenas mudanças nas rotas migratórias das espécies podem refletir em rendimento económico dos pescadores e em dinâmicas tradicionais locais. Assim, o conceito englobante de impacto socioeconómico implica reconhecer que os efeitos positivos — geração de emprego, retenção monetária local, fortalecimento institucional — coexistem com potenciais efeitos negativos — perda cultural percebida, deslocamento ambiental adverso ou desigualdade na distribuição dos benefícios.

Modelos qualitativos que incluem índices múltiplos como coesão social, acessibilidade energética e uso sustentável dos recursos indígenas têm demonstrado utilidade para projetar cenários realistas (Rogean et al., 2023). Eles oferecem contraponto às análises exclusivamente económicas limitadas a métricas clássicas como PIB ou volume

exportado/importado (Caputo et al., 2025). É comum constatar que melhorias tangíveis em infraestrutura física convivem com resistências simbólicas ou culturais não previstas inicialmente (Caputo et al., 2023). No caso do Alto Minho, cuja ligação às atividades marítimas é histórica e multifacetada, o conceito ganha inescapavelmente contornos específicos: qualquer mudança no espaço oceânico próximo a comunidades costeiras introduz debates intensos tanto sobre ganhos económicos quanto sobre preservação identitária. Esta dualidade implica desenhar políticas públicas adaptadas à geografia humana local e integrar plenamente os habitantes nas decisões centrais sobre operação futura dos parques. Assim se consolida um entendimento prático deste conceito: impacto socioeconómico é resultado complexo da soma entre indicadores objetivos medidos no plano financeiro-industrial e percepções subjetivas formadas pela interação contínua entre desenvolvimento energético offshore e tecido social costeiro vivo.

### **2.1.3 Diferença entre impactos sociais e económicos**

Ao considerar a diferença entre impactos sociais e económicos em projetos de parques eólicos offshore na região do Alto Minho, é importante perceber que estas dimensões, apesar de interligadas, apresentam naturezas distintas quer na forma de manifestação quer na maneira como são avaliadas. Os impactos económicos têm geralmente uma expressão mensurável em termos de indicadores concretos como variação no PIB regional, emprego criado, receitas fiscais geradas ou investimentos diretos e indiretos (Chaji & Werner, 2023). Já os impactos sociais tendem a envolver elementos mais intangíveis como percepções comunitárias, coesão social ou sentimento de pertença (Buchmayr et al., 2022). Durante fases iniciais do projeto, antes da construção física, os impactos económicos previstos são normalmente estimados através de modelos insumo-produto ou projeções macroeconómicas, apontando para aumentos temporários no fluxo monetário local (Baulaz et al., 2023). Esses cálculos podem incluir o efeito multiplicador de despesas relacionadas com infraestrutura, aquisição de materiais ou contratação de serviços especializados.

Contudo, na prática, o grau efetivo dessas repercussões depende da capacidade regional de fornecer bens e serviços necessários à obra. Em zonas onde essa capacidade é limitada, grande parte dos contratos recai sobre empresas externas, reduzindo substancialmente a

retenção económica interna. Os impactos sociais nesse mesmo estágio apresentam contornos diferentes: aqui se observam estados emocionais coletivos ligados à aceitação ou rejeição do projeto (Virtanen et al., 2022). A interação precoce com comunidades costeiras torna-se determinante; consultas públicas transparentes tendem a gerar maior confiança enquanto ausência de diálogo aumenta resistências. Fatores como sentimento de orgulho local pelo empreendimento ou medo da perda cultural marítima revelam-se decisivos para moldar opiniões. Quando o projeto entra na fase construtiva, o contraste entre as duas dimensões intensifica-se (Szostek et al., 2024).

Os impactos económicos passam a materializar-se sob a forma de emprego temporário para operários e técnicos especializados, bem como incremento no movimento comercial em áreas próximas devido à chegada de trabalhadores e aumento do consumo (Parton et al., 2024). A compra local de produtos e serviços essenciais, quando viável, reforça esses ganhos ao manter capital circulante dentro da região. No entanto, estes efeitos são transitórios: cessada a obra, muitos postos desaparecem se não houver estratégia para requalificação profissional ou aproveitamento da mão-de-obra em setores relacionados (Rainnie & Snell, 2023). Já no campo social, as obras podem provocar transformações imediatas no quotidiano das comunidades marítimas: aumento do tráfego naval por causa do transporte dos componentes das turbinas; alteração visual na paisagem costeira; ruídos constantes; mudanças nos padrões habituais de pesca artesanal devido às restrições temporárias nas áreas próximas aos trabalhos (Lehmann et al., 2022).

Embora parte destes impactos possa ser mitigada por boas práticas operacionais e compensações ambientais ou culturais bem aplicadas, a memória coletiva sobre alterações bruscas tende a perdurar mesmo após a fase ativa terminar (Glasson et al., 2022). Na fase operacional do parque eólico offshore surge um novo quadro comparativo. Os impactos económicos agora incluem receita recorrente proveniente da venda da energia gerada e eventual partilha financeira com comunidades locais através de esquemas formais já institucionalizados (Warren & McFadyen, 2010). Estes fundos comunitários podem nutrir projetos socioeconómicos duradouros se direcionados com critério, por exemplo investindo em qualificação profissional ou infraestrutura pública crítica (Willis-Norton et al., 2024). O grau do impacto económico positivo depende também do nível de participação local na gestão dos recursos energéticos gerados; casos

onde existe quota-parte de propriedade comunitária tendem a mostrar retornos mais expressivos ao longo do tempo. Os impactos sociais durante operação são menos imediatos mas igualmente determinantes: mudanças percebidas nas dinâmicas culturais e económicas ligadas ao mar podem persistir ou surgir gradualmente (Stratoudakis et al., 2023). Para pescadores artesanais e operadores turísticos locais, qualquer redução na atratividade ambiental causada pelo parque pode influenciar rendimentos e modos tradicionais de vida (Bonsu et al., 2024).

Por outro lado, sentimentos positivos ligados ao fornecimento estável de energia limpa para consumo regional introduzem um elemento simbólico forte: visão da comunidade como participante ativa na transição energética global (Ahmed et al., 2024). Existe também diferença relevante no modo como estes impactos são integrados pelas políticas públicas regionais. A dimensão económica é frequentemente priorizada nas narrativas institucionais por ser mais simples traduzir ganhos financeiros em campanhas políticas (Glasson et al., 2022). A dimensão social exige abordagem multifatorial que vai desde participação comunitária nas decisões até mecanismos inclusivos capazes de gerir conflitos internos. Sem esta integração efetiva no tecido político local, os ganhos económicos obtidos podem ser obscurecidos pela insatisfação social latente (Glasson et al., 2022). No caso específico do Alto Minho há ainda particularidade histórica que amplia o peso da componente social: ligação multigeracional às atividades marítimas faz com que alterações no espaço oceânico possuam significado identitário além das implicações económicas diretas (Duarte et al., 2022). Esta ligação reforça perceções sobre quem controla os recursos energéticos extraídos desta área; se atores externos dominarem completamente esse controlo sem contrapartidas visíveis à comunidade, haverá tendência a relativizar benefícios monetários advertindo sobre perda simbólica irreversível.

#### **2.1.4 Importância da escala local na avaliação de impactos**

A avaliação de impactos de parques eólicos offshore torna-se mais precisa e realista quando é conduzida considerando a escala local. Projetos delineados a partir de premissas genéricas ou comparações internacionais podem não refletir as especificidades socioeconómicas, culturais e ambientais do Alto Minho (Duarte et al., 2022). A adoção desta abordagem evita que estimativas de benefícios ou prejuízos se apoiem

exclusivamente em dados de regiões com dinâmicas distintas, proporcionando um retrato mais fiel das implicações para comunidades diretamente afetadas. No contexto económico, um dos elementos cruciais é perceber como a capacidade produtiva e de serviços da região influencia a retenção dos efeitos positivos previstos (Vaz et al., 2025). Se houver empresas locais aptas a fornecer componentes e serviços especializados para montagem, transporte e manutenção dos aerogeradores, os fluxos financeiros criados pelo projeto permanecerão em maior proporção na economia interna.

Por outro lado, em cenários onde esta capacidade é inexistente, o impacto económico dilui-se ao ser transferido para fornecedores externos, enfraquecendo o argumento do reforço estrutural da economia regional. A escala local também determina como os impactos sociais se manifestam. Comunidades costeiras do Alto Minho têm ligações históricas ao mar que vão além do valor económico direto: práticas como pesca artesanal e turismo cultural fazem parte da identidade coletiva (Duarte et al., 2022; Silva & Coêlho, 2025). Alterações no ambiente marítimo provocado por turbinas offshore podem ser interpretadas tanto como modernização quanto como ameaça às tradições locais. Essa interpretação varia conforme o grau de participação dos residentes nos processos de decisão relacionados ao projeto (Cronin et al., 2021).

Quando as comunidades participam ativamente da definição do destino dos fundos comunitários, o sentimento de apropriação dos benefícios aumenta; sem essa participação, há risco de associar tais fundos a mecanismos unilaterais impostos pelos promotores ou governos, alimentando perceções negativas. A análise focada na escala local permite distinguir melhor entre impactos previstos e reais. Na fase anterior à construção, previsões podem apontar para crescimento temporário no emprego ou desenvolvimento industrial periférico (Buchmayr et al., 2022). Contudo, apenas o acompanhamento contínuo no terreno revela se estes ganhos emergem efetivamente ou se ficam aquém das expectativas iniciais. Uma consulta estruturada junto à comunidade pode captar essas diferenças ao longo do tempo, registando perceções antes e depois das intervenções físicas (Cronin et al., 2021). Este tipo de levantamento ajusta as estimativas iniciais à realidade vivida no território.

Durante a fase construtiva, avaliar na escala local ajuda a mapear as repercussões imediatas sobre o quotidiano da população: aumento repentino no tráfego marítimo devido ao transporte das torres e pás; presença intensificada de maquinaria pesada nas proximidades costeiras; eventual restrição temporária em áreas utilizadas pela pesca artesanal. Essas alterações têm peso distinto conforme a resiliência da comunidade: localidades com infraestrutura adaptada para grandes obras absorvem melhor esses impactos; zonas mais sensíveis podem sofrer interrupções substanciais nas suas atividades tradicionais (Qu et al., 2023). Na fase operacional, a escala local define não só quem recebe os benefícios mas também em que magnitude eles são sentidos. Programas anuais de fundos comunitários tornam-se elemento central na redistribuição dos ganhos. Se bem aplicados, por exemplo investindo em capacitação técnica ligada à manutenção das turbinas ou fomentando atividades económicas alternativas, podem criar ciclos sustentáveis independentes da continuidade estrita do parque offshore (Cai & Bréon, 2021). No entanto, quando mal dimensionados ou inacessíveis aos grupos mais impactados pelo projeto, esses fundos geram tensões adicionais em vez de mitigar efeitos adversos.

Outro fator relevante é o enquadramento institucional: políticas regionais moldadas com atenção às necessidades específicas do Alto Minho potencializam resultados positivos tanto económicos quanto sociais. A formalização dos benefícios comunitários dentro das diretrizes governamentais impede que sejam vistos apenas como concessões voluntárias dos promotores. Isto influencia diretamente a aceitação social durante todo o ciclo do projeto. Por fim, adotar uma perspetiva ajustada à escala local significa incorporar variáveis ambientais peculiares ao ecossistema marítimo envolvente. No Alto Minho, este cuidado é vital dada a dependência económica e cultural das comunidades costeiras em relação aos recursos marinhos (Serpa et al., 2024). Transformações físicas como instalação das bases das turbinas e operação contínua podem modificar áreas de pesca ou rotas migratórias das espécies alvo. Ao incluir estes elementos nos estudos prévios e na monitorização pós-implementação, reforça-se não apenas a credibilidade técnica do projeto mas também a viabilidade socioeconómica percebida pela população afetada (Warren & McFadyen, 2010). Assim, pensar na escala local não é mera questão geográfica: trata-se de reconhecer como cada fase do empreendimento interage com um tecido social e económico específico, onde previsões generalistas precisam ser

confrontadas com medições diretas obtidas junto aos habitantes e agentes regionais intimamente ligados ao mar.

### **2.1.5 Abordagens de sustentabilidade aplicadas a projetos energéticos**

A discussão sobre abordagens de sustentabilidade em projetos energéticos offshore, particularmente no contexto do Alto Minho, requer uma visão integrada que conecte os objetivos técnicos à realidade socioeconómica e ambiental local. Partindo da perspetiva já explorada anteriormente sobre a importância da escala local, torna-se evidente que a sustentabilidade não se restringe ao uso de fontes renováveis; ela incorpora aspetos institucionais, sociais e tecnológicos que moldam o ciclo completo do empreendimento. Uma das abordagens mais relevantes envolve a incorporação sistemática de dimensões múltiplas na avaliação de sustentabilidade (Buchmayr et al., 2022). Modelos contemporâneos sugerem analisar equilibradamente componentes económicos, ambientais, sociais, institucionais e técnicos ao longo de todo o projeto. Este tipo de estrutura permite avaliar desde a eficiência energética até o grau de aceitação comunitária, passando pela capacidade institucional de gerir conflitos ou distribuir benefícios.

Na prática, isto significa que antes mesmo da instalação física das turbinas é possível projetar cenários realistas para impactos ambientais diretos, como alterações na biodiversidade marinha, e para efeitos indiretos sobre setores como pesca e turismo (Chaji & Werner, 2023). Essa antecipação possibilita desenhar planos mitigadores alinhados com as prioridades locais. A substituição gradual de fontes fósseis por alternativas renováveis aparece como outro eixo central destas abordagens. Experiências documentadas com parques eólicos revelam reduções substanciais na emissão de gases com efeito de estufa em relação às médias nacionais quando comparados cenários "com" e "sem" projeto (Lee & Xydis, 2024). No entanto, há que reconhecer que nem todos os ganhos ambientais se traduzem automaticamente em aceitação social positiva: se os benefícios concretos não forem claros para as comunidades costeiras diretamente impactadas, podem surgir resistências mesmo diante de avanços climáticos relevantes.

O papel da governação também se destaca nestas abordagens. Sustentabilidade exige continuidade tanto no financiamento quanto nas políticas públicas associadas aos

empreendimentos energéticos (Buchmayr et al., 2022). Ao integrar tais políticas no planeamento local, por exemplo formalizando fundos comunitários como instrumentos legais permanentes, evita-se a perceção de benefícios ocasionais concedidos apenas durante fases específicas do projeto. Esta linearidade político-institucional reforça a confiança pública e alimenta expectativas duradouras sobre ganhos económicos locais. No campo técnico-operacional, práticas voltadas à redução dos impactos ambientais adversos constituem outro pilar fundamental. A implementação de regulamentações rigorosas para controlar ruído subaquático ou turvação das águas durante fases construtivas minimiza perturbações sobre a fauna marinha sensível (Forastiero et al., 2024). Neste sentido, investimentos em tecnologias limpas aplicadas ao próprio processo construtivo possuem efeito duplo: mitigam danos ecológicos e promovem narrativa positiva perante setores dependentes dos recursos naturais afetados.

Há também abordagens centradas na participação social direta nos processos produtivos e distributivos do parque offshore. Modelos comunitários que incluem geração descentralizada ou comércio peer-to-peer (P2P) de energia incentivam um aproveitamento simultâneo da produção e consumo locais (Giotitsas et al., 2015). No Alto Minho esse tipo de iniciativa poderia aproximar moradores dos benefícios tangíveis do projeto ao estabelecer circuitos energéticos regionais onde a população participa não apenas como consumidora mas como coprodutora. Essa integração contribui para fortalecer o valor simbólico atribuído ao empreendimento. Outro elemento que merece atenção é o chamado "efeito complementar" entre diferentes fontes renováveis. Em regiões onde existe potencial híbrido, por exemplo combinação entre eólica offshore e solar fotovoltaica costeira, é possível otimizar a estabilidade da rede elétrica reduzindo intermitência sazonal ou diária (Giotitsas et al., 2015). Além disso, esta diversidade tecnológica distribui melhores riscos operacionais e amplia oportunidades para empresários locais atuarem em nichos complementares. No entanto, essa complementaridade deve ser planeada considerando restrições espaciais e legais próprias do território marítimo envolvente.

As abordagens sustentáveis recomendam igualmente estratégias robustas para gestão adaptativa durante todo o ciclo do projeto. Isso inclui monitorização permanente dos indicadores-chave definidos com base nas prioridades comunitárias, ajustando ações

conforme resultados reais diferirem das previsões iniciais (Buchmayr et al., 2022). Tal flexibilidade ajuda a mitigar discrepâncias entre impactos estimados e efetivos discutidas anteriormente, permitindo corrigir rumos antes que certo impacto negativo se torne irreversível. Sob um prisma global-geopolítico, há ainda recomendações para considerar disparidades históricas nas emissões de carbono entre regiões desenvolvidas e em desenvolvimento (Forastiero et al., 2024). Isso implica buscar apoio financeiro internacional para cobrir custos adicionais relacionados a transições energéticas limpas quando estas exigirem investimento inicial elevado não suportável pelo orçamento municipal ou regional. Deste modo possibilita-se compatibilizar avanços tecnológicos com justiça socioambiental.

No Alto Minho, aplicar tais abordagens significa conciliar metas ambientais globais com necessidades imediatas da população local. Projetos sustentáveis devem responder às demandas concretas dos residentes, emprego qualificado, proteção cultural marítima, sem abdicar das exigências técnicas que garantem operação segura e viabilidade económica prolongada. A integração destes múltiplos vetores transforma um parque offshore num agente ativo tanto na economia regional quanto na mitigação climática global; mas isso só acontece quando cada fase do projeto é guiada por princípios adaptados às singularidades territoriais identificadas no mapeamento prévio fruto da interação direta com as comunidades costeiras (Laskowicz, 2021).

## **2.2 Contexto Global e Nacional da Energia Eólica Offshore**

### **2.2.1 Panorama Global da Energia Eólica Offshore**

O panorama global da energia eólica offshore tem evoluído de forma acelerada nas últimas duas décadas, destacando-se tanto pelo crescimento da capacidade instalada quanto pela diversificação geográfica dos projetos. Países como Reino Unido e China têm desempenhado papéis centrais nesse processo, com o primeiro a consolidar-se como líder mundial em produção offshore e o segundo a expandir rapidamente de iniciativas de planeamento para construção efetiva, contabilizando mais de quarenta parques operacionais no início de 2020 (Gomes et al., 2022). Essa trajetória não é homogénea entre regiões, mas sim resultado de diferentes estratégias políticas, níveis de investimento e contexto tecnológico. No caso europeu, observa-se uma transição energética marcada

por renováveis que superaram os combustíveis fósseis no fornecimento de eletricidade residencial e industrial pela primeira vez desde o século XIX (Zhang, 2021).

Em 2018, dados indicaram que a produção renovável representava 33% do total gerado no Reino Unido, sendo 9% advindos da eólica terrestre e 8% da eólica marítima (Grothe et al., 2022). Esse nível evidencia não apenas a maturidade do setor mas também a sua integração crescente nas matrizes energéticas nacionais. O custo unitário da energia offshore vem diminuindo drasticamente, com estimativas para próximos projetos britânicos situando-se em torno de £40 por megawatt-hora produzido. Essa redução impulsiona competitividade face a outras fontes e facilita a expansão em mercados emergentes. Ainda assim, o panorama global revela assimetrias: há preocupações no Reino Unido sobre a baixa incorporação de conteúdo local na fase de construção, limitando o impacto económico interno esperado. Esse tipo de défice ressalta um ponto crítico para qualquer análise comparativa internacional: impactos previstos em termos de criação de empregos ou fomentos industriais nem sempre se concretizam com igual intensidade na execução. Muitos contratos acabam por beneficiar cadeias externas especialmente quando falta capacidade técnica ou produtiva compatível nos mercados domésticos.

Por outro lado, experiências asiáticas oferecem perspectivas distintas; a Índia, por exemplo, ocupa atualmente a segunda posição no mercado eólico asiático depois da China e quarta globalmente em capacidade acumulada instalada após EUA e Alemanha (Anangapal & Victor, 2024; de Vasconcelos et al., 2022). Apesar dessa força na geração onshore, apenas recentemente começou a estruturar a sua política para desenvolvimento offshore, anunciando em 2015 um quadro regulatório específico através do National Institute of Wind Energy (Kandwal, 2023). Essa diferença temporal ilustra que mesmo mercados gigantes podem adotar ritmos distintos ao integrar soluções marítimas, seja pela necessidade de infraestrutura elétrica para escoamento da produção ou pelo investimento inicial elevado. No debate internacional sobre impactos socioeconómicos projetados versus observados, há recorrência de expectativas elevadas sobre benefícios comunitários atrelados aos parques offshore.

Estes resultados corroboram o papel das estruturas políticas permanentes. Sem essa formalização há maior risco de conflito social local mesmo quando os ganhos ambientais são evidentes (Venkatareddy et al.). Outro vetor que molda o panorama global é a variação das motivações principais entre países. Na Europa Ocidental o argumento climático contra as emissões fóssil predomina (La Tour, 2023). Estudos históricos relacionam diretamente o uso continuado do carvão desde a Revolução Industrial à intensificação do aquecimento global, promovendo políticas robustas para substituição por fontes consideradas infinitas como vento ou sol (Rapella et al., 2023). Fora desse contexto histórico específico algumas regiões priorizam fatores económicos imediatos como diversificação da matriz ou independência energética face às importações. A expansão mundial também expõe heterogeneidades nos impactos sociais. Em países densamente urbanizados como vários membros da União Europeia, investir em energias renováveis pode ocorrer tanto através de comunidades locais, baseadas em proximidade geográfica, quanto por comunidades de interesse distantes mas alinhadas por objetivos energéticos comuns (Martinez et al., 2023). As segundas tendem a adotar modelos mais padronizados operados por empresas multinacionais enquanto as primeiras favorecem maior personalização aos requisitos regionais (Takeuchi, 2023). Esta distinção influencia diretamente na forma como os impactos são distribuídos: projetos estandardizados maximizam economia de escala mas frequentemente têm menor conexão cultural local.

Os dados globais projetados pela IRENA apontam para uma possível capacidade instalada acima dos 2000 GW até 2050 (Eicke et al., 2022; Jung et al., 2024). Contudo, tal visão deve ser lida com cautela, atingir esse patamar exige superar desafios como integração eficiente das energias híbridas ao sistema nacional assim como gestão adaptativa para mitigar impactos ecológicos adversos durante todo ciclo do parque offshore. O potencial é inegável mas apresenta gradiente desigual consoante as condições oceanográficas, infraestrutura pré-existente e aceitação social. Interessante notar que parte das receitas iniciais geradas por novos parques podem influir diretamente sobre rendimentos municipais ou pessoais conforme ocorrências já observadas na Dinamarca onde pagamentos antecipados às administrações locais permitem liberdade orçamental adicional (Kusters et al., 2025). Entretanto esses incrementos não crescem indefinidamente; geralmente estabilizam após os primeiros anos sem aumento automático proporcional à operação contínua.

Em mercados maduros existe ainda uma pressão crescente para assegurar que além dos ganhos macroeconómicos haja verdadeira redistribuição interna dos benefícios, seja via fundos comunitários estruturados ou maximização do uso das cadeias produtivas nacionais (Canan, 2023). A ausência dessa prática alimenta críticas recorrentes semelhantes àquelas identificadas em territórios escoceses onde autoridades locais pediram intervenção governamental para estabelecer parâmetros uniformes nos benefícios pagos pelas concessionárias offshore (Goddijn-Murphy, 2026). Assim formata-se um panorama composto por múltiplas narrativas simultâneas: países tecnologicamente avançados otimizaram custos e já integram fortemente energia marítima nas suas matrizes; economias emergentes começam a estruturar quadros legais específicos visando entrada no setor; debates sociais sobre legitimidade dos benefícios coexistem com metas ambientais globais urgentes; desafios técnicos como transmissão eficiente e mitigação ambiental persistem como elementos centrais independentemente da localização geográfica (Schupp et al., 2021).

### **2.2.2 Políticas Energéticas e Ambientais**

As políticas energéticas e ambientais moldam de forma decisiva o cenário em que projetos de parques eólicos offshore se desenvolvem, estabelecendo regras, incentivos e restrições que definem tanto a viabilidade económica como a aceitação social das iniciativas (Forastiero et al., 2024). No caso português, e particularmente no contexto do Alto Minho, estas políticas precisam dialogar simultaneamente com preocupações globais, como as metas de descarbonização, e com necessidades locais, refletindo a interdependência entre objetivos ambientais amplos e impactos socioeconómicos específicos (Vaz et al., 2025). Um primeiro aspeto crítico é a forma como órgãos reguladores estruturam mecanismos para garantir integração dos projetos na matriz elétrica nacional. A experiência de mercados maduros mostra que ajustes tarifários ou incentivos fiscais são ferramentas-chave para atrair investimentos em regiões onde o custo nivelado da energia ainda não compete diretamente com fontes fósseis. Estes mecanismos não devem apenas contemplar o equilíbrio financeiro do projeto, mas também assegurar que impactos positivos previstos para a economia local se concretizem na prática. Quando tais políticas falham em estimular contratação e aquisição de bens junto a empresas regionais, observa-

se uma deslocação dos benefícios económicos para outras áreas ou países, limitando o alcance esperado.

No campo ambiental, regulamentos voltados à proteção da biodiversidade marinha exigem uma abordagem técnica detalhada desde a fase de planeamento (de Sousa, 2024). Isso inclui normas específicas sobre emissões sonoras subaquáticas e alterações físicas no leito marinho durante instalação das fundações das turbinas. A ausência de um quadro legal robusto nestas áreas pode ocasionar impactos ecológicos que repercutem negativamente sobre setores económicos locais como pesca artesanal e turismo costeiro (Vieira et al., 2021). Em contrapartida, uma legislação bem calibrada atua como mecanismo mitigador, prevenindo eventos adversos enquanto sustenta narrativas positivas sobre transição energética limpa. Outro elemento determinante é incluir no desenho das políticas energéticas instrumentos institucionais que formalizem os benefícios comunitários gerados pelos empreendimentos.

Algumas experiências internacionais sugerem que fundos comunitários legalmente vinculados ao parque offshore aumentam a probabilidade de aceitação social duradoura (Forastiero et al., 2024). Sem essa formalização, há riscos de perceção negativa quanto à distribuição desigual ou temporária dos recursos, especialmente nos casos em que os ganhos reais diferem substancialmente daqueles estimados nos estudos iniciais. Além disso, as políticas devem ser sensíveis às diferentes fases da vida útil do projeto. Durante a construção, por exemplo, podem ser implementadas medidas transitórias para compensar impactos ambientais temporários ou restrições às atividades marítimas tradicionais. Já na operação plena do parque, instrumentos de monitorização contínua garantem avaliação periódica dos impactos sociais e ambientais, ajustando práticas conforme necessário. Essa gestão adaptativa previne deterioração gradual da relação com comunidades locais e sustenta a credibilidade institucional do empreendimento.

A nível nacional e internacional, observa-se crescente alinhamento das estratégias energéticas com compromissos climáticos assumidos em plataformas multilaterais. No âmbito português, metas de redução de gases com efeito de estufa incentivam substituição progressiva dos combustíveis fósseis por fontes renováveis consideradas infinitas, como

vento ou sol (Vaz et al., 2025). Esta orientação macroestratégica mas precisa ser modulada por políticas microescalares que considerem as especificidades territoriais do Alto Minho. Nessas localidades costeiras, a introdução de infraestrutura offshore deve respeitar não só parâmetros técnicos globais mas também valores culturais associados ao espaço marítimo. Modelos híbridos de geração, integrando produção eólica offshore com solar fotovoltaica ou outras fontes renováveis, representam outro eixo estratégico das políticas atuais (Fu et al., 2023). Tais combinações oferecem vantagens operacionais ao reduzir intermitências sazonais ou diárias. Porém, a sua adoção depende de licenciamento integrado capaz de coordenar ocupação espacial marítima e terrestre sem criar conflitos entre diferentes setores utilizadores dessas áreas.

Cabe também olhar para exemplos como os projetos inseridos no Corredor Económico China-Paquistão (CPEC), onde políticas energéticas foram desenhadas para conciliar expansão rápida da infraestrutura elétrica com metas explícitas de sustentabilidade ambiental (Duarte, 2015). Este tipo de articulação posiciona o país não apenas como beneficiário imediato da capacidade gerada mas como participante ativo no mercado energético regional (Forastiero et al., 2024). Para o Alto Minho, observar tais práticas pode oferecer insights sobre como maximizar efeitos multiplicadores previstos para infraestrutura local através da integração estratégica com redes nacionais ou transfronteiriças. No entanto há desafios persistentes ligados à equidade distributiva. Políticas ambientais que delimitam zonas exclusivas para instalação offshore podem criar assimetrias no acesso aos recursos marinhos tradicionais. Se setores afetados não forem compensados adequadamente, seja por reconversão profissional ou investimentos alternativos, haverá erosão potencial dos ganhos sociais que sustentam o projeto na comunidade costeira. Essas considerações revelam que políticas energéticas e ambientais eficazes exigem conexão direta entre escalas global e local.

As metas climáticas devem estar amarradas a mecanismos claros para gerar empregos qualificados na região anfitriã; as regulamentações ambientais precisam proteger ecossistemas sem inviabilizar oportunidades económicas legítimas; os instrumentos financeiros devem assegurar retenção interna dos benefícios previstos na modelação inicial; os planos institucionais têm que garantir participação real das comunidades nos processos decisórios. Somente quando esta confluência é alcançada as diferenças

inevitáveis entre impactos previstos e reais podem ser geridas positivamente no ciclo completo do parque offshore instalado no Alto Minho.

### **2.2.3 Tendências Tecnológicas e Inovação**

A evolução tecnológica na energia eólica offshore tem sido marcada por avanços que afetam não apenas a eficiência produtiva, mas também a forma como os impactos socioeconómicos se concretizam ao longo das fases do projeto (González et al., 2025; Wieczorek et al., 2013). Esses avanços têm ligação direta com aspetos discutidos anteriormente sobre políticas energéticas e ambientais, pois determinam viabilidade técnica, custos e até o potencial de integração local. Um dos vetores mais evidentes dessa inovação está no aumento da dimensão e potência unitária dos aerogeradores. Turbinas mais altas e com rotores de maior diâmetro captam ventos a velocidades superiores e de maneira mais constante em áreas marítimas, o que resulta em fatores de capacidade mais elevados e menor custo nivelado de energia. Este efeito pode alterar a projeção inicial de benefícios económicos: menos unidades podem produzir a mesma ou maior quantidade de energia, reduzindo despesas operacionais e de manutenção.

Porém, paradoxalmente, isso também pode diminuir o volume de empregos gerados na fase construtiva se comparado ao número associado à instalação de maior quantidade de turbinas menores. A melhoria na previsão meteorológica aplicada à operação destes parques constitui outra tendência central. Ao reduzir o erro das previsões de geração para valores próximos aos alcançados nas previsões de procura, uma redução estimada em 33%, diminui-se o custo de integração da energia ao sistema elétrico. Essa precisão incrementada tem impacto económico direto ao limitar a necessidade de acionar reservas térmicas caras para compensar variações abruptas na produção. No contexto do Alto Minho, onde oscilações repentinas na rede podem ser sensíveis devido à capacidade limitada de absorção local, tal inovação contribui para um funcionamento mais estável sem prejuízo aos consumidores.

Socialmente, uma rede mais estável reforça percepções positivas sobre a tecnologia, evitando cortes inesperados ou volatilidade tarifária. Outra linha emergente é a hibridização das fontes renováveis. A integração técnica entre eólica offshore e solar

fotovoltaica permite suavizar a intermitência natural das fontes individuais. Essa complementaridade temporal, vento predominando em períodos ou estações distintas daquelas com pico solar, facilita gestão energética diária e sazonal. Tais arranjos reduzem flutuações drásticas no sistema elétrico e ampliam oportunidades económicas locais relacionadas tanto ao fornecimento quanto à manutenção dos sistemas complementares. Apesar disso, requerem planeamento espacial integrado para evitar conflitos pelo uso do território marítimo e costeiro. Soluções inovadoras também surgem no armazenamento energético associado aos parques offshore.

Diante da intermitência natural da geração renovável, tecnologias como baterias de grande porte ou sistemas baseados em ar comprimido estão sendo projetadas para operar lado a lado com turbinas marítimas. O armazenamento reduz pressões operacionais sobre a rede elétrica pública, permitindo acomodar picos de produção sem desperdício. Economicamente, essa flexibilidade possibilita vender energia nos horários mais valorizados do mercado grossista; socialmente, minimiza riscos de excesso não aproveitável que poderia ser visto como ineficiência pela comunidade anfitriã. Na esfera construtiva, há tendência crescente no uso de plataformas flutuantes para aerogeradores instalados em mar aberto com grandes profundidades, onde as fundações fixas não são viáveis economicamente ou tecnicamente. Essa tecnologia amplia as áreas possíveis para instalação mantendo acesso a ventos fortes e constantes típicos do Atlântico Norte.

Ao mesmo tempo, reduz intervenções diretas sobre o leito marinho durante instalação inicial, amenizando impactos ambientais associados à fixação estrutural tradicional (Lüth & Keles, 2024). Em regiões como Alto Minho, onde há preocupações simultâneas com ecossistemas marinhos e setores económicos dependentes destes recursos (como pesca artesanal), a adoção dessas soluções pode melhorar aceitação desde que acompanhada por monitorização ambiental contínua. Há ainda uma vertente tecnológica voltada ao melhor aproveitamento económico no nível comunitário: os modelos baseados em comunidades energéticas marítimas (Dute et al., 2024). Sistemas distribuídos conectados diretamente aos hubs dos parques permitem comercializar eletricidade produzida localmente dentro da própria região através de plataformas P2P eficientes. Esta abordagem altera radicalmente o padrão do impacto socioeconómico: parte da receita deixa de depender exclusivamente das transferências formais dos promotores passando diretamente aos

residentes ou pequenos negócios integrados à rede partilhada. Com isto aumenta-se percepção positiva junto às comunidades costeiras.

A utilização avançada de sensores e sistemas digitais embarcados para monitorização estrutural preditiva representa outro salto técnico importante. Ferramentas baseadas em inteligência artificial identificam padrões anormais nos dados operacionais que antecedem falhas mecânicas críticas. Essa manutenção preditiva prolonga vida útil dos equipamentos diminuindo custos operacionais, refletindo-se num impacto económico real maior que o inicialmente previsto pelo prolongamento consistente do prazo operacional antes da substituição total ou parcial das turbinas. Importa considerar que nem toda inovação traz apenas efeitos positivos locais imediatos. A automação elevada nos processos construtivos e operacionais pode reduzir postos tradicionais previstos nas fases iniciais dos estudos socioeconómicos. Embora aumente eficiência industrial global, pode atenuar temporariamente ganhos laborais diretos estimados para fases específicas como montagem ou O&M (operações e manutenção). Minimizar esse potencial afastamento dos benefícios estimados exige políticas complementares direcionadas à requalificação profissional local adequando mão-de-obra existente às novas competências exigidas por sistemas tecnológicos avançados (Jenkins et al., 2022).

No plano macroestrutural, as tendências tecnológicas influenciam também políticas comerciais e industriais associadas aos empreendimentos offshore. Por exemplo, turbinas maiores podem demandar novas infraestruturas portuárias capazes de rececionar componentes massivos; isso abre espaço para investimentos paralelos financiados conjuntamente com fundos comunitários e promotores privados. No Alto Minho tais investimentos teriam impacto duplo: prover logística adequada para projetos futuros enquanto diversificam usos portuários relacionados ao turismo náutico ou transporte regional. Por fim, essas inovações induzem transformações nas variáveis ambientais internas ao conceito sustentabilidade adotado nos projetos offshore. Menor número de aerogeradores mais potentes reduz área ocupada sem perda proporcional na produção; sistemas híbridos distribuem pressão sobre ecossistemas; plataformas flutuantes alteram menos o substrato marinho; previsão precisa equilibra oferta-demanda sem desperdiçar energia verde disponível; armazenamento assegura constância no fornecimento diário diminuindo dependência externa no curto prazo. No cenário específico do Alto Minho

essas tendências moldam não só projeções técnicas futuras mas também expectativas sociais concretas sobre quem beneficia efetivamente dessa modernidade energética instalada nas suas águas costeiras.

#### **2.2.4 Principais Desafios Regulatórios**

A temática dos desafios regulatórios em projetos de energia eólica offshore no Alto Minho conecta-se diretamente aos pontos discutidos na secção anterior sobre tendências tecnológicas e inovação, uma vez que avanços técnicos frequentemente superam o ritmo de adaptação das normas. Entre os fatores mais críticos está o enquadramento legal para instalação e operação das turbinas em áreas marítimas. A definição de parâmetros como distâncias mínimas da costa, profundidade máxima das fundações fixas e limites para plataformas flutuantes exige compatibilização entre regulamentação nacional e diretrizes internacionais, considerando simultaneamente segurança operacional, proteção ambiental e interesses económicos.

A legislação portuguesa sobre licenciamento offshore ainda carece de mecanismos detalhados para regular intervenções no fundo marinho, incluindo controlo sobre ruído subaquático e restrição de sedimentos levantados durante a perfuração ou colocação das estruturas. Essa lacuna potencializa riscos ambientais que podem repercutir negativamente no rendimento económico real, pois atividades tradicionais como pesca artesanal sofrem impacto direto quando habitats marinhos são alterados. No Alto Minho, essas questões ganham peso acrescido pela importância histórica da pesca costeira para comunidades locais, o que torna qualquer impacto não mitigado um ponto gerador de conflito social. A adequação regulatória também se manifesta na forma de integração das energias renováveis à rede elétrica nacional. Projetos offshore exigem normas claras para conexão através de cabos submarinos e distribuição subsequente até subestações terrestres. Um entrave comum é a definição dos custos associados ao uso da infraestrutura de transmissão, as Tarifas de Uso do Sistema (TNUoS), que em alguns contextos insulares ou remotos já foram consideradas penalizantes para geradores renováveis em contravenção a princípios europeus de incentivo às fontes limpas.

No caso do Alto Minho, embora haja interligação com a rede continental, oscilações bruscas podem exigir investimentos regulados em reforço da rede ou sistemas híbridos que reduzam intermitência. Outro campo regulatório complexo envolve a formalização dos benefícios comunitários. Sem instrumentos jurídicos vinculativos, promessas iniciais feitas pelos promotores podem não se concretizar integralmente na fase operacional, alimentando percepções negativas e fragilizando a aceitação social. A criação de fundos comunitários obrigatórios monitorizados por autoridades independentes é um modelo observado internacionalmente que pode servir ao Alto Minho. Esse arranjo assegura previsibilidade nos benefícios sociais reais face aos previstos nas fases iniciais e fortalece o vínculo comunitário com o projeto. A coexistência espacial com outras atividades marítimas impõe desafios adicionais à regulação. É necessário estabelecer zonas exclusivas para operação segura do parque sem bloquear permanentemente rotas de navegação comercial ou turística. Essas delimitações espaciais devem ser balanceadas para não reduzir exageradamente áreas usadas por pescadores locais ou operadores turísticos, setores economicamente ativos cuja perda territorial real poderia neutralizar ganhos previstos com a instalação offshore.

No Alto Minho, planos espaciais marítimos precisam integrar dados sobre migração de espécies alvo da pesca artesanal com localização ideal das turbinas para minimizar impactos cumulativos. O enquadramento tarifário e fiscal compõe outro eixo relevante da regulação. Incentivos como feed-in tariffs bem calibrados demonstraram aumentar investimento inicial, mas a sua retirada abrupta reduziu o ritmo de novas instalações mesmo em países asiáticos onde havia grande potencial técnico. Esse histórico alerta contra modificações súbitas nas regras económicas durante a vida útil do projeto; ajustes devem ser graduais para não criar hiatos entre impacto económico previsto (aumento contínuo da capacidade instalada) e o impacto real (redução ou estagnação após mudança política). Há ainda barreiras regulatórias ligadas à compatibilização tecnológica transfronteiriça quando parques offshore atuam próximos a fronteiras marítimas nacionais. Normas divergentes sobre manutenção preditiva, gestão adaptativa ambiental ou padrões técnicos dos aerogeradores podem complicar operações conjuntas, atrasar construção e elevar custos acima dos estimados inicialmente, afetando diretamente projeções económicas locais. Para mitigar esse risco seria aconselhável adotar padrões harmonizados inspirados por acordos multilaterais já aplicados noutras regiões atlânticas.

Na dimensão ambiental-social, a regulação deve abranger sistemas tecnológicos capazes de reduzir colisões com aves marinhas, especialmente em corredores migratórios identificados. Apesar da disponibilidade técnica desses mecanismos (uso de radar para detecção automática), a sua implementação obrigatória depende de leis específicas; sem elas há discrepância entre o impacto ambiental previsto em projeções positivas e o impacto real mensurado anos após operação efetiva do parque. O processo participativo também integra os desafios normativos: tornar obrigatória a consulta pública estruturada desde etapas preliminares fortalece legitimidade do projeto junto às comunidades costeiras. Sem esse componente legal obrigatório há tendência à concentração das decisões nas esferas administrativas superiores ou entre promotores privados, afastando grupos diretamente afetados e criando um descompasso entre expectativas previstas pelo material promocional do projeto e percepções reais formadas ao longo do tempo no território anfitrião.

Finalmente, o ciclo completo da regulação precisa incorporar mecanismos eficazes de monitorização pós-implementação. É insuficiente avaliar apenas antes ou durante construção; impactos económicos como criação líquida de empregos permanentes versus temporários devem ser revistos periodicamente para ajustar políticas correlatas como programas regionais de requalificação profissional. Similarmente, indicadores ambientais como biodiversidade local devem ser acompanhados continuamente usando metodologias padronizadas para garantir comparabilidade temporal e espacial (Forastiero et al., 2024). Ao alinhar regulação com estas práticas torna-se possível aproximar projeção inicial dos impactos efetivos obtidos na realidade concreta do Alto Minho, reduzindo divergências entre ganhos previstos na modelação socioeconómica e aqueles verificados após anos de funcionamento contínuo do parque offshore instalado nas suas águas costeiras.

## **2.3 O Território do Alto Minho**

### **2.3.1 Caracterização Geográfica**

A caracterização geográfica do Alto Minho é um elemento central para compreender como os impactos socioeconómicos de projetos de parques eólicos offshore se materializam no território. Trata-se de uma região situada no extremo norte de Portugal, limitada a oeste pelo Oceano Atlântico, o que lhe confere acesso direto a um recurso eólico marítimo constante e de elevada intensidade média anual. Essa particularidade ventosa, associada à configuração costeira recortada e à proximidade das áreas portuárias adaptáveis, tende a atrair interesse técnico para instalação de infraestruturas offshore. No entanto, este potencial físico não atua isoladamente: ele interage com componentes sociais e económicos que definem a capacidade de absorção dos impactos previstos na fase inicial dos projetos. O relevo local alterna entre planícies costeiras, onde se concentram comunidades pesqueiras tradicionais, e encostas suaves que se estendem para o interior até encontrar zonas montanhosas. Essa diversidade topográfica influencia tanto a logística construtiva como as repercussões sobre a paisagem visual, fator que pode afetar perceções públicas sobre o projeto. Por exemplo, turbinas visíveis da costa podem reforçar narrativas positivas ligadas à transição energética limpa; contudo, em áreas onde o horizonte marítimo integra elementos culturais ou turísticos valorizados, tal alteração visual pode ser interpretada como perda estética. Esta ambiguidade entre impacto previsto (valorização simbólica da infraestrutura) e impacto real (alteração percebida negativamente no cenário costeiro) precisa ser gerida desde os estágios de planeamento com medidas compensatórias adequadas.

A rede hidrográfica, embora pouco volumosa em termos de caudal individual dos rios, desempenha papel relevante na interação ambiental do território. Pequenos cursos de água costeiros desaguardam diretamente no Atlântico criando zonas estuarinas sensíveis; intervenções offshore mal calibradas podem repercutir na hidrodinâmica local ou no transporte natural de sedimentos. Alterações desse tipo afetam zonas de reprodução marinha com reflexos diretos na pesca artesanal, setorização económica emblemática do Alto Minho. Se nos estudos iniciais estes impactos são frequentemente considerados mitigáveis por tecnologias como fundações menos invasivas, na prática tais soluções exigem monitorização constante para confirmar a sua eficácia ao longo do tempo operacional. O clima atlântico temperado com influência oceânica proporciona regime

pluviométrico moderado mas ventos persistentes oriundos predominantemente de quadrantes noroeste.

Estes padrões reforçam a adequação técnica da região para aproveitamento offshore contínuo, aumentando previsibilidade da produção elétrica e favorecendo projeções económicas sobre receita recorrente. Todavia, tais projeções assumem invariabilidade climatológica dificilmente garantida em horizontes superiores a duas décadas; variações anuais inesperadas podem reduzir temporariamente fatores de capacidade abaixo do previsto impactando receitas comunitárias derivadas. Assim, o enquadramento geográfico não só gera oportunidades mas também insere margem intrínseca de incerteza nas estimativas económicas. Do ponto de vista socioeconómico interno, a densidade populacional moderada combinada com concentração demográfica em núcleos urbanos costeiros como Viana do Castelo facilita canalização direta de benefícios, empregos temporários durante construção ou fundos comunitários anuais durante operação, para comunidades anfitriãs. Ainda assim subsiste desafio logístico derivado da dispersão das localidades menores pelo litoral: planos prévios podem prever distribuição homogénea dos benefícios enquanto na realidade estes se concentram nos polos mais próximos das operações portuárias principais. Este desfasamento entre resultado esperado e observado requer integração criteriosa das localidades periféricas nos processos administrativos que regulam uso dos recursos provenientes do parque. A geografia marítima adjacente apresenta fundos variados desde plataformas continentais relativamente rasas até zonas mais profundas afastadas da costa. As primeiras são favoráveis a fundações fixas enquanto as segundas exigem plataformas flutuantes. Esta dualidade técnica cria cenários distintos nos impactos sociais previstos: fundações fixas próximas à costa implicam maior visibilidade física das estruturas podendo aumentar debates públicos; já plataformas flutuantes mais distantes reduzem interferência visual mas também dificultam percepção tangível dos benefícios entre residentes sem ligação direta às operações marítimas.

Escolhas técnicas orientadas pela batimetria local têm assim efeito secundário sobre aceitação social. As ligações rodoviárias e ferroviárias convergem maioritariamente para núcleos urbanos costeiros onde também se situam portos versáteis capazes de receber carga industrial pesada. Este perfil infraestrutural alimenta expectativas elevadas sobre participação económica regional durante construção, transporte e armazenamento de

componentes volumosos, mas depende da existência contratual clara favorecendo fornecedores locais. Sem este detalhamento legal discutido anteriormente surgem discrepâncias entre impacto económico positivo modelado inicialmente e fluxo real beneficiando cadeias externas. O zoneamento ambiental integra áreas protegidas terrestres e marinhas cuja coexistência com atividades industriais energéticas requer regulamentação estrita.

No Alto Minho estas zonas incluem reservas próximas às fozes fluviais relevantes para avifauna migratória; rotas internacionais destas espécies cruzam ocasionalmente corredores previstos para instalação offshore acrescentando complexidade regulatória. Estudos prévios tendem a modelar mitigação por sistemas automáticos anti colisão ou ajustes pontuais na disposição das turbinas; contudo tais medidas só mantêm eficácia comprovada mediante recolha sistemática de dados ambientais após entrada plena em operação. Assim compreende-se que a caracterização geográfica detalhada do Alto Minho serve não apenas como inventário físico-ambiental mas como matriz essencial para correlacionar cada fase da vida útil do parque offshore com impactos reais observados nas dimensões social e económica. O meio natural fornece recurso vento abundante sustentando argumentos técnicos favoráveis; porém diversidade topográfica, sensibilidade ecológica costeira e configuração demográfica condicionam magnitude e distribuição efetiva dos benefícios previstos exigindo articulação fina entre planeamento inicial e execução continuada sob monitorização adaptativa.

### **2.3.2 Perfil Socioeconómico**

O perfil socioeconómico do Alto Minho molda de forma decisiva como os impactos de um parque eólico offshore se projetam na prática, criando diferenças substanciais entre estimativas iniciais e resultados observados (Pinto et al., 2023). Trata-se de uma região caracterizada por densidade populacional moderada, com concentração em centros urbanos costeiros e marcada por uma economia onde coexistem sectores tradicionais, pesca artesanal, pequenas indústrias e turismo cultural, com segmentos emergentes ligados à inovação tecnológica e serviços especializados. Essa configuração mista influencia diretamente tanto a absorção dos efeitos económicos como a interpretação dos efeitos sociais esperados. Na dimensão económica, é comum que estudos preliminares

projetem aumentos temporários significativos no emprego durante a fase construtiva. Este aumento decorre da necessidade de mão-de-obra para montagem das turbinas, logística portuária e transporte de componentes. No entanto, a capacidade real da região para reter esses postos depende do grau de especialização local: quando as competências técnicas exigidas não existem internamente, empresas externas são contratadas e parte substancial dos salários previstos não circula na economia regional.

Esta perda potencial, já identificada como fuga de capital ou leakage, reduz o impacto económico real face ao previsto e pode gerar perceções locais de que os ganhos concretos foram menores do que o anunciado inicialmente. Durante a operação do parque, o perfil económico do Alto Minho sugere possibilidade significativa de benefícios recorrentes via fundos comunitários e contratação de serviços para manutenção técnica. Contudo, estes benefícios dependem da formalização institucional; sem garantias legais de distribuição regular, há risco de irregularidade nos repasses. Os modelos internacionais mostram que a ausência deste quadro legal leva, muitas vezes, à concentração dos ganhos em entidades gestoras ou promotoras externas, perpetuando desigualdades internas. No caso específico das comunidades costeiras alto-minhotas, cuja proximidade física ao empreendimento cria expectativa concreta de benefício direto, essa discrepância entre promessa e entrega materializa-se não apenas como perda económica mas como frustração social.

Os impactos sociais apresentam um carácter mais difuso mas igualmente condicionados pelo perfil regional. A forte ligação histórica ao mar significa que alterações no espaço marítimo são interpretadas também sob lente identitária. Antes da instalação física das turbinas, estas perceções começam a ser formadas no âmbito das consultas públicas ou pela ausência delas. Comunidades integradas em processos transparentes manifestam maior aceitação; já contextos em que o diálogo é escasso tendem a produzir resistências persistentes. Durante a fase construtiva, o aumento do tráfego industrial marítimo ou restrições temporárias às rotas pesqueiras provocam impactos imediatos no quotidiano local. Se os planos iniciais consideravam tais mudanças como perturbadoras mas mitigáveis através de compensações programadas, na realidade as medidas aplicadas podem não alcançar integralmente todos os grupos afetados, criando desníveis internos na perceção do projeto.

Na fase operacional plena surgem novamente diferenças entre social e económico: enquanto se observa geração estável de energia e receita contínua para promotores, nas comunidades costeiras qualquer impacto sobre recursos naturais essenciais, desde variações nas populações marinhas até interferência visual prolongada no horizonte oceânico, mantém efeitos perceptíveis. Estas mudanças podem afetar indiretamente rendimento económico ligado ao turismo costeiro ou pesca artesanal. Assim, mesmo com indicadores macroeconómicos favoráveis à instalação offshore (produção elevada e previsível), o balanço local pode ser influenciado negativamente por perdas microeconómicas em atividades tradicionais. O perfil socioeconómico revela ainda diferenças territoriais internas: polos urbanos maiores têm maior capacidade administrativa para captar investimentos derivados do parque; localidades menores dispersas ao longo da costa dependem de redes institucionais bem organizadas para receber parcela proporcional dos recursos gerados.

Nos modelos prévios essas transferências eram frequentemente estimadas como homogêneas entre municípios; na experiência prática verificam-se concentrações nos núcleos com infraestrutura adequada para absorver operações portuárias ou técnicas associadas ao parque. Tal concentração aumenta divergências internas entre impacto esperado/especulado versus impacto efetivo. Outro elemento estrutural relevante é a composição etária da população: áreas rurais alto-minhotas experimentam envelhecimento populacional mais acentuado. Isto afeta diretamente tanto a disponibilidade imediata de mão-de-obra para fases construtivas como o aproveitamento indireto dos benefícios económicos futuros (por exemplo requalificação profissional). Se as projeções iniciais assumem um contingente jovem capaz de integrar cadeias produtivas modernas ligadas à energia offshore, essa suposição pode falhar diante do perfil demográfico real, amplificando a distância entre resultados previstos e observados. Em síntese analítica, o perfil socioeconómico condiciona cada estágio do ciclo do parque offshore: Na fase pré-construtiva define predisposições sociais ligadas à identidade marítima; Na construção delimita retenção ou fuga dos benefícios económicos em função da especialização local; Na operação prolongada impacta equilíbrio entre ganhos energéticos financeiros e eventuais perdas ambientais que repercutem sobre sectores tradicionais.

Esta estrutura sofreria menos discrepâncias se políticas energéticas integrassem mecanismos obrigatórios para participação pública desde etapas iniciais, priorizassem fornecedores regionais qualificados durante construção e assegurassem repartição regular formalizada dos fundos comunitários gerados pelo parque. Ao cruzar estas condições com o perfil demográfico-cultural único do Alto Minho torna-se possível reduzir distâncias atuais entre impacto previsto pelos modelos teóricos iniciais e impacto efetivamente percebido pelos residentes ao longo da vida útil das infraestruturas offshore instaladas nas suas águas costeiras.

### **2.3.3 Principais Atividades Económicas**

As principais atividades económicas do Alto Minho refletem uma combinação única de sectores tradicionais e áreas emergentes, gerando um tecido socioeconómico diversificado cuja interação com projetos de parques eólicos offshore apresenta particularidades relevantes. A pesca artesanal mantém-se como uma das colunas centrais da economia costeira, tanto pelo seu valor económico direto como pelo peso cultural que carrega. Esta atividade depende fortemente da integridade dos ecossistemas marinhos e das rotas migratórias das espécies alvo, elementos que podem ser afetados por intervenções no espaço oceânico. Nos estudos prévios a instalação de turbinas é frequentemente enquadrada como de impacto mitigável sobre estes recursos; contudo, experiências práticas mostram variações nos estoques pesqueiros durante construções ou após início da operação, cujas causas exigem monitorização sistemática para evitar desvios significativos entre impacto previsto e real. Outro sector tradicional relevante é o turismo, que no Alto Minho se articula em torno de praias atlânticas, património histórico e festas culturais.

No plano económico, este segmento beneficia da atratividade paisagística costeira e marítima. Alterações visuais introduzidas pelas infraestruturas offshore podem gerar efeitos ambivalentes: em alguns casos reforçam narrativas de modernidade sustentável; em outros provocam perceção negativa sobre perda estética do horizonte. Esta ambiguidade exige desde o início avaliações específicas de impacto visual sobre produtos turísticos locais para ajustar medidas compensatórias ou iniciativas promocionais que integrem positivamente as turbinas na imagem regional. As pequenas indústrias regionais desempenham papel estratégico potencial na cadeia de fornecimento associada aos

parques offshore. Sectores como metalomecânica, construção naval leve e produção de componentes elétricos podem ser diretamente contratados para fabricação ou manutenção dos aerogeradores.

Nos modelos económicos preliminares projeta-se retenção elevada destes contratos dentro da região; porém, quando as competências técnicas são insuficientes localmente, parte considerável dos fornecimentos migra para cadeias externas reduzindo o efeito multiplicador interno. Tal discrepância entre previsão e prática reforça a importância de políticas contratuais preferenciais para fornecedores locais tecnicamente aptos. O sector portuário também merece destaque pela sua relação direta com empreendimentos offshore. Portos capazes de receber carga industrial pesada tornam-se nós logísticos críticos durante as fases construtivas, movimentando não apenas operações de transporte mas também serviços auxiliares como manutenção mecânica marítima e armazenagem temporária. Economicamente estes períodos geram picos transitórios no fluxo financeiro interno; contudo a continuidade deste ganho requer adaptação infraestrutural permanente para receber novos projetos ou atividades complementares após fim da obra principal.

Na agricultura, embora com peso económico menor nas zonas mais próximas ao litoral, existe relevância indireta através das suas conexões com o mercado regional integrado: aumentos pontuais da atividade económica ligados à construção ou operação dos parques podem expandir procura por produtos alimentares frescos provenientes destas áreas interiores. Este efeito secundário raramente aparece em estimativas iniciais mas contribui para um encadeamento positivo entre sectores distintos quando ocorre absorção efetiva da procura pelo tecido agrícola regional. Quanto às atividades comerciais e serviços especializados localizados nos centros urbanos costeiros, observa-se um padrão recorrente nos impactos previstos: espera-se aumento no consumo durante fases construtivas e operacional inicial devido à presença de trabalhadores externos ligados ao parque.

Na realidade este incremento é variável; depende do tipo de alojamento utilizado (se temporário fornecido pelos promotores ou integra rede hoteleira local) e da propensão desses trabalhadores a consumir bens/serviços regionais enquanto permanecem na área.

Uma proporção elevada dessas despesas canalizadas para fora da economia local atenua vantagem económica projetada nos estudos. Já na fase operacional plena surge oportunidade para criar sinergias duradouras com sectores emergentes como energias renováveis distribuídas ou comunidades energéticas locais. Estruturas desse tipo podem comercializar excedentes de eletricidade produzida offshore dentro do próprio território minhoto incentivando pequenos negócios industriais ou agrícolas a reduzir custos energéticos. Tal integração altera o padrão tradicional dos benefícios ao deslocar parte do retorno económico diretamente aos atores locais sem depender exclusivamente de fundos comunitários repassados pelos promotores.

Em termos sociais ligados às atividades económicas locais, há correspondência direta entre perceção pública positiva e participação efetiva nos ganhos gerados. Sectores que recebem contratos diretos ou beneficiam economicamente têm maior tendência a aceitar a presença física das turbinas eólicas no mar; aqueles marginalizados destes fluxos mantêm postura mais crítica mesmo diante das métricas macroeconómicas favoráveis. As fases do projeto modulam esta relação: o entusiasmo inicial previsto pode dissipar-se caso os lucros concretos não atinjam as empresas ou sectores esperados no calendário inicial faseado. Importa considerar ainda os cruzamentos ambientais sobre estas atividades económicas. Por exemplo, investimentos portuários motivados por projetos offshore podem acabar abrangendo melhorias ambientais paralelas, dragagens controladas ou criação de zonas artificiais de abrigo marinho, que aumentam atratividade turística costeira se devidamente comunicadas ao público. Contudo benefícios desta natureza só aparecem na avaliação real se houver sincronização entre execução técnica e interesses sectoriais aliados às necessidades ambientais permanentes. Este mosaico económico integrado revela que as principais atividades do Alto Minho influenciam diretamente tanto magnitude como distribuição dos impactos previstos dos parques offshore.

Pesca artesanal, turismo, pequenas indústrias metalomecânicas-navais, serviços costeiros e comércio urbano compõem vetores primários onde os benefícios modelados precisam alinhar-se com capacidades reais existentes. Diferenças observadas entre projeções iniciais e resultados efetivos derivam muitas vezes da subestimação das fragilidades estruturais destes sectores ou da ausência de mecanismos jurídicos assegurando participação equitativa nos fluxos gerados. Alinhar planeamento energético com

estratégias económicas sectoriais moldadas pela realidade alto-minhota constitui passo decisivo para transformar potencial técnico offshore em prosperidade tangível sustentada a longo prazo pelas suas comunidades anfitriãs.

#### **2.3.4 Infraestruturas Energéticas Existentes**

A configuração das infraestruturas energéticas atualmente presentes no Alto Minho exerce influência direta sobre a forma como projetos eólicos offshore podem ser integrados, afetando não só a viabilidade técnica mas também o cumprimento das expectativas socioeconómicas delineadas na fase de estudo. A região, beneficiando de proximidade com a rede elétrica nacional e de presença de subestações costeiras, dispõe de uma base física que permite escoar energia produzida no mar para centros consumidores internos e externos. No entanto, as capacidades efetivas dessas estruturas devem ser analisadas à luz da diferença entre o impacto positivo previsto, normalmente calculado com base em dados médios de transmissão e estabilidade da rede, e o impacto real após início da operação.

Em contextos onde a rede local apresenta limitações para absorver oscilações abruptas do fornecimento gerado pelas turbinas offshore, há risco de perdas técnicas ou necessidade de investimentos complementares imprevistos. As ligações físicas através de cabos submarinos representam um dos pontos centrais dessa análise. Embora estudos indicativos reportem possibilidades adequadas de conexão ao sistema continental, a instalação e manutenção destes cabos requer logística portuária especializada, bem como compatibilidade técnica com as subestações já existentes. O impacto económico previsto para este segmento inclui contratos locais para obras civis associadas, transporte marítimo controlado e serviços técnicos; no entanto, quando a infraestrutura necessária depende de operadores externos por ausência de capacidade regional específica, verifica-se redução na retenção económica interna.

Essa discrepância pode acentuar percepções sociais negativas nas comunidades caso se verifique que parte substancial dos investimentos circula fora do território anfitrião. A presença de parques eólicos terrestres na região fornece experiência prévia relevante sobre gestão operacional e integração na rede. Esta familiaridade poderia apoiar

tecnicamente o projeto offshore previsto, reduzindo tempo e custo associados à adaptação inicial. Contudo, as diferenças operacionais entre sistemas onshore e offshore, nomeadamente a logística marítima e impactos ambientais distintos, implicam que nem todas as competências adquiridas sejam diretamente transferíveis. Se nos modelos iniciais esse aproveitamento transversal era estimado como expressivo para aumentar eficiência local, na prática certos processos exigem formação especializada adicional, influenciando tanto o impacto económico real como perceções sociais sobre adequação da mão-de-obra disponível. Infraestruturas industriais complementares desempenham papel relevante no ciclo completo do parque. Estaleiros navais capazes de realizar manutenção pesada em embarcações técnicas ou serviços portuários preparados para carga volumosa são ativos estratégicos.

Estes elementos sustentam previsões económicas positivas sobre o uso continuado durante fases construtivas e operacionais; todavia, seu aproveitamento pleno depende de contratos efetivos com promotores. Em projetos anteriores na região constatou-se que parte desse potencial não foi explorada integralmente por preferências contratuais externas, limitando retorno económico concreto. Do ponto de vista ambiental-social, a utilização das infraestruturas energéticas existentes deve considerar sinergias com outras atividades económicas principais. Por exemplo, planos para modernização portuária visando suportar logística offshore podem integrar melhorias que beneficiem o turismo náutico ou a pesca artesanal; estes efeitos positivos previstos podem contudo não se manifestar se os projetos complementares forem adiados ou redimensionados por restrições orçamentais. Quando benefícios secundários antecipados falham em materializar-se, há maior probabilidade de resistência comunitária persistente.

A localização geográfica das subestações também condiciona impactos sociais indiretos. Estruturas próximas aos núcleos populacionais têm maior visibilidade física, podendo gerar perceções ligadas à modernização energética; porém estas podem ser interpretadas como intrusivas se as intervenções envolvem alterações significativas em áreas habitadas sem consulta pública adequada. De forma similar, extensões da rede necessárias para reforço estrutural podem implicar obras terrestres com impactos ambientais circundantes que precisam ser mitigados segundo regulamentação vigente. Quanto à integração tecnológica das infraestruturas energéticas atuais com soluções futuras híbridas (eólica-

solar), há projeções otimistas sobre aumento da eficiência global pela redução da intermitência diária/estacional. Contudo, tais cenários pressupõem disponibilidade técnica simultânea nas mesmas subestações para gerir diferentes fluxos energéticos renováveis. Se no estudo prévio essa compatibilidade for assumida sem testes concretos ou investimento prévio específico, existe risco elevado de desvio entre impacto energético/económico previsto e aquele efetivamente obtido após operação conjunta.

O estado atual da rede local influencia também políticas tarifárias aplicáveis à energia produzida offshore. Onde há infraestrutura suficiente para transmissão estável até centros urbanos consumidores, projeta-se custo competitivo compatível com tarifas garantidas (feed-in tariffs) específicas; porém problemas técnicos repetidos ou inadequações logísticas aumentam custos operacionais imprevistos reduzindo margens económicas reais disponíveis para fundos comunitários ou reinvestimento regional. Assim observa-se uma relação direta entre qualidade/adequação das infraestruturas energéticas existentes no Alto Minho e alinhamento dos impactos socioeconómicos efetivos com aqueles projetados em estudos preliminares dos parques offshore. Para aproximar previsão e realidade torna-se necessário investir em adaptações físicas alinhadas às especificidades territoriais, desde expansão portuária até atualização tecnológica das subestações, garantindo ao mesmo tempo mecanismos contratuais que priorizem fornecedores locais qualificados. Sem essa integração estratégica persiste o risco identificado noutras regiões: ganhos ambientais claros convivendo com benefícios económicos/socialmente percebidos aquém do esperado inicial.

### **2.3.5 Sensibilidade Ambiental e Social da Região**

A sensibilidade ambiental e social do Alto Minho constitui um fator determinante para compreender como os impactos de um parque eólico offshore serão percecionados e efetivamente absorvidos pela região, condicionando a distância entre as previsões iniciais e os resultados reais. O território apresenta características ecológicas específicas que elevam a sua vulnerabilidade a modificações no espaço marítimo. As zonas costeiras próximas concentram áreas de reprodução de diversas espécies marinhas e aves migratórias, muitas delas protegidas por estatutos regionais ou internacionais. Qualquer interferência física, como instalação de fundações fixas ou passagem dos cabos

submarinos, pode alterar padrões hidrodinâmicos e ecossistemas sedimentares críticos para estas espécies.

Estudos prévios modelam estas alterações como mitigáveis através do uso de tecnologias menos invasivas, como plataformas flutuantes, mas na prática a eficácia desta mitigação depende da monitorização contínua e da capacidade de resposta rápida caso sejam identificadas perturbações persistentes. Além da componente biológica, há uma dimensão paisagística valorizada tanto interna como externamente. A linha costeira do Alto Minho é elemento central para o turismo cultural e balnear; mudanças na paisagem marítima introduzidas pelas turbinas podem provocar reações divergentes nas comunidades locais. Em contextos onde o discurso público associa visibilidade das turbinas à modernidade energética sustentável, o impacto previsto tende a ser positivo; contudo, nos segmentos em que predomina a valorização estética histórica do horizonte atlântico, esse mesmo elemento é encarado como perda visual ou cultural.

Esta ambiguidade reforça a importância de incluir estudos visuais específicos nos diagnósticos iniciais para alinhar expectativas sociais com medidas compensatórias adequadas. O relacionamento histórico das comunidades costeiras com atividades como pesca artesanal acrescenta outra camada de sensibilidade social. Alterações físicas temporárias durante a fase construtiva, restrições à navegação em áreas pesqueiras ou aumento repentino do tráfego industrial marítimo, representam impactos reais sentidos no quotidiano local. As previsões normalmente enquadram esses efeitos como transitórios e compensáveis financeiramente ou por ajustes espaciais; porém, quando medidas compensatórias não alcançam todos os grupos afetados ou são distribuídas desigualmente, há erosão na confiança social no projeto. Isto cria um desvio substancial entre impacto social positivo esperado e impacto percebido após implementação. Durante a operação prolongada do parque offshore, emergem interações mais subtis entre ambiente e sociedade.

Mudanças graduais nas populações marinhas provocadas por ruído subaquático contínuo ou pela alteração nas rotas migratórias podem repercutir economicamente sobre pescadores que dependem desses recursos. Nesse caso, o impacto económico negativo

indireto alimenta resistência social mesmo diante de métricas macroeconómicas favoráveis (produção elétrica elevada). A ausência de mecanismos claros para canalizar benefícios financeiros diretamente a esses grupos específicos agrava percepções negativas associadas à operação. A existência de áreas protegidas costeiras adiciona complexidade regulatória à execução dos projetos. É preciso conciliar segurança operacional do parque com exigências de preservação ambiental impostas por regimes legais vigentes. Estudos iniciais tendem a assumir compatibilidade direta entre ambos; contudo, na prática, as delimitações espaciais necessárias à conservação podem reduzir área disponível para implantação das turbinas ou obrigar rearranjos técnicos que alteram estimativas económicas previstas. Outro aspeto relevante é o papel da participação pública nos processos decisórios iniciais.

Comunidades envolvidas ativamente tendem a tolerar melhor impactos ambientais inevitáveis se forem contrapostos por ganhos socioeconómicos tangíveis. Já decisões percebidas como impostas sem diálogo alimentam oposição prolongada mesmo quando dados objetivos apontam para redução efetiva dos impactos negativos previstos através das soluções tecnológicas adotadas. A sensibilidade social também se manifesta nas diferenças internas à região: núcleos urbanos costeiros possuem maior exposição física às alterações introduzidas pelo parque (visibilidade direta das estruturas) e concentram frequentemente os canais formais de comunicação com promotores; localidades menores mais afastadas podem sentir impactos ambientais indiretos sem perceber correspondência clara em termos de benefícios económicos recebidos. Essa assimetria cria terreno fértil para discrepâncias entre resultado global previsto, crescimento económico-participativo homogéneo, e realidade observada com ganhos concentrados em poucos polos. Por fim, há que considerar elementos culturais imateriais associados ao mar: festividades locais, práticas artesanais ligadas à pesca ou ao turismo náutico e narrativas históricas sobre uso das águas atlânticas.

Qualquer intervenção física duradoura altera o símbolo coletivo destas referências. Mesmo que estudos iniciais não quantifiquem este tipo de impacto na métrica económica formal, sua influência na aceitação social é inegável. Projetos percebidos como desrespeitosos às tradições têm maior probabilidade de enfrentar resistência organizada. Esta interação estreita entre atributos ambientais delicados e componentes sociais

fortemente enraizadas evidencia que a sensibilidade do Alto Minho exige planeamento estratégico adaptado ao contexto específico. A mitigação eficaz pressupõe monitorização constante dos indicadores ambientais críticos aliada à institucionalização transparente dos benefícios comunitários, garantindo que impactos negativos previstos não se agravem na realidade vivida e que benefícios projetados se materializem de forma equitativa entre os diferentes segmentos populacionais afetados pelo parque offshore instalado nas suas águas costeiras.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Enquadramento**

A presente investigação adota uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, com o objetivo de analisar de forma integrada os impactos socioeconómicos dos parques eólicos offshore no Alto Minho. Esta opção metodológica permite não apenas quantificar efeitos económicos e sociais, como também compreender perceções, atitudes e experiências das comunidades e stakeholders locais. O inquérito foi administrado em português e dividido em várias secções. A primeira secção recolheu dados sociodemográficos, incluindo idade, género, município de residência, nível de escolaridade, situação profissional e proximidade da residência à costa. As secções subsequentes utilizaram uma combinação de perguntas de escolha múltipla e escalas tipo Likert para avaliar a perceção dos respondentes sobre diversos temas, incluindo: o equilíbrio global entre benefícios e malefícios; o impacto esperado na economia local, paisagem visual, criação de emprego, pesca e turismo; o nível de confiança na informação fornecida pelas autoridades; e a disposição para participar em processos de consulta pública. O inquérito terminou com uma pergunta aberta, que solicitava aos respondentes: “O que mais o preocupa relativamente à instalação de um parque eólico offshore?” Esta pergunta foi concebida para capturar dados qualitativos sobre as principais preocupações da população local, expressas com as suas próprias palavras.

#### **3.2 Criação e Aplicação de um Inquérito**

O inquérito foi distribuído entre 1 e 17 de novembro de 2025, através das redes sociais LinkedIn e Facebook. Para a divulgação, foi utilizado um método de amostragem não probabilística por conveniência, complementado por uma técnica digital em cadeia (snowball), que envolveu a partilha do link do inquérito em grupos comunitários locais e redes profissionais relevantes, com pedido de nova partilha. O texto introdutório do inquérito explicitava que este se destinava a residentes do distrito de Viana do Castelo, sendo este o critério principal de inclusão. Foram obtidas 61 respostas válidas e completas, que foram utilizadas para análise.

### **3.3 Tratamento Estatístico e Análise de Dados**

Os dados recolhidos foram analisados através de uma abordagem de métodos mistos. Para os dados quantitativos provenientes das perguntas fechadas, realizou-se uma análise estatística descritiva, calculando-se frequências, percentagens e medianas, de forma a resumir a distribuição das respostas para cada questão. Considerando a natureza ordinal dos dados provenientes das escalas Likert e o tamanho relativamente reduzido da amostra, medidas não paramétricas de tendência central foram consideradas mais adequadas do que medidas paramétricas. A mediana, que representa o valor central numa distribuição ordenada, é mais robusta face a valores extremos e não pressupõe uma distribuição normal, tornando-se particularmente adequada para dados categóricos ordinais, como os recolhidos neste inquérito. Esta escolha metodológica garante maior rigor na interpretação dos resultados, evitando potenciais interpretações incorretas que podem ocorrer quando se aplicam médias a escalas ordinais.

Os dados qualitativos provenientes da pergunta aberta foram sujeitos a uma análise temática, que envolveu várias etapas. Inicialmente, todas as respostas foram compiladas e lidas cuidadosamente para obter uma visão geral do conteúdo. Seguiu-se um processo inicial de codificação, no qual foram identificadas e rotuladas frases e conceitos-chave presentes nas respostas. Estes códigos iniciais foram posteriormente agrupados em categorias ou temas mais amplos e abstratos, com base na sua similaridade. Este processo iterativo de codificação e categorização permitiu identificar as preocupações mais relevantes e recorrentes expressas pelos respondentes. Os principais temas emergentes desta análise foram descritos e ilustrados com citações representativas retiradas das respostas do inquérito, proporcionando uma visão aprofundada das perceções e preocupações da população local face à instalação de parques eólicos offshore.

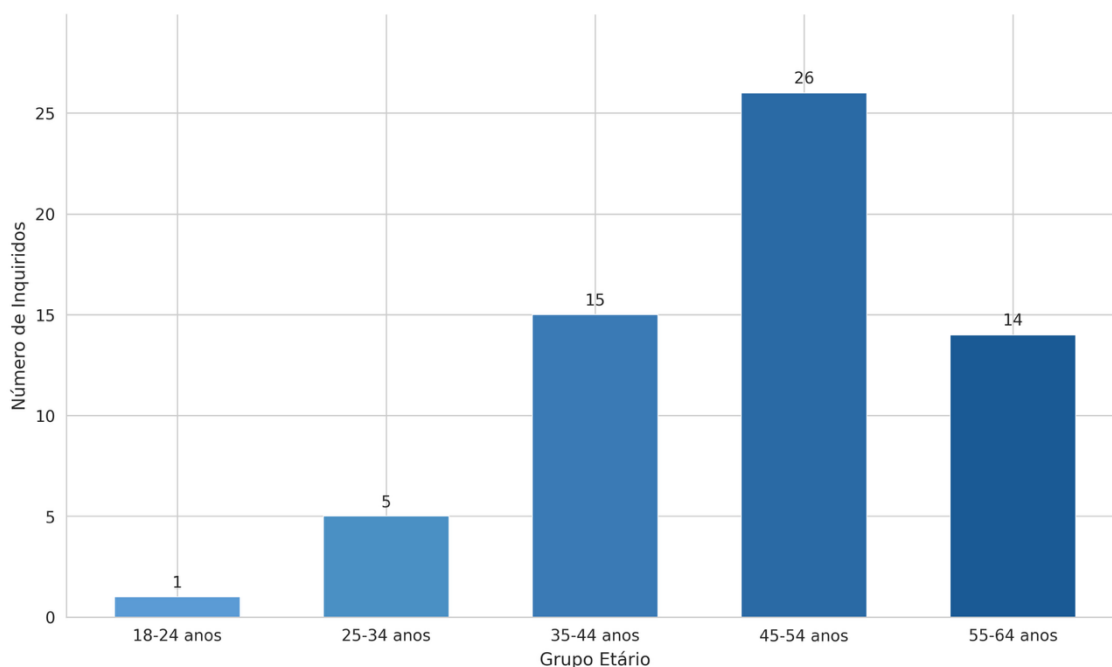
Além disso, a investigação recorre à análise documental, incluindo estudos de impacto ambiental, planos de ordenamento, relatórios oficiais e publicações académicas, permitindo comparar os impactos previstos com os impactos reais observados e fundamentar recomendações práticas. Esta combinação metodológica assegura rigor

científico, robustez analítica e relevância prática para o desenvolvimento sustentável na região do Alto Minho.

## 4. RESULTADOS

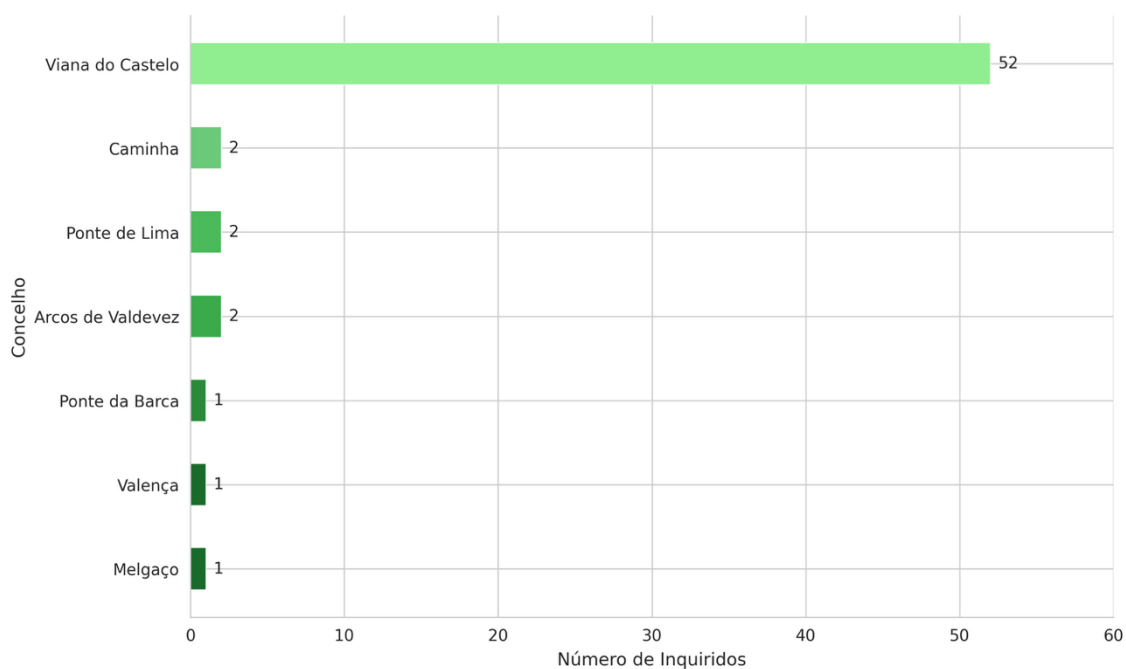
### 4.1 Perfil Sócio-Demográfico dos Respondentes

O inquérito recolheu respostas de 61 residentes do distrito de Viana do Castelo. A amostra é predominantemente masculina, com 44 respondentes (72,1%) a identificarem-se como homens e 17 (27,9%) como mulheres. A distribuição etária dos respondentes concentra-se nas faixas etárias de adultos em idade ativa média a mais avançada. O maior grupo de respondentes situa-se na faixa etária 45-54 anos, representando 42,6% da amostra (n=26), seguido pelo grupo 35-44 anos (24,6%, n=15) e pelo grupo 55-64 anos (23,0%, n=14). As faixas etárias mais jovens e mais idosas estão menos representadas na amostra. Uma discriminação detalhada da distribuição etária é apresentada na Figura 1.



*Figura 1: Distribuição etária dos respondentes do inquérito*

Em termos de distribuição geográfica dentro do distrito, a grande maioria dos respondentes reside no município costeiro de Viana do Castelo, representando 85,2% (n=52) da amostra. Outros municípios, como Caminha, Ponte de Lima e Arcos de Valdevez, estão representados por um número reduzido de respondentes, conforme ilustrado na Figura 2. Esta concentração na principal cidade costeira do distrito constitui uma característica significativa da amostra. Além disso, uma grande maioria dos respondentes (72,1%, n=44) indicou viver a menos de 5 quilómetros da costa, o que sugere que a amostra é composta, em grande parte, por indivíduos com elevado grau de proximidade ao ambiente marítimo onde o projeto está planeado.



*Figura 2: Distribuição dos respondentes por município de residência*

O nível de escolaridade dos respondentes é notavelmente elevado. Uma maioria significativa, 62,3% (n=38), possui um grau de ensino superior (licenciatura, mestrado ou doutoramento). Em contraste, 26,2% (n=16) completaram o ensino básico (9.º ano) e uma proporção menor concluiu o ensino secundário. O estatuto profissional dos respondentes reflete uma população ativa e estável, com 88,5% (n=54) a trabalhar em regime de tempo integral. A Tabela 1 apresenta um resumo das principais características sociodemográficas da amostra.

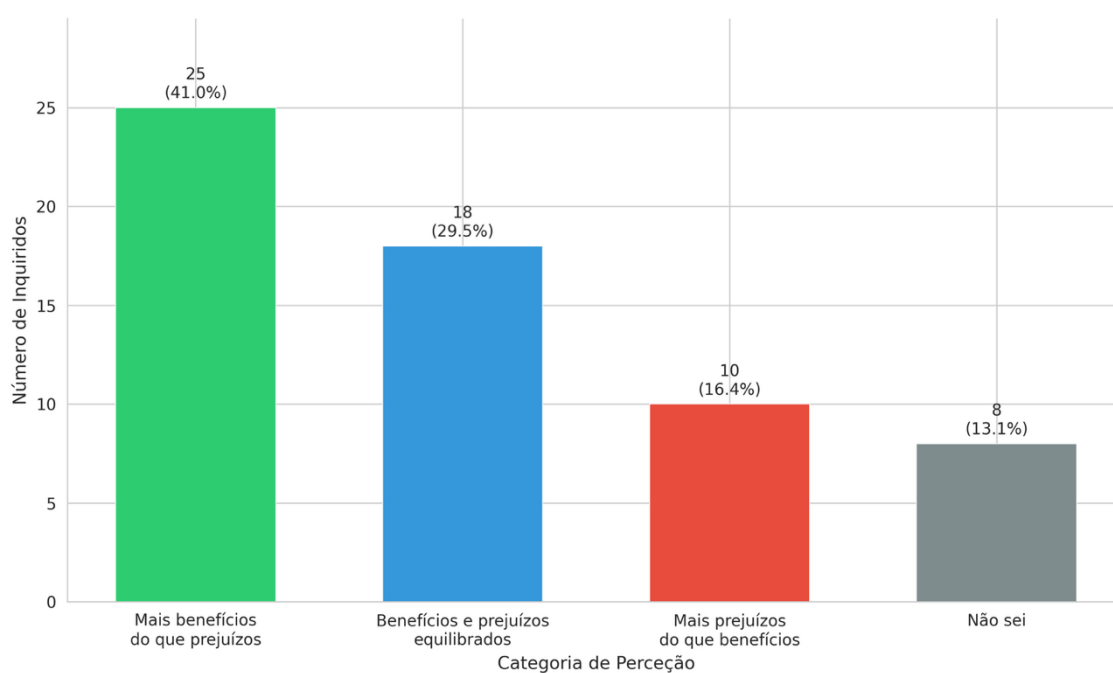
*Tabela 1: Resumo das características sociodemográficas dos respondentes do inquérito*

| Características | Categoria  | N  | Percentagem (%) |
|-----------------|------------|----|-----------------|
| Género          | Masculino  | 44 | 72.1            |
|                 | Feminino   | 17 | 27.9            |
| Grupo de Idade  | 45-54 anos | 26 | 42.6            |
|                 | 35-44 anos | 15 | 24.6            |
|                 | 55-64 anos | 14 | 23.0            |

|                       |                                                     |    |      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|----|------|
| Município             | Viana do Castelo                                    | 52 | 85.2 |
| Nível de Escolaridade | Ensino Superior (Bacharelato, Licenciatura, Mestre) | 38 | 62.3 |
|                       | Ensino Básico (9.º ano de escolaridade)             | 16 | 26.2 |
| Proximidade à costa   | Menos de 5 km da costa                              | 44 | 72.1 |

## 4.2 Perceções Gerais sobre o Parque Eólico Offshore

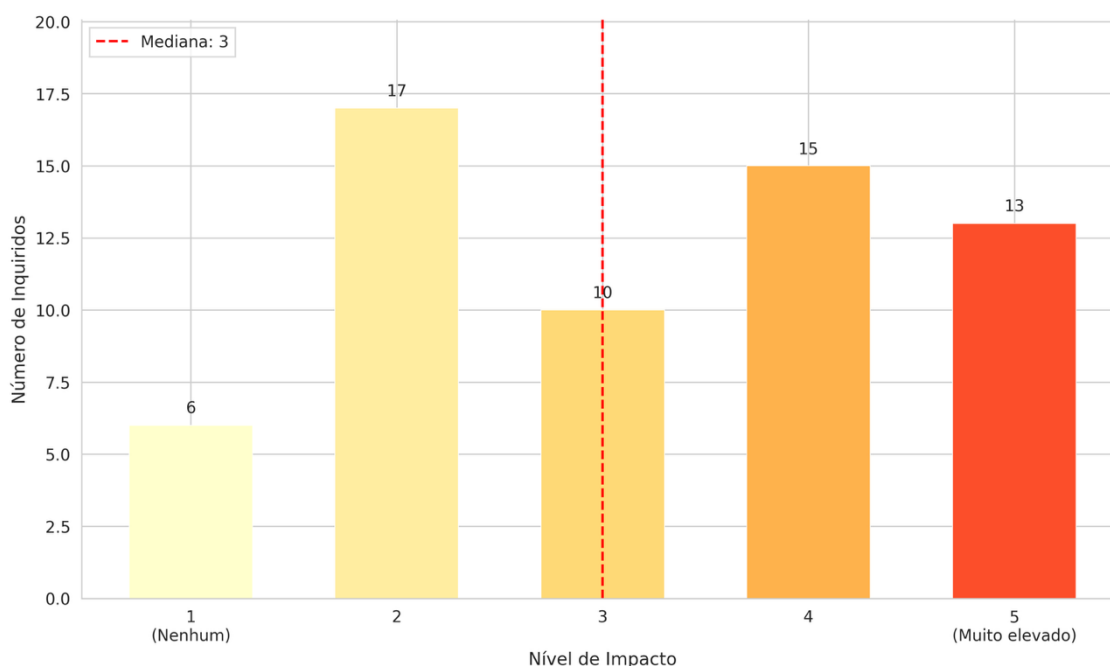
Quando questionados sobre a sua avaliação global do impacto do projeto, os respondentes mostraram uma tendência para uma perceção positiva ou equilibrada. Uma pluralidade de 41,0% (n=25) considera que a instalação do parque eólico offshore trará mais benefícios do que malefícios para a região. Uma parte substancial, 29,5% (n=18), percebe que os benefícios e malefícios se equilibrarão. Em contraste, apenas 16,4% (n=10) dos respondentes antecipam que o projeto resultará em mais malefícios do que benefícios, enquanto 13,1% (n=8) encontravam-se indecisos. Estes resultados estão ilustrados na Figura 3.



*Figura 3: Perceção dos respondentes sobre o equilíbrio geral entre benefícios e malefícios do projeto eólico offshore*

Esta perspetiva geralmente positiva é reforçada quando se considera o impacto percecionado na economia local. A maioria dos respondentes espera um resultado económico positivo, com 29,5% (n=18) a prever um impacto “muito positivo” e 24,6% (n=15) a prever um impacto “ligeiramente positivo”. Um impacto neutro foi antecipado por 21,3% (n=13) da amostra.

Em contraste, a perceção do impacto do projeto na paisagem visual da costa revela-se muito mais dividida. Numa escala Likert de 5 pontos, de 1 (nenhum impacto) a 5 (impacto muito elevado), a mediana foi 3,0, indicando um nível neutro a moderado de impacto visual percecionado. No entanto, a distribuição das respostas evidencia uma polarização significativa de opiniões. Conforme ilustrado na Figura 4, as respostas apresentam uma distribuição bimodal, com um número considerável de respondentes a percecionar um impacto baixo (27,9% no nível 2) e outro grupo numeroso a percecionar um impacto elevado (24,6% no nível 4). Esta divisão sugere que a alteração estética e visual do espaço costeiro é um tema controverso entre a população inquirida.

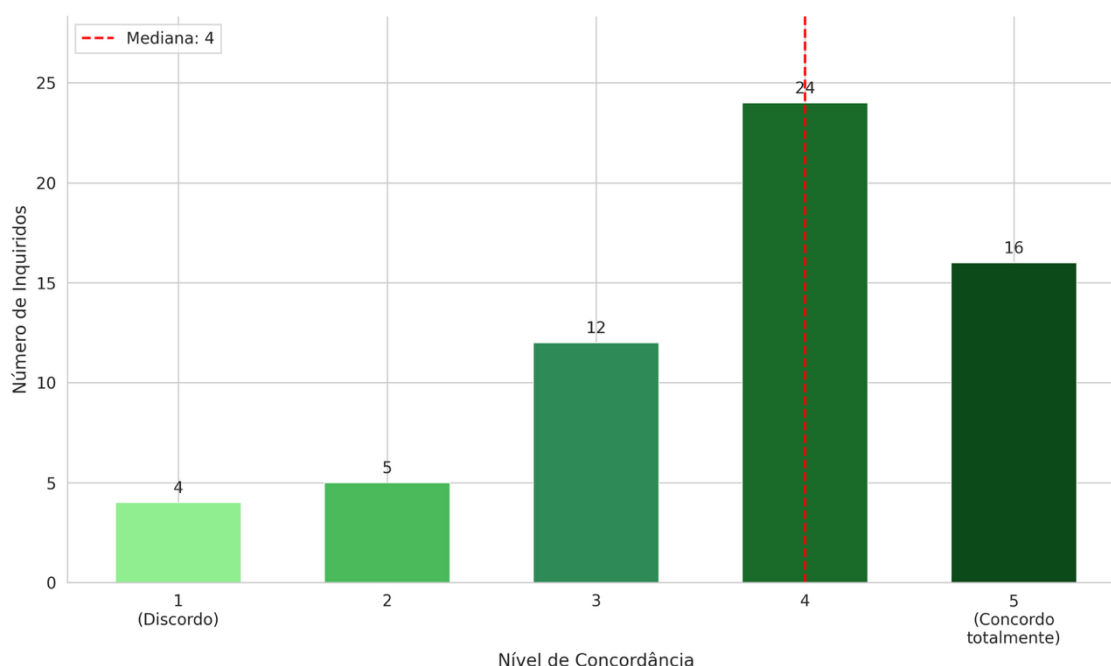


*Figura 4: Perceção dos respondentes sobre o impacto visual do parque eólico offshore na costa (escala de 1 a 5)*

### **4.3. Impactos Percecionados na Economia e na Sociedade**

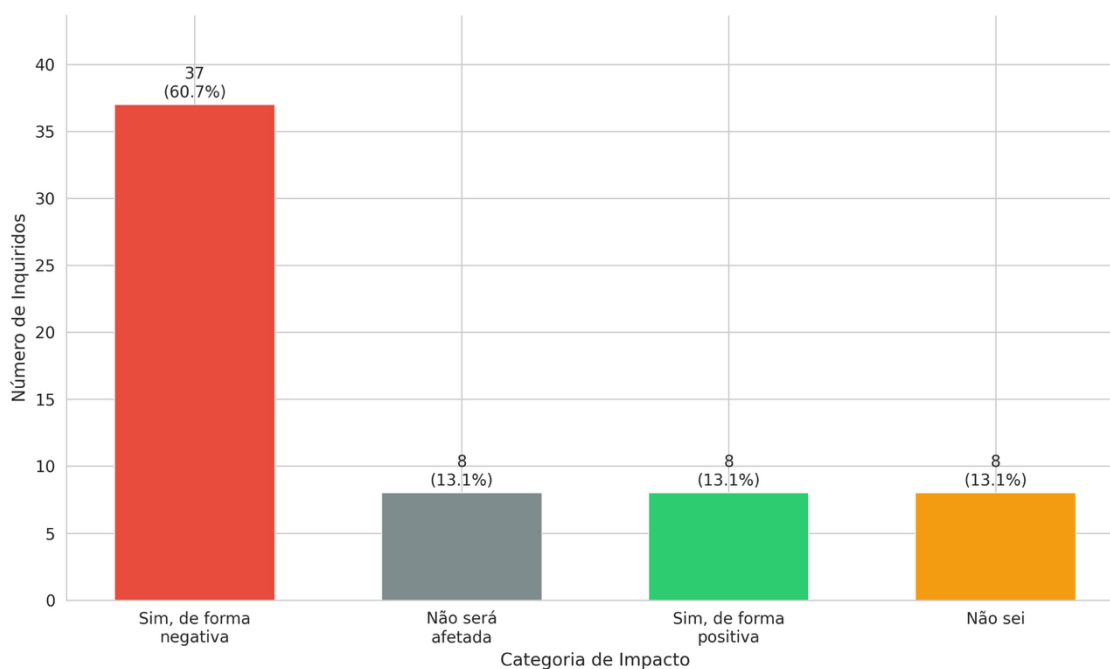
O inquérito explorou a perceção sobre impactos socioeconómicos específicos, revelando um contraste marcante entre os efeitos esperados na criação de emprego e na indústria

piscatória local. Existe um consenso forte de que o projeto será benéfico para o emprego. Quando questionados sobre o seu grau de concordância com a afirmação de que o projeto criará empregos diretos ou indiretos na região (numa escala de 5 pontos), a mediana foi 4,0. Mais de 65% dos respondentes concordaram ou concordaram totalmente (pontuações 4 ou 5) com esta afirmação, indicando um elevado nível de otimismo quanto ao potencial do projeto para a criação de emprego. A Figura 5 detalha esta percepção.



*Figura 5: Grau de concordância dos respondentes com a afirmação de que o projeto criará empregos na região (escala de 1 a 5)*

Em contraste acentuado, o impacto percecionado na indústria piscatória local é esmagadoramente negativo. Uma clara maioria de 60,7% (n=37) dos respondentes acredita que a pesca local será afetada negativamente pela construção e operação do parque eólico offshore. Apenas uma pequena fração da amostra, 13,1% (n=8), considera que a pesca não será afetada ou será afetada positivamente. Este resultado, ilustrado na Figura 6, destaca a preocupação com o setor da pesca como uma questão central e dominante na percepção pública do projeto.



*Figura 6: Perceção dos respondentes sobre o impacto do parque eólico offshore na indústria piscatória local*

As opiniões relativamente ao impacto do projeto no setor do turismo são mais variadas e revelam uma perceção menos polarizada em comparação com a indústria piscatória. Uma pluralidade de respondentes (45,9%, n=28) acredita que o turismo não será influenciado pelo parque eólico. No entanto, uma minoria significativa de 27,9% (n=17) antecipa um impacto negativo, enquanto um grupo menor, 14,8% (n=9), espera uma influência positiva, possivelmente devido à criação de um novo marco tecnológico ou à atração de um novo segmento de visitantes interessados em infraestruturas de energia renovável. Os restantes 11,5% (n=7) encontravam-se indecisos sobre a questão.

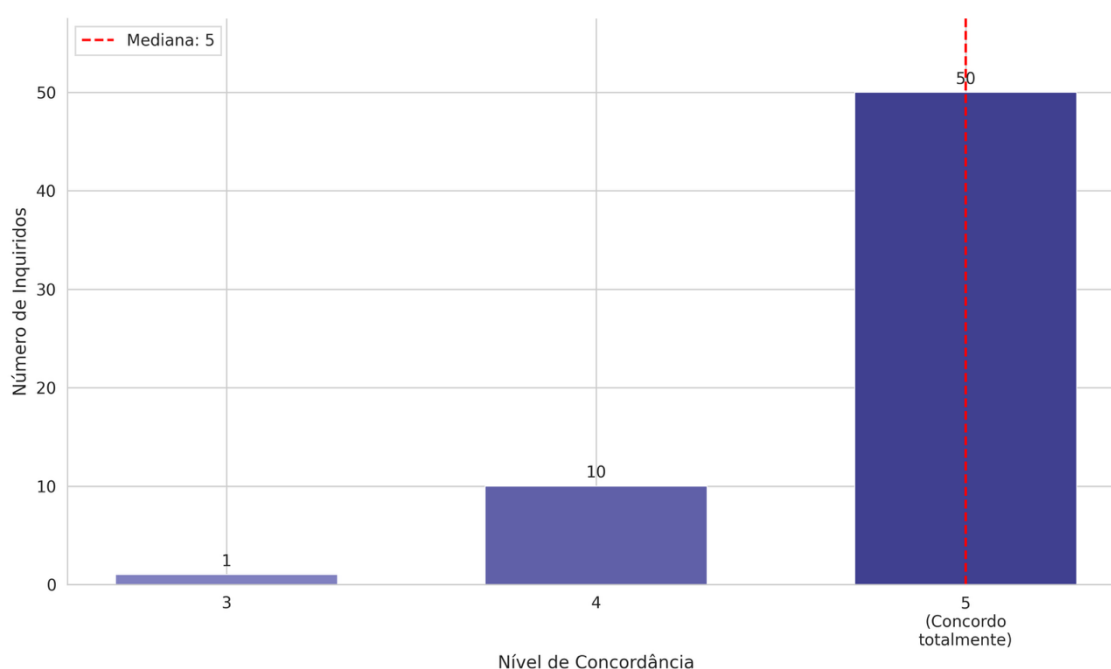
Esta diversidade de opiniões sugere que a relação entre parques eólicos offshore e o turismo é complexa e dependente do contexto. Em alguns casos, os parques eólicos offshore foram integrados em estratégias turísticas, com passeios de barco até às turbinas e centros de visitantes a tornarem-se novas atrações. Em outros casos, preocupações com o impacto visual geraram receios de um declínio no turismo de praia.

Os resultados do Alto Minho indicam que a população local não apresenta um consenso forte sobre esta questão, refletindo uma incerteza genuína acerca de como o projeto interagirá com o setor turístico da região. Esta incerteza reforça a necessidade de

planeamento cuidadoso e do desenvolvimento de estratégias que maximizem os potenciais benefícios turísticos, ao mesmo tempo que minimizem os impactos negativos sobre os recursos turísticos existentes na região, como as suas praias naturais e paisagens costeiras.

#### 4.4 Confiança, Informação e Participação Pública

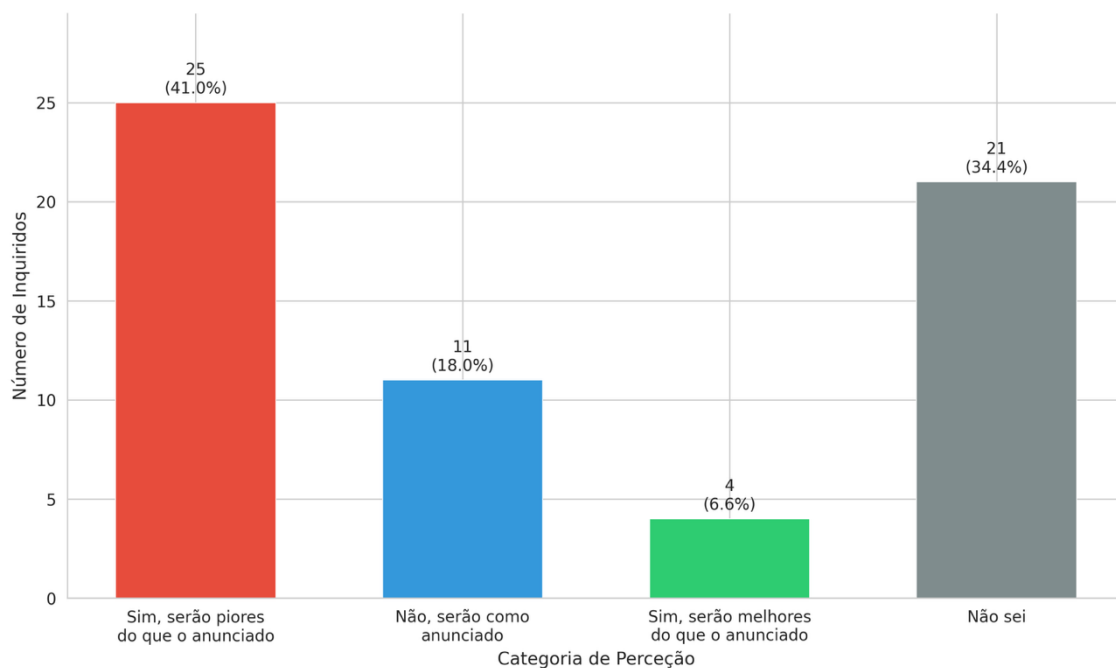
Um resultado marcante e inequívoco do inquérito relaciona-se com a necessidade de informação e transparência. Os respondentes expressaram um consenso esmagador quanto à necessidade de mais informação pública. Quando questionados sobre o seu grau de concordância com a afirmação de que “a população local deveria ter mais informações sobre os benefícios e impactos deste projeto antes de este avançar” (numa escala de 5 pontos), a mediana atingiu o valor máximo possível, 5,0. Cerca de 98% dos respondentes concordaram ou concordaram totalmente com esta afirmação, com 82% (n=50) a seleccionar “concordo totalmente” (pontuação 5), conforme ilustrado na Figura 7. Este resultado sinaliza um profundo défice de informação percebido pela comunidade local.



*Figura 7: Grau de concordância dos respondentes quanto à necessidade de mais informações sobre o projeto (escala de 1 a 5)*

Esta forte necessidade de informação vem acompanhada de um nível significativo de ceticismo relativamente às narrativas oficiais sobre o projeto. Quando questionados sobre se acreditam que os impactos reais do projeto serão diferentes do que é atualmente

anunciado pelas autoridades e empresas, 41,0% (n=25) dos respondentes afirmou esperar que os impactos sejam piores do que anunciados. Apenas 18,0% (n=11) confiam que os impactos serão conforme anunciado, enquanto uma pequena fração (4,9%, n=3) acredita que serão melhores. Uma parte substancial da amostra (36,1%, n=22) encontrava-se indecisa, indicando um elevado grau de incerteza e uma falta de confiança na informação disponível. A Figura 8 apresenta estes resultados.



*Figura 8: Percepção dos respondentes sobre a diferença entre os impactos reais e os impactos anunciados do projeto*

Apesar deste clima de ceticismo, existe uma elevada disposição entre os respondentes para se envolverem no processo de tomada de decisão. Uma maioria esmagadora de 83,6% (n=51) afirmou que participaria numa consulta pública sobre o projeto, caso esta fosse realizada. Este resultado indica um forte interesse cívico e o desejo de um processo participativo que permita que as vozes locais sejam ouvidas.

#### **4.5 Análise Qualitativa das Preocupações**

A pergunta aberta que solicitava aos respondentes que identificassem as suas principais preocupações forneceu dados qualitativos ricos, que complementam e aprofundam os resultados quantitativos. A análise temática destas respostas revelou três temas dominantes e interligados de preocupação: (1) impactos na pesca e nos ecossistemas marinhos; (2) impactos visuais e na paisagem; e (3) falta de informação e transparência:

Impactos na Pesca e nos Ecossistemas Marinhos: Este foi o tema mais frequentemente e veementemente articulado. Os respondentes expressaram receios sobre a "escassez de peixe", a "redução das áreas de pesca" e o "impacto geral na biodiversidade". Vários indivíduos que se identificaram como pescadores ou ligados à indústria piscatória manifestaram preocupações diretas sobre os seus meios de subsistência. Um respondente afirmou: "Como pescador, acredito que o parque eólico prejudicará não apenas as espécies marinhas existentes, mas também o habitat e as condições do ambiente. Isto trará prejuízos não só à comunidade piscatória, mas também a todos os negócios que dela dependem, como os restaurantes locais." Outro declarou simplesmente que a sua principal preocupação era "o meu trabalho" e "a nossa área de pesca". Estas respostas revelam um profundo sentimento de vulnerabilidade e o receio de que o projeto offshore venha a marginalizar ainda mais uma indústria já em dificuldades. As preocupações não se limitam ao deslocamento direto das zonas de pesca, mas estendem-se a impactos ecológicos mais amplos, que poderiam afetar as populações de peixe e, consequentemente, a viabilidade a longo prazo da indústria piscatória. O facto de os respondentes mencionarem explicitamente os efeitos indiretos em negócios relacionados, como restaurantes, sublinha a interconexão da economia local e o potencial do projeto para gerar consequências socioeconómicas de largo alcance.

Impactos Visuais e na Paisagem: O segundo tema mais proeminente foi a preocupação com a degradação estética da paisagem costeira. Os respondentes utilizaram expressões como "assalto visual" e "impacto visual negativo". Um respondente enfatizou o valor intangível da paisagem marítima, afirmando: "A paisagem é um valor incalculável, e a da costa deve ser protegida com todo o empenho." Isto evidencia que, para muitos, a questão não se resume a uma alteração da vista, mas à perda percebida de um património natural e cultural valorizado. A linguagem usada, como "assalto", sugere uma resposta emocional forte e a percepção de que o projeto constituiria uma violação de algo sagrado ou altamente valorizado. Esta dimensão emocional da percepção da paisagem é uma consideração importante para os decisores políticos, indicando que a questão não pode ser resolvida apenas com medidas técnicas, como posicionar as turbinas mais afastadas da costa. É necessário reconhecer o valor cultural e emocional da paisagem costeira e engajar num diálogo sobre como equilibrar a necessidade de energia renovável com a preservação de paisagens valorizadas.

Falta de Informação e Transparência: O terceiro grande tema reflete diretamente os resultados quantitativos sobre confiança e informação. Os respondentes lamentaram a "falta de informação sobre os projetos e da contra-informação" e expressaram uma desconfiança geral em relação aos estudos oficiais e narrativas. Uma resposta detalhada resumiu este sentimento: "O que me preocupa não é a ideia do parque eólico em si — é como ele é implementado. Se houver planejamento cuidadoso, estudos ambientais sérios e diálogo com as comunidades, acredito que os benefícios podem superar largamente os impactos." Isto indica que a oposição não se dirige necessariamente à tecnologia em si, mas ao processo pelo qual ela está a ser introduzida. O uso do termo "contra-informação" é particularmente revelador, sugerindo que os respondentes percebem um esforço deliberado de induzir em erro ou de apresentar uma visão enviesada do projeto. Esta percepção, correta ou não, constitui uma barreira significativa à construção de confiança e à aceitação social. A citação também evidencia uma aceitação condicional: o respondente está aberto ao projeto, mas apenas se este for implementado de forma transparente, participativa e cientificamente rigorosa. Este apoio condicional é um insight crítico para promotores e decisores, pois indica que existe um caminho para a aceitação, mas que exige uma mudança fundamental na abordagem ao envolvimento da comunidade.

## **5. DISCUSSÃO**

### **5.1 A Dualidade da Perceção: Esperanças Económicas e Medos Socioambientais**

Um resultado central deste estudo é a natureza dualista da perceção pública. Por um lado, existe um claro otimismo quanto ao potencial económico do projeto eólico offshore. O forte consenso de que o projeto criará emprego (mediana de 4,0) e a pluralidade de respondentes que acreditam que trará mais benefícios do que malefícios (41,0%) estão em linha com os resultados de outros contextos internacionais. Por exemplo, um estudo na costa da Carolina, nos EUA, também constatou que os residentes geralmente acreditam que a energia eólica offshore melhorará as economias locais (Tyler et al., 2022).

Este otimismo económico é um motor poderoso de apoio e reflete o desejo público de desenvolvimento regional e novas oportunidades de emprego, particularmente em áreas que possam ter experienciado estagnação económica ou desindustrialização. No contexto da região do Alto Minho, que enfrentou desafios económicos nas últimas décadas, incluindo o declínio das indústrias tradicionais e a população rural, a promessa de novos empregos e revitalização económica é particularmente apelativa. O setor eólico offshore é frequentemente apresentado como uma indústria de alta tecnologia e orientada para o futuro, capaz de proporcionar empregos bem remunerados e atrair investimento para regiões costeiras. Esta narrativa ressoa com um público ansioso por renovação económica, que vê a energia renovável como um caminho para um futuro mais sustentável e próspero.

No entanto, esta esperança económica contrasta fortemente com um medo generalizado de impactos negativos, sobretudo na indústria piscatória. O facto de a maioria dos respondentes (60,7%) acreditar que a pesca local será negativamente afetada constitui o resultado mais significativo e preocupante do inquérito. Este sentimento não é único em Portugal. Ele ressoa fortemente com pesquisas do Reino Unido, onde a maioria dos pescadores expressou que os seus meios de subsistência estavam ameaçados pelos parques eólicos offshore. As preocupações manifestadas pelos respondentes neste estudo — como a redução das áreas de pesca, os impactos nas espécies marinhas e a disrupção de um modo de vida tradicional — são quase idênticas às documentadas em comunidades piscatórias no Reino Unido, nos EUA e noutros locais do mundo (Firestone et al., 2009;

Haggett, 2008; Hooper et al., 2015). Isto sublinha que o conflito entre o desenvolvimento eólico offshore e a pesca é uma questão sistémica, enraizada na competição espacial e ecológica direta entre estes dois usos do ambiente marinho. O facto de esta preocupação ser tão dominante numa amostra composta maioritariamente por residentes costeiros sugere que a questão não é uma preocupação ambiental abstrata, mas uma ameaça tangível ao tecido socioeconómico e à identidade cultural da comunidade.

O conflito entre energia eólica offshore e pesca é multifacetado e opera em vários níveis. No nível mais imediato, existe a questão do deslocamento espacial. Os parques eólicos offshore ocupam áreas do mar que podem ter sido tradicionalmente utilizadas para a pesca. Mesmo que a pesca não seja totalmente proibida na área do parque, a presença de turbinas, cabos submarinos e infraestrutura associada pode tornar as operações de pesca mais difíceis, perigosas ou menos produtivas. Isto é particularmente problemático para pescadores artesanais de pequena escala, que frequentemente não dispõem de recursos para se deslocar para zonas de pesca mais distantes.

Num nível mais profundo, existem preocupações quanto aos impactos ecológicos dos parques eólicos offshore nos ecossistemas marinhos. Estas preocupações incluem os efeitos do ruído subaquático durante a construção, que pode perturbar ou deslocar peixes e mamíferos marinhos; a alteração dos habitats do fundo do mar pelas fundações das turbinas e cabos; e o potencial para alterações nos padrões de circulação da água e na dinâmica dos sedimentos. Embora alguns estudos sugiram que os parques eólicos offshore possam ter efeitos ecológicos positivos, como a criação de habitats artificiais que atraem peixes, estes potenciais benefícios são frequentemente recebidos com ceticismo pelos pescadores, que podem vê-los como uma tentativa de “greenwashing” dos impactos negativos.

Finalmente, no nível mais fundamental, o conflito relaciona-se com poder, reconhecimento e justiça. Os pescadores muitas vezes sentem que as suas vozes são marginalizadas nos processos de decisão, dominados por grandes empresas de energia, agências governamentais e ONGs ambientais. Eles percebem que os seus direitos tradicionais de uso do mar estão a ser sobrepostos em favor de um novo uso industrial, e que os benefícios económicos da energia eólica offshore irão beneficiar principalmente

atores externos, enquanto eles suportam os custos. Este sentimento de injustiça é um motor poderoso de oposição e pode ser difícil de superar sem uma mudança fundamental na governação do desenvolvimento eólico offshore.

A percepção do impacto visual também reflete esta dualidade. A mediana de 3,0 sugere uma preocupação neutra a moderada, mas a distribuição bimodal das respostas indica uma polarização de opiniões, consistente com a literatura que mostra que o impacto visual é uma questão altamente subjetiva e frequentemente controversa. Para alguns, as turbinas podem ser vistas como símbolos de modernidade e sustentabilidade, enquanto para outros representam uma intrusão industrial num espaço marítimo natural valorizado. O facto de uma porção significativa da amostra perceber um impacto visual elevado, mesmo sem as turbinas estarem construídas, sugere que a dimensão estética do projeto é uma área chave de potencial conflito, que exige gestão cuidadosa, incluindo planeamento sensível da localização e ferramentas de visualização em consultas públicas.

A polarização de opiniões sobre o impacto visual também reflete diferenças mais profundas de valores e perspetivas. Aqueles que percebem baixo impacto podem priorizar os benefícios ambientais da energia renovável e ver as turbinas como um elemento necessário e até esteticamente agradável de uma paisagem moderna e sustentável. Em contraste, aqueles que percebem alto impacto podem valorizar mais a preservação de vistas costeiras naturais e não desenvolvidas e ver as turbinas como uma forma de industrialização incompatível com a identidade e o potencial turístico da região. Estas diferenças não são facilmente reconciliáveis apenas com soluções técnicas; requerem deliberação e negociação, onde diferentes valores e perspetivas são reconhecidos e respeitados.

## **5.2 O Défice Crítico de Confiança e Informação**

O resultado mais inequívoco deste estudo é a profunda necessidade de mais informação e a concomitante falta de confiança nas fontes oficiais. O quase consenso unânime (98%) sobre a necessidade de mais informação, com uma mediana de 5,0 em 5, constitui um sinal poderoso de que a estratégia de comunicação atual, se existir, está a falhar. Isto é agravado pelo facto de 41,0% dos respondentes acreditarem que os impactos reais serão

piores do que os anunciados, um indicador claro de déficit de confiança. Esta situação é altamente problemática para os promotores do projeto e para as autoridades públicas, uma vez que a falta de confiança é uma barreira bem documentada à aceitação social. Este resultado é consistente com a investigação internacional, que destaca a centralidade da justiça processual — equidade, transparência e inclusão no processo de decisão — para alcançar a aceitação da comunidade. Estudos sobre o primeiro parque eólico offshore nos EUA, por exemplo, enfatizaram que a confiança e a percepção de justiça do processo de envolvimento são determinantes críticos das atitudes públicas (Firestone et al., 2009).

O Block Island Wind Farm, o primeiro projeto eólico offshore operacional nos Estados Unidos, enfrentou debate público significativo e oposição durante as fases de planeamento (Ten Brink & Dalton, 2018). No entanto, a investigação sobre esse projeto concluiu que o nível de confiança nos promotores e a percepção de justiça do processo de participação foram preditores mais importantes das atitudes públicas do que os detalhes técnicos específicos do projeto. Isto sublinha a importância de investir na construção de relações e em criar processos percebidos como legítimos e justos, mesmo quando existem divergências quanto ao mérito do projeto. De forma semelhante, pesquisas no Maine mostraram que, quando a consulta pública é percebida apenas como um exercício performativo, pode gerar cinismo e oposição.

O sentimento capturado nas respostas qualitativas deste estudo, em que os respondentes expressam preocupação não com a tecnologia em si, mas com a forma como é implementada, encapsula perfeitamente este princípio. O desejo por "planeamento cuidadoso, estudos ambientais sérios e diálogo com as comunidades" constitui um pedido direto por um processo mais justo e transparente. Este déficit de informação e confiança cria um terreno fértil para a desinformação e a polarização da opinião pública. Na ausência de informação credível, acessível e equilibrada proveniente de fontes oficiais, as comunidades podem recorrer a fontes menos fiáveis ou à amplificação de cenários de pior caso. A elevada percentagem de respondentes (36,1%) que respondeu "Não sei" quando questionada sobre a veracidade das avaliações de impacto oficiais evidencia ainda mais esta incerteza. Este é um risco crítico para o projeto, pois sugere que uma grande parte da comunidade ainda está a formar a sua opinião e é suscetível à informação, ou desinformação, que se torne mais facilmente disponível.

### **5.3 O Potencial Não Aproveitado da Participação Pública**

Apesar do clima de ceticismo, o inquérito revela uma disposição notavelmente elevada para se envolver no processo de tomada de decisão. O facto de 83,6% dos respondentes estarem dispostos a participar numa consulta pública constitui um resultado significativo e positivo. Indica que a comunidade não é apática, mas, pelo contrário, possui um elevado grau de interesse cívico e o desejo de ter a sua voz ouvida. Isto representa uma oportunidade crucial para os promotores do projeto e para as autoridades públicas. É um mandato claro deste segmento do público para ser incluído na conversa.

No entanto, esta disposição para participar apresenta uma advertência significativa. Se o processo de envolvimento não for percebido como genuíno, pode ter efeito contrário e levar a um aumento da oposição. A literatura fornece orientação clara sobre este ponto, defendendo a transição de um modelo de simples “consulta” para um de “colaboração”. Isto implica envolver as comunidades desde cedo no processo, muito antes de serem tomadas decisões-chave, e fornecer-lhes os recursos e capacidade para participar de forma significativa.

Também requer um compromisso em incorporar o conhecimento local — particularmente o conhecimento detalhado e valioso dos pescadores e outros utilizadores de longa data do mar — no planeamento do projeto e nas estratégias de mitigação de impactos. O elevado nível de escolaridade da amostra (62,3% com ensino superior) sugere ainda que a comunidade tem capacidade para um debate sofisticado e tecnicamente informado, desde que a informação seja disponibilizada.

### **5.4 Contexto Comparativo e Especificidade Local**

Comparar os resultados do Alto Minho com estudos de outras regiões evidencia tanto temas universais como especificidades locais importantes. A preocupação com a indústria piscatória, como discutido, é um ponto de conflito quase universal nas comunidades costeiras. De forma semelhante, a tensão entre benefícios económicos e impactos visuais é uma linha comum nos estudos de perceção sobre energia eólica offshore a nível global.

No entanto, a ênfase em diferentes tipos de preocupações pode variar significativamente consoante o contexto local.

Por exemplo, um estudo sobre atitudes públicas no Japão concluiu que, embora os impactos na pesca fossem uma preocupação (61,4%), a preocupação maior era a durabilidade das turbinas face a desastres naturais como tufões e terremotos (72,6%). Isto reflete o contexto geográfico e geológico único do Japão. Em contraste, tais preocupações não foram proeminentes nas respostas abertas do inquérito do Alto Minho, onde o impacto socioeconómico na pesca dominava claramente. Esta comparação sublinha a importância crítica de não aplicar uma abordagem única ao envolvimento da comunidade. Embora as boas práticas internacionais forneçam um quadro valioso, o conteúdo específico e o foco dos esforços de envolvimento devem ser adaptados às preocupações, valores e tecido socioeconómico únicos da comunidade local.

Além disso, o estudo no Japão revelou um nível relativamente menor de preocupação com os impactos na paisagem (53,2%) em comparação com o debate mais polarizado e intenso frequentemente observado em estudos na Europa e nos EUA (Boyle et al., 2019). Embora o estudo do Alto Minho também mostre uma opinião dividida sobre a paisagem, as respostas qualitativas sugerem um forte sentido de apego ao lugar e uma valorização da linha costeira como património cultural e natural, o que pode tornar esta questão mais controversa do que noutros contextos. Estas diferenças destacam a necessidade de investigação localmente fundamentada para informar políticas e desenvolvimento de projetos sensíveis ao contexto.

## **5.5 Implicações para a Política e a Prática: Rumo a uma Transição Justa**

Os resultados deste estudo têm várias implicações críticas para os decisores políticos, promotores de projetos e organizações da sociedade civil envolvidos no planeamento e implementação de projetos eólicos offshore em Portugal e além-fronteiras. A primeira e mais imediata implicação é a urgente necessidade de colmatar o défice de informação e confiança. Isto exige uma mudança fundamental na estratégia de comunicação, passando de uma disseminação unilateral de informação de cima para baixo para um diálogo genuíno de duas vias. A informação deve ser acessível, transparente e apresentada em múltiplos formatos para atingir públicos diversos. Isto inclui não apenas relatórios

técnicos, mas também simulações visuais, reuniões comunitárias e a utilização de plataformas digitais para um envolvimento contínuo. É crucial que a informação fornecida seja percebida como credível. Isto pode ser alcançado envolvendo peritos científicos independentes, garantindo que as avaliações de impacto ambiental sejam rigorosas e publicamente disponíveis, e sendo transparente quanto às incertezas e impactos negativos potenciais, em vez de apresentar uma narrativa excessivamente otimista.

A segunda implicação-chave diz respeito ao planeamento do processo de participação pública. A elevada disposição para participar (83,6%) deve ser correspondida por um processo realmente inclusivo e capacitador. Isto significa envolver as comunidades desde cedo, antes de serem tomadas decisões-chave, e fornecer-lhes os recursos e capacidades para participar de forma significativa. Isto pode incluir financiamento para organizações comunitárias contratarem consultores técnicos independentes, organização de workshops e grupos focais em múltiplas localidades e horários acessíveis a trabalhadores, e assegurar que o processo seja acessível a pessoas com diferentes níveis de educação e literacia digital. O processo deve também ser desenhado para incorporar o conhecimento local e tradicional, particularmente da comunidade piscatória, no planeamento do projeto e nas estratégias de mitigação de impactos. Isto não é apenas uma questão de justiça; é também uma questão de eficácia, pois o conhecimento local pode fornecer informações valiosas sobre os ecossistemas marinhos e práticas de pesca que podem não ser captadas nas avaliações ambientais padrão.

A terceira implicação crítica diz respeito à necessidade de mecanismos robustos de mitigação de impactos e de partilha de benefícios, particularmente para o setor da pesca. Dada a preocupação esmagadora quanto aos impactos negativos na pesca, é essencial que os promotores do projeto e as autoridades trabalhem de forma colaborativa com as comunidades piscatórias para identificar e implementar medidas de mitigação eficazes. Isto pode incluir planeamento espacial para minimizar a sobreposição com zonas de pesca chave, implementação de boas práticas durante a construção para reduzir o ruído subaquático e a perturbação dos habitats, e o estabelecimento de mecanismos de compensação para pescadores que sofram perdas económicas demonstráveis. Para além da mitigação, existe também a oportunidade de explorar co-benefícios potenciais, como

a utilização das estruturas dos parques eólicos offshore como recifes artificiais que possam aumentar os estoques de peixe, ou o desenvolvimento de plataformas multiusos que integrem aquacultura ou outras atividades marinhas. No entanto, esses co-benefícios não devem ser apresentados como uma panaceia nem usados para desvalorizar preocupações legítimas; devem ser explorados através de um processo colaborativo com a comunidade piscatória.

Por fim, o conceito de justiça distributiva deve ser central no desenho do projeto. Isto significa garantir que os benefícios económicos do projeto, como empregos e oportunidades na cadeia de abastecimento local, sejam realmente acessíveis à comunidade local e não concentrados nas mãos de empresas externas ou centros urbanos distantes. Isto pode envolver a implementação de requisitos de conteúdo local nas aquisições, o estabelecimento de programas de formação para preparar trabalhadores locais para empregos na indústria eólica offshore, e a criação de fundos de benefícios comunitários que apoiem diretamente as prioridades de desenvolvimento local. O objetivo deve ser assegurar que as comunidades que suportam os impactos visuais e ambientais do projeto também partilhem os seus benefícios económicos, promovendo assim um sentido de apropriação e uma distribuição mais equitativa dos custos e benefícios da transição energética.

## 6. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu analisar as percepções da comunidade local do Alto Minho relativamente aos impactos socioeconómicos associados à instalação de parques eólicos offshore, evidenciando uma dualidade clara entre, por um lado, uma expectativa económica favorável, particularmente associada ao potencial de criação de emprego e dinamização regional, e, por outro, um conjunto de preocupações socioambientais relevantes, com destaque para os potenciais impactos sobre a atividade piscatória e sobre a paisagem costeira. Esta tensão revela a existência de um equilíbrio sensível entre os benefícios esperados e os receios manifestados pela população, o que reforça a necessidade de considerar, de forma integrada, as dimensões económica, social, cultural e ambiental no planeamento e implementação destes projetos.

Os resultados obtidos evidenciam igualmente um défice relevante de confiança e informação, refletido no elevado consenso em torno da necessidade de maior transparência e no ceticismo demonstrado face à informação institucional e oficial disponível. Este défice constitui uma limitação importante à aceitação social dos projetos, tornando evidente a necessidade de desenvolver estratégias de comunicação mais transparentes, credíveis e participativas. Apesar deste contexto de desconfiança, observou-se uma clara disponibilidade da comunidade para participar nos processos de decisão pública, o que revela um potencial significativo de envolvimento cívico ainda insuficientemente aproveitado. Esse envolvimento poderá constituir um elemento central para reforçar a legitimidade dos projetos e para integrar no processo de planeamento o conhecimento local e tradicional, em particular o conhecimento dos pescadores, contribuindo para a identificação e mitigação de impactos.

A comparação com estudos internacionais demonstra que, embora existam preocupações transversais a diferentes contextos, como os efeitos sobre a pesca e a tensão entre benefícios económicos e impactos visuais, a realidade específica do Alto Minho confere uma sensibilidade acrescida a determinadas questões. O forte vínculo cultural, económico e identitário da região à pesca e à orla costeira torna estes aspetos particularmente relevantes e potencialmente mais controversos. Este resultado reforça a importância de adotar abordagens territorialmente contextualizadas, capazes de articular boas práticas

internacionais com uma compreensão efetiva dos valores, interesses e preocupações das comunidades locais.

Importa, no entanto, reconhecer as limitações do presente estudo. A principal prende-se com a reduzida dimensão da amostra e com o seu caráter não representativo, o que limita a robustez das generalizações que podem ser retiradas. Embora os resultados forneçam indicações relevantes sobre tendências de perceção e preocupações locais, a sua interpretação deve ser efetuada com prudência. Neste sentido, investigações futuras deverão procurar recolher dados junto de amostras mais amplas, mais diversificadas do ponto de vista sociodemográfico e estatisticamente representativas da população, de modo a permitir análises mais robustas e a compreender de forma mais rigorosa como as perceções variam em função de fatores como a idade, o género, o nível de escolaridade ou a proximidade à costa.

Será igualmente importante desenvolver estudos longitudinais que permitam acompanhar a evolução das perceções públicas ao longo do tempo, desde as fases iniciais de planeamento até às fases de construção e operação dos parques eólicos offshore. Este tipo de abordagem permitirá compreender de que forma a opinião pública evolui em função da disponibilização de nova informação, da experiência concreta com os projetos e da eficácia dos mecanismos de envolvimento e participação implementados.

Em termos metodológicos, futuras investigações poderão beneficiar da aplicação de técnicas analíticas mais avançadas, nomeadamente modelos de regressão multivariada, com o objetivo de identificar o peso relativo dos diferentes fatores que influenciam a formação de atitudes de apoio ou oposição. Tal permitirá isolar variáveis explicativas relevantes e contribuir para o desenho de estratégias de comunicação e envolvimento mais ajustadas aos diferentes perfis da população. Paralelamente, revela-se necessária uma componente qualitativa mais aprofundada, assente em grupos focais e entrevistas semiestruturadas com stakeholders-chave, designadamente pescadores, operadores turísticos e representantes autárquicos ou eleitos locais. Este tipo de investigação poderá proporcionar uma compreensão mais densa das preocupações locais, das relações de poder existentes e dos possíveis caminhos para a construção de consenso.

Por fim, assumem particular relevância estudos comparativos entre diferentes projetos de energia eólica offshore, quer em Portugal, quer noutros contextos internacionais. Esta linha de investigação poderá contribuir para a identificação de boas práticas e para uma melhor compreensão do modo como diferentes enquadramentos institucionais, regulamentares e socioculturais condicionam a aceitação social desta tecnologia. Poderá ainda permitir avaliar a eficácia das medidas de mitigação, dos mecanismos de compensação e dos potenciais co-benefícios económicos e sociais associados aos projetos, assegurando que os processos de participação são transparentes, inclusivos e substantivos, e que os benefícios da transição energética são distribuídos de forma mais equilibrada e justa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaramola, M. (2015). *Wind resources and future energy security: environmental, social, and economic issues*. CRC Press.
- Ahmed, S., Wolter, A., Darwish, A. S., & Farrell, P. (2024). Exploring the Unique Socio-Economic Impacts of a Mega Offshore Wind Farm Project: A Case Study of the Pioneering Walney Offshore Windfarm. *Embedded Selforganising Systems*, 11(9), 9-13.
- Anangapal, H. B., & Victor, K. (2024). Towards sustainable energy: integrating ERA5 data for offshore wind farm planning in India. *Engineering Research Express*, 6(3), 035570.
- Barthelmie, R. J., & Jensen, L. (2010). Evaluation of wind farm efficiency and wind turbine wakes at the Nysted offshore wind farm. *Wind Energy*, 13(6), 573-586.
- Baulaz, Y., Mouchet, M., Niquil, N., & Lasram, F. B. R. (2023). An integrated conceptual model to characterize the effects of offshore wind farms on ecosystem services. *Ecosystem Services*, 60, 101513.
- Billing, S.-L., Charalambides, G., Tett, P., Giordano, M., Ruzzo, C., Arena, F., Santoro, A., Lagasco, F., Brizzi, G., & Collu, M. (2022). Combining wind power and farmed fish: Coastal community perceptions of multi-use offshore renewable energy installations in Europe. *Energy Research & Social Science*, 85, 102421.
- Bonsu, P. O., Letschert, J., Yates, K. L., Svendsen, J. C., Berkenhagen, J., Rozemeijer, M. J., Kerkhove, T. R., Rehren, J., & Stelzenmüller, V. (2024). Co-location of fisheries and offshore wind farms: Current practices and enabling conditions in the North Sea. *Marine Policy*, 159, 105941.
- Boyle, K. J., Boatwright, J., Brahma, S., & Xu, W. (2019). NIMBY, not, in siting community wind farms. *Resource and Energy Economics*, 57, 85-100.
- Buchmayr, A., Verhofstadt, E., Van Ootegem, L., Thomassen, G., Taelman, S. E., & Dewulf, J. (2022). Exploring the global and local social sustainability of wind energy technologies: An application of a social impact assessment framework. *Applied Energy*, 312, 118808.
- Cai, Y., & Bréon, F.-M. (2021). Wind power potential and intermittency issues in the context of climate change. *Energy Conversion and Management*, 240, 114276.
- Canan, A. (2023). Offshore wind energy policy paths: A comparative analysis of Denmark and Germany. *Economics and Policy of Energy and Environment: 1*, 2023, 35-59.

- Caputo, A., Federici, A., Pelagagge, P., & Salini, P. (2023). Offshore wind power system economic evaluation under uncertainty: Scenario analysis. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco, Genova, Italy*, 6-8.
- Caputo, A. C., Federici, A., Pelagagge, P. M., & Salini, P. (2025). Offshore wind farm economic evaluation under uncertainty and market risk mitigation. *Energies*, 18(9), 2362.
- Chaji, M., & Werner, S. (2023). Economic impacts of offshore wind farms on fishing industries: Perspectives, methods, and knowledge gaps. *Marine and Coastal Fisheries*, 15(3), e210237.
- Chen, Y., & Lin, H. (2022). Overview of the development of offshore wind power generation in China. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102766.
- Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (*Ammodytes marinus*). *Marine Environmental Research*, 176, 105609.
- Cronin, Y., Cummins, V., & Wolsztynski, E. (2021). Public perception of offshore wind farms in Ireland. *Marine Policy*, 134, 104814.
- Dauvin, J.-C. (2024). Do offshore wind farms promote the expansion and proliferation of non-indigenous invertebrate species? *Marine Pollution Bulletin*, 206, 116802.
- de Sousa, R. C. (2024). *A Energia Eólica Offshore em Portugal: Evolução, Impactos e Perspetivas Futuras* ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa (Portugal)].
- de Vasconcelos, R. M., Silva, L. L. C., González, M. O. A., Santiso, A. M., & de Melo, D. C. (2022). Environmental licensing for offshore wind farms: Guidelines and policy implications for new markets. *Energy Policy*, 171, 113248.
- Desvallées, L., & de Sartre, X. A. (2023). In the shadow of nuclear dependency: Competing pathways and the social acceptance of offshore wind energy in France. *Energy Research & Social Science*, 98, 103029.
- Diederichs, A., Hennig, V., & Nehls, G. (2008). Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea. *Denmark Part II: Harbour porpoises Universität Hamburg and BioConsult SH*, 99.

- Dinh, Q. V., Mosadeghi, H., Pereira, P. H. T., & Leahy, P. G. (2023). A geospatial method for estimating the levelised cost of hydrogen production from offshore wind. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(40), 15000-15013.
- Duarte, P. (2015). *A Faixa e Rota chinesa: A convergência entre terra e mar* (Vol. 25).
- Duarte, T., Price, S., Peiffer, A., & Pinheiro, J. M. (2022). Windfloat atlantic project: Technology development towards commercial wind farms. Offshore Technology Conference,
- Dute, E., Fokkema, J., Land, M., Wortmann, J., & Douwes, M. (2024). Determining onshore or offshore hydrogen storage for large offshore wind parks: The North Sea Wind Power Hub case. *Journal of Cleaner Production*, 472, 143395.
- Eicke, A., Eicke, L., & Hafner, M. (2022). Wind Power Generation. In *The Palgrave Handbook of International Energy Economics* (pp. 171-182). Springer International Publishing Cham.
- Firestone, J., Kempton, W., & Krueger, A. (2009). Public acceptance of offshore wind power projects in the USA. *Wind Energy: An International Journal for Progress and Applications in Wind Power Conversion Technology*, 12(2), 183-202.
- Forastiero, M., Gutiérrez, R., Weschenfelder, F., de Almeida, E., & Hernandez, J. C. (2024). Effects of Offshore Wind Farms: Environmental and Social Perspectives from Uruguay. *Sustainability*, 16(20), 9057.
- Frolova, M., Pérez-Pérez, B., & Herrero-Luque, D. (2022). Diverse responses of coastal communities to offshore wind farming development in Southern Spain. *Moravian Geographical Reports*, 30(4), 324-339.
- Fu, J., Shi, W., Wang, W., Li, X., & Zhou, Y. (2023). Study on simulation of real-time hybrid model test for offshore wind turbines. *Earthquake Engineering and Resilience*, 2(1), 94-110.
- Fu, Y., Liu, Y., Huang, L.-l., Ying, F., & Li, F. (2021). Collection system topology for deep-sea offshore wind farms considering wind characteristics. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 37(1), 631-642.
- Galparsoro, I., Menchaca, I., Garmendia, J. M., Borja, Á., Maldonado, A. D., Iglesias, G., & Bald, J. (2022). Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. *npj Ocean Sustainability*, 1(1), 1.
- Gao, Q., Bechlenberg, A., Jayawardhana, B., Ertugrul, N., Vakis, A. I., & Ding, B. (2024). Techno-economic assessment of offshore wind and hybrid wind-wave farms with

- energy storage systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 192, 114263.
- Genç, M. S., Karipoğlu, F., Koca, K., & Azgın, Ş. T. (2021). Suitable site selection for offshore wind farms in Turkey's seas: GIS-MCDM based approach. *Earth Science Informatics*, 14(3), 1213-1225.
- Ghigo, A., Cottura, L., Caradonna, R., Bracco, G., & Mattiazzo, G. (2020). Platform optimization and cost analysis in a floating offshore wind farm. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(11), 835.
- Giddings, J., Bloomfield, H., James, R., & Blair, M. (2024). The impact of future UK offshore wind farm distribution and climate change on generation performance and variability. *Environmental Research Letters*, 19(6), 064022.
- Giotitsas, C., Pazaitis, A., & Kostakis, V. (2015). A peer-to-peer approach to energy production. *Technology in Society*, 42, 28-38.
- Glasson, J., Durning, B., Welch, K., & Olorundami, T. (2022). The local socio-economic impacts of offshore wind farms. *Environmental Impact Assessment Review*, 95, 106783.
- Glaum, P., Neumann, F., & Brown, T. (2023). Offshore wind integration in the north sea: The benefits of an offshore grid and floating wind. *arXiv preprint arXiv:2305.01996*.
- Goddijn-Murphy, L. (2026). 10 Things to consider before approving another offshore wind farm: A case study for Highland, Scotland. *Ocean & Coastal Management*, 271, 107956.
- Gomes, J. G., Lin, Y., Jiang, J., Yan, N., Dai, S., & Yang, T. (2022). Review of offshore wind projects status: New approach of floating turbines. 2022 5th International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA),
- González, M. O., Jones, D., Santiso, A. M., Akbari, N., Melo, D. C., Nogueira, L. P., & Vasconcelos, R. M. (2025). Offshore Wind and Energy Transition: Lessons Learned, Progress, and Trends. *Annual Review of Environment and Resources*, 50.
- Gonzalez-Delgado, D., Jaen-Sola, P., & Oterkus, E. (2023). Design and optimization of multi-MW offshore direct-drive wind turbine electrical generator structures using generative design techniques. *Ocean Engineering*, 280, 114417.
- Govindan, K. (2023). Pathways to low carbon energy transition through multi criteria assessment of offshore wind energy barriers. *Technological Forecasting and Social Change*, 187, 122131.

- Greene, J. S., & Geisken, M. (2013). Socioeconomic impacts of wind farm development: a case study of Weatherford, Oklahoma. *Energy, Sustainability and Society*, 3(1), 2.
- Grothe, O., Kächele, F., & Watermeyer, M. (2022). Analyzing Europe's biggest offshore wind farms: a data set with 40 years of hourly wind speeds and electricity production. *Energies*, 15(5), 1700.
- Haggett, C. (2008). Over the sea and far away? A consideration of the planning, politics and public perception of offshore wind farms. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 10(3), 289-306.
- Hall, R., Topham, E., & João, E. (2022). Environmental Impact Assessment for the decommissioning of offshore wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 165, 112580.
- Hooper, T., Ashley, M., & Austen, M. (2015). Perceptions of fishers and developers on the co-location of offshore wind farms and decapod fisheries in the UK. *Marine Policy*, 61, 16-22.
- Jenkins, B., Carroll, J., & McMillan, D. (2022). O&M cost modelling of major replacements in next-generation offshore wind turbines. 11th International Conference on Renewable Power Generation-Meeting net zero carbon (RPG 2022),
- Jones, C. R., & Eiser, J. R. (2009). Identifying predictors of attitudes towards local onshore wind development with reference to an English case study. *Energy Policy*, 37(11), 4604-4614.
- Jung, C., Sander, L., & Schindler, D. (2024). Future global offshore wind energy under climate change and advanced wind turbine technology. *Energy Conversion and Management*, 321, 119075.
- Kaldellis, J. K., Apostolou, D., Kapsali, M., & Kondili, E. (2016). Environmental and social footprint of offshore wind energy. Comparison with onshore counterpart. *Renewable Energy*, 92, 543-556.
- Kandwal, A. (2023). SCENARIO OF WIND ENERGY IN INDIA-A REVIEW. *i-Manager's Journal on Future Engineering & Technology*, 18(2).
- Kusters, J. E., van Kann, F. M., & Zuidema, C. (2025). Spatial conflict resolution in marine spatial plans and permitting procedures for offshore wind energy: an analysis of measures adopted in Denmark, England and the Netherlands. *Frontiers in marine science*, 12, 1468734.

- La Tour, M.-A. D. (2023). Photovoltaic and wind energy potential in Europe—A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 179, 113189.
- Laskowicz, T. (2021). The perception of polish business stakeholders of the local economic impact of maritime spatial planning promoting the development of offshore wind energy. *Sustainability*, 13(12), 6755.
- Lee, J., & Xydis, G. (2024). Floating offshore wind projects development in South Korea without government subsidies. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 26(5), 1587-1602.
- Lehmann, J., Bouillass, G., Fofack-Garcia, R., & Pérez-López, P. (2022). Towards social Life Cycle Assessment of Energy Systems: a case study on offshore wind farms from companies' perspective. *E3S Web of Conferences*,
- Li, Z., Tian, G., & El-Shafay, A. (2022). Statistical-analytical study on world development trend in offshore wind energy production capacity focusing on Great Britain with the aim of MCDA based offshore wind farm siting. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132326.
- Liu, X., Xing, X., Kang, C. W., Zhang, X., Raghavan, V. S., Nguyen, V. T., & Lim, C. L. (2024). Towards Offshore Wind Farm Design through Comprehensive Meteorological and Oceanographic Analysis in Extreme Weather Conditions. *ISOPE International Ocean and Polar Engineering Conference*,
- Lumbreras, S., & Ramos, A. (2013). Offshore wind farm electrical design: a review. *Wind Energy*, 16(3), 459-473.
- Lüth, A., & Keles, D. (2024). Risks, strategies, and benefits of offshore energy hubs: A literature-based survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 203, 114761.
- Lützen, U., & Beji, S. (2024). Predictive maintenance for offshore wind turbines through deep learning and online clustering of unsupervised subsystems: a real-world implementation. *Journal of Ocean Engineering and Marine Energy*, 10(3), 627-640.
- Malleret, S., Jansen, M., Laido, A. S., & Kitzing, L. (2024). Profitability dynamics of offshore wind from auction to investment decision. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 199, 114450.
- Martinez, A., & Iglesias, G. (2022). Mapping of the levelised cost of energy for floating offshore wind in the European Atlantic. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111889.

- Martinez, A., Murphy, L., & Iglesias, G. (2023). Evolution of offshore wind resources in Northern Europe under climate change. *Energy*, 269, 126655.
- Methratta, E. T. (2021). Distance-based sampling methods for assessing the ecological effects of offshore wind farms: synthesis and application to fisheries resource studies. *Frontiers in marine science*, 8, 674594.
- Palagyi, T., Rice, A. N., & Palmquist, K. (2024). Use of Passive Acoustic Monitoring to Track Marine Mammals at Offshore Windfarm Sites. International Oil Spill Conference,
- Parton, L. C., Phaneuf, D. J., Taylor, L. O., & Lutzeyer, S. (2024). Bidding against the wind: A choice experiment in green energy, green jobs and offshore views in North Carolina, USA. *Journal of environmental management*, 351, 119821.
- Pinto, M., Albo-Puigserver, M., Bueno-Pardo, J., Monteiro, J. N., Teodósio, M. A., & Leitão, F. (2023). Eco-socio-economic vulnerability assessment of Portuguese fisheries to climate change. *Ecological economics*, 212, 107928.
- Qu, Y., Hooper, T., Austen, M. C., Papathanasopoulou, E., Huang, J., & Yan, X. (2023). Development of a computable general equilibrium model based on integrated macroeconomic framework for ocean multi-use between offshore wind farms and fishing activities in Scotland. *Applied Energy*, 332, 120529.
- Rainnie, A., & Snell, D. (2023). Renewable energy and the promise of jobs, regional regeneration and first nations opportunities. *Labour and Industry*, 33(4), 403-421.
- Rapella, L., Faranda, D., Gaetani, M., Drobinski, P., & Ginesta, M. (2023). Climate change on extreme winds already affects off-shore wind power availability in Europe. *Environmental Research Letters*, 18(3), 034040.
- Rogeanu, A., Vieubled, J., de Coatpont, M., Nobrega, P. A., Erbs, G., & Girard, R. (2023). Techno-economic evaluation and resource assessment of hydrogen production through offshore wind farms: A European perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 187, 113699.
- Rowell, D., McMillan, D., & Carroll, J. (2024). Offshore wind H&S: A review and analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113928.
- Rubio-Domingo, G., & Linares, P. (2021). The future investment costs of offshore wind: An estimation based on auction results. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111324.

- Salem, D., Alweshah, R., & Rabayah, H. (2025). Harnessing Wind Energy for Sustainable Development: A Case Study of Tafila Wind Farm and its Contribution to the SDGs. *MATEC Web of Conferences*,
- Schallenberg-Rodriguez, J., & Inchausti-Sintes, F. (2021). Socio-economic impact of a 200 MW floating wind farm in Gran Canaria. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148, 111242.
- Schupp, M. F., Kafas, A., Buck, B. H., Krause, G., Onyango, V., Stelzenmüller, V., Davies, I., & Scott, B. E. (2021). Fishing within offshore wind farms in the North Sea: stakeholder perspectives for multi-use from Scotland and Germany. *Journal of environmental management*, 279, 111762.
- Serpa, S., Costa, J., Simão, J., Xu, H., & Soares, C. G. (2024). Review on the social and economic impacts of the offshore wind farms. In *Innovations in Renewable Energies Offshore* (pp. 721-730). CRC Press.
- Silva, L., & Coêlho, T. (2025). Capturing winds and catching fish: offshore wind energy, commercial fisheries, and the politics of marine space in Portugal. *Maritime Studies*, 24(4), 1-16.
- Stratoudakis, Y., Antunes, C., Correia, C., Belo, A. F., & R. Almeida, P. (2023). Riverine communities and management systems for anadromous fisheries in the Iberian Peninsula: global strategy, local realities. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33(3), 875-892.
- Szostek, C. L., Edwards-Jones, A., Beaumont, N. J., & Watson, S. C. (2024). Primary vs grey: A critical evaluation of literature sources used to assess the impacts of offshore wind farms. *Environmental Science & Policy*, 154, 103693.
- Takeuchi, A. (2023). Social dimensions of offshore wind energy: a review of theories and frameworks of multi-criteria decision-making. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 10(4), 243-249.
- Ten Brink, T. S., & Dalton, T. (2018). Perceptions of commercial and recreational fishers on the potential ecological impacts of the Block Island Wind Farm (US). *Frontiers in marine science*, 5, 439.
- Tougaard, J., Carstensen, J., Teilmann, J., Bech, N. I., Skov, H., & Henriksen, O. (2005). Effects of the Nysted Offshore wind farm on harbour porpoises. *Annual status report for the T-POD monitoring program*.
- Tyler, G., Bidwell, D., Smythe, T., & Trandafir, S. (2022). Preferences for community benefits for offshore wind development projects: A case study of the Outer Banks of North Carolina, US. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 24(1), 39-55.

- Vaz, R.-S., Neave, S., & Branco, P. C. (2025). Offshore Wind Policy in Portugal Balancing Green Growth and Legal Equity. *International Journal of Law and Public Policy (IJLAPP)*, 7(2), 92-101.
- Venkatareddy, P., Prakasha, P., Biradar, V. G., & Veena, R. An Overview on Development of Policies and Barriers for Wind Energy Generation: Indian Scenario. *International journal of health sciences*, 6(S4), 1605-1612.
- Vieira, M., Aguilera, L., Pinho, C., Alves, M., Melo, A. B. E., Eiras, R., Costa, A., Sarmento, A., & Silva, E. (2021). OceanACT–Building a European Centre for the Demonstration of Innovative Technologies from the Blue Economy in Portugal. OCEANS 2021: San Diego–Porto,
- Virtanen, E. A., Lappalainen, J., Nurmi, M., Viitasalo, M., Tikanmäki, M., Heinonen, J., Atlaskin, E., Kallasvuori, M., Tikkanen, H., & Moilanen, A. (2022). Balancing profitability of energy production, societal impacts and biodiversity in offshore wind farm design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 112087.
- Warren, C. R., & McFadyen, M. (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, 27(2), 204-213.
- Wieczorek, A. J., Negro, S. O., Harmsen, R., Heimeriks, G. J., Luo, L., & Hekkert, M. P. (2013). A review of the European offshore wind innovation system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 294-306.
- Willis-Norton, E., Mangin, T., Schroeder, D. M., Cabral, R. B., & Gaines, S. D. (2024). A synthesis of socioeconomic and sociocultural indicators for assessing the impacts of offshore renewable energy on fishery participants and fishing communities. *Marine Policy*, 161, 106013.
- Yeter, B., & Garbatov, Y. (2021). Optimal life extension management of offshore wind farms based on the modern portfolio theory. *Oceans*,
- Zhang, J., & Wang, H. (2022). Development of offshore wind power and foundation technology for offshore wind turbines in China. *Ocean Engineering*, 266, 113256.
- Zhang, L. (2021). Wind energy development: History and current status. In *Wind, Water and Fire: The Other Renewable Energy Resources* (pp. 1-6). World Scientific.
- Zuo, H., Zhang, J., Yuan, G. K., & Zhu, S. (2022). Wind-and sea wave-induced response mitigations of offshore wind turbines using track nonlinear energy sinks. *Structural Control and Health Monitoring*, 29(9), e2990.