



O papel dos Oceanos no Desenvolvimento Sustentável para o alcance do 7º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, Energia Limpa e Acessível
The Role of Oceans in Sustainable Development for Achieving the 7th Sustainable Development Goal: Clean and Affordable Energy

Letícia Jorge Munguambe ^a Elisa Eda Nhambire^b

^aFaculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique.
leticiamunguambe@gmail.com

^bFaculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique. enhambire@up.ac.mz

RESUMO

Embora o mundo esteja em processo de transição, a maior parte da energia consumida globalmente ainda provém de fontes poluentes, evidenciando a urgência de alternativas limpas e sustentáveis. Este artigo analisa o panorama global da energia, discute as principais formas de aproveitamento energético dos oceanos e reflete sobre o potencial e os desafios da sua implementação em Moçambique, enquadrando a discussão no papel dos oceanos para o alcance do ODS 7. A pesquisa baseou-se numa revisão bibliográfica, recorrendo à interpretação de estudos nacionais e internacionais sobre energia oceânica. Os resultados evidenciam que os oceanos constituem um dos recursos renováveis mais promissores, oferecendo diversas possibilidades de conversão energética, incluindo energia das ondas, das marés, das correntes marítimas, térmica oceânica (OTEC) e eólica offshore. Países como Escócia, Japão, Coreia do Sul e França apresentam avanços significativos na produção de eletricidade a partir do oceano, apesar destas tecnologias ainda se encontrarem em fase experimental e apresentarem elevados custos na sua implementação. Moçambique, por dispor de uma extensa zona costeira, apresenta condições favoráveis para o aproveitamento da energia oceânica, constituindo uma oportunidade estratégica para diversificar a matriz energética, reforçar a segurança energética e contribuir para o cumprimento do ODS 7.

Palavras-chave: Recursos renováveis, Matriz energética, Energia oceânica, ODS 7, Moçambique.

ABSTRACT

Although the world is undergoing an energy transition, most of the energy consumed globally still comes from polluting sources, highlighting the urgency for clean and sustainable alternatives. This article analyzes the global energy landscape, discusses the main forms of ocean energy utilization, and reflects on the potential and challenges of its implementation in Mozambique, considering the role of oceans in achieving SDG 7. The research is based on a bibliographic review, interpreting national and international studies on ocean energy. Results show that oceans represent one of the most promising renewable resources, offering various energy conversion possibilities, including wave, tidal, ocean current, ocean thermal (OTEC), and offshore wind energy. Countries such as Scotland, Japan, South Korea, and France have achieved significant advances, although these technologies remain costly and largely experimental. Mozambique, with its extensive coastline, has favorable conditions for ocean energy exploitation, providing a strategic opportunity to diversify the energy matrix, enhance energy security, and contribute to achieving SDG 7.

Keywords: Renewable resources, Energy matrix, Ocean energy, SDG 7, Mozambique.

Como citar o artigo: Munguambe, Letícia Jorge & Nhambire, Elisa Eda (2025). O papel dos Oceanos no Desenvolvimento Sustentável para o alcance do 7º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, Energia Limpa e Acessível. *MOZGEO – Moçambique Geodiverso*. 02 (2025), 2. 07. 79-98. Endereço de ligação

To cite this article: Munguambe, Letícia Jorge & Nhambire, Elisa Eda (2025). The Role of Oceans in Sustainable Development for Achieving the 7th Sustainable Development Goal: Clean and Affordable Energy. *MOZGEO – Moçambique Geodiverso*. 02 (2025), 2. 07. 79-98. Link address

História do artigo/Article history: recebido/received 05-11-2025 e/and aceite/accepted 20-11- 2025

Disponível online a 12 de Dezembro de 2025/ Available online December 12, 2025

1. Introdução

Com a crescente preocupação em torno da emissão dos gases poluentes na atmosfera e das mudanças climáticas, debates, encontros científicos, conferências e acordos internacionais voltados para o desenvolvimento sustentável busca soluções estratégicas com vista a reverter o cenário actual que o mundo se encontra. Um dos principais marcos dessa mobilização global é a “Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável”, lançada pela ONU (Organização das Nações Unidas) que estabelece metas globais para transformar o mundo de forma sustentável, conciliando questões sociais, económicas e ambientais.

Entre os 17 Objectivos de desenvolvimento Sustentável (ODS), o presente estudo destacou o ODS 7, que busca assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos (ONU, 2015). O ODS 7, tem como foco não apenas questões técnicas e de infraestruturas, mas também traz aspectos sociais no que diz respeito as necessidades básicas para a humanidade, visto que é necessário ter acesso a energia para estudar, trabalhar, cuidar da saúde e até mesmo para desfrutar de momentos de lazer (Ribeiro, 2023). Sem a energia de fontes renováveis muitas actividades são interropidas por ser pilar fundamental de desenvolvimento humano, uma vez que está diretamente relacionada à erradicação da pobreza, à industrialização sustentável e à mitigação das mudanças climáticas (Sachs, 2015).

A demanda por energia tem crescido exponencialmente nas últimas décadas, tornando as sociedades cada vez mais dependente desse recurso. No entanto, a matriz energética mundial ainda é predominantemente composta por fontes poluentes, cerca de 31,9 % da energia consumida globalmente é proveniente do petróleo e seus derivados, 27,1 % de carvão mineral e 22,1 % do gás natural segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) referente a 2016. Em contrapartida, as fontes renováveis apresentam uma participação muito menor, sendo a hidrelétrica responsável por aproximadamente 16% e a eólica, com menos de 1% da geração total (Mentis et al., 2017, p.45).

Diante desse panorama, torna-se urgente diversificar a matriz energética, priorizando fontes alternativas, limpas e sustentáveis, capazes de reduzir as emissões de gases poluentes e mitigar os impactos ambientais associados à produção de energia. Nesse contexto, os oceanos emergem como uma das fontes renováveis mais promissoras, oferecendo diferentes formas de aproveitamento energético. Segundo Soerensen e Weinstein (2008), os oceanos representam um dos maiores recursos renováveis disponíveis no planeta, contendo diferentes formas de energia que podem ser utilizadas para a geração de energia.

Além das experiências internacionais, países em desenvolvimento, como Moçambique, que possui uma extensa zona costeira, apresentam um potencial ainda pouco explorado para a geração de energia oceânica. Este estudo, portanto, baseou-se em uma revisão bibliográfica, analisando e interpretando estudos nacionais e internacionais sobre energia oceânica, com o objetivo de discutir as formas de aproveitamento do oceano para a produção de energia e refletir sobre sua contribuição para o desenvolvimento sustentável.

2. Matriz Energética Mundial

A matriz energética mundial corresponde à composição das diferentes fontes de energia utilizadas para suprir as demandas globais de consumo, englobando tanto fontes fósseis quanto fontes renováveis. Historicamente, o desenvolvimento económico e industrial dos países esteve fortemente associado ao uso de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, o petróleo e o gás natural, os quais foram determinantes para o crescimento produtivo, mas também responsáveis por elevados níveis de emissão de gases de efeito estufa (Goldemberg & Lucon, 2007).

Segundo Goldemberg & Lucon, (2007), as fontes fosseis de energia predominam até hoje na matriz energética mundial e de todos os países individualmente. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2022),

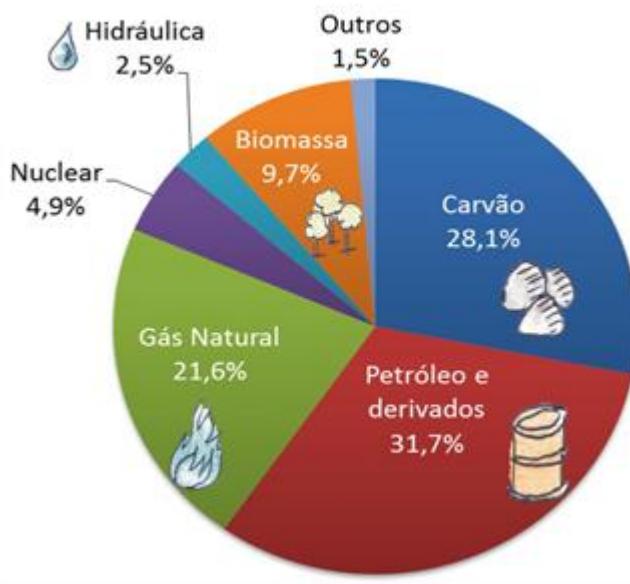


Gráfico 1: Estrutura da matriz energética mundial, adaptado de World oil Outlook (2021).

Chart 1: Structure of the world energy matrix, adapted from World Oil Outlook (2021).

energia até o ano 2050.

as fontes fósseis ainda representam cerca de 80% da matriz energética mundial, demonstrando a forte dependência global desses recursos não renováveis (gráfico 1). Com o crescimento populacional e a urbanização, o consumo de energia vem aumentando, demonstrando uma forte dependência global desses recursos não renováveis. Essa dependência reflete-se diretamente na poluição do ar, mudanças climáticas, degradação ambiental e insegurança energética, evidenciando a necessidade urgente de transição para fontes limpas e sustentáveis. Actualmente, o mundo, atravessa um período de transição energética, buscando formas de produção de energia com menos emissões de gases poluentes e de gases de efeito estufa (GEE), e muitos países comprometeram-se a atingir emissões líquidas de GEE neutras até 2050, o que aumenta o hiato entre a demanda e produção de energia (Lima, 2023), como pode ser observado no gráfico 2 que representa a expectativa de demanda dos diversos tipos de

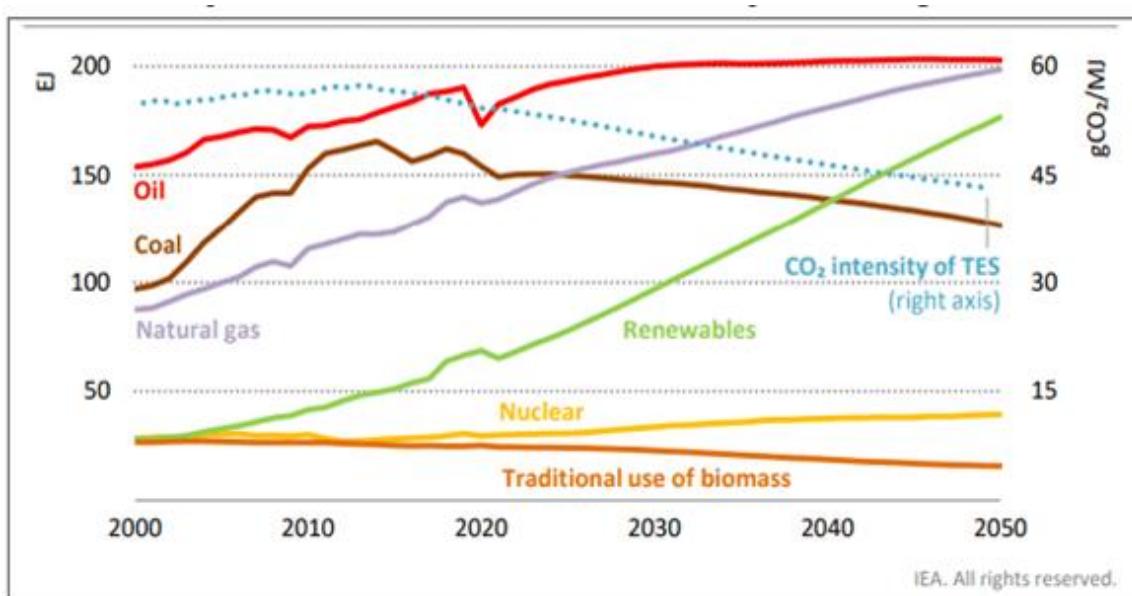


Gráfico 2: Expectativa de demanda dos diversos tipos de energia, adaptado de International Energy Agency (2021).

Chart 2: Expected demand for different types of energy, adapted from the International Energy Agency (2021).

3. Objectivo de Desenvolvimento Sustentável 7

O fortalecimento a resiliência em busca por fontes renováveis tem se verificado com muita persistência, como debates globais em torno de desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas. Estes debates tiveram o seu

início há décadas, devido à super-exploração dos recursos e às emissões de gás de dioxido de carbono na atmosfera, e os Objectivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU é um dos principais movimentos globais que aborda sobre questões de desenvolvimento sustentável.

O ODS 7 tem por objetivo “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos” (ONU, 2015), cujas metas são as seguintes:

- 7.1 assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;
- 7.2 aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global;
- 7.3 dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética;
- 7.a) reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa;
- 7.b) expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.

Para alcançar estas metas, é essencial ampliar o uso de energias renováveis e melhorar a eficiência energética em escala global (ONU, 2015). No entanto, Ribeiro (2022) frisa que embora o uso de energia renovável e a deficiência energética tenha melhorado, o progresso não é rápido o suficiente para atingir o objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 porque existem mais de 700 milhões de pessoas em todo o mundo vivendo no escuro, concentrando-se principalmente na África Subsaariana e cerca 2,4 bilhões cozinham com combustíveis nocivos e poluentes” (ONU, 2022 ;IEA, 2023). Essa desigualdade energética representa um grande obstáculo ao alcance do ODS 7, exigindo políticas públicas que incentivem o investimento em fontes renováveis e tecnologias inovadoras. De acordo com a (ONU, 2022):

“[...] alguns países europeus planeiam acelerar a transição para as energias renováveis e aumentar os investimentos nas energias renováveis e na eficiência energética, enquanto outros países planejam provocar o ressurgimento do carvão, colocando em risco a transição verde. ”

Para compreender a dinâmica da matriz energética mundial e os desafios impostos pelo ODS 7 é fundamental a busca por soluções energéticas sustentáveis. Nesse sentido, o aproveitamento do potencial energético dos oceanos surge como uma alternativa promissora para reduzir a dependência de combustíveis fósseis, promover o acesso equitativo à energia e avançar no cumprimento das metas globais de sustentabilidade.

4. Potencial energético dos oceanos

Dentre as alternativas emergentes, destacam-se as fontes provenientes do meio marinho conhecidas como energias oceânicas ou energia azul. Os oceanos representam uma das maiores reservas energéticas do planeta, cobrindo mais de 70% da superfície terrestre e oferecendo diferentes formas de aproveitamento energético (Fanchi, 2024; Raju, Bhattacharya & Vendhan, 1983). Entre essas fontes destaca-se a energia das ondas, que utiliza o movimento das massas de água para gerar energia (Lynn, 2013; Fanchi, 2024). Também a energia das marés vem sendo explorada, aproveitando a variação periódica do nível do mar (Lynn, 2013; Wave and Tidal Current Energy, 2016). Outro recurso em estudo é a energia térmica oceânica, que utiliza a diferença de

temperatura entre as águas superficiais e profundas (Kim & Kim, 2020; An Assessment of Ocean Thermal Energy Conversion ..., 2025). Além disso, as correntes marinhas apresentam potencial semelhante ao da energia eólica, mas com maior regularidade e previsibilidade (Advancements and Challenges in Tidal Stream and Oceanic Current Turbines, 2025). Embora a energia eólica seja originada do vento, ou seja, da movimentação do ar na atmosfera, o oceano desempenha um papel importante na forma como esses ventos se comportam. Isso ocorre porque a superfície oceânica é relativamente homogênea e lisa, diferente da continental, que apresenta irregularidades morfológicas, florestas, edifícios e outras irregularidades que aumentam o atrito e reduzem a velocidade do ar (Manwell, McGowan & Rogers, 2009). Como consequência, o vento encontra menos resistência ao deslocar-se sobre o mar, o que aumenta sua velocidade média e o torna mais estável e constante em comparação com o vento que sopra sobre áreas terrestres (EWEA, 2023, GWEC, 2022).

De acordo com Manwell, MacGowman e Rogers (2009), a irregularidade dos ventos oceânicos é uma das razões pelas quais as regiões costeiras e marítimas são consideradas ideais para a instalação de parques eólicos, tanto em terra (*onshore*) quanto no mar (*offshore*), onde o potencial energético é mais previsível e eficiente. Estas fontes apresentam um enorme potencial para diversificar a matriz energética e contribuir para a descarbonização do setor elétrico (Soerensen & Weinstein, 2008).

4.1. Energia das ondas ondulatória

O aquecimento da superfície da Terra, que é em grande parte coberta por oceanos, ocorre por meio da radiação solar. No entanto, esse aquecimento não acontece de forma uniforme, devido à forma irregular do planeta e à inclinação do seu eixo de rotação. Essa diferença de aquecimento gera os ventos, movimento horizontal do ar, tentando equilibrar as variações de temperatura. Quando o vento sopra sobre a superfície dos oceanos, provoca ondulações ou ondas cuja geração elétrica (Grimmler, 2013; Omar, 2018 citado em Cisco et al., 2020). A energia potencial e cinética associada a uma onda oceânica é transformada em energia mecânica ou elétrica utilizável por máquinas chamadas conversores de energia das ondas (WECS) (Mendes 2011).



Figura 1: Conversor de energia das ondas Atenuador, adaptado de baonguyen1994.wordpress.com

Figure 1: Wave energy converter Attenuator, adapted from baonguyen1994.wordpress.com

Existem vários tipos de conversores de energia das ondas, por exemplo, o Atenuador ou “Attenuator”, ilustrado na figura 1. Segundo a European Marine Energy Center (EMEC), o Atenuador é composto por uma estrutura longa e articulada, que flutua paralelamente à direção de propagação das ondas. Quando as ondas passam, as várias seções do dispositivo se dobram (articulam), e esse movimento mecânico aciona sistemas hidráulicos que convertem o movimento relativo entre as partes em energia elétrica, conforme ilustra a figura 2.

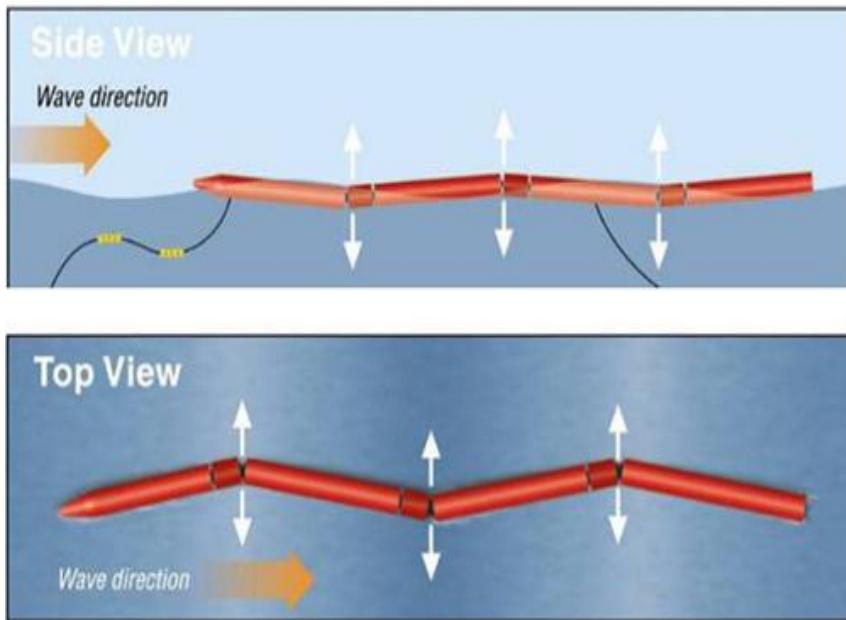


Figura 2: Diagram of attenuator, adapted from baonguyen1994.wordpress.com

Figure 2: Diagram of attenuator, adapted from baonguyen1994.wordpress.com

Este conversor foi desenvolvido pela empresa escocesa Pelamis Wave Power Ltd, em 1998. Países como o Escócia e Portugal foram os pioneiros a testá-lo, no início dos anos 2000 com protótipos em escala real. Este atenuador foi o primeiro conversor de ondas em escala comercial do mundo e serviu como referência para projectos posteriores.

Para além dos países acima citados, existem outros países que estão investindo em projectos para explorar esse potencial energético. No Reino Unido, a Mutriku Breakwater Wave Plant, com capacidade de 296 kW, atende aproximadamente 400 residências (Energy Monitor, s.d.). Em Gibraltar, a Gibraltar Wave Farm,

com capacidade inicial de 100 kW em expansão planeada para 5 MW, pode abastecer até 5.000 residências (Eco Wave Power Gibraltar, s.d.). Em África, Gana inaugurou a Ada Foah Wave Farm, em 2016, com capacidade de 400 kW (Offshore Energy, 2016; Energy Digital, 2025). Esses projectos demonstram o potencial da energia das ondas em fornecer eletricidade limpa e sustentável às comunidades costeiras.

4.2. Energia das marés ou maremotriz

A energia das marés, conhecida também como energia maremotriz é proveniente do movimento das marés. As marés são oscilações no nível das águas provocadas pela força gravitacional exercida pela Lua e pelo Sol sobre a Terra (Kepler e Saraiva, 2014). As oscilações no nível das águas são conhecidas como mares altas e baixas (Pelc & Fujita, 2002). Esse fenómeno é totalmente previsível e ocorre em ciclos diários e semidiários, dependendo da posição relativa dos astros (Bahaj, 2011). A partir das variações periódicas no nível do mar, pode ser aproveitada para produzir eletricidade.

Das marés podem ser extraídos dois tipos de energia: a cinética, associada às marés, obtida a partir do movimento da água que flui para dentro e para fora dessas estruturas durante as mudanças do nível do mar (Pelc & Fujita, 2002) e a potencial que aproveita a diferença de altura entre a maré alta e a maré baixa, gerada através de barragens, comportas e turbinas, semelhantes às utilizadas em usinas hidrelétricas (Bahaj, 2011). Ambas as modalidades de energia podem ser transformadas em eletricidade a partir do uso de dispositivos ou conversores de energia.

Segundo a Gold Energy (s,d) para a captação da energia das marés, é preciso construir barragens, eclusas e unidades geradoras de energia, ou seja, é um sistema muito similar ao das centrais hidrelétricas. As barragens são construídas próximas ao mar e os diques captam e armazenam a água durante a maré alta. Quando ocorre a maré baixa, a água é devolvida para o mar e passa por uma turbina que gera a energia elétrica. Para que seja viável a construção da barragem é preciso que o desnível entre a maré alta e a baixa tenha entre 5 e 7 metros.

Países como França, Coreia do Sul, Reino Unido, Canadá e China têm investido em projetos significativos nessa área. A Usina de La Rance na França, a mais antiga e famosa do mundo, esta em operação desde 1966, possui uma capacidade instalada de 240 Mega Watt (MW) e abastece para cerca de 225 mil habitantes gerando em media 540 GigaWatt/hora (GWh) por ano segundo a Électricité de France (2023,2024)) (figura 3).



Figura 3: Barragem de exploração da energia maremotriz, a a Usina de La Rancea, daptado de https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_maremotriz_de_La_Rance

Figure 3: Tidal power dam at the La Rancea Power Plant, adapted from https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_maremotriz_de_La_Rance

A Usina de Sihwa na Coreia do Sul, é a maior do mundo, com 254 MW abastecendo cerca de 200 mil habitantes (figura 4).



Figura 4: A maior do mundo, a Usina de Sihwa, adaptado de <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-das-mares.htm>

Figure 4: The world's largest hydroelectric power plant, the Sihwa Hydroelectric Power Plant, adapted from <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-das-mares.htm>

O Reino Unido está desenvolvendo o projeto MeyGen, com capacidade prevista de 398 MW, considerado um dos maiores empreendimentos de energia maremotriz do mundo e o Canadá possui a Usina de Bay of Fundy, com uma capacidade instalada de aproximadamente 20 MW (MeyGen Ltd, 2018; Canada Energy Regulator,

2017). Já na China, opera a Usina de Jiangxia, uma das mais antigas centrais maremotrizes em funcionamento com capacidade instalada de cerca de 3,2 MW, posteriormente ampliada para 4,1 MW (Tethy, n.d.). Esses projetos demonstram o potencial da energia maremotriz em fornecer eletricidade limpa e sustentável para comunidades costeiras, ao mesmo tempo em que reforçam a viabilidade técnica e ambiental dessa fonte renovável em diferentes contextos geográficos.

4.3. Energia das correntes oceânicas.

Correntes marítimas são fluxos de água que circulam pelos oceanos devido à rotação da Terra, aos ventos e às diferenças de temperatura e salinidade da água (NOAA, 2013). De acordo com Cisco et al., (2020, p.24) as correntes oceânicas, consistem em escoamentos subaquáticos, comparados aos rios, onde grandes massas de água se deslocam por um caminho regular, carregando consigo águas quentes ou frias, organismos e matéria orgânica. A energia cinética contida no movimento contínuo das correntes marinhas (frias e quentes) pode ser aproveitada para a geração de eletricidade (Cisco et al., 2020).

As correntes profundas como a Corrente do Golfo (Atlântico Norte) e a Corrente de Kuroshio (Pacífico) contêm uma enorme quantidade de energia cinética que pode ser convertida em eletricidade.

Existem vários tipos de turbinas submersas para a geração de eletricidade a partir das correntes oceânicas, por exemplo, a turbina de eixo vertical com pás que giram em torno de um eixo posicionado verticalmente, o que lhes permite captar energia em qualquer direção do fluxo. Essa característica as torna altamente eficientes em ambientes marinhos onde a direção das correntes pode variar ao longo do tempo. Um dos exemplos mais notáveis desse tipo de tecnologia é a Kairyu Turbine (vide a figura 5), desenvolvida no Japão pela empresa IHI Corporation em parceria com a New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).



O projecto foi concebido para aproveitar a força da Corrente de Kuroshio, uma das mais potentes do planeta, que flui ao longo da costa sul do Japão. Durante os testes, a Kairyu produziu 100 kW de potência, o suficiente para abastecer aproximadamente 1000 residências japonesas, segundo dados da NEDO (2022). O governo do Japão vê nesse tipo de energia uma oportunidade estratégica para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e aumentar a segurança energética do país (IHI Corporation, 2022).

Figura 5: Turbina de Kairyu Turbine adaptado de <https://www.extremetech.com/extreme/337086-japan-successfully-produces-electricity-with-kairyu-deep-sea-turbine>

Figure 5: Kairyu Turbine Adapted from <https://www.extremetech.com/extreme/337086-japan-successfully-produces-electricity-with-kairyu-deep-sea-turbine>

4.4. Energia Térmica dos Oceanos (OTEC)

Cerca de 70,08% da superfície da Terra é coberta por água, a qual absorve grande parte da energia solar e mantém temperaturas médias próximas de 25°C nas regiões tropicais. Contudo, essa condição não se verifica nas regiões polares, onde a radiação solar é muito menor devido ao baixo ângulo de incidência dos raios. De acordo com Talley et al. (2011), a temperatura média global da superfície dos oceanos é de aproximadamente 17 °C, mas apresenta fortes variações latitudinais. Nas zonas tropicais, as águas superficiais atingem 25°C a 30°C enquanto nos polos permanecem próximas de 0°C podendo inclusive formar gelo marinho. Trenberth e Fasullo (2010) explicam que essa diferença térmica resulta da distribuição desigual da energia solar sobre a superfície terrestre, o que influencia directamente a circulação oceânica e atmosférica global.

A diferença de temperatura entre as águas oceânicas superficiais, aquecidas pelo sol, e as águas profundas, mais frias, pode ser aproveitada para gerar energia eléctrica, mais conhecidas como “Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)”. Esse processo pode ocorrer tanto durante o dia quanto à noite, por meio de diferentes métodos tecnológicos (Cisco et al, 2020).

Nos sistemas OTEC, a água quente da superfície é usada para evaporar um fluido de trabalho (como amônia ou propano), que tem baixo ponto de ebulição. O vapor gerado movimenta uma turbina acoplada a um gerador eléctrico, produzindo energia. Em seguida, a água fria das profundezas é bombeada para condensar o vapor, reiniciando o ciclo (Vega, 1999; PNWNL, 2021).

Segundo a International Energy Agency (IEA-OES, 2023), o potencial teórico global da energia térmica oceânica é superior a 10.000 TWh/ano, o que poderia abastecer mais de 1 bilhão de pessoas. Além da geração eléctrica, os sistemas OTEC também podem produzir água doce, resfriar edifícios (SWAC – Sea Water Air Conditioning) e favorecer a aquacultura, tornando-se uma solução multifuncional e sustentável.



Figura 6: Centro de exploração de energia OTEC, Makai Ocean Energy Research Center em Havaí, adaptado de <https://www.bizjournals.com/pacific/news/2015/08/21/hawaii-firm-connects-world-s-largest-ocean-energy.html>

Figure 6: OTEC energy exploration center, Makai Ocean Energy Research Center in Hawaii, adapted from <https://www.bizjournals.com/pacific/news/2015/08/21/hawaii-firm-connects-world-s-largest-ocean-energy.html>

Existem três tipos principais de sistemas OTEC, o sistema de ciclo fechado, o sistema de ciclo aberto e o sistema híbrido que combina as duas abordagens para melhorar a eficiência e a dessalinização.

Países como Japão, Estados Unidos, Brasil, Índia e Filipinas têm investido em projectos piloto para explorar seu potencial. O Makai Ocean Energy Research Center (figura 6), localizado em Kailua-Kona (Havaí), abriga a maior instalação OTEC em operação contínua do mundo. O sistema de ciclo fechado gera 105 kW, suficiente para abastecer pequenas comunidades ou centros de pesquisa. O governo norte-americano, em parceria com a marinha dos EUA, planeja expandir a capacidade para 1 MW, tornando o Havaí uma referência global (Makai Ocean Energy, 2023). O Japão é um dos países pioneiros na energia térmica oceânica. O Instituto de Ciência e Tecnologia de Okinawa

desenvolveu uma usina experimental de 50 kW, inaugurada em 2013, que fornece energia e água potável para instalações locais (OECC, s.d.). O país investe em sistemas híbridos devido à sua limitação de recursos energéticos e ao vasto potencial térmico do Pacífico. Além de ser proveniente de fonte limpa, renovável e continua, a OTEC pode ser instalada especialmente em ilhas e regiões tropicais isoladas, (OECC, s.d.).

4.5. Energia Eólica *Offshore*

A energia eólica *offshore* é gerada a partir da força dos ventos no mar, utilizando aerogeradores (turbinas eólicas) instalados sobre plataformas fixas ou flutuantes em alto-mar, geralmente a dezenas de quilômetros da costa (Jiang, 2021; IRENA, 2024). Essa tecnologia é semelhante à energia eólica terrestre, mas tem vantagens significativas devido às condições mais favoráveis do ambiente marinho, como, ventos mais fortes, constantes e menos turbulentos, maior espaço disponível para instalação de grandes parques eólicos e menor impacto visual e sonoro para as populações humanas (GWEC, 2023).

De acordo com a International Renewable Energy Agency (IRENA, 2024), a capacidade instalada global de energia eólica offshore ultrapassou 65 GW em 2024, e deve chegar a 380 GW até 2035.

O princípio de funcionamento é o mesmo das turbinas eólicas tradicionais: o vento faz girar as pás do rotor, que estão conectadas a um eixo principal acoplado a um gerador elétrico. No caso das instalações *offshore*, as turbinas são fixadas em estruturas submersas ancoradas ao fundo do mar ou flutuam sobre plataformas estabilizadas.



Figura 7: O Hornsea Project adaptado de <https://hornseaprojects.co.uk/hornsea-project-four/documents-library/formal-consultation>

Figure 7: The Hornsea Project adapted from <https://hornseaprojects.co.uk/hornsea-project-four/documents-library/formal-consultation>

em comparação a fontes como a solar e a eólica terrestre. Muitos projectos ainda se encontram em fase experimental, o que limita sua expansão em larga escala. Outro ponto de atenção são os impactos ambientais, que precisam ser cuidadosamente avaliados para evitar danos aos ecossistemas marinho.

A energia gerada é transmitida por cabos submarinos até uma subestação costeira, onde é integrada à rede elétrica. O Hornsea Project (Figura 7), localizado no Mar do Norte, é o maior complexo eólico offshore do mundo. O primeiro módulo, Hornsea One, entrou em operação em 2020, com 1,2 capacidade de GW, suficiente para abastecer mais de 1 milhão de residências britânicas (IEA, 2023). A fase seguinte, Hornsea Two, adicionou mais 1,3 GW, consolidando o Reino Unido como líder mundial em energia eólica offshore (Orsted, 2023).

Apesar do potencial promissor, a exploração das energias oceânicas ainda enfrenta desafios relevantes. Os custos de instalação e manutenção permanecem elevados, principalmente

5. Energia Oceânica em Moçambique: Matriz, Potencial e Desafios

5.1. Matriz Energético

Moçambique tem uma matriz energética marcada por duas realidades distintas, a energia eléctrica ligada à rede e a energia consumida pela comunidade (energia para cozinhar, aquecer, indústria, etc). A energia eléctrica ligada à rede (instalada e gerada) dominada maioritariamente pela hidroelectricidade com 2.189 MW representando cerca de 79% da matriz energética total, seguida do gás natural com 442 MW com cerca de 16%, combustíveis líquidos como o HFO/ diesel na capacidade de 108 MW na ordem de 4 % e a solar na capacidade de 41 MW na ordem de 1 % no ano de 2020, e as projeções para 2030 do Plano Director do Sector Eléctrico indicaram um aumento esperado na capacidade instalada para 6.001 MW (ALER e AMER, 2021), conforme ilustra a figura 8.

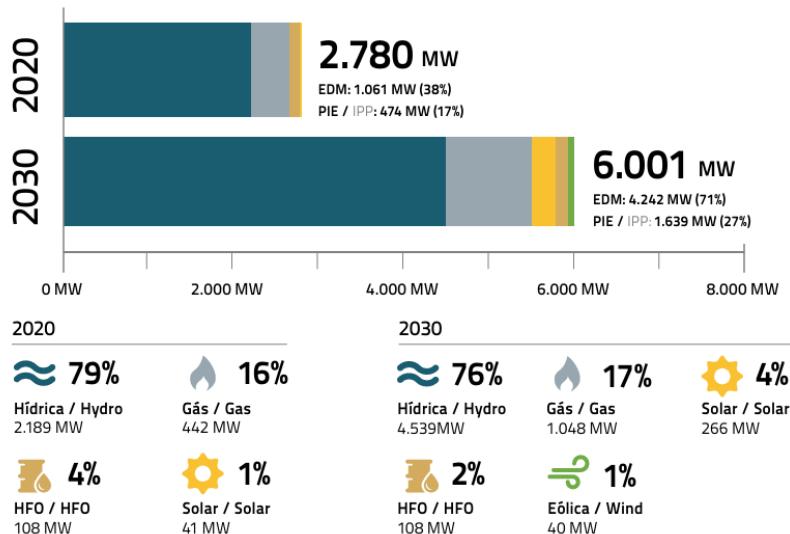


Figura 6: Matriz energética da energia elétrica ligada a rede na capacidade instalada e projeções para o ano 2030, adaptado do plano Director do Sector Electrico citado em Aler, 2021 , <https://www.aler-energia.org/pt/actividades/publicacoes/outras/download-do-resumo-e-animacoes/>

Figure 8: Energy matrix of grid-connected electricity in terms of installed capacity and projections for the year 2030, adapted from the Electricity Sector Master Plan cited in Aler, 2021, <https://www.aler-energia.org/pt/actividades/publicacoes/outras/download-do-resumo-e-animacoes/>

Energias Renováveis de Moçambique indica um potencial total de 23.026 GW dos recursos disponíveis no país. A energia solar constitui a fonte mais abundante em Moçambique, apresentando um potencial estimado em cerca de 23.000 GW. Este elevado potencial resulta da elevada radiação solar global incidente em plano horizontal, que varia entre 1.785 e 2.206 kWh/m²/ano, conferindo ao país uma das maiores disponibilidades de energia solar da região (Gesto energia S.A, 2014). Seguida da hidráulica com um potencial estimado em cerca de 19 GW, eólica com 5 GW, biomassa com 2 GW e a geotermal com cerca de 0.1 GW (vide a figura 9).

A energia consumida pelas famílias e comunidades para o uso doméstico e artesanal, a biomassa tradicional (lenha e carvão vegetal) representa a principal fonte . Estudos realizados por Fortes et al. (2019), Junior et al. (2022), Africa Energy Outlook (2024) e FAO (2000), indicam que cerca de 70 - 80% do consumo energético é satisfeita pela biomassa tradicional, usadas para suprir as necessidades energéticas domésticas da população urbana e rural de Moçambique. Segundo Belward (2011) citado em Junior et al., (2022), o crescimento da densidade populacional impulsiona o aumento do consumo de carvão vegetal. Essa tendência implica uma intensificação da pressão sobre os recursos florestais, o que pode resultar na expansão do desmatamento e na consequente perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.

Moçambique tem um extenso potencial para energia renováveis. O Atlas das

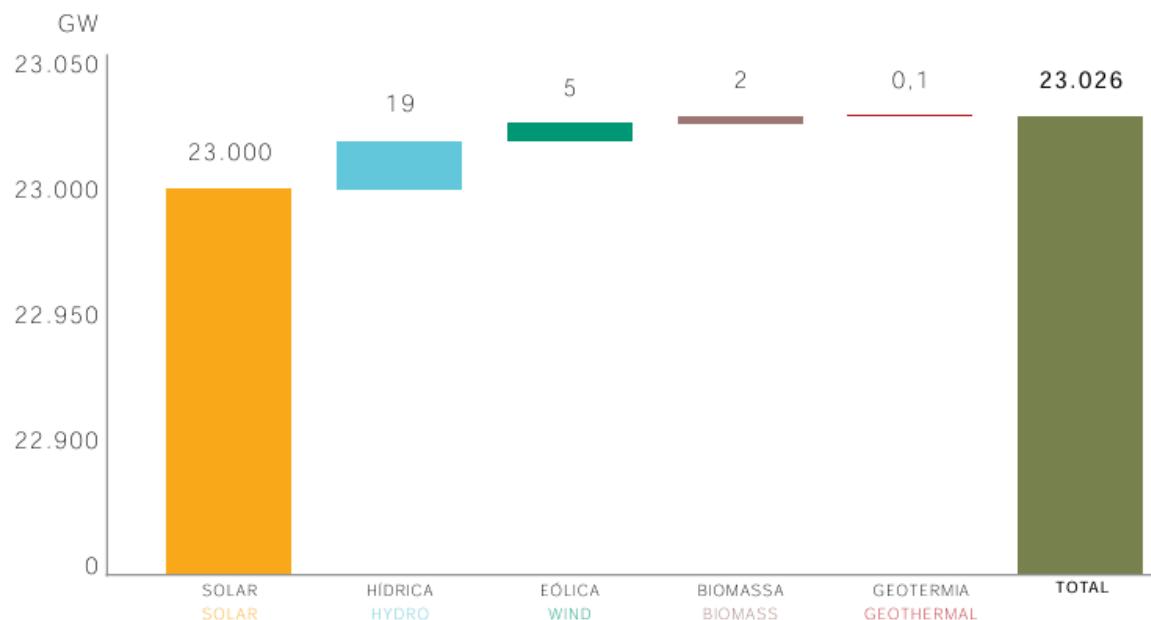


Figura 7- Disponibilidade de energia renovável em Moçambique adaptado do Atlas de energia renováveis de Moçambique 2014, Gesto energia S.A, 2014, p. 94.

Figure 9 - Availability of renewable energy in Mozambique, adapted from the Mozambique Renewable Energy Atlas 2014, Gesto Energia S.A., 2014, p. 94.

A energia solar é a fonte mais abundante em Moçambique, entretanto a hídrica é a fonte que apresenta mais projectos prioritários e mais aproveitado, correspondendo a 79% do total actual de 2.780 MW de potência instalada, e a fonte mais competitiva após a hídrica é a energia eólica, com enfoque especial no sul do país (Gesto energia S.A, 2014).

A matriz elétrica de Moçambique apresenta suas fragilidades, principalmente pela dependência de recursos hídricos, tornando o sistema vulnerável a secas prolongadas, agravadas pelas mudanças climáticas, o que reforça a necessidade de diversificar a matriz com fontes alternativas.

5.2. Potencial Energético Marítimo/ Oceânico

Moçambique possui uma das zonas costeiras mais extensas do continente africano, com cerca de 2.700 km de litoral banhado pelo Oceano Índico, o que representa um enorme potencial para o aproveitamento de diferentes formas de energia oceânica, incluindo a energia das ondas, das marés, das correntes e eólica *offshore*. Essa característica geográfica coloca o país em posição estratégica para o desenvolvimento futuro de tecnologias marinhas renováveis (INE, 2022).

Estudos realizados pela FUNAE, DNER e Gesto Energia S.A (2014) no mapeamento de energia renováveis de Moçambique, apontam que o país tem um baixo potencial de energia das ondas, porque o fluxo médio da energia das ondas no país situa-se entre os 5 kw/m na costa norte e centro e os 11 kw/m na costa sul, são valores considerados baixos para geração de energia eléctrica. Mas foram identificadas e selecionadas áreas de desenvolvimento de projectos-piloto para implatação das centrais de aproveitamento de energia das ondas, em três áreas na zona sul, província de Inhambane, podendo visualizar o mapa da figura 10.

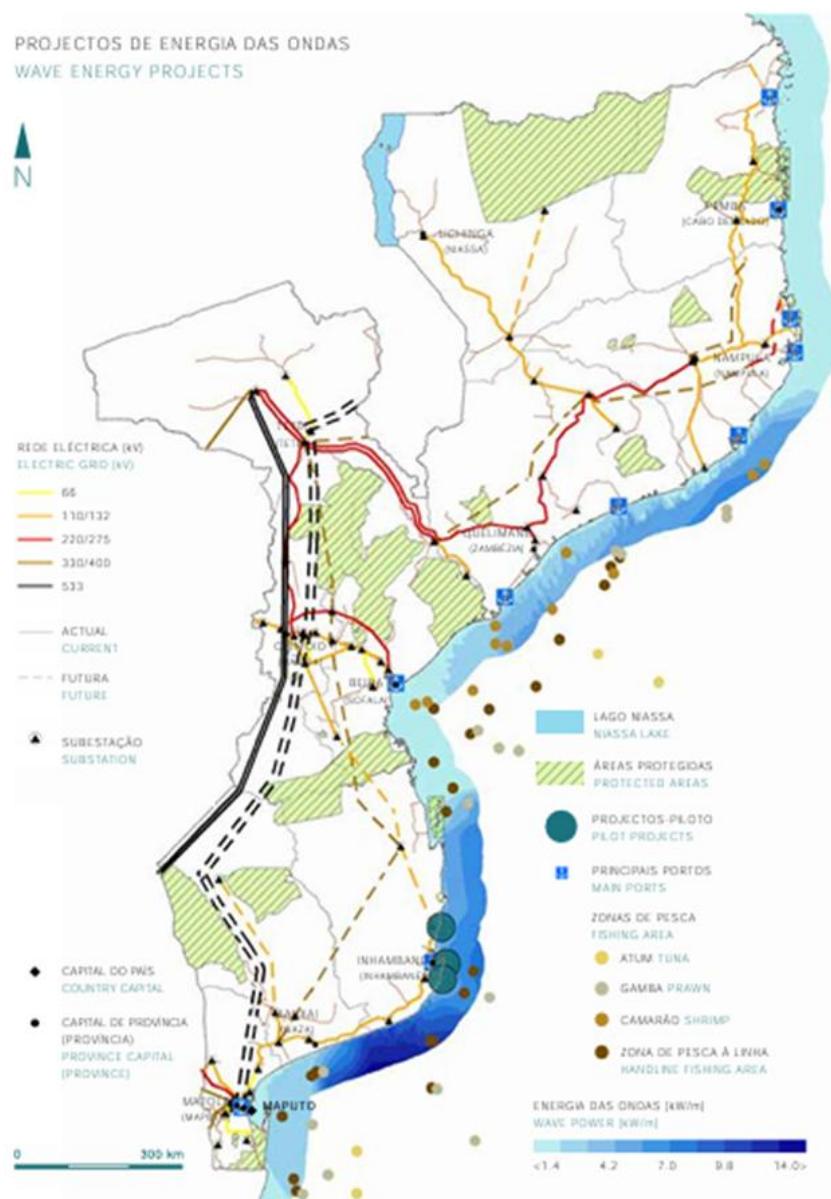


Figura 8. Áreas potenciais para geração de energia das ondas ao longo da costa de moçambique, e áreas selecionadas para desenvolvimento de projecto piloto, adaptado do Atlas de Energia de Moçambique, Fonte : Gesto Energia S. A., 2014.

Figure 10. Potential areas for wave energy generation along the coast of Mozambique, and areas selected for pilot project development, adapted from the Mozambique Energy Atlas, Source: Gesto Energia S.A., 2014.

1,4±0,5 m, 6-8±1,7 s, 6-7±3,9 kW m⁻¹, em média), e, finalmente com ondas da parte central do canal, apresentando um clima de ondas de menor energia (6 ±3,2 kW m⁻¹, em média). Picos de ondas altas (até 5±1,7 m) e ondas de alta energia (até 90±17,2 kW m⁻¹), atribuídos a condições de tempestade... [...]. Apesar da grande variação nas características das ondas, verificou-se que existe uma probabilidade significativa de ocorrência de condições favoráveis para a geração de energia. Em média, cerca de 61% das ondas no lado Oeste e 63% no lado Este do Canal de Moçambique ultrapassam os valores mínimos considerados viáveis para a produção de eletricidade ou seja, uma altura significativa superior a 1,6 metros e um fluxo de energia acima de 10 kW por metro”.

Outros estudos, como o de Sitoé, (2024), em seu estudo referente a estudos das energias renováveis oceânicas na zona costeira de Moçambique, com enfoque a energia das ondas, e a pesquisa de Sitoé, Hogaue e Haddout (2023) que também aborda sobre avaliação preliminar do potencial de energia das ondas perto da costa no Canal de Moçambique, apontam que há elevada variabilidade das características das ondas ao longo da costa, para a exploração viável na produção de eletricidade, mas o Sul do canal de Moçambique tem a potencia para exploração de energia das ondas oceânicas.

O canal de Moçambique recebe ondas da região extra tropical do oceano Índico Austral e ondas geradas pelas monções do Norte, modificadas por ventos alísios e ciclónicos (Sitoé, 2024), deste modo, criando variabilidade das ondas ao longo da costa:

“[...].as ondas no Canal de Moçambique são altamente variáveis (≥80%), com ondas altas (1,5-2±0,8 m em média), mais longas (8-20±1,7 s, em média) e mais enérgicas (10-23 ±6,3 kW m⁻¹, em média) ondas encontradas na parte sul do Canal, seguidas por ondas da parte norte do canal (1,2-

No que diz respeito ao potencial de energia ondomotriz e maremotriz em Moçambique, estudos realizados por Albergaria (2010), Canhangana e Dias (2005) e Orme (2010), citados em Sitoé (2024), indicam que as amplitudes médias das marés vivas variam entre 3,5 e 4,5 metros, podendo atingir cerca de 5,6 metros na região centro do país. Esses valores demonstram que a costa moçambicana apresenta condições favoráveis para a exploração da energia das marés, especialmente em zonas onde a diferença entre maré alta e maré baixa é mais acentuada.

O canal de Moçambique é atravessado por uma importante corrente oceânica denominada Corrente de Moçambique, que flui predominantemente de Norte ao Sul ao longo do Canal de Moçambique. As velocidades médias das correntes no norte de Moçambique variam entre 1-1,5 m/s podendo atingir valores máximos e superiores a 2 m/s (DiMarco et al., 2002; Ullgren et al., 2016 citado em Sitoé, 2024). No sul de Moçambique, as velocidades médias das situam se entre 1,1-1,7 m/s (Lamont et al., 2016 citado em Sitoé, 2024). Essa corrente apresenta um potencial considerável para a geração de energia, especialmente devido a sua constância e intensidade, que podem garantir uma fonte relativamente previsível de energia renovável. No entanto, esse potencial é limitado pelo facto de as maiores velocidades ocorrerem em áreas de mar aberto, situados a grandes profundidades e distância da costa (Sitoé, 2024), o que impõe desafios tecnológicos e económicos para a instalação e manutenção de sistemas de conversão de energia marinha.

5.3. Desafios

Embora Moçambique possua um potencial considerável para a exploração da energia oceânica, especialmente a ondomotriz e OTEC, os desafios financeiros, técnicos e logísticos actuais tornam sua implementação em larga escala um objetivo de longo prazo. Ademais, para um país que ainda figura entre os mais pobres do mundo, a adopção de tecnologias de energia oceânica ainda representa um desafio. De acordo com o Banco Mundial (2024), cerca de 60% da população moçambicana vive abaixo da linha da pobreza, e o sector agrícola continua a ser a principal fonte de rendimento e subsistência, empregando mais de 70% da força de trabalho nacional. Essa dependência do sector primário limita a capacidade de investimento em infraestruturas tecnológicas de grande porte, como as associadas à exploração de energia marinha.

A implementação de energias oceânicas que exigem elevados custos de capital, conhecimento técnico especializado e infraestrutura marítima ainda se mostra inviável no curto e médio prazo (IRENA, 2023). Entretanto, considerando o vasto potencial energético costeiro do país e as tendências globais de transição energética azul, é plausível projectar num horizonte de aproximadamente 50 anos para o país integrar essas tecnologias no seu sistema energético.

Apesar do considerável potencial energético oceânico de Moçambique, a investigação científica sobre o aproveitamento dessas fontes ainda é incipiente. São poucos os estudos que abordam de forma sistemática a temática, evidenciando a necessidade de maior atenção acadêmica e técnica para avaliar e explorar de maneira sustentável o potencial energético do país.

Um outro desafio na implementação de energia oceânica, que o país pode enfrentar, consiste na falta de normas específicas para energia oceânica, há uma necessidade de se actualizar os planos de ordenamento costeiro e marinho e há pouca integração entre as instituições setoriais, por exemplo, energia, ambiente, mar, indústria. Possivelmente, como solução, pode se desenvolver um quadro legal específico para energias marinhas, criar uma agência reguladora marítima-energética que coordene licenciamento, monitoramento e fiscalização e investir em planeamento espacial marinho para identificar zonas adequadas para exploração energética.

6. Leis e regulamentos da energia Azul

A energia azul, conceito integrado no âmbito mais vasto da economia azul, engloba o aproveitamento sustentável dos recursos marinhos e costeiros, incluindo a energia proveniente das ondas, marés, correntes, gradientes térmicos e eólico. Em Moçambique, este tema tem ganho crescente relevância, sobretudo, devido à extensão da sua zona costeira de mais de 2.700 km e às condições oceanográficas favoráveis para a geração de energia renovável a partir do mar.

Actualmente, o enquadramento legal da energia azul em Moçambique ainda se encontra em fase de consolidação. A Lei n.º 12/2022 – Lei da Eletricidade estabelece o regime jurídico para a produção, transporte e distribuição de energia eléctrica, reconhecendo explicitamente as fontes renováveis, entre as quais se incluem as energias marinhas. Complementarmente, o Diploma Ministerial n.º 119/2023 – Código das Energias Renováveis define as normas técnicas aplicáveis a projectos de geração de energia limpa, podendo servir de base para futuras iniciativas de energia offshore.

Contudo, apesar destes avanços, não existe ainda uma legislação específica dedicada à energia dos oceanos em Moçambique. A ausência de um quadro jurídico próprio para a exploração, licenciamento e monitorização de projectos, representa um obstáculo à atracção de investimentos e à implementação segura e ambientalmente responsável de tecnologias marinhas emergentes.

Em Mocambique, as leis e normas que regem no uso e aproveitamento dos recursos naturais energéticos e as respectivas instituições que presam pelo controlo desses recursos são apresentados na tabela 1 abaixo:

Documento	Descrição (Energia Azul)
Lei da Eletricidade (Lei n.º 12/2022)	Reconhece que a produção de energia incluir a solar, o eólica, hidrologica, biomassa, geotérmica, gás, marés, etc
Lei do Ambiente (Lei n.º 20/97)	Exige Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para projectos energéticos.
Lei do Mar (Lei n.º 20/19):	Regula o uso do espaço marítimo, essencial para projetos eólicos offshore e energias marinhas.
Estratégia de Desenvolvimento de Energias Renováveis (EDER, 2011)	Documento estratégico que visa aumentar a participação das renováveis na matriz energética nacional.
Diploma Ministerial n.º 119/2023 Código das Energias Renováveis	Estabelece requisitos para ligação e de instalações renováveis à rede, embora não seja específica de energia marinha, pode aplicar-se a conversores offshore.
Estratégia de Desenvolvimento da Economia Azul (EDEA)- aprovado pelo Governo em 2024/2025	Identifica o sector de energia marinha como um dos de baixo conhecimento e alto potencial “nos sectores do ... energia, detecta-se conhecimento ainda pouco aprofundado do potencial das energias marinhas”.

Tabela 1 - Leis e normas que regem no uso e aproveitamento dos recursos naturais.

Table 1 - Laws and regulations governing the use and exploitation of natural resources.

Apesar de existir a Lei da Eletricidade (12/2022) que já abre o caminho para fontes renováveis inclusive marinhas, não existe ainda uma lei específica em Moçambique que regulamente exclusivamente a energia das ondas, correntes ou marés (energia offshore marinha) de forma detalhada.

6. Conclusão

Diante da urgência da transição energética, o ODS 7 reforça a importância de fontes renováveis para garantir acesso universal à energia limpa. Nesse contexto, os oceanos emergem como aliados estratégicos, oferecendo múltiplas formas de geração de eletricidade de maneira sustentável. Apesar dos desafios tecnológicos e económicos, as perspectivas indicam que a exploração da energia oceânica poderá desempenhar um papel central na diversificação da matriz energética mundial. Assim, o fortalecimento da pesquisa, da cooperação internacional e das políticas públicas é essencial para transformar o vasto potencial dos oceanos em uma realidade concreta, contribuindo para o alcance do ODS 7 e para um futuro mais sustentável. Moçambique, banhado pelo oceano Índico, representa uma oportunidade estratégica para diversificar a matriz energética e reduzir a dependência da hidroeletricidade, que é vulnerável a períodos de seca. No entanto, para a aplicação deste tipo de energia, o país enfrenta diversos factores limitantes como, limitações tecnológicas e capacidade técnica, a ausência de uma legislação específica para a energia oceânica, elevados custos de investimentos de implementação neste tipo de energia e a investigação ou estudos relacionados à energia oceanica no país ainda é incipiente, com poucos trabalhos publicados, deste modo, dificultando na exploração e aproveitamento efectivo da energia proveniente do oceano. Apesar das limitações, a inclusão das energias oceânicas no planeamento energético nacional poderá contribuir não apenas para o alcance do ODS 7, mas também para o desenvolvimento socioeconómico sustentável do país.

Agradecimentos / Acknowledgements

Os nossos agradecimentos vão aos revisores da revista, que ajudaram a melhorar o trabalho / Our thanks go to the journal's reviewers, who helped improve the work.

Nota dos colaboradores/ Note from the contributors.

Letícia Jorge Munguambe, Mestranda em Geodesenvolvimento Costeiro e Azul, Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique. leticiamunguambe@gmail.com

Elisa Eda Nhambire, PhD, Docente e Pesquisador na Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente da Universidade Pedagógica de Maputo; E-mail: enhambire@up.ac.mz

Conflito de Interesse / Conflict of Interest

Sem conflito de interesses/ No Conflict of Interest

7. Referências

- Advancements and Challenges in Tidal Stream and Oceanic Current Turbines: An Overview of Current Technologies and Future Prospects. (2025). *Marine Development*, 3, 10.
- An assessment of ocean thermal energy conversion resources and climate change mitigation potential. (2025). *Climatic Change*, 178, Article 103.
- Associação Lusófona de Energias Renováveis (ALER) e Associação Moçambicana de Energias Renováveis (AMER). (2021).
- Bahaj, A. S. (2011). Generating electricity from the oceans. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(7), 3399–3416. Disponível em : <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.032>
- Banco Mundial. (2024). *Mozambique Economic Update: Sustaining Growth and Reducing Poverty*. Washington, DC: World Bank Group.
- Canada Energy Regulator. (2017). *Canada's adoption of renewable power sources – Energy market analysis: Emerging technologies (Archived)*. Disponível em <https://www.cer-rec.gc.ca/en/data-analysis/energy-commodities/electricity/report/archive/2017-canadian-adoption-renewable-power/2017cnndptnrnwblpwr-eng.pdf>

- Chen, F. (2025). Marine Energy: Comparison of Tidal and Wave Energy. *Highlights in Science, Engineering and Technology*.
- Cisco, L. A., Koch, A. H. S., Condotta, M. P., Hofstatter, R., Harras, L. M., Oleinik, P. H., Paiva, M. S., Isoldi, L. A. & Machado, B. N. (2020). *O Oceano como fonte de energia: uma revisão da literatura*.
- Club of Mozambique / Africa Energy Outlook (2024). *Mozambique special report – biomass share and energy consumption*.
- Diploma Ministerial n.º 119/2023, de 14 de novembro. *Código das Energias Renováveis. Ministério dos Recursos Minerais e Energia*. Disponível em: <https://lexlink.eu>
- Eco Wave Power Gibraltar: A Wave Energy Innovation. (n.d.). *Eco Tech News*.
<https://www.ecotechnews.world/eco-wave-power-gibraltar-a-small-scale-wave-energy-breakthrough/>
- Electricidade de Moçambique (EDM) (2023). *Relatório Anual de Energia 2023*. Maputo: EDM.
- Electricidade de Moçambique (EDM). *Integrated Master Plan / Power Sector Master Plan (2018–2043) – planos de capacidade e projeções*.
- Électricité de France. (2023). *Memo guide – La Rance tidal power plant*. EDF Group. Disponível em : https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-08/memoguide%20La%20Rance%20GB_c_1.pdf
- Électricité de France. (2024). *Navigation & safety rules around the Rance tidal power plant*. EDF Group. Disponível em https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-08/Navigation_Safety%20rules%20around%20the%20Rance%20tidal%20power%20plant_0.pdf
- Empresa de Pesquisa Energética. (2016). Balanço energético nacional: Ano base 2015. EPE.
- Empresa de pesquisa Energética. (2020). Matriz energética. Disponível em : <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>
- Energy Digital. (2025). *Top 10 wave and tidal projects*. <https://energydigital.com/top10/top-10-wave-and-tidal-projects/>
- Energy Monitor. (s.d.). *Mutriku Wave Power Plant, Basque Country, Spain*.
<https://www.energymonitor.ai/projects/mutriku-wave-energy-plant/>
- Energypedia / fontes técnicas. (2022–2023). *Mozambique – Electricity situation and installed capacity (hydro, gas, HFO, solar)*.
- European Wind Energy Association. (2013). *Wind energy – The facts: A guide to the technology, economics and future of wind power*. Earthscan.
- Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). (s.d.). *Woodfuel and charcoal background / country data on woodfuel consumption* (relatórios e capítulos sobre dependência de biomassa).
- Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). (2003). *Review of the existing studies related to fuelwood and/or charcoal in Mozambique*. Disponível em: <https://www.fao.org/4/x6796e/X6796E03.htm#TopOfPage>
- Fortes, A. G., Mutenda, F. M. E Raimundo, B. (2020). Ernergia renováveis em Mocambique: disponibilidade, geracao, uso e tendencias futuras. *Revista Brasileira Multidisciplinar*,(23)1, 08-27. DOI:10.25061/2527-2675/ReBraM/2020.v23i1.681.
- Franco, A. C., Barbosa, C. T., Zarpelon, F. A. M., Lozeckyi, J., Salache, L. A., Fujinaga, C. I. & Zambenedetti, G. (2020). Energia Limpa e a acessível: garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos. In *IV Encontro internacional de gestão, desenvolvimento e inovação* (de 03 a 06 de novembro de 2020- edição online, pp.01-06).
- Gesto Energia S.A.(2014) Atlas das energias renovaveis de Mocambique- Recursos e projectos para producao de eletricidade. Fundo de Energia de Mocambique (FUNAE) e Direccao Nacional de Energia Novais e Renovaveis (DNER).
- Global Wind Energy Council. (2022). Global offshore wind report 2022. <https://gwec.net>.
- Goldemberg, J. & Lucon, O. (2007). Energia renováveis: um futuro sustentável. *Revista USP*,72, 06-15.
- Goldemberg, J. (2020). Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. São Paulo em perspectiva, 14(3), 91-97.
- IHI Corporation. (2022). *Kairyu Ocean Current Turbine Project Report*. Tóquio.

- International Energy Agency (IEA). (2021). Offshore Wind Outlook 2021. International Energy Agency. Disponível em <https://www.iea.org/reports/offshore-wind-outlook-2021>
- International Energy Agency (IEA). (2022). Non-renewable energy sources. International Energy Agency. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/non-renewable-energy>
- International Energy Agency (IEA). (2024). Mozambique — Energy Policy Review 2024 (IEA report). Disponível em: IEA analysis and country page.
- International Energy Agency (IEA). (2023). Offshore Wind Energy Systems Report,.
- International Energy Agency (IEA-OES). And Ocean Energy Systems. (2023). Annual Report.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Renewable Energy Prospects for Africa: Mozambique Country Profile. Abu Dhabi: IRENA.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Global Offshore Wind Outlook
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Offshore renewables toolkit. <https://www.irena.org/Digital-Report/Offshore-Renewables-Toolkit>
- Jiang, Z. (2021). Installation of offshore wind turbines: A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.103086>
- Junior, J. F., Ribeiro, N., Wells, G., Artur, L., Ryan, C., Farão, A. A., Hargreaves, P., Bower, S e Fisher, J. (2022). Produção Sustentável de carvão vegetal em Moçambique: um contributo ao anteprojecto da Lei florestal. *Observatório do Meio Rural (OMR)*, 179
- Kim, A., & Kim, H. (2020). Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) – Past, Present, and Progress. *IntechOpen*. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/intechopen.86591>
- Korea Water Resources Corp. (2022). Sihwa Lake Tidal Power Plant
- Lei n.º 12/2022, de 11 de julho. Lei da Eletricidade. Boletim da República, I Série, n.º 135. Disponível em: <https://www.aler-energia.org>
- Lima, L. J. B. (2023). Energia segura, sustentável e acessível. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/1806
- Lynn, P. A. (2013). Electricity from Wave and Tide: An Introduction to Marine Energy. London, UK: Wiley.
- Makai Ocean Energy Research Center. (2023). Hawaii
- Manwell, J. F., McGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2009). Wind energy explained: Theory, design and application (2nd ed.). Wiley.
- Mentis, D., Siyal, S. H., Korkovelos, A. & Howells, M. (2017). Estimating the spatially explicit wind generated electricity cost in Africa- A GIS based analysis. ELSEVIER: Energy Strategy Reviews, 17, 45-29.
- Meyer, I., Wooldridge, C., & Karthikeyan, S. (2020). Marine renewable energy potential and challenges in the Western Indian Ocean. *Renewable Energy Journal*, 156, 1129–1142.
- MeyGen Ltd. (2018). MeyGen tidal energy project phase 1: Environmental statement. Tethys. Disponível em <https://tethys.pnnl.gov/publications/meygen-tidal-energy-project-phase-1-environmental-statement>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2013, Junho 12). What causes ocean currents? Ocean Explorer. Disponível em: <https://oceanexplorer.noaa.gov/facts/currents.html>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). Global Ocean Temperature Data. Disponível em: <https://www.noaa.gov> Acesso em: 7 nov. 2025.
- New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). (2022). Ocean Energy Demonstration Project – Kuroshio Current. Yokohama.
- Offshore Energy. (2016, Fevereiro, 15). Ghana presses ahead with wave energy. Disponível em: <https://www.offshore-energy.biz/ghana-presses-ahead-with-wave-energy/>
- Orsted . (2023). Energy. Hornsea Project Overview.
- Overseas Environmental Cooperation Center (OECC). (s.d.). Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC). Japão. Disponível em : https://www.oecc.or.jp/en/project/climate_change/innovative_technology/otec/
- Pacific North West National Laboratory. (2021, outubro, 19). White Paper on Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC).

- Pelc, R., & Fujita, R. M. (2002). Renewable energy from the ocean. *Marine Policy*, 26(6), 471–479. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(02\)00045-3](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(02)00045-3)
- Raju, S., Bhattacharya, S. K., & Vendhan, C. P. (1983). Ocean energy. *J. Inst. Eng. (India), Civil Engineering Division*, 63(CI-1).
- República de Moçambique. (1997). Lei n.º 20/97, de 1 de Outubro: Lei do Ambiente. Maputo. Disponível em: https://biblioteca.biofund.org.mz/biblioteca_virtual/lei-n-o-2097-de-1-de-outubro-lei-do-ambiente/
- República de Moçambique. (2011). Estratégia de Desenvolvimento de Energias Novas e Renováveis (EDENR/EER) para o período 2011-2025. Maputo: Ministério da Energia.
- República de Moçambique. (2019). Lei n.º 20/2019, de 8 de Novembro: Lei do Mar. Boletim da República, I Série, n.º 216. Disponível em: <https://www.proazul.gov.mz/wp-content/uploads/2021/07/LEI-20.-2019-de-08-de-Novembro-Lei-do-Mar-1>
- República de Moçambique. Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas (MIMAIP). (2024). Estratégia de Desenvolvimento da Economia Azul (EDEA): 2024-2033. Maputo. Disponível em: <https://www.proazul.gov.mz/wp-content/uploads/2024/11/EDEA-ESTRATEGIA-DE-DESENVOLVIMENTO-DA-ECONOMIA-AZUL- FINAL TYPO PRINT WEB.pdf>
- Ribeiro, N. R. (2022). Os Objectivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU Analisando o ODS 7 e os seus impactos na Realidade Brasileira.
- SIMEC. (2023). Atlantis Energy, MeyGen Tidal Project Report .
- Sitoe, A. F. (2024). Estudo das energias renováveis oceanicas na zona costeira de Moçambique.
- Sitoe, A.F., Hoguane, A.M. e Haddout, S. (2023) Preliminary assessment of near shore wave energy potential in the Mozambique Channel. *Journal of Water and Climate Change* 14 (1): 330–349. doi: <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.475>
- Soerensen, H. C. e Weinstein, A. (2008).“ Ocean Energy: Position paper for IPCC”. In: proceedings of IPCC Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Lubeck, Alemanha.
- Talley, L. D., Pickard, G. L., Emery, W. J. e Swift, J. H. (2011). *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction*. 6. ed. Amsterdam: Elsevier.
- Tethys. (n.d.). Jiangxia tidal power plant. Retirado de <https://tethys.pnnl.gov/project-sites/jiangxia-pilot-tidal-power-plant>
- Torri, T. A. P & Torri, N. P. (2023). Uso de energia limpa como forma sustentável de preservação e produção. *Revista Foco*, 16n4-037(e15070), 01-06.
- Trenberth, K. E. e Fasullo, J. T. (2010). Tracking Earth's Energy: From El Niño to Global Warming. *Surveys in Geophysics*, 33(3–4), 413–426.
- UNESCO. (2021). Ocean Science Roadmap for UNESCO's Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374819>
- UNESCO.(2023).Ocean Thermal Energy Conversion Overview.
- Vega. (1999). Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC): The future of ocean energy conversion.
- Wave and tidal current energy – A review of the current state of research beyond technology. (2016). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1070-1081.
- <https://aimnews.org/2023/11/05/energias-renovaveis-com-70-por-cento-de-peso-na-matriz-energetica-nacional>
- <https://baonguyen1994.wordpress.com/>
- <https://baonguyen1994.wordpress.com/introduction-to-wave-energy/>
- <https://cbei.blog/tidal-power-project-in-japan/>
- <https://goldenergy.pt/glossario/energia-das-mares/>
- <https://hornseaprojects.co.uk/hornsea-project-four/documents-library/formal-consultation>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_maremotriz_de_La_Rance
- <https://therenewables.org/ocean-wave-energy-and-its-types/>
- <https://www.britannica.com/science/wave-power>

<https://www.diarioeconomico.co.mz/2025/04/23/oilgas/renovaveis/renmoz-2025-atlas-de-energias-renovaveis-indica-que-o-pais-triplicara-a-capacidade-energetica-com-fontes-renovaveis-ate-2030/#:~:text=Produzido%20pela%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Mo%C3%A7ambicana%20de%20Energias%20Renov%C3%A1veis%20%28AMER%29%2C,concretiza%C3%A7%C3%A3o%20da%20meta%20de%20electrifica%C3%A7%C3%A3o%20universal%20at%C3%A9%202030.>

<https://www.ecosources.org/104-sihwa-la-plus-puissante-usine-maremotrice-au-monde>

<https://www.francebleu.fr/infos/environnement/dinard-les-visites-reprennent-ce-samedi-a-1-usine-maremotrice-de-la-rance-1593610057>

<https://www.linquip.com/blog/what-is-wave-energy/>