

ESTADO DE GERAÇÃO E UTILIZAÇÃO DA ENERGIA OCEÂNICA: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

¹Marco André Matos Cutrim; ¹andremarcomatos@hotmail.com; ¹Universidade Ceuma
²Antonilton Serra Sousa Junior; ²antonilton.junior@hotmail.com; ²Universidade Ceuma;

RESUMO: *A crescente necessidade de consumo de energia elétrica mundial e, conseqüentemente, a matriz energética ainda apresentam grande dependência dos recursos não renováveis. Alguns estudos apontam os riscos eminentes do tempo finito das fontes não renováveis de energia e sua importância no dia a dia da população. Observa-se, então, a necessidade de exploração de outras fontes energéticas de eletricidade: as renováveis. Diante das possibilidades, o aproveitamento do oceano tem se mostrado uma grande oportunidade para suprir parte das demandas em vários países, pois, algumas localidades possuem considerável potencial energético a ser aproveitado para geração de energia elétrica. Para tanto, esta pesquisa tem como objetivo analisar o estado de geração e utilização de energia oceânica, especificamente de marés, nas redes elétricas.*

PALAVRAS-CHAVE: *Energias Renováveis; Energia Oceânica; Energia de Marés; Impactos.*

ABSTRACT: *The growing need for electric energy consumption worldwide and, consequently, the energy matrix still present a great dependence on non-renewable resources. Some studies point out the imminent risks of the finite time of non-renewable energy sources and their importance in the day-to-day people. Therefore, it is observed the need to exploit other energy sources of electricity: renewables. Facing the possibilities, the use of the ocean has been a great opportunity to supply part of the demands in several countries, because some localities have a considerable energy potential to be used for the generation of electricity. For that, this survey aims to analyze the status of generation and use of oceanic energy, specifically tide, in electrical networks.*

KEYWORDS: *Renewable Energy; Oceanic Energy; Tide Energy; Impacts.*

1. Introdução

Os combustíveis fósseis possuem uma grande participação global na geração de eletricidade, sendo majoritariamente utilizados no atendimento da crescente demanda energética pela população mundial. Alguns fatores, como a acentuação das mudanças climáticas e o aumento dos impactos ambientais, fizeram surgir a proposta de redução do consumo de combustíveis fósseis e aumento do uso de fontes renováveis, como alternativa para a matriz energética em todo o mundo. As fontes renováveis de energia são infinitas, ou seja, não se esgotam no decorrer do tempo, e, por isso, oferecem benefícios econômicos e ambientais. O potencial para fontes renováveis de energia tem se mostrando abundante e diversificado em todo o mundo. Quando utilizadas da maneira correta, podem fornecer energia segura e contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, participantes no aumento do aquecimento global.

Os crescentes problemas da demanda energética acarretaram um crescente avanço no desenvolvimento de formas alternativas de geração de energia em todo o mundo. Para tanto, novas fontes têm sido estudadas não só para diversificar a matriz energética dos países, mas,

também, para desenvolver alternativas que reduzam os impactos, especialmente os de ordem ambiental, causados pela geração, distribuição e consumo de energia, tanto em grande como em pequena escala.

Nessa perspectiva, surge o debate acerca da viabilidade de implantação de energias renováveis, principalmente as que permitam um distúrbio cada vez menor ao meio ambiente e à sociedade como um todo. Dentre as fontes mais conhecidas estão os geradores que convertem a incidência dos raios solares em energia elétrica; e turbinas que utilizam a força dos ventos para conversão eólica. Entretanto, observa-se um crescente avanço dos sistemas de conversão baseados no movimento das ondas do mar para produção energética.

Para tanto, este trabalho busca analisar o estado de geração e utilização de energia oceânica, especificamente de marés, nas redes elétricas, por meio de uma metodologia baseada em pesquisas bibliográficas, cujo objetivo é demonstrar o estado da arte acerca do tema abordado

2. Metodologia

Para alcançar os objetivos traçados para realização da pesquisa e buscar respostas para o questionamento levantado, este estudo será baseado em uma pesquisa bibliográfica de caráter documental, a partir de documentos, como livros, jornais, revistas, periódicos, artigos científicos e demais materiais utilizados como fonte de informação no decorrer do desenvolvimento do estudo (LAKATOS; MARCONI, 2017).

A trajetória metodológica adotada constituiu-se de realização de pesquisa de caráter exploratório, pautada em estudo da produção científica, com abordagem quantitativa (OLIVEIRA, 2004). Exploratório pois pretende não apenas representar e analisar o estágio atual da relevância sobre energia das marés, mas, também, avaliar de as contribuições científicas que estão diagnosticando este setor. Quantitativo por abordar dados numéricos, gerando novas informações que permitam melhor compreensão do problema abordado.

3. Energias oceânicas

Segundo Fleming (2012), as energias oceânicas podem ser exploradas de diversas maneiras, com destaque para a captação através das marés e das ondas. Nesse sentido, as marés podem ser utilizadas para geração de eletricidade, por meio de duas formas: com a conversão da energia cinética das correntes; e, predominantemente, com a transformação da energia potencial, por meio de usinas.

3.1. Energia de marés

A partir do século XII, a energia gerada por meio dos desníveis das marés passou a ser utilizada, principalmente por camponeses na França e Inglaterra para moer sementes e cereais. Este procedimento era feito através da energia maremotriz, com a captação do desnível das marés, e cinética, com sua velocidade, transformando a energia captada com a utilização de moinhos (SILVA et al. 2018). Com o passar dos anos, pesquisas foram realizadas acerca dos possíveis tipos de obtenção de energia, destacando a energia retirada através da diferença de altura entre as marés baixa e alta. Esse fato ocorre em consequência do movimento de rotação da terra e da atração gravitacional, que levam, aproximadamente, 12 horas para alternar entre essas duas marés.

Para tanto, a energia maremotriz utiliza o enorme poder das marés em sua geração. O relatório realizado pela World Offshore Renewable de 2004 estimou o potencial mundial das energias das marés em 3.000 GWA. Entretanto, menos de 3% dessa energia está localizada em locais adequados para sua geração. A energia das marés tem sido utilizada em grandes barragens, situadas em áreas com marés de altas amplitudes. Nesse sentido, vários países possuem grandes amplitudes de marés, como Rússia, Reino Unido, França e China, apresentando locais viáveis para instalações de fontes captação de energia das marés (OLIVEIRA, 2016).

4. Potencial e situação das energias oceânicas

Em decorrência dos oceanos representarem 70% da superfície planeta, possuem enormes quantidades de energia. Entretanto, poucas avaliações do real potencial de energias oceânicas no mundo foram realizadas. Sendo assim, as projeções mundiais podem variar abruptamente com 7.300 EJ/ano de potencial teórico, cujos 335 EJ/ano de potencial técnico estão previstos até 2050 e apenas 7 EJ/ano, aproximadamente, são explorados (ROGNER; BARTH-EL; CABRERA, 2000).

4.1. No mundo

Apesar do estágio preliminar da avaliação dos recursos de energia dos oceanos, conforme apresenta Fleming (2012), teoricamente, o potencial já identificado pode exceder as necessidades humanas de energia. As barragens de maré são a principal forma de geração de eletricidade oceânica atualmente, cuja energia vem da diferença de altura da coluna de água na barragem. Todo o potencial global deste tipo de energia está estimado em cerca de 3 TW, sendo, aproximadamente, 1 TW disponível através de águas relativamente rasas. Existe uma limitação

no aproveitamento da energia de variação de altura de maré em áreas cujas variações são superiores a 5 metros. Esse fator diminui a quantidade de regiões cuja geração possa ser efetivada, como mostra a Figura 1.



FIGURA 1 – Locais com maré de altura superior a 5 metros. Fonte: Adaptado de Fleming (2012).

Conforme Fleming (2012), foram realizadas algumas estimativas do potencial global decorrente da energia gerada pelas ondas. Nesse sentido, teoricamente, há um potencial líquido mundial da ordem de 3 TW, que pode ser distribuído mundialmente na forma mostrada pela Figura 2.

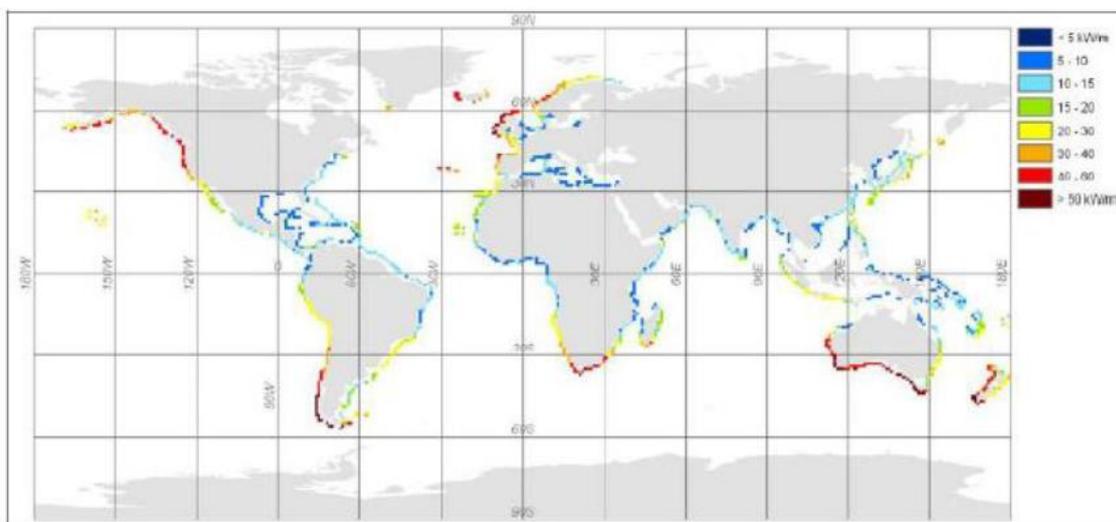


FIGURA 2 – Potencial líquido teórico. Fonte: Adaptado de Fleming (2012).

Como as barragens de marés utilizam tecnologias muito semelhantes às utilizadas pelas usinas hidrelétricas, representam as possibilidades mais consolidadas de aproveitamento da energia dos oceanos, o que as tornam comercialmente disponíveis. No entanto, o aproveitamento de

energia das ondas ainda está em fase pré-comercial, apesar de apresenta o maior número de equipamentos em desenvolvimento. Em 1966 na França, entrou em operação o primeiro projeto de energia oceânica, no mundo, em escala comercial, a barragem de maré de La Rance. A construção da usina maremotriz consiste em uma barragem de 750 metros de comprimento, levando seis anos para efetivação, sendo composta de 24 turbinas Kaplan de 10 MW cada, cuja capacidade total é de 240 MW (FLEMING, 2012).

No Canadá, está em desenvolvimento outro projeto de energia maremotriz, na Baía de Fundy, em Annapolis Royal, desde 1984. Conforme destacado por Tavares (2005), a baía canadense possui uma das maiores amplitudes de maré do mundo, chegando a 17 metros, porém, a usina tem capacidade limitada de geração de 20 MW, valor bem inferior ao da usina francesa.

Em 2011, entrou em operação a usina do Lago Sihwa, na Coreia do Sul, sendo a maior usina de energia maremotriz, com capacidade de 255 MW, superando a de La Rance, na França. Além disso, outro projeto está em desenvolvimento na baía de Swansea, no País de Gales, cuja capacidade é prevista para 320 MW. Com a nova proposta, ocorrerá a construção de um lago artificial separado do mar, reduzindo os impactos ambientais (POYRY, 2014).

Ademais, Portugal possui grande destaque no aproveitamento de energia das ondas desde 1999, com o desenvolvimento da Central de Ondas do Pico, em Açores, sendo a primeira usina do mundo com a capacidade de produzir eletricidade a partir das ondas, por meio da utilização de tecnologia de coluna de água oscilante associada com uma turbina Wells com potência instalada de 400 kW (POYRY, 2014).

4.2. No Brasil

Na costa do Brasil podem ser encontradas amplitudes de maré menores do que as encontradas em alguns locais da Europa, visto que as variações de altura podem chegar a 14 m no estuário de Severn, no Reino Unido, sendo a segunda maior variação do mundo (KERR, 2007). Entretanto, o Maranhão apresenta variações de altura de maré maiores que 6 m e dois picos de variação estão situados no Amapá, um de 8 m e outro de 11 m, respectivamente, na estação de Santa Maria do Cocal e na estação de Igarapé do Inferno (VELLOZO; ALVES, 2006). Conforme mostrado na Figura 3, o litoral norte e parte do nordeste possuem as maiores variações de altura de maré.

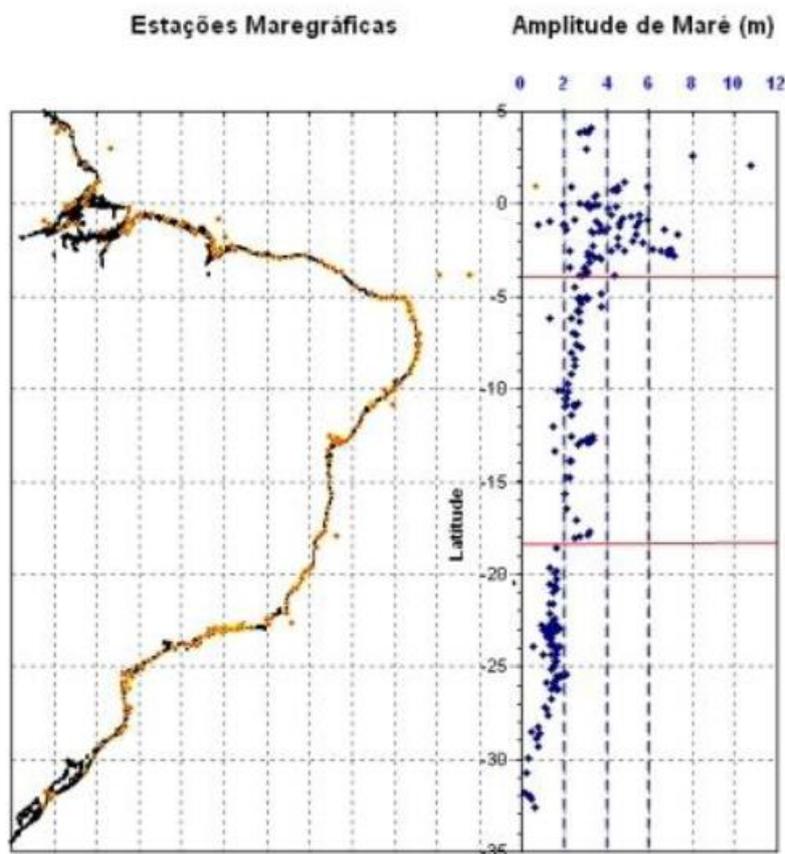


FIGURA 3 – Variação da altura de maré na costa do Brasil. Fonte: Adaptado de Vellozo e Alves (2006).

Além disso, as pequenas latitudes das regiões norte e nordeste caracterizam estas áreas com menor influência de fenômenos meteorológicos, diferente do que ocorre na Europa e, até mesmo, na região sul do Brasil, o que permite à maré ser predominantemente astronômica, aproximando a maré real dos dados previstos (FERREIRA, 2007).

Segundo Fleming (2012), na década de 1970, no litoral do Maranhão foi construída uma barragem no estuário de Bacanga, na busca de aproximar São Luís e o porto de Itaqui. Diversos estudos foram realizados na época da construção da barragem, que consideravam o local e suas variações de altura de maré de até 6,5 metros para aproveitamento na geração de eletricidade. Restrições econômicas e técnicas impediram a implementação do projeto, apesar de ser bastante promissor. As principais restrições técnicas foram resultadas da ocupação desordenada das áreas do reservatório planejado e da construção de uma avenida na área vizinha do reservatório, o que obrigou um controle maior da barragem, reduzindo a cota máxima prevista no projeto inicial e o potencial teórico local de geração de energia elétrica.

Além do Maranhão, estudos buscaram identificar outros potenciais brasileiros para geração de

energia das marés. A Eletrobrás realizou, segundo Fleming (2012), uma pesquisa no início da década de 1980, acerca do potencial energético de marés do litoral norte do Brasil, incluindo o projeto piloto da barragem do Bacanga. Os dados levantados permitiram identificar outras 40 baías em uma área de 5.000 km², cujo potencial teórico era de 27 GW.

Vale ressaltar que diversas mudanças ocorreram ao longo dos trinta anos decorridos desde a pesquisa, diminuindo o potencial de geração no estuário do Bacanga, o que pode ter ocorrido também em algumas das 40 baías. Para que esse fato possa ser verificado, faz-se necessária a coleta de informações específicas de cada região para averiguação dos novos cenários.

Atualmente, existe no Brasil apenas um projeto piloto de utilização de energia do movimento das ondas, sendo pioneiro na América Latina, localizado em Pecém, no Ceará. O projeto foi desenvolvido em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), através do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), contando com duas unidades geradoras de 50 kW de potência cada, conforme demonstrado na Figura 4 (FLEMING, 2012).



FIGURA 4 – Projeto no Porto de Pecém. Fonte: Adaptado de Equipe Portal Biossistemas (2018).

5. Considerações finais

Os oceanos apresentam um grande potencial energético, podendo ser explorado de diversas maneiras. Dentre as formas conhecidas, a mais consolidada mundialmente é a transformação da energia potencial das marés em eletricidade, apesar do número de projetos instalados ser

pequeno.

O crescimento da preocupação com as mudanças climáticas e busca por novas fontes de energia, principalmente renováveis, possibilitaram à energia maremotriz ganhar espaço nos últimos anos e o desenvolvimento de projetos em locais como Escócia, Coreia do Sul e País de Gales, com portes relevantes. Apesar das pesquisas indicarem uma considerável queda futura nos custos para a energia maremotriz, os valores atuais da fonte ainda não representam competitividade se comparados à outras fontes renováveis, como solar e eólica.

O oceano apresenta grandes variações nas suas características de um local para outro, diferente do que ocorre na atmosfera, dificultando a possibilidade de criação de um único modelo de dispositivo para geração de energia, como ocorre com a energia eólica. Para os casos das energias oceânicas, cada dispositivo tem uma tendência a ser desenvolvido para um local específico, podendo, entretanto, ser utilizados em locais desde que possuam variáveis semelhantes.

As regiões Norte e Nordeste do Brasil possuem potenciais para implantação de projetos de captação da energia das marés, principalmente o Maranhão e Amapá, apesar de ainda não existir alguma usina brasileira. Em relação à energia das ondas, o Brasil não apresenta potencial promissor para geração, quando comparado com a costa oeste da Europa e América do Norte e o sul do continente americano. No entanto, existe um projeto para utilização de energia do movimento das ondas em funcionamento na região do Pecém, no Ceará. Contudo, pesquisas apontam para a inviabilidade econômica das atuais condições para implantação de projetos de aproveitamento de energia oceânica no litoral brasileiro.

Portanto, observa-se que para avançar e desenvolver sistemas de captação da energia dos oceanos, faz-se necessário o investimento em pesquisas, de modo que se possa identificar os potenciais de utilização dessa fonte renovável, assim como para desenvolvimento de tecnologias necessárias para seu aproveitamento. Vale ressaltar a importância de destinar recursos adequados para Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), nos diversos campos de atuação.

Referências

EQUIPE PORTAL BIODISSISTEMAS. **Energia das ondas no Brasil**. (2018). Disponível em: <<http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p=7953#:~:text=A1%C3%A9m%20das%20ondas%2>

C%20o%20mar,impulsionada%20pela%20movimenta%C3%A7%C3%A3o%20das%20mar%C3%A9s.&text=Estima%2Dse%20os%20s, suficientes%20para%20gerar%2087%20gigawatts.>. Acesso em: 01 jun. 2021.

FERREIRA, R. M. D. S. D. A. **Aproveitamento da energia das marés estudo de caso: Estuário do Bacanga, MA.** 2007. (Dissertação), Programa de Engenharia Oceânica - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

FLEMING, F.P. **Avaliação do Potencial de Energias Oceânicas no Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), 2012.

KERR, D. "Marine energy." **Philosophical Transactions of the Royal Society London, Series A (Mathematical, Physical and Engineering Sciences).** 2007, v.365, pp.971-992.

LAKATOS, E. M. MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

OLIVEIRA, R. M. **Energias Oceânicas: arcabouço legal e entraves a serem superados para o desenvolvimento no Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Energia e Ambiente / CCET, Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2016.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC. Monografias, dissertações e teses.** São Paulo: Pioneira Thomson, 2004.

POYRY MANAGEMENT CONSULTING. **Levelised Costs Of Power From Tidal Lagoons.** United Kingdom, 2014.

ROGNER, H.; BARTHEL, F.; CABRERA, M. **Energy resources.** 2000. In: World Energy Assessment. Energy and the Challenge of Sustainability. United Nations Development Programme, United Nations Department of Economic and Social Affairs, World Energy Council New York, USA, p.508.

SILVA, A. E.; BARRETO, G. B.; JUNIOR, H. R. S.; GONÇALVES, J. H. N.; AMARANTE, M. S. **Energia Maremotriz.** Pesquisa e Ação V4 N1: maio de 2018.

TAVARES, M. W. **Produção de Eletricidade a partir da energia maremotriz.** Brasília: Câmara dos Deputados, 2005.

VELLOZO, T. G. e ALVES, A. R. "Características gerais do fenômeno da maré no Brasil." **Anais Hidrográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação.** 2006. v. Tomo LXI.