

# VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DA ENERGIA MAREMOTRIZ EM PLATAFORMAS PETROLÍFERAS OFFSHORE NA BACIA DO FOZ DO AMAZONAS

## FEASIBILITY OF IMPLEMENTING TIDAL ENERGY ON OFFSHORE OIL AND GAS PLATFORMS IN THE FOZ DO AMAZONAS BASIN

## VIABILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE LA ENERGÍA MAREMOTRIZ EN PLATAFORMAS PETROLÍFERAS MARINAS DE LA CUENCA DE FOZ DO AMAZONAS.

Ana Beatriz Gomes Rodrigues Negrão<sup>1,2,3,\*</sup>, Shelda Rebbeca Ferreira Corrêa<sup>1,2,3,11</sup>; Wanessa K. Lima e Silva<sup>1,2,3,4,5</sup>, Trejo P.C<sup>6</sup>; Raúl Salinas-Silva<sup>10</sup>, Stefanny Camacho-Galindo<sup>10</sup>, Vando J. C. Gomes<sup>1,2,3,4,5</sup>, Laura E. Guerrero-Martin<sup>10</sup>, Pedro Paulo de Freitas<sup>1,2,3,4,5,7</sup>, Daniel Felipe Restrepo-Linarez<sup>2,9</sup>, Edinelson Saldanha Corrêa<sup>11</sup>, Camilo Andrés Guerrero-Martin<sup>1,2,3,4,5,7</sup>

<sup>1</sup>LOTEP Laboratorio de Operações e Tecnologias Energéticas Aplicadas na Indústria do Petróleo, Faculty of Petroleum Engineering, Federal University of Pará, Salinópolis, Brazil.

<sup>2</sup>LEEPER—Laboratório de Ensino de Engenharia de Poço e Reservatório, Faculty of Petroleum Engineering, Federal University of Pará, Salinópolis 68721-000, Brazil.

<sup>3</sup>Department of Engineering, Federal University of Pará—Campus Salinópolis, Rua Raimundo Santana Cruz, 9 S/N, Bairro São Tomé, Salinópolis 68721-000, Brazil.

<sup>4</sup>Grupo de pesquisa em Energia e Mar —Campus Salinópolis, Rua Raimundo Santana Cruz, 9 S/N, Bairro São Tomé, Salinópolis 68721-000, Brazil.

<sup>5</sup>HIDROLAB—Laboratório de Hidráulica Ambiental Campus Salinópolis, Rua Raimundo Santana Cruz, 9 S/N, Bairro São Tomé, Salinópolis 68721-000, Brazil.

<sup>6</sup>Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC, Lima, Perú.

<sup>7</sup>LOF – Laboratório de Oceanografia Física —Campus Salinópolis, Rua Raimundo Santana Cruz,

<sup>8</sup>S/N, Bairro São Tomé, Salinópolis 68721-000, Brazil.

<sup>9</sup>D&D American Consulting Group LLC, Rockville, Maryland.

<sup>10</sup>Fundación de Educación Superior San José: Usanjose– Colombia.

<sup>11</sup>LABGECO - Laboratório de Geoquímica Ambiental Costeira e Oceânica Física —Campus Salinópolis.

\*Autor de contacto: sheldacorrea@salinopolis.ufpa.br, ana.negrao@salinopolis.ufpa.br

Recibido: 25 de enero, 2023. Aprobado: 17 de julio, 2023. Versión final: 19 de Julio, 2023.

**Cómo citar:** Gomes Rodrigues Negrão, A. B., Ferreira Corrêa, S. R., Lima e Silva, W. K., Trejo, P. C., Salinas-Silva, R., Camacho-Galindo, S., Costa Gomes, V. J., Guerrero-Martin, L. E., de Freitas, P. P., Restrepo-Linarez, D. F., Saldanha Corrêa, E., & Guerrero-Martin, C. A. (2023). Viabilidade De Implementação Da Energia Maremotriz Em Plataformas Petrolíferas Offshore Na Bacia Do Foz Do Amazonas. *Fuentes, el reventón energético*, 21(2), 7-15. <https://doi.org/10.18273/revfue.v21n2-2023001>

v21n2-2023001 

## Resumo

O seguinte artigo consiste em avaliar a viabilidade da implementação de usinas maremotriz para o abastecimento do sistema elétrico de usinas petrolíferas offshore na bacia amazônica, a fim de que estas passem a não necessitar da queima de gases obtidos na extração do petróleo, aumentando o espaço nas plataformas, ao extinguir os geradores acionados por turbinas à gás; assim diminuindo os impactos ambientais causados pela queima de combustível fóssil. Para esta análise foram utilizados a plataforma de software *System Advisor Model*, para a modelagem do perfil energético da usina dentro da subcamada *Tidal* e para estabelecer os parâmetros: recursos, energia convertida, distância prevista entre a usina, plataforma de petróleo; além de perdas durante e após o processo de implementação; e a Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica para obter os dados da velocidade das correntes no bloco apresentado no mapa de blocos exploratórios da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Diante dessa análise pode-se observar que a implementação de uma usina maremotriz ao bloco ofertado FZA-M-759 é viável devido suprir, confortavelmente, uma plataforma offshore nessa localização e implementar uma importante transição energética ao evitar a queima de combustíveis fósseis aplicando uma energia limpa, energia maremotriz.

**Palavras-chave:** Energia do Mar, Geração elétrica, Margem Equatorial

## Abstract

This article consists of evaluating the feasibility of implementing tidal power plants to supply the electrical system of offshore oil plants at the Amazon mouth, so that they no longer require the burning of gases obtained in oil extraction, increasing the space in the platforms, by extinguishing the generators driven by gas turbines; thus, reducing the environmental impacts caused by the burning of fossil fuels. For this analysis, the System Advisor Model software platform was used to model the energy profile of the plant within the Tidal sublayer, and to establish the parameters: resources, converted energy, the predicted distance between the plant and the oil platform; in addition to losses during and after the implementation process, and the Oceanographic Modeling and Observation Network to obtain data on the speed of currents in the block shown on the exploratory block map of the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels. Because of this analysis, the implementation of a tidal power plant in the offered block FZA-M-759 is feasible because it comfortably supplies an offshore platform in that location and implements an important energy transition by avoiding the burning of fossil fuels by applying clean energy, tidal energy.

**Keywords:** Ocean Energy, Electricity Generation, Equatorial Margin

## Resumen

Este artículo consiste en evaluar la factibilidad de implementar plantas maremotrices para abastecer el sistema eléctrico de las plantas petroleras costa afuera en la desembocadura del Amazonas, de manera que ya no requieran la quema de gases obtenidos en la extracción de petróleo, aumentando el espacio en las plataformas, al extinguir los generadores accionados por turbinas de gas; reduciendo así los impactos ambientales causados por la quema de combustibles fósiles. Para este análisis, se utilizó la plataforma de software System Advisor Model para modelar el perfil energético de la planta dentro de la subcapa Mareomotriz, y establecer los parámetros: recursos, energía convertida, la distancia prevista entre la planta y la plataforma petrolera; además de las pérdidas durante y después del proceso de implantación, y la Red de Modelación y Observación Oceanográfica para obtener datos sobre la velocidad de las corrientes en el bloque mostrado en el mapa de bloques exploratorios de la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles. Debido a este análisis, la implementación de una planta de energía mareomotriz en el bloque ofrecido FZA-M-759 es factible porque abastece cómodamente a una plataforma en alta mar en esa ubicación e implementa una importante transición energética al evitar la quema de combustibles fósiles mediante la aplicación de energía limpia, la energía mareomotriz.

**Palabras clave:** Energía del Mar, Generación de Electricidad, Margen Ecuatorial

## 1. Introdução

A maremotriz, uma das 4 principais fontes de energia do mar, é uma energia renovável e inesgotável, dependente das correntes marítimas, altamente previsíveis, que geram sua potência, para a obtenção de energia cinética e, posteriormente, sua transformação em elétrica. Por realizar a conversão da energia das marés

em eletricidade, a maremotriz é uma energia confiável e que não produz gases de efeito estufa ou outros poluentes, sendo uma alternativa ecologicamente viável para o uso de combustíveis fósseis.

Atualmente, há massivos projetos de implementação de plataformas petrolíferas na Bacia Amazônica. Na bacia está localizada, no estado do Pará, região norte

do Brasil, a foz amazônica, única foz em estuário e em delta do mundo (Vasconcelos, 2012), é um ecossistema de grande biodiversidade e, igualmente ao restante da bacia, de reserva petrolífera. Diante disso, ambiciona-se a exploração de petróleo na região norte do Brasil; assim, nota-se a importância da avaliação de métodos para gerar o menor impacto possível nesse ambiente. Portanto, é válido o estudo da troca dos métodos de geração de energia elétrica para a plataforma. Isso ocorre pois, no Brasil, as turbinas a gás - produzidas pelos poços explorados -, implementadas nas plataformas para a alimentação de seu sistema total, geram de 25 MW a 30 MW cada que suprem o gasto energético básico da plataforma; porém há restrição de espaço. Já uma usina maremotriz gera, em média, 2GW de energia elétrica (Barreto, 2015), sendo suficiente para manter o sistema geral e o processo de elevação artificial da plataforma. Lembrando que a potência geracional dependerá da localização onde as usinas forem instaladas (Marín, Angie et al., 2016).

A avaliação do potencial das correntes marítimas é necessária, visando a possibilidade da geração de energia maremotriz na bacia amazônica, objetivando a implementação dessa energia às plataformas de exploração petrolífera offshore futuramente instaladas na região

amazônica. Devido essa forma de conversão de energia possuir um custo elevado para construção e manutenção, apenas empresas com grande lucro no mercado seriam aptas para sua implementação (Cano et al., 2022) Porém, com o incentivo à projetos de construção de usinas teste e análise da viabilidade ambiental e econômica, ocorrerá o barateamento da instalação e manutenção de energias limpas, como a maremotriz. Assim, abrindo portas para o início da transição energética até em etapas na cadeia de setores de combustíveis fósseis, como o petrolífero.

## 2. Metodologia

### 2.1. Blocos exploratórios (Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis)

Para a escolha do bloco exploratório foi necessária uma consulta no mapeamento geral de blocos em oferta permanente regulamentados pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis). Diante disso, foi selecionada a Bacia do Foz do Amazonas, em detrimento da área de análise proposta neste artigo, especificamente o setor SFZA-AP3, bloco ofertado FZA-M-759.

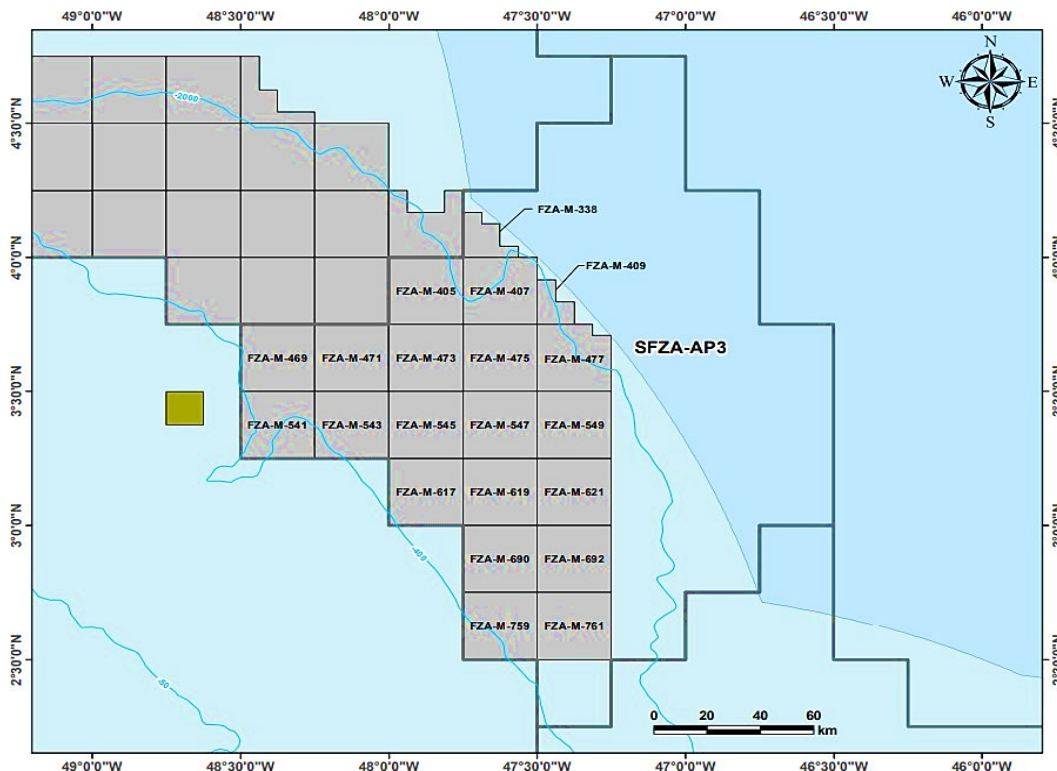


Figura 1. Blocos Exploratórios - Setor SFZA-AP3 - Bacia do Foz do Amazonas (ANP, 2022)

## 2.2. Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO)

Com a REMO, rede da Marinha do Brasil, financiada pela Petrobras e ANP, foi possível analisar a velocidade das correntes marítimas referentes à área do bloco FZA-M-759, fornecida pela ANP, para o estudo da aplicação da energia maremotriz na região da bacia amazônica. Os dados das correntes são apresentados pela rede de modelagem utilizando o modelo *Hycom*, o qual fornece a direção das correntes e mapas de contraste de velocidade em até 250 metros de profundidade. O REMO apresenta dados das velocidades de 6 dias, de hora em hora e uma média, em um gráfico gerado pela própria plataforma; desse modo possibilitando a transferência desses dados para a opção *Tidal Resource* do *System Advisor Model*, possibilitando o início da observação a viabilidade de uma usina maremotriz sem implementada a uma plataforma petrolífera.

## 2.3. HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model)

O HYCOM foi utilizado devido ser um modelo que resolve equações primitivas da hidrodinâmica do oceano, ou seja, realiza previsões oceanográficas operacionais empregando coordenadas verticais híbridas, podendo ser níveis de pressão. Dessa forma, foi possível obter resultados, por meio do REMO, mais realísticos nas simulações dos fenômenos oceânicos tanto em mar aberto quanto em regiões mais rasas. Com a aplicação do *Hybrid Coordinate Ocean Model* foi possível observar a velocidade e o fluxo das correntes do bloco da Bacia da Foz do Amazonas e determinar quais de seus setores são mais viáveis para receber uma usina de maremotriz.

## 2.4. System Advisor Model (SAM)

### 2.4.1. Tidal Resource

Com essa ferramenta é possível realizar simulações referentes ao fornecimento do perfil de distribuição de velocidade da corrente de maré superficial, em metros por segundo, da localização pretendida. Para obter a velocidade do fluxo com fração de distribuição e probabilidade utilizam-se valores padrão, advindos do modelo de referência, de alguns conversores de energia propostos pelo SAM, a soma desses valores deve ser igual a 1 ou entre (0,995 e 1,005).

O gráfico obtido com a inserção dos dados de recurso da maré apresenta a distribuição de velocidade, no qual eixo vertical demonstra a distribuição de probabilidade ao longo do ano e uma porcentagem e o eixo horizontal diferentes valores de velocidade em m/s. Ademais, essa distribuição deve somar 100% ao longo do ano inteiro e você pode ver na tabela à direita como isso ficaria no SAM.

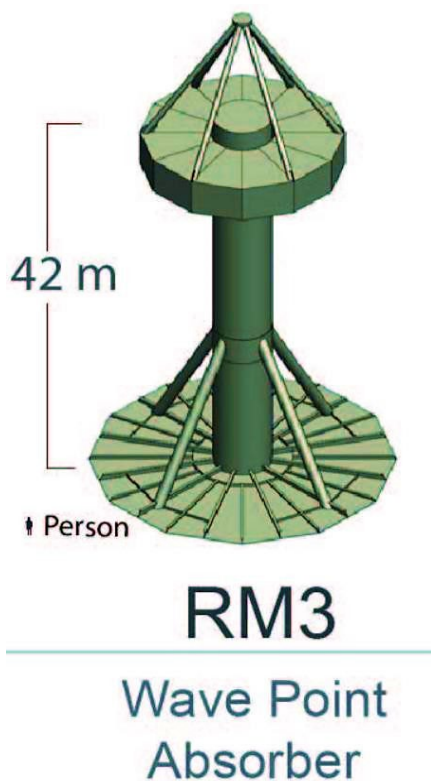
É válido ressaltar que os dados referentes a distribuição de probabilidade são originalmente derivados do SAM.

### 2.4.2. Tidal Energy Converter

O TEC simula, com base nos dados de velocidade do fluxo de saída e da potência, uma curva de potência do dispositivo de maré; sendo a turbina vertical a mais propícia para a realização do projeto, baseando-se nas especificações técnicas do dispositivo.

O conversor de energia das marés (TEC) é caracterizado por uma curva de potência derivada de uma tabela de velocidades das marés em metros por segundo (m/s) e potência elétrica em quilowatts (kW) inclusa em dados do SAM. A energia deve ser a energia elétrica líquida nos terminais de saída do dispositivo TEC, contabilizando a energia usada pelos sistemas elétricos de bordo. O conversor padrão de energia das marés é baseado em projetos de pontos de energia marítima de código aberto como parte do Projeto de Modelo de Referência (RMP), patrocinado pelo Departamento de Energia dos EUA (DOE):

Modelo de Referência 1: Turbina de Corrente de Maré. A energia será produzida a partir dessas correntes e velocidade de fluxo, que através de uma distribuição utilizando os mesmos tamanhos de compartimento de velocidade que a distribuição de recursos, definindo uma saída de quilowatts para um único sistema em cada valor de velocidade e, em seguida, combinando-os com as definições de recursos para obter a produção de energia durante o ano inteiro, utilizando os padrões ou dados importados como um CVS.



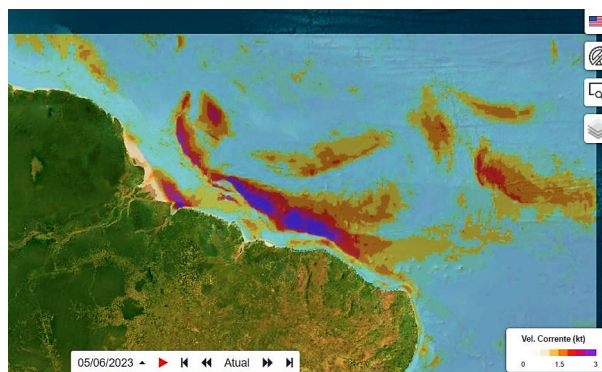
**Figura 2.** Turbina Vertical (SANDIA NACIONAL LABORATORIES, 2023)

### 2.4.3. Array

Essa ferramenta é aplicada para definir o dimensionamento do sistema, especificando a quantidade de dispositivos que serão aplicados no sistema para a conversão de energia de marés e qual a capacidade desse conjunto. Posteriormente, especifica-se a disposição da matriz, detalhando a distância entre os dispositivos no arranjo, como: o número de linhas e quantos dispositivos em cada, a localização da área (distância até a costa e a profundidade), a porcentagem do sistema de cabeamento. Com isso, o programa mapeara a disposição da matriz e fornecerá o cálculo do comprimento dos cabos entre as matrizes e de exportação que serão necessários. Com a distância obtida, por intermédio dos mapas de blocos exploratório fornecidos pela ANP, de aproximadamente 283010 metros da região costeira do Amapá e cerca de 400 metros de profundidade marítima, foi possível obter, pelo SAM, o comprimento de: cabo entre matrizes, cabo de exportação e do cabo *riser*.

## 3. Resultados e Discussões

### 3.1. Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica e o modeloHYCOM



**Figura 3.** Velocidade de correntes na Bacia do Foz do Amazonas (HYCOM, 2023)

Com os dados apresentados no modelo HYCOM acima, obteve-se a velocidade das marés em metros por segundo. Desse modo observa-se a média das velocidades em um período de 6 dias. Esses dados foram de suma importância para a aplicação, visando identificar o potencial energético, no *System Advisor Model*. Apesar do curto período de análise fornecido pela REMO, os dados coletados podem aferir um potencial energético estável. Desse modo considera-se local propício para a instalação de uma usina maremotriz. A Tabela 1 apresenta as velocidades das correntes por data.

**Tabela 1.** Média da velocidade de correntes por dia na Bacia do Foz do Amazonas.

DATA	VELOCIDADE (m/s)
02/06/2023	1,18 m/s
03/06/2023	2,36 m/s
04/06/2023	2,43 m/s
05/06/2023	3,33 m/s
06/06/2023	1,51 m/s
07/06/2023	1,53 m/s

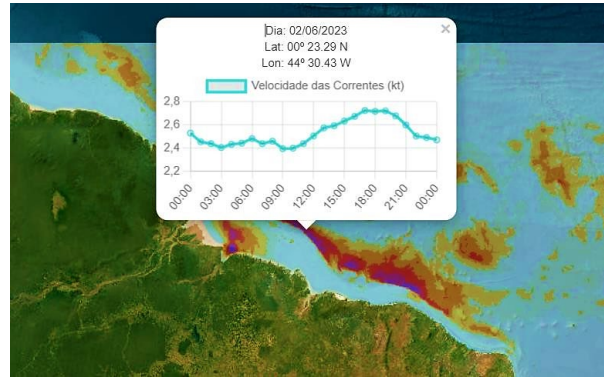
**Nota:** A tabela acima apresenta dados coletados do REMO referentes à média da velocidade, em metros por segundo, por dia em um período de 6 dias.



Com o ponto escolhido, foi possível a coleta das velocidades de correntes marítimas referentes à 6 dias. O REMO fornece a média diária das velocidades, como apresentado na figura abaixo, e gera gráficos apresentando as 24 horas de mudanças nas correntes. Com a análise de gráficos como os da Figura 4 e Figura 5 foi possível coletar dados para a análise de viabilidade posteriormente realizada no SAM.



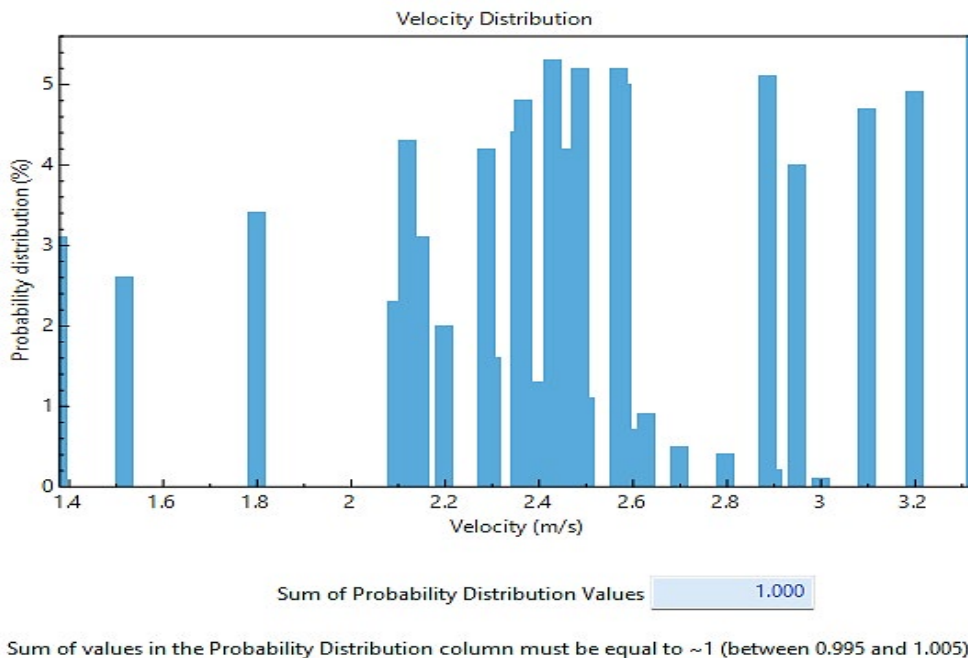
**Figura 4.** Ponto destacado da velocidade de correntes na Bacia do Foz do Amazonas (HYCOM, 2023)



**Figura 5.** Gráfico da velocidade de correntes na Bacia do Foz do Amazonas em um ponto (HYCOM, 2023)

### 3.2. Utilização do System Advisor Model

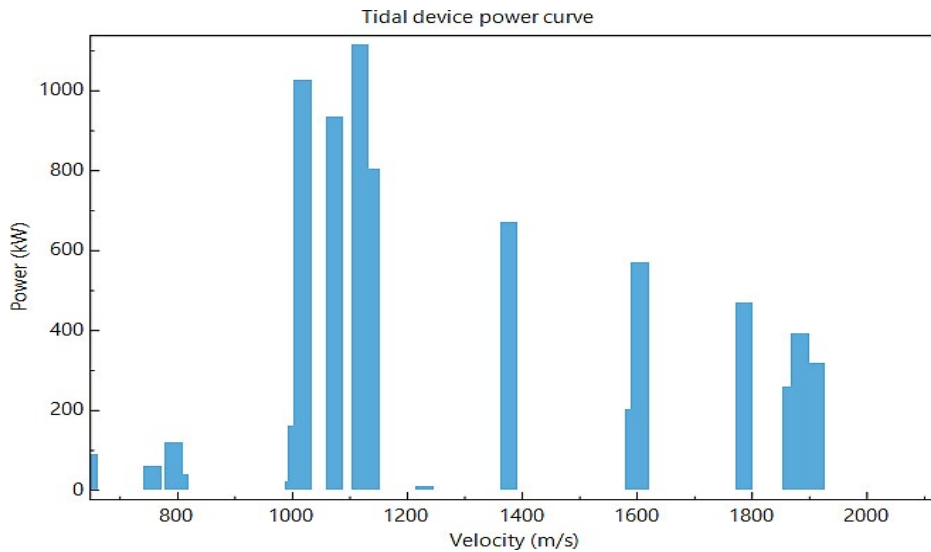
Como é possível observar na Figura 6, a soma de valores correspondente a coluna de distribuição de probabilidade é equivalente a 1, sendo este valor dentro dos parâmetros desejados. É importante destacar que a soma dos valores da distribuição é igual a 1.



**Figura 6.** Gráfico Tidal Resource (SAM, 2023)

O gráfico gerado pelo *Tidal Energy Converter* (Figure 7) apresentou uma potência média de 600 kilowatt para o período analisado na Baía do Fozdo Amazonas

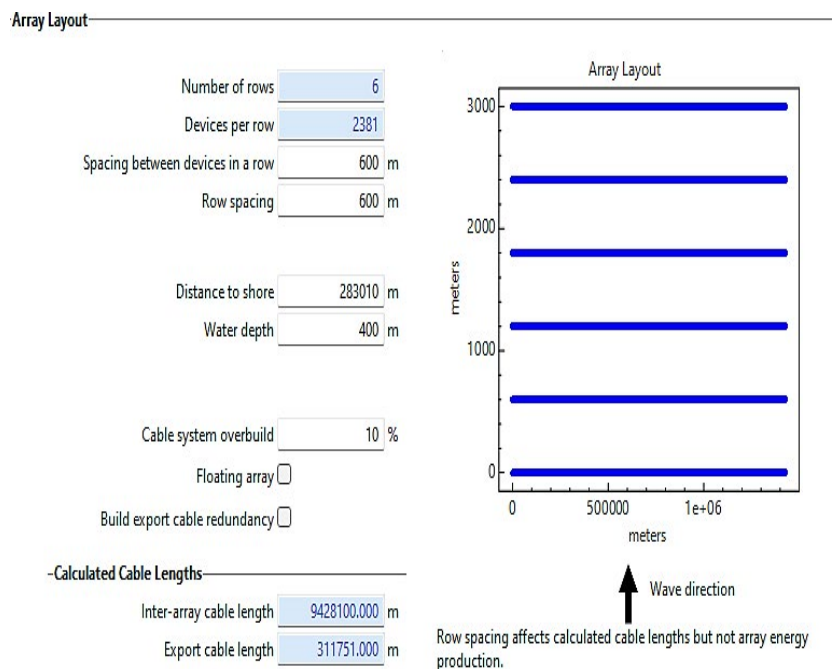
e os dados obtidos por meio da Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO).



**Figura 7.** Gráfico Tidal Energy Converter (SAM, 2023)

A análise de dados dispostos no *Array* apresentou com comprimento do cabo entre matrizes 9428100.00 metros e comprimento do cabo de exportação igual à 311751.000 metros (Figura 8 e Tabela 2). É importante destacar que foi usada uma configuração de 6 filas, usando 2381 dispositivos por linha, com espaçamento

vertical e horizontal e vertical de 600 m. Além disto a distância da costa é 283010 metros e uma lâmina de água de 400 m, configurando desta maneira, águas profundas. A Figura 8 apresenta a configuração por linha dos geradores de energia.



**Figura 8.** Gráfico Array (SAM, 2023)

#### 4. Conclusão

Diante disso, percebe-se que, a avaliação da potência geracional da energia maremotriz na Bacia do Foz do Amazonas para implementação em plataformas petrolíferas offshore é de grande relevância devido evitar a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica e alavancar a transição energética. Em detrimento dos resultados desse estudo, percebe-se que uma usina maremotriz pode suprir eletricamente, de modo constante, uma plataforma petrolífera offshore na Bacia do Foz do Amazonas devido à força das correntes marítimas presentes na área de blocos exploratórios ofertados. Além disso, nota-se que o uso dessa forma de energia do mar nas plataformas petrolíferas offshore são viáveis ambientalmente; porém, visando seu barateamento para futuras instalações, visando a transição energética, é necessário o investimento em pesquisas no ramo da energia do mar.

A energia das marés oferece uma fonte confiável e renovável de energia, mas enfrenta desafios em termos de custo, impacto ambiental e localização geográfica. À medida que a tecnologia avança e mais pesquisas são feitas, é possível que alguns desses desafios possam ser enfrentados, aumentando potencialmente sua contribuição futura para o mix global de energia.

#### Referências

- [1] Alexandre, D.S., Ribeiro, A.G., & Ribeiro, R.M. (2022). Perspectivas da utilização da energia maremotriz para o setor energético do Brasil. *Editora Científica Digital*, 5, 1208-1219. <https://www.editoracientifica.com.br/artigos/perspectivas-da-utilizacao-da-energia-maremotriz-para-o-setor-energetico-do-brasil>
- [2] Barreto, C.E. (2015). Estudo dos conversores de energia ondomotriz em energia elétrica. *Projeto de Graduação - Universidade De Brasília, Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Mecânica*. [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/11577/1/2015\\_CarlosEduardoBarrettoDantas.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/11577/1/2015_CarlosEduardoBarrettoDantas.pdf)
- [3] Cano, N.A., Céspedes-Zuluaga, S., Guerrero-Martin, C., & Gallego, D. (2022). Exergy and emergy: Complementary tools for assessing the environmental sustainability use of biosolids generated in wastewater-treatment plant for energy-production. *Química Nova*, 45 (1), 4-15. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170806>
- [4] Dos Santos, J.A., De Paula Junior, L.A., Rego, L.C., & Rodrigues da Nóbrega, M. (2023). Energia Maremotriz: Principais Aspectos e Perspectivas Futuras. *Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula*, 6 (1), 1-10. <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/3651>
- [5] Egbert, G.D., & Svetlana, Y.E. (2002). Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 19(2), 183-204. [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(2002\)019%3C0183:EIMOBO%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(2002)019%3C0183:EIMOBO%3E2.0.CO;2)
- [6] Leite Neto, P.B., Ronald Saavedra, O., Camelo, N.J., de Souza Ribeiro, L.A., & Ferreira, R.M. (2011). Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(2), 219-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052011000200007>
- [7] Leonczuk, R.A., Da Silva Monteiro, D., Gonçalves Hönnicke, M., & Goncalves Reimbrecht, E. (2013). Energia Azul: projeto e construção de um protótipo para extrair energia elétrica usando a diferença de salinidade entre a água marinha e a água dos rios. *Universidade Federal da Integração Latino-Americana*. <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/863;jsessionid=34A822F45A2A7C9DC35BE0AD3445A1BE>
- [8] L. Neto, P.B. Oliveira, D.Q., Camelo, N.J., & Saavedra, O.R. (2009). Estudo do Potencial para Geração de Energia Elétrica a partir de Fonte Maremotriz. *The 8<sup>th</sup> Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission – CLAGTEE*, 1, 709-713. [https://www.researchgate.net/publication/260629461\\_Estudo\\_do\\_Potencial\\_para\\_Geracao\\_de\\_Energia\\_Eletrica\\_a\\_partir\\_de\\_Fonte\\_Maremotriz](https://www.researchgate.net/publication/260629461_Estudo_do_Potencial_para_Geracao_de_Energia_Eletrica_a_partir_de_Fonte_Maremotriz)
- [9] Marín, Angie., Hernández, Elybe., & Flores, Jesús. (2016). Metodología para el análisis de datos cualitativos en investigaciones orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables de energía. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 1(1), 60-75. <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/revistakoinonia/article/view/15>



- [10] Moraes, Lays Gazafi de. (2019). Geração de energia ondomotriz: protótipo com gerador por indução magnética. *Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná*. <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/23866>
- [11] Ponta, F.L., & Jacovkis, P.M. (2008). Marine-current power generation by diffuser-augmented floating hydro-turbines. *Renewable Energy*, 33 (4), 665-673. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148107001218>
- [12] Rocha, Marcelo Theoto. (2003). Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT. *Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba*. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13052003-163913/pt-br.php>
- [13] Sandia National Laboratories. (s.f.). Reference Model Project (RMP). <https://energy.sandia.gov/programs/renewable-energy/water-power/projects/reference-model-project-rmp/>
- [14] Silva de Oliveira, Antonionne., Madeira Dias, Hugo., & Furtado Neto, Geraldo. (2020). Estudo de viabilidade para geração de energia ondomotriz em determinadas regiões do Brasil. <https://dspace.doctum.edu.br/xmlui/handle/123456789/3668>
- [15] Silva Santos, F.B., & Andrade Moreira, I.T. (2015). Viabilidade da maremotriz em algumas das regiões litorâneas do nordeste do Brasil. *Revista Eletrônica de Energia*, 5 (2), 71-78. <https://revistas.unifacs.br/index.php/ree/article/view/3907/2818>
- [16] Vasconcellos, R.V., Pereira, Egberto., L Silveira, Renato., M Elaine, Loureiro., & Alves, Zaque. (2012). Evidências de magmatismo e Intrusões ígneas na seção Pré-cone Bacia da Foz do Amazonas. *V Simpósio Brasileiro de Geofísica. European Association of Geoscientists & Engineers*. <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609-pdb.341.53>
- [17] Vilaça Lobo, Randlely., Reis Silva, Graciele., Fernandes Guimarães, Tatiana., & Viégas Batista, Suzana. (2021). Energia Oceânica das Ondas: Uma alternativa de energia renovável. *PARAMÉTRICA*, 13 (14), 2-15. <https://parametrica.emnuvens.com.br/parametrica/article/view/251>