



FOTO: Deeper Blue / 123RF

Capitão de Fragata ULYSSES AUGUSTO MAGALHÃES DANTAS **ITAPICURÚ**

Chefe do Departamento de Estudos e Pesquisas - CAAML
Aperfeiçoado em Eletrônica

PALAVRAS DO AUTOR

Em nossa Amazônia Azul se encontram as nossas riquezas no mar. Apesar de ser compreensível que as pessoas se apeguem mais a terra firme na mais ampla percepção do sentimento de territorialidade, sendo este sentimento secularizado, novamente, desde os primórdios, pela dependência do homem acerca das riquezas e recursos encontrados em terra, é necessário também desenvolver a mentalidade marítima e entender que os recursos tecnológicos, já há algum tempo disponíveis, permi-

tem, a cada dia mais, que os recursos do mar sejam aproveitados para o desenvolvimento e bem estar da nação brasileira.

Com o objetivo de um melhor entendimento das oportunidades e dos problemas oferecidos pelo uso que a humanidade faz e pode fazer do mar, com o foco em nossa Amazônia Azul, ainda que este entendimento seja permanentemente atualizado e aprofundado pelo desenvolvimento científico e tecnológico, este artigo se propõe inicialmente a relembrar e



Vice Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva

UMA BREVE BIOGRAFIA

Paulo de Castro Moreira da Silva (1919-1983), nascido no Rio de Janeiro, foi um militar da Marinha do Brasil, em cuja carreira chegou ao posto de Vice-Almirante. Destacou-se por ter transformado o navio-escola Almirante Saldanha (U-10) no primeiro navio oceanográfico do país em 1964. Foi fundador da Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), vinculada ao Ministério da Agricultura, da qual foi o primeiro Superintendente e presidiu a Fundação de Estudos do Mar (FEMAR) criada sob sua inspiração. Por fim, em sua homenagem, a Marinha do Brasil (MB) criou o Instituto de Estudos do Mar Paulo Moreira em 1984, no município de Arraial do Cabo.

Assim, tendo como “farol” os estudos realizados pelo Almirante Paulo Moreira, este artigo convida o leitor a tomar conhecimento dos fatos mais relevantes ligados à importância do mar, principalmente do mar brasileiro, a fim de aprimorar e aguçar a consciência marítima, no sentido de que nossas águas pertencem ao território nacional e têm muito a nos oferecer.

homenagear o Vice- Almirante Paulo Moreira Lima da Silva, considerado um virtuoso estudioso naval, que nos deixou um legado escrito bastante atual e esclarecedor, apesar dos 41 anos passados.

Em 1978, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar solicitou ao Vice-Almirante Paulo Moreira que estudasse as diferentes possibilidades do aproveitamento econômico e social dos recursos do mar pelo Brasil. O trabalho do Almirante originou o livro intitulado “USOS DO MAR”, principal fonte de orientação e referência para este artigo.

O MAR COMO FONTE DE ALIMENTO

O mar, de acordo com dados de 1978, colhidos pelo Almirante Paulo Moreira, fornecia 7% das proteínas que o homem consumia. Atualmente, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as proteínas derivadas de peixes, crustáceos e moluscos representam entre 13,8% e 16,5% da ingestão de proteína animal da população humana. Nesse contexto, dois terços do total do abastecimento de peixe são obtidos a partir da pesca de captura em águas marinhas e interiores, enquanto o outro um terço é derivado da aquicultura.

Nota-se que não houve muita mudança no potencial desses recursos extraídos do mar, desde 1978, quando do levantamento de dados realizado pelo Almirante Paulo Moreira, mostrando que a mudança incremental veio a partir do desenvolvimento da aquicultura. Vê-se que o mar pode ser considerado uma importante fonte de alimento para a humanidade, mas talvez a um custo energético que pode ser ponderável, no caso da pesca costeira, e talvez muito alto, no caso da pesca em alto mar. Esse custo energético possui dependência

direta do valor do petróleo, que pode se manifestar na alta dos custos dos produtos da pesca e na insolvência das frotas de alto mar.

Essa constatação nos leva a outras, quais sejam, o setor de pesca marítima precisa de apoio para ser eficiente e, talvez no extremo, sobreviver à relação custo/benefício inerente à atividade pesqueira marítima. Esse apoio abrangeria desde a demanda pela evolução de tecnologias e estudos que otimizassem a “caça” no mar e o ensino profissionalizante para aqueles que tripulam as frotas pesqueiras, parte do poder marítimo nacional, à preocupação com o binômio valor do petróleo x custos da pesca.

A PESCA

A produção de alimento (peixes) no mar depende, primariamente, da abundância de sua vegetação: os fitoplânctons, que são basicamente algas microscópicas. A importância do fitoplâncton reside no fato de que, no mar, esse elemento é a base da cadeia alimentar, portanto ele serve de alimento para organismos maiores, até que encontremos na outra extremidade dessa cadeia alimentar os peixes adequados para o consumo pelas pessoas.

A existência do fitoplâncton está conectada à capacidade de interação dos elementos encontrados na camada banhada pelo sol com os elementos encontrados nas águas frias e profundas. No entanto, sabe-se que essa oportunidade de interação não acontece com a mesma eficiência em todo oceano.

As regiões centrais do oceano, que correspondem a 90% do mesmo (326 milhões de km²), se encontram sobre as grandes profundidades abissais. Nessas regiões, pelos motivos já

citados, é difícil a existência de uma cadeia alimentar com peixes, no tamanho e quantidade, adequados ao consumo.

As regiões costeiras, que abrangem as áreas de profundidades inferiores a 1809 metros, correspondem a 9,9% de todo o oceano. Dada a maior abundância de nutrientes nessas regiões, em parte devido às chuvas e rios que arrastam substâncias da terra para o mar, o tamanho do fitoplâncton é bem maior, o qual vai contribuir para uma melhor fixação do peixe adequado ao consumo humano.

As “regiões de ressurgência” correspondem a 0,1% do oceano. Nessas regiões, as condições naturais fazem subir as águas profundas, permitindo a existência de um fitoplâncton de grande tamanho, que serve diretamente de alimento aos peixes. Esse fenômeno presente em poucos lugares do mundo, ocorre aqui no Brasil, em uma região costeira entre Cabo Frio e Santa Catarina e é o principal responsável pela produção de sardinha.

Em face do elucidado sobre as condições de existência de peixes adequados ao consumo das pessoas, é importante ressaltar que metade da produção total do oceano é realizada nos 10% correspondentes às regiões costeiras e a outra metade, no 0,1% de todo o oceano, onde ocorrem as ressurgências. Assim, a maior parte do oceano restante, que corresponde a 90% do todo, é relativamente estéril, quando comparado às demais regiões. Essa informação remete à importância da mentalidade marítima, à defesa das águas territoriais e do potencial pesqueiro como parte de nosso poder marítimo e econômico brasileiro.

Dessa forma, observa-se também a importância da sobrevivência da frota pesqueira, considerando que a pesca como atividade comercial e provedora de alimento está diretamente dependente do custo do petróleo, que se encontra explorável na plataforma continental brasileira. Vê-se então a profunda relação de dependência entre o petróleo e a pesca, o que reforça a importância de se desenvolver a mentalidade marítima de vigiar e manter a Amazônia Azul brasileira como fonte de recursos e bem-estar à nação.

O MAR E O PETRÓLEO

O petróleo, segundo o senso científico comum, é produzido, principalmente, se não exclusivamente, da decomposição por bactérias anaeróbicas do fitoplâncton marinho sedimentado junto a areia fina (rocha mãe ou matriz) na margem de



FOTO: Divulgação/Sindip

uma bacia ou mar, em fundo de águas pouco movimentadas e, por isso, com pouco oxigênio e vida animal. Essas bactérias anaeróbicas vão transformando o resíduo planctônico, embutido entre os grãos de areia, em uma matéria amorfa, o sapropel ou querogênio. À medida que novas acumulações de sedimento vão afundando na lama, o querogênio é convertido em produtos de petróleo por processos físicos e químicos, ainda incompletamente conhecidos, mas à temperatura que não exceda 200°C. (EMERY - 1973)

Essas sequências de sedimentos marinhos de grão fino de 20 a 200 milhões de anos, fontes mais comuns de petróleo, somente ocorrem em ambientes privilegiados da plataforma continental, nos deltas dos grandes e muito antigos rios, como é o caso do rio Amazonas.

Um dos requisitos estruturais para o surgimento do petróleo é a existência de estruturas biológicas capazes de concentrar óleo e gás em amplos reservatórios. Muitas dessas estruturas ocorrem na plataforma continental (PC), em forma de desdobramentos causados pela compressão lateral de uma região de sedimentos estratificados ou dobramento local produzido pela penetração de uma coluna de sal que sobe através das camadas de sedimento; ou ainda; por compactação regional de sedimentos espessos sobre colinas enterradas.

No Brasil, na década de 1960, foram desenvolvidas técnicas de pesquisa marítima, que levaram a descobertas de petróleo na plataforma continental brasileira, primeiro em Sergipe, em 1968, e depois na Bacia de Campos, em 1974.

Em 2006, surgiram os primeiros indícios de que haveria petróleo na camada geológica do pré-sal, na costa do Espírito Santo até Santa Catarina, na plataforma continental, ainda

dentro dos limites das 200 milhas da zona econômica exclusiva do Brasil. A primeira extração ocorreu em setembro de 2008, na Bacia de Campos. Em dezembro de 2017, a exploração do pré-sal já respondia por 50,7% da produção total, representando, pela primeira vez, mais da metade da produção nacional.

Em geologia, o nome “*camada pré-sal*” refere-se a uma camada de rochas localizada abaixo de uma camada de sal. Esta camada de pré-sal se estende entre a costa ocidental da África e a oriental da América do Sul e reteria um considerável depósito de matéria orgânica, que viria se acumulando ao longo de milhões de anos, sob o sal prensado por pesadas lâminas, transformando-se em petróleo. Mas, as fontes de energia do oceano não cessam no petróleo, pois existem outras alternativas a serem exploradas.

PLATAFORMA CONTINENTAL

Sobre a Plataforma Continental (PC), é oportuno explicar que, em 2004, o Brasil propôs à Comissão de Limites de Plataforma Continental da ONU (CLPC), como sendo sua por direito, o pleito da área de PC equivalente a 960 mil quilômetros quadrados, distribuídos ao longo da costa brasileira, principalmente nas regiões norte (Cone do Amazonas e Cadeia Norte Brasileira), Sudeste (Cadeia Vitória Trindade e Platô de São Paulo) e Sul (Platô de Santa Catarina e Cone do Rio Grande).

Em 7 de fevereiro de 2019, o Brasil apresentou na 49ª Sessão da CLPC, na Organização das Nações Unidas (ONU), uma descrição geral dos novos limites revistos para a Plataforma Continental brasileira. Para a elaboração dessa proposta, a margem continental brasileira foi dividida em três áreas distintas: Margem Meridional, Margem Equatorial e Margem Oriental.

A proposta da Margem Meridional foi encaminhada à ONU em abril de 2015 (*) e apresentada à Comissão de Limites da Plataforma em 25 de agosto de 2015. A CLPC publicou em seu portal da Organização das Nações Unidas (ONU) na internet, em junho de 2019, uma recomendação legitimando ao Brasil o Direito Precário sobre a incorporação de 170.000 km².

A proposta da Margem Equatorial foi encaminhada à ONU em 08 de setembro de 2017 e apresentada na Reunião Plenária da Comissão de Limites em 08 de março de 2018, com previsão de ser analisada pela CLPC em agosto de 2019.

A proposta da Margem Oriental foi encaminhada à ONU em 07 de dezembro de 2018. A proposta será analisada em 2022.

O OCEANO COMO FONTE DE ENERGIA

Sabe-se que o oceano é fonte de energia aproveitável de diversas formas, contudo, nesse contexto é um consenso que o oceano está sob o domínio térmico. A energia mecânica dissipada no oceano, sob as diversas formas, é da ordem, no máximo, do milésimo da energia abandonada pelo mar à atmosfera sob a forma de calor latente de evaporação. Tolstoy (1971, p.138) aponta que os três primeiros metros da camada da superfície do oceano armazenam mais energia solar do que toda a atmosfera.

Exploração do gradiente térmico do oceano

Em 1881, D'Ansoval, médico, físico e importante colaborador no campo da eletrofisiologia, pensou em explorar, com uma máquina térmica, a diferença de temperatura permanente entre a água superficial do oceano e a água profunda (SALLE & CAPESTAN, p. 142), enquanto que George Claude e Boucherot¹ demonstraram a viabilidade da ideia, em 1928, na Bélgica, e fizeram funcionar, em terra, uma turbina de 60kw aproveitando a diferença de 20°C entre a água de resfriamento de autofornos e a água do rio Meuse.

A usina de conversão de energia térmica oceânica (OTEC) da Makai Ocean Engineering é a maior instalação operacional do mundo, com capacidade anual de geração de energia de 100 KW o suficiente para alimentar 120 residências no Havaí. Localizada no Laboratório de Energia Natural da Autoridade do Havaí (NELHA), em Kailua-Kona, a instalação foi conectada à rede dos EUA em agosto de 2015 e é capaz de fornecer energia de carga básica, o que significa que pode produzir eletricidade por 24 horas por dia durante o ano. Não existe no Brasil, ainda, projetos ou usinas dessa natureza em operação.



FOTO:www.sindipetrolp.org.br

Exploração da energia das marés

É realizada através das chamadas usinas maremotrizes. Tecnicamente, seu funcionamento baseia-se em represar a água da maré cheia em uma baía, enseada ou em qualquer lugar que a geografia local permita e aproveitar a energia potencial gerada, por ocasião da maré baixa, para movimentar turbinas. Nos dias de hoje, industrialmente, a energia das marés é a única energia do mar sendo explorada.

A Usina maremotriz de La Rance é uma estação de energia localizada no estuário do rio Rance, na Bretanha, França. Foi aberta em 1966 como a primeira estação do tipo a ser construída no mundo. Suas 24 turbinas alcançam um pico de 600 gigawatts por ano e uma média de 62 megawatts, um fator de capacidade de 26% aproximadamente e com uma entrega anual de 540 GWh, a usina provê 0.12% da demanda de energia do país.

No Brasil, em 1968, foi construída uma barragem sobre o rio Bacanga (MA) com o objetivo de diminuir a distância da capital São Luís ao Porto de Itaqui. Naquela ocasião, deu-se início ao planejamento de construção de uma usina maremotriz. Estudos preliminares apontaram para a existência de

mais 41 baías ao longo da costa norte do país (AP, PA e MA) com alturas de maré entre 3, 7 e 8m e com expectativas de alcance de potências de 5GW de capacidade total.

Dentre os lugares com melhor potencial, destacamos o estuário do Rio Bacanga, em São Luís (MA), com marés de até 7 metros, a Ilha de Maracá, no estado de Roraima, e o Igarapé do inferno, no Amapá, ambos com 9,6 metros de amplitude de maré. O município de Macapá (AP) se destaca com marés que atingem até 11 metros.

Em estudos realizados na década de 1980, em face das novas tecnologias e conhecimento disponíveis, estimou-se que, somente no litoral do Maranhão, se alcançaria um potencial disponível acima de 8GW.

O projeto do rio Bacanga ainda se encontra em processo de elaboração pelos departamentos de Engenharia Elétrica da UFMA e de Engenharia Oceânica da Coppe/ UFRJ. Atualmente, busca-se financiamento para construção da casa de força anexa à barragem existente, que abrigará as turbinas e geradores para a produção de eletricidade", detalha Ferreira (VRF formatação da referencia). No Brasil, pesquisas em energia oceânica ainda são tímidas e concentradas em poucas universidades.



Energia das ondas

A energia das ondas é explorada, em pequena escala, através de boias de várias maneiras engenhosas. A mais comum é pela utilização da compressão de ar por pistões, os quais são acionados pelo movimento de boias e fazem operar turbinas.

Em novembro de 2012, funcionou em caráter experimental, a usina de Pecém, instalada no quebra-mar do Porto do Pecém no Ceará, no nordeste brasileiro. A usina utiliza tecnologia brasileira, desenvolvida e patenteada pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE)/ UFRJ, sendo a primeira desse tipo na América Latina com capacidade de produzir 100MW com a força das ondas do mar.

O potencial energético das ondas no Brasil é estimado em 87GW. Testes da Coppe indicam que é possível converter cerca de 20% desse potencial em energia elétrica, o que equivale a cerca de 17% da capacidade total instalada no país.

FOTO: ArcGIS Online / Ocean Thermal Energy Conversion

CONCLUSÃO

Esse artigo nada mais é do que um chamado à mentalidade marítima. A mentalidade marítima vem do conhecimento das possibilidades e riquezas que existem no mar que, muitas das vezes, está distante dos olhos das pessoas e, por isso e pela falta de informação, condenam o assunto ao esquecimento da importância do mar para a economia e para o bem estar da população, principalmente de um Estado costeiro como o Brasil.

O Almirante Paulo Moreira, em seu memorável trabalho, nos forneceu informações valiosas sobre as possibilidades do uso do mar. Ainda que pese o tempo da publicação de seu livro, as informações ali contidas ainda são de aplicabilidade atual, principalmente no que diz respeito à relação da disponibilidade do petróleo com a possibilidade da pesca viável ao consumo. Quem poderia supor que em um oceano tão vasto a disponibilidade da pesca estivesse tão limitada a áreas específicas?

Neste contexto, destacam-se as áreas onde ocorrem as ressurgências, que apesar de serem poucas, contemplam a costa do Estado brasileiro. Destaca-se, também, o petróleo, importante fonte energética para o país e, principalmente para a frota pesqueira. O petróleo remete à farta e diferenciada plataforma continental, mais uma generosidade geográfica que contemplou a costa brasileira, diferentemente de outros vários países. O “ouro negro” é encontrado em nosso “quintal marítimo”.

Não é por menos que a Marinha do Brasil, por meio da Autoridade Marítima, considera de grande relevância desenvolver e preservar a mentalidade marítima voltada para a Amazônia Azul. Não obstante, essa relevância têm se materializado nos constantes pleitos de expansão dos limites da Plataforma Continental Brasileira.

Entender que a Plataforma Continental é de fato um prolongamento de nossas fronteiras terrestres, com o mesmo grau de importância que nos apegamos à terra, é o princípio da defesa de nossas fronteiras no mar. Defender nossas fronteiras é o dever de cada brasileiro. Conter a cobiça alheia é uma questão de soberania, onde se conclui, facilmente, que nosso poder de dissuasão militar naval deve ser proporcional à grandiosidade de nossas fronteiras marítimas.



ENERGIA DAS ONDAS
Usina instalada no quebra-mar do Porto do Pecém no Ceará.

FOTO: Estadão

Nota:

1 - Paul Boucherot foi pioneiro em distribuição de energia AC, delineador de motores de indução e realizando trabalhos conjuntos com Geoge Claude, construíram as primeiras plantas de obtenção de energia térmica do oceano.

Referências:

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Atlas da energia elétrica do Brasil: fontes não renováveis. Brasília: ANEEL, [S.d.]. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf>. Acesso em 23 maio 2019.

BALANÇO do mar se transforma em energia elétrica no litoral do Ceará. **Tecnologia e inovação**. Rio de Janeiro: COPPE (UFRJ). Disponível em: <<http://www.coppenario20.coppe.ufjf.br/?p=805>>. Acesso em 20 maio 2019.

MAKAI'S Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) power plant, Hawaii. **ConnectWise**. Disponível em: <<https://www.power-technology.com/projects/makais-ocean-thermal-energy-conversion-otec-power-plant-hawaii/>>. Acesso em 23 maio 2019.

NUTRITION. **World Health Organization**. Genebra, [2019]. Disponível em: <https://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/index5.html>. Acesso em 23 maio 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Continental Shelf and UNCLOS article 76: brazilian revised submission to the commission on the limits of the continental shelf**. Disponível em: <https://www.un.org/Depts/los/clcs_new/submissions_files/bra02_rev15Executive_Summary_Brazilian_Partial_Revised_Submission_SR.pdf>. Acesso em 23 maio 2019.

PIACETINI, P. Faltam estratégias no Brasil para gerar energia das marés. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 68, n. 3, jul./set. 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000300005>. Acesso em 23 maio 2019.

SILVA, P. C. M. **Usos do Mar**. Brasília: Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM), [S.d.]. 306 p.

USINA de ondas. **Tecnologia e inovação**. Rio de Janeiro: COPPE (UFRJ). Disponível em: <<http://www.coppe.ufjf.br/pt-br/a-coppe/coppe-produtos/usina-de-ondas>>. Acesso em 20 maio 2019.