



Descobridores dos mares

Drones subaquáticos vêm sendo empregados em inspeção de infraestruturas oceânicas, estudos científicos e monitoramento ambiental marinho

SUZEL TUNES

Um artigo publicado em maio de 2025 na revista *Scientific Reports*, do grupo Nature, inaugurou um novo capítulo na sismologia brasileira. Resultado de um estudo feito por pesquisadores do Observatório Nacional (ON), do Rio de Janeiro, e do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), o trabalho mostrou que drones subaquáticos denominados *gliders* – ou planadores oceânicos – podem ser usados para detectar sinais sísmicos no fundo do mar de forma eficiente e econômica. “No mundo há uma quantidade escassa de trabalhos sobre *gliders*, e os que já foram publicados não tiveram como foco avaliar a eficácia desse equipamento na detecção de terremotos”, ressalta o geofísico Marcelo Belentani de Bianchi, pesquisador do IAG e um dos autores do artigo.

Os dados analisados não foram coletados originalmente para um estudo sismológico, faziam parte do Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos, coordenado pela Petrobras. Entre 2015 e 2021, atendendo a demandas de processos de licenciamento ambiental, a empresa fez um monitoramento acústico da região do pré-sal naquele local. O objetivo era detectar sons antropogênicos no ambiente marinho, como ruídos decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo, que pudessem impactar o ecossistema.

Para esse trabalho, foram utilizados *gliders* equipados com hidrofones (microfones subaquáticos). Os registros acústicos foram comparados com dados de catálogos de eventos sísmicos e

analisados com a ajuda de um algoritmo para diferenciá-los de outros ruídos, explica o geofísico Diogo Luiz de Oliveira Coelho, do ON. O resultado foi a identificação de 12 tremores de magnitude maior ou igual a 6 no período estudado.

O uso dos *gliders*, segundo Bianchi, abre uma nova perspectiva em sismologia, pois permite pensar em um monitoramento contínuo de longo prazo dos oceanos. Hoje, o que existe são apenas estudos pontuais. “A sismologia entende que locais distantes dos limites das placas oceânicas têm baixa sismicidade, similar ao que observamos nos continentes, mas a ausência de dados contínuos cobrindo essas regiões limita o conhecimento”, ressalta o pesquisador.

O geofísico explica que o monitoramento sísmico dos oceanos é limitado pelos custos econômicos e logísticos. Para a captação de sinais empregam-se, em geral, aparelhos conhecidos como OBS (ocean bottom seismometers), sismômetros tradicionais instalados em um invólucro para serem operados debaixo d’água. Pesando até 400 quilos (kg), requerem um navio com guindaste para manuseá-los em alto-mar, além de uma sala própria para operação. “Os OBS costumam ser usados para levantamentos temporários em regiões de águas não tão profundas e relativamente próximas da costa”, diz o pesquisador da USP.

Mais leves, os planadores oceânicos têm a vantagem da mobilidade. Sua movimentação lembra, como o nome indica, a dos planadores aéreos, que são impulsionados por correntes de ar. Dentro d’água, o que garante a impulsão é a hidrodinâmica – esses drones não contam com um motor de propulsão. “Os *gliders* têm apenas um peque-



no motor elétrico usado para inflar uma bexiga interna, que altera sua flutuabilidade. É isso que faz com que volte à superfície”, explica Coelho. Depois de cada mergulho para colher dados, ele é empurrado para cima e para a frente pela bexiga, e ao atingir a superfície comunica-se por satélite com a central de comando.

A coleta dos dados pela Petrobras foi feita com *gliders* importados da empresa norueguesa Kongsberg. São drones classificados como AUV (veículos subaquáticos autônomos). Outra categoria desses dispositivos é a dos ROV (veículos subaquáticos operados remotamente), dotados de um cabo que os conecta a uma embarcação.

Os ROV surgiram na década de 1950, com propósitos militares. Eram usados em operações de reconhecimento, detecção de submarinos, localização de minas, entre outras. A evolução da indústria de petróleo e gás *offshore*, a partir da década de 1970, e os avanços da eletrônica, nos anos 1990, impulsionaram a tecnologia.

Hoje, esses equipamentos estão sendo cada vez mais utilizados para serviços de inspeção, monitoramento ambiental e pesquisa científica nos oceanos, segundo constatou a bióloga Amanda Carminatto em estudo feito em 2021, durante doutorado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). “Observamos um crescimento expressivo das pesquisas com ROV no cenário mundial e a aplicação mais direcionada à exploração de fundos marinhos e a estudos de biodiversidade”, relata.

O Instituto Alberto Luiz de Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ)

entrou nesse campo de pesquisa há mais de 30 anos. “A proximidade com a Petrobras nos levou a criar protótipos de ROV para inspeção de infraestrutura submarina”, conta o engenheiro eletrônico Alessandro Jacoud Peixoto, coordenador do Programa de Engenharia Elétrica (PEE) da Coppe.

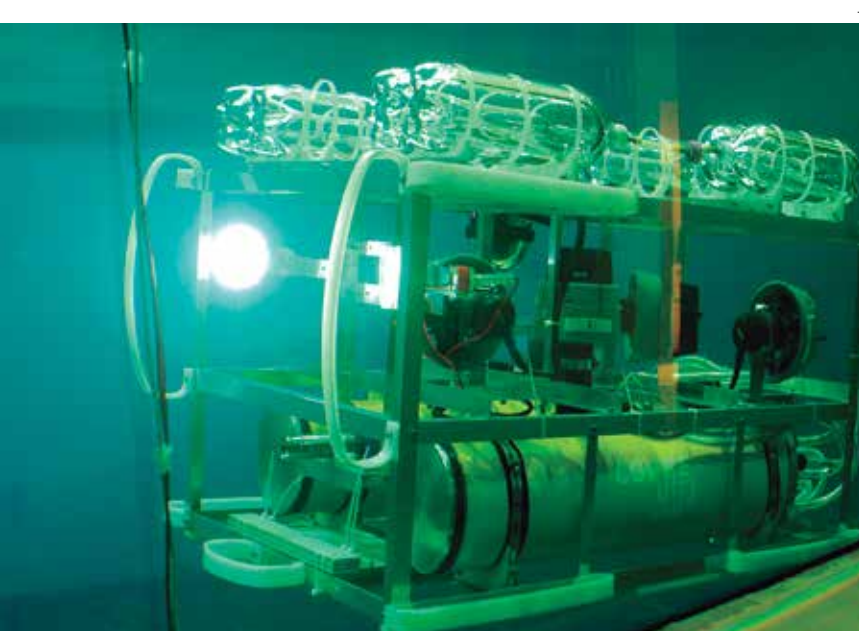
O primeiro modelo criado no programa, em 2004, o Luma (Light underwater mobile asset) tinha como objetivo a inspeção de estruturas de hidrelétricas. Em 2007 surgiu a oportunidade de levar o equipamento para a Antártida, para uma operação de monitoramento da vida marinha na baía do Almirantado, onde fica a Estação Brasileira Comandante Ferraz. Para essa missão, o projeto sofreu adaptações (*ver Pesquisa FAPESP nº 141*). O Luma voltou mais duas vezes à Antártida, em 2009 e 2010.

Projetado para operar em profundidades de até 50 metros (m), no trabalho na Antártida, o ROV foi adaptado para mergulhos a 500 m e hoje chega a mil metros de profundidade. “Costumo dizer que fazemos drones capazes de participar de missões de mil metros de profundidade a mil metros de altura”, brinca Peixoto, referindo-se a um dos mais recentes desenvolvimentos do grupo, o robô Ariel (Autonomous robot for identification of emulsified liquids). Trata-se de um drone aéreo autônomo que trabalha em coordenação com uma embarcação, denominada Tupan, para a identificação de vazamentos em plataformas marítimas de petróleo (*ver Pesquisa FAPESP nº 312*).

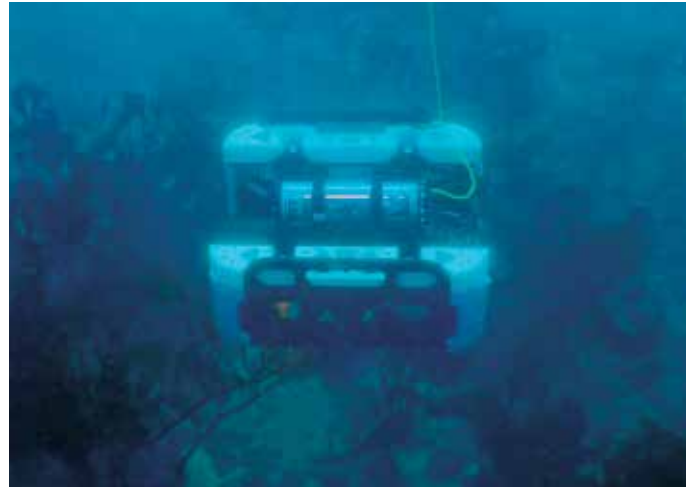
Também com foco na exploração de petróleo nasceu o FlatFish (*ver Pesquisa FAPESP nº 244*), um dos primeiros AUV desenvolvidos no país. Criado para inspeção de dutos e equipamentos submarinos em áreas do pré-sal, o projeto começou em 2013, a partir de uma parceria entre a Shell Brasil e o Senai Cimatec, com a colaboração do Instituto Alemão de Robótica e Inteligência Artificial e apoios da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii).

“Ao longo de mais de 10 anos, cerca de 100 profissionais participaram do projeto, entre enge-

O robô Luma (*abaixo*), criado na UFRJ, foi enviado a várias missões na Antártida. O Hindrax (*à dir.*) é usado para monitorar a produção de vieiras no Peru



2



neiros mecânicos, eletrônicos, de controle e de software e especialistas em inteligência artificial e testes submarinos. Essa diversidade foi essencial para superar os desafios técnicos e tornar o FlatFish uma realidade”, afirma Rosane Zagatti, gerente de Tecnologia da Shell Brasil.

Em 2019, o protótipo foi transformado em produto e a empresa italiana Saipem foi escolhida como parceira na etapa de industrialização e comercialização. “Esse modelo de parceria mostra como a colaboração entre centros de pesquisa e empresas pode impulsionar a inovação e gerar valor para todos os envolvidos”, diz Zagatti.

“Não temos ainda quem produza AUV e ROV em escala industrial no país”, lamenta o engenheiro naval Ettore Apolonio de Barros, da Escola Politécnica (Poli) da USP e coordenador do Laboratório de Veículos Não Tripulados (LVNT) da universidade. A equipe do LVNT dedica-se à robótica submarina desde 2005. Por enquanto, contudo, não há iniciativas de comercialização.

O outro projeto pioneiro no país foi o AUV Pirajuba (peixe amarelo, em tupi). Desenvolvido no LVNT, teve apoio da FAPESP desde sua concepção. O primeiro protótipo ficou pronto em 2008. Desde então foram surgindo aperfeiçoamentos e novos desenvolvimentos, como a linha de ROV Mandi, criada para a inspeção de turbinas de usinas hidrelétricas, e o Dourado, que carrega propulsores mais potentes e pode ter aplicações na indústria *offshore*. “O Dourado, em construção, está sendo projetado para operar em locais com maior correnteza”, explica Barros.

O pesquisador lidera atualmente o projeto de um veículo submarino híbrido (HROV) denominado Parati. “Ele pode atingir até 200 m de profundidade, tanto no modo autônomo como teleoperado, com cabo de fibra óptica, adaptando-se ao ambiente e às necessidades da operação”, explica Barros. O aparelho será destinado à indústria *offshore* e ao monitoramento ambiental.

O projeto tem a colaboração de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e do engenheiro mecânico Alexander Alfonso Alvarez, da Universidade de La Serena, no Chile. Ele fez estágio de pós-doutorado na Poli, entre 2015 e 2018, sob a supervisão de Barros, e manteve a parceria com os pesquisadores do LVNT. “A robótica submarina abre novas perspectivas para o estudo e a preservação do ecossistema marinho”, comenta Alvarez. “Fala-se muito da importância da Amazônia para o meio ambiente, mas não podemos esquecer que a grande maioria do oxigênio que respiramos vem do fitoplâncton encontrado no mar.”



3

Na Universidade Federal do ABC (UFABC), o Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica também resultou em uma parceria internacional. O mestrado da engenheira mecânica colombiana Paola Andrea del Pilar Fonseca Florez, hoje professora da Universidad Católica San Pablo (UCSP), do Peru, culminou em um modelo de robô submarino operado remotamente, o Hindrax, que já está sendo empregado no litoral peruano para monitorar a produção de vieiras (tipo de moluscos usados na culinária).

“O equipamento permite fazer vídeos e fotografias do fundo do mar onde estão as vieiras. As imagens são processadas por um algoritmo de detecção baseado em IA que permite aos pescadores conhecer parâmetros como o número e o tamanho desses moluscos”, relata a pesquisadora.

Florez conheceu seu orientador, o peruano Juan Pablo Julca Avila, professor da UFABC, em 2019, ao participar do projeto de um ROV com a empresa peruana Veox, especializada em inovações tecnológicas para as áreas de pesca, agricultura e ambiente. A Veox havia contratado a consultoria de Avila, que tinha experiência nesse campo de pesquisa. Entre 2012 e 2014, desenvolveram um veículo robótico submarino para inspeção de cascos de navio, com apoio da FAPESP (ver Pesquisa FAPESP nº 244).

Avila incentivou Florez a cursar o mestrado no Brasil e o projeto teve início em 2021, na UFABC. Contou com a colaboração da UCSP, da Universidade de Lisboa, da Veox e do Centro de Inovação Tecnológica Pesquero Piura, do governo peruano. “No fim do projeto, a UCSP e a Veox ficaram com o ROV, que passou a ser usado na prestação de serviços de monitoramento de vieiras ou outras espécies”, conta a pesquisadora. ●

Desenvolvido no país, o FlatFish é fabricado e vendido pela empresa italiana Saipem

Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.