

# O fundo do mar sob vigia

Nova tecnologia irá monitorar a integridade de poços de petróleo e outras estruturas apoiadas no leito oceânico

YURI VASCONCELOS

**A**valiar o estado de estruturas construídas no fundo do mar, muitas vezes a centenas ou milhares de metros de profundidade, é um dos grandes desafios de companhias que atuam na exploração de petróleo e gás *offshore*. Uma inovação criada no país poderá ajudar nessa tarefa. Após três anos de trabalho, um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), da Petrobras e do Instituto Norueguês de Geotecnia (NGI) apresentou um sistema que usa sensores para detectar deslocamentos, verticais e horizontais, e inclinações do terreno e de estruturas assentes no solo oceânico, e modems acústicos para transmissão dos dados coletados.

A principal inovação do dispositivo é a capacidade de obter e armazenar informações sobre

as condições de poços de petróleo, tubulações, *manifolds* (conjunto de válvulas e acessórios que direcionam a produção de vários poços para um duto coletor), entre outros equipamentos, sem o uso de cabos para transmissão de dados. Dotado de baterias de longa vida útil, que podem durar de meses a anos, o sistema foi projetado para ser empregado a até 2 mil metros (m) de profundidade.

“A recuperação e o envio das informações serão feitos por meio de um modem que faz parte do sistema instalado no fundo do mar e se comunica por ondas acústicas com outro modem junto à superfície, em uma embarcação”, informa o engenheiro Fernando Danziger, líder da pesquisa e coordenador do Laboratório de Ensaio de Campo e Instrumentação do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia (Coppe), da UFRJ. Modems acústicos são aparelhos que convertem sinais digitais em

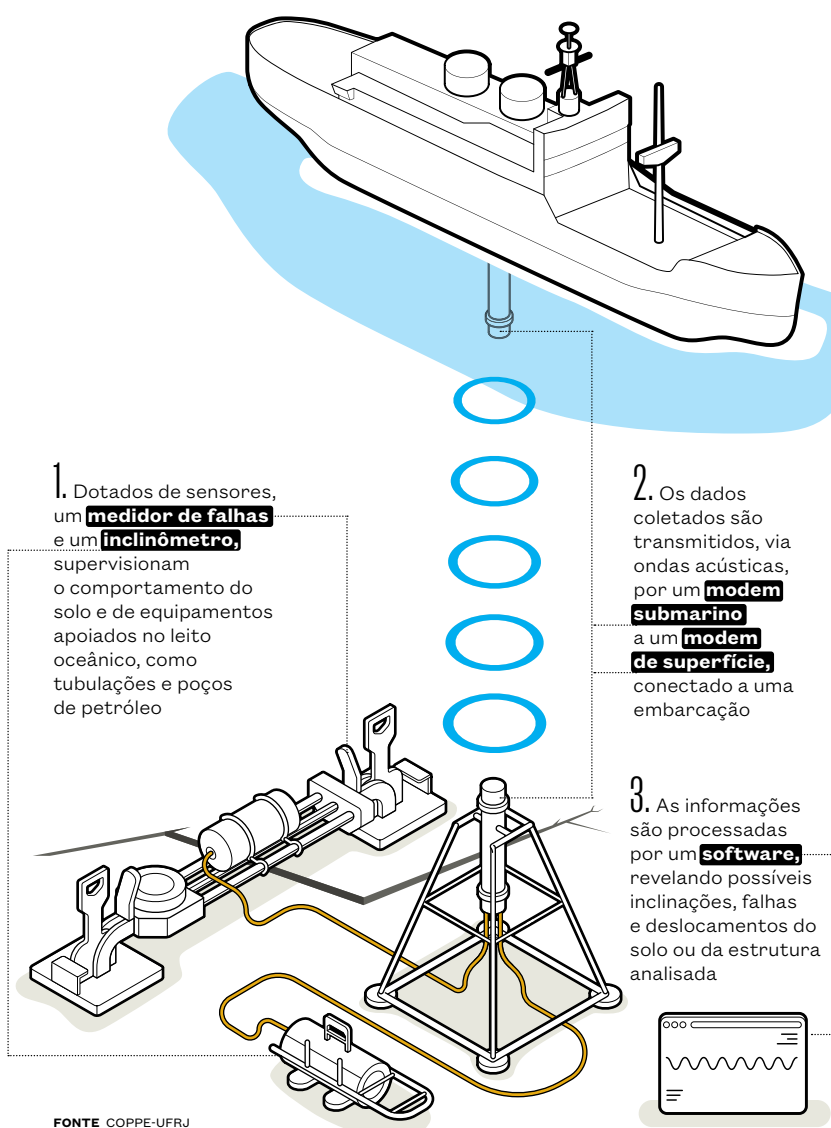
Mergulhadores participam de testes do novo sistema instalado no fundo do tanque oceânico da UFRJ

ondas sonoras para comunicação e transmissão de dados em ambientes aquáticos.

Atualmente, a inspeção visual de sistemas submarinos usados pela indústria petrolífera é realizada por veículos remotamente operados (ROV). Trata-se de um método caro, que exige embarcações especiais e equipes qualificadas e oferece apenas um retrato pontual da condição do solo. O sistema desenvolvido, de acordo com a equipe de pesquisadores, permitirá fazer um monitoramento contínuo e com maior frequência de coleta de dados. O equipamento poderá ser adaptado no futuro para uso na averiguação da integridade de estruturas de ancoragem de turbinas eólicas em alto-mar.

## Como é feito o monitoramento submarino

Dispositivos coletam continuamente dados sobre a integridade de estruturas no solo marinho



FONTE COPPE-UFRJ

O fundo dos oceanos é formado por estruturas geológicas similares às existentes a céu aberto, como encostas de inclinações variadas que rompem e escorregam, assim como solos que se deformam sob a ação de cargas das estruturas apoiadas no leito marinho. Movimentos, como recalques (deslocamento vertical para baixo) e inclinações de equipamentos instalados no terreno, podem comprometer a integridade das estruturas, com consequências na segurança, ambientais e econômicas.

“Assim como ocorre em situações *onshore* [em terra], é preciso monitorar essas ocorrências para detectar precocemente alterações que possam indicar riscos e impactar a infraestrutura de exploração de óleo e gás ou o perfeito funcionamento dos aerogeradores”, comenta o pesquisador.

**A** plataforma é composta por dois instrumentos principais, um inclinômetro e um medidor de falhas, ambos dotados de sensores (*ver infográfico*). Apoiado sobre uma estrutura submarina, o inclinômetro consegue detectar pequenas variações de ângulo em dois eixos perpendiculares do equipamento. “Ele permite monitorar como a estrutura gira em torno de seus eixos e, assim, avaliar se o comportamento do solo e da estrutura está condizente com as premissas adotadas no projeto”, conta o engenheiro Gustavo Domingos, membro da equipe responsável pela pesquisa, que também teve a participação dos engenheiros Diovana Della Flôra e João Henrique Guimarães.

O medidor de falhas, além de calcular as variações de ângulo, conta com um sensor que mede o afastamento relativo entre as partes A e B do equipamento apoiadas no solo – o medidor é formado por duas bases quadradas, localizadas em suas extremidades, conectadas por uma alça metálica móvel que, na sua extensão máxima, pode chegar a 1,5 m. “Se essas partes estiverem em lados opostos de uma falha no leito marinho em movimentação, por exemplo, poderemos entender a magnitude dos deslocamentos relativos e em qual direção eles estão acontecendo”, explica Domingos.

“Imagine se estivéssemos em um ancoradouro de barcos e colocássemos uma das partes do medidor de falhas fixada no cais, que não se move. E a outra parte estivesse num barco que se movimenta por causa da ação das ondas”, diz o pesquisador. “O medidor de falhas conseguiria identificar esses deslocamentos do barco, para cima e para baixo, além do movimento de afastamento ou de aproximação do ancoradouro.”

O sistema projetado pela UFRJ, Petrobras e NGI foi desenvolvido com tecnologias acessíveis, incluindo peças feitas em impressoras 3D e sensores que podem ser adaptados a diferentes necessidades. Baterias de longa duração alimentam os sensores, embarcados em uma cápsula estanque que também abriga o sistema de aquisição de dados e comunicação. De acordo com a equipe da UFRJ, os modems, da empresa inglesa Sonardyne, já são usados há vários anos nas bacias petrolíferas de Campos (RJ) e Santos (SP).

“Há no mundo sistemas semelhantes que atuam com a mesma forma de transmissão de dados sem cabos, via modems acústicos, mas visam ao monitoramento de temperatura, pressão e outros parâmetros. Com o objetivo de medir deslocamentos do leito do mar sob o ponto de vista geotécnico, creio que nosso projeto é pioneiro”, destaca Danziger.

**A**s primeiras conversas com a Petrobras sobre o projeto ocorreram em 2018, mas o desenvolvimento da solução começou apenas em 2022 – adaptações do escopo para adequação orçamentária e paralisações por causa da pandemia de Covid-19 postergaram o início dos trabalhos. A tecnologia passou por testes de validação neste ano no Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) da Coppe, referência em simulação de modelos que reproduzem as condições de ondas e correntes marinhas em embarcações e estruturas *offshore*.

“Como o fundo do tanque é composto por placas móveis separadas por juntas, foi pos-

sível instalar o medidor de falhas entre duas placas adjacentes e simular a movimentação delas, como se estivesse ocorrendo uma trinca no leito marinho. Com o inclinômetro, medimos pequenas variações de ângulo das placas”, informa Domingos.

“Ao combinar sensores de alta sensibilidade, transmissões acústicas de dados em tempo real e uma arquitetura modular que permite a customização para diferentes tipos de solo e profundidade, o sistema deverá representar um avanço significativo na forma como realizamos o monitoramento do fundo do mar”, avalia o engenheiro civil Marcos Massao Futai, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), que não participou do estudo.

Segundo Futai, que estuda o comportamento de obras de infraestrutura e sua interação com o solo, a capacidade de medição contínua e automatizada da nova tecnologia é positiva para o setor *offshore*. “Além de viabilizar a análise de longo prazo do comportamento geotécnico do leito marinho, contribui para a integridade estrutural e a segurança da operação”, avalia. “Essa abordagem multidisciplinar, que une geotecnia, instrumentação, oceanografia e computação, torna a solução proposta inovadora.”

Os protótipos do medidor de falha e do inclinômetro com transmissão via modems acústicos, de acordo com a equipe, estão operacionais e prontos para serem instalados e utilizados pela Petrobras. O próximo passo é incorporar ferramentas de inteligência artificial na análise de dados, procurando trazer avanços no monitoramento geotécnico oceânico. ●



Plataformas de petróleo na baía de Guanabara: sistema foi projetado para garantir a segurança da exploração de óleo e gás