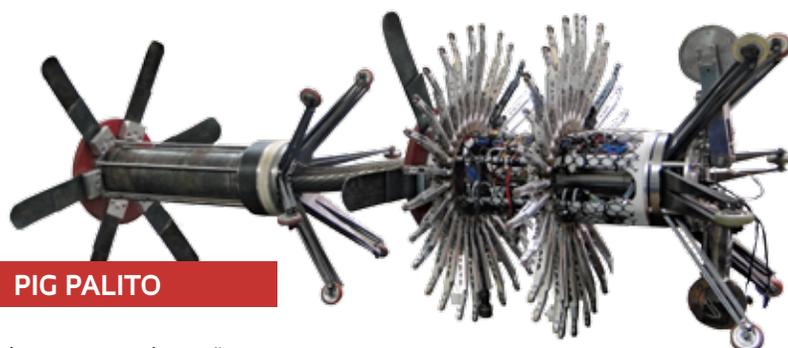


# SOLUÇÕES PARA O PRÉ-SAL

Instituições de pesquisa em parceria com a Petrobras desenvolvem equipamentos para operar em áreas ultraprofundas

Quanto mais profundas são as águas do oceano e mais espessa a camada terrestre submersa sob a qual se encontram os depósitos de gás e petróleo, maiores os desafios tecnológicos para extraí-los. Para a extração desses produtos do pré-sal – depósitos localizados abaixo da camada de sal que está situada entre 3.500 e 5.500 metros de profundidade do solo marinho –, os dutos descem a mais de 3 mil metros de profundidade no mar. Um dos pontos críticos da extração é ter métodos confiáveis de análise e monitoramento de tubos e sistemas que suportem altas pressões e grandes diferenças de temperatura. Para operar nesse ambiente hostil, a Petrobras, pioneira na exploração de combustíveis fósseis em águas profundas (de 300 a 1.500 metros) e ultraprofundas (mais de 1.500 metros), por meio do seu Centro de Pesquisas (Cenpes), fez parcerias com instituições para o desenvolvimento de tecnologias para exploração do pré-sal. Dois desses projetos foram realizados com a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e um com o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), localizado em Campinas (SP).

Um dos trabalhos conjuntos com a PUC-Rio resultou em um equipamento



PIG PALITO

Equipamento para inspeção interna de tubulações de óleo e gás. Tem vários sensores em forma de hastes – daí o nome – espetados ao seu redor.

Um sistema de molas faz o conjunto de sensores encolher e se expandir. Esse movimento detecta as mínimas diferenças de relevo interno que podem ser áreas de corrosão

para a inspeção interna dos dutos apoiados no leito marinho ou inseridos no solo abaixo do oceano. O equipamento criado para a inspeção interna dos dutos é um tipo de PIG, dispositivo que se desloca no interior dos tubos impulsionado pelo próprio fluido (óleo ou gás) com o objetivo de limpar ou inspecionar, por meio de sensores, suas paredes. “Os tubos utilizados em águas profundas têm espessuras grandes de parede e diâmetros pequenos, percursos longos e podem ter curvas fechadas, além de estarem sujeitos a altas pressões e grandes variações de temperatura”, diz Jean Pierre von der Weid,

do Centro de Pesquisa em Tecnologia de Inspeção (CPTI) da PUC-Rio. “Por isso, e por ser um mercado relativamente pequeno, não há PIGs comerciais para essa aplicação.”

Para atender a demanda da Petrobrás, o grupo da PUC-Rio desenvolveu o PIG Palito, um equipamento cilíndrico dotado de vários sensores em forma de hastes. O sistema possui um hodômetro que mede o local exato do problema encontrado pelos sensores. A equipe desenvolveu dois protótipos do PIG Palito capazes de inspecionar tubos com diâmetro entre 20 centímetros (cm) e 120 cm. “Testamos um deles com sucesso na Bacia de Santos, em uma linha de transporte de gás entre os campos de Uruguá e Mexilhão, com 190 quilômetros (km) de comprimento”, conta o pesquisador.

No Laboratório de Sensores de Fibra Óptica (LFSO) da PUC-Rio foi desenvolvido o sistema de Monitoramento da Integridade Estrutural de Risers Flexíveis (Moda). Segundo o coordenador do pro-



## MÉTODO ANALÍTICO

Faz a análise da presença de monoetilenoglicol (MEG) em amostras de óleo e gás. Utiliza frascos de vidro ou plástico e análise visual. Ao ser separado do gás, o MEG apresenta-se em meio líquido. Aparecem dois tipos de resultado: turvo ou transparente, que indica a ausência de MEG

jeto, Arthur Braga, a Petrobras é uma das maiores operadoras de dutos flexíveis do mundo, com a maioria deles operando em águas profundas ou ultraprofundas da costa brasileira. “Os primeiros foram instalados no fim da década de 1970 e hoje a empresa tem uma rede de mais de uma dezena de quilômetros, com mais de mil *risers*”, diz. “Alguns deles estão chegando ao fim de sua vida útil, por isso a capacidade de detecção antecipada da propagação ou surgimento de danos estruturais tornou-se fundamental para garantir e prolongar o uso desses equipamentos.”

Braga explica que os *risers* são feitos de camadas poliméricas e metálicas intercaladas. Entre essas últimas estão as armaduras de tração, feitas de arame de aço, que suportam os esforços causados pelo próprio peso do duto, do óleo e do gás transportados e pelo movimento do mar. “Com o passar do tempo, os arames se desgastam e podem se romper”, explica. “Por essa razão, a Petrobras agora exige que os tubos flexíveis que operam no pré-sal sejam equipados com sistemas para o monitoramento em tempo real dos *risers*.” Entre os componentes do Moda estão sensores feitos de fibras ópticas, instalados nos arames da camada de tração externa, no trecho do *riser* entre a plataforma e a linha d’água. O sistema pode ser instalado durante a fabricação do tubo flexível ou em dutos que estão em operação. “Se um deles sofre uma ruptura, os sensores de fibra óptica detectam essas alterações e as informações são enviadas para um computador na sala de controle.”

O projeto começou em 2007, com financiamento de R\$ 8,5 milhões da Petrobras. Entre 2008 e 2013 foram realizados vários testes com o sistema Moda em laboratório e em campo. Recentemente, o sistema foi incorporado pela companhia em todos os campos do pré-sal. A tecnologia foi licenciada para a empresa Ouro Negro, spin-off do Laboratório de Sensores a Fibra Óptica da PUC-Rio. “Até o final de 2016 o número de sistemas Moda instalados nos dutos das plataformas operando no pré-sal deverá chegar a algo em torno de 200 unidades, com cerca de 13 mil sensores de fibra óptica.”

No caso do PIG Palito, o investimento da Petrobras foi de cerca de R\$ 15 milhões e a tecnologia também deverá ser transferida para uma empresa, que irá produzir o equipamento em escala comercial. As duas tecnologias receberam o Prêmio ANP, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, na categoria “Inovação tecnológica desenvolvida no Brasil por instituição de ciência e tecnologia nacional em colaboração com empresa petrolífera” – o Moda em 2014 e o PIG Palito em 2016.

## ANÁLISE DO GÁS

No projeto com o LNNano foi desenvolvido um método de análise química quantitativa para determinar o teor de monoetilenoglicol (MEG) em amostras do processamento de gás natural liquefeito (GNL). Ao ser transportado dos poços submarinos – tanto em águas profundas como nas ultraprofundas – para as plataformas ou navios offshore, são geradas nas tubulações de gás subs-

tâncias sólidas denominadas de hidratos que podem entupir os dutos. O MEG é adicionado ao combustível para evitar a formação desses hidratos. O problema é que essas substâncias são um contaminante que precisa ser retirado do GNL. Por meio de processos químicos, a Petrobras consegue fazer essa remoção do MEG presente no GNL em suas Unidades de Tratamento de Gás (UTG). A empresa precisa saber com precisão e rapidez, no entanto, qual a eficiência do processo de regeneração do MEG no GNL. “Criamos um método, que chamamos de Microemulsification-Based Method (MEC)”, conta Renato Sousa Lima, pesquisador do Laboratório de Microfabricação do LNNano, coordenador do projeto.

Lima explica que, ao ser separado do gás, o MEG fica dissolvido em um meio líquido composto de água, açúcares, ácidos e diversos metais. O teste ocorre com a adição de ácido oleico a esse líquido rico em MEG, gerando uma mistura insolúvel água-óleo. Em seguida, é adicionado etanol à mistura sob agitação. Aparecem dois tipos de resultado: turvo ou transparente. É possível saber a quantidade de MEG e a eficiência do sistema pela quantidade de etanol que foi necessário acrescentar à mistura para ela se tornar transparente. O MEC dura de 5 a 10 minutos enquanto a técnica utilizada pela Petrobras envolve uma série de reagentes químicos e demora algumas horas. O projeto que levou ao método desenvolvido por Lima recebeu financiamento da FAPESP e da Petrobras, no valor de R\$ 1 milhão, e gerou um pedido de patente e quatro publicações científicas. A nova técnica ainda não entrou na rotina operacional da empresa. “Fizemos três demonstrações para os engenheiros e técnicos da companhia”, conta Lima. “Acreditamos que em breve o método possa ser utilizado como rotina pela Petrobras.” ■ **Evanildo da Silveira**

## Projeto

Microemulsificação em química analítica para o desenvolvimento de plataformas point-of-care: Estudo de fatores intervenientes e automação em microfluídica (nº 2014/24126-6); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável Renato Sousa Lima (LNNano); Investimento R\$ 61.425,00.

## Artigo científico

DA CUNHA, J. G. *et al.* Microemulsification-based method: Analysis of monoethylene glycol in samples related to natural gas processing. **Energy & Fuels**, v. 29, p. 5649-54, 2015.