Revista Técnica da Universidade Petrobras

Implementação do controle de ROVs a partir de bases terrestres: uma abordagem inovadora para inspeções e intervenções submarinas

Implementation of ROV control from onshore bases: an innovative approach to subsea inspections and interventions

Lucas dos Anjos Cristiano Marino
Petrobras, Macaé-Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: lucas.marino@petrobras.com.br

Hernandes Coutinho Fagundes
Petrobras, Macaé-Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: hernandesfagundes@petrobras.com.br

Vinicius Guedes Gusmão
Petrobras, Rio de Janeiro-Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: vgusmao@petrobras.com.br

Palavras-chave:
ROV.
Operações remotas.
OCC.
Controle de terra.
RSV.

Keywords:
ROV.
Remote operations.
OCC.
Onshore control center.
RSV.

RESUMO

A proposta de trabalho envolveu a pilotagem de veículos ROV a partir de centros de controle em terra (OCCs) como parte da Iniciativa Estratégica de Operações Remotas SSUB, visando reduzir riscos para profissionais e melhorar a tomada de decisões. A equipe colaborou com fornecedores de serviços ROV, como Fugro, Subsea7 e Oceaneering, para adaptar RSVs existentes e utilizar uma rede 4G privativa com link de alta velocidade para o controle dos veículos. O projeto enfrentou desafios na configuração da rede e na simulação de operações offshore. Em janeiro de 2023, a Fugro conduziu com sucesso 8 inspeções de dutos submarinos a mais de 8 quilômetros da plataforma P-57. Em março de 2023, a Subsea7 completou 5 inspeções de dutos e 2 inspeções de ANM com a RSV CBO Wave. O piloto continuará com inspeções da Oceaneering e a exploração de tecnologia de transmissão por satélite de baixa órbita. As duas primeiras fases do projeto demonstraram os benefícios da pilotagem de ROVs a partir de bases terrestres para a frota submarina.

ABSTRACT

The work proposal involved piloting ROV vehicles from onshore control centers (OCCs) as part of the SSUB Remote Operations Strategic Initiative, aiming to reduce risks for professionals and improve decision-making. The team collaborated with ROV service providers such as Fugro, Subsea7 and Oceaneering to adapt existing RSVs and use a private 4G network with a highspeed link to control the vehicles. The project faced challenges in configuring the network and simulating offshore operations. In January 2023, Fugro successfully conducted 8 subsea pipeline inspections more than 8 kilometers from the P57 platform. In March 2023, Subsea7 completed 5 pipeline inspections and 2 ANM inspections with the RSV CBO Wave. The pilot will continue with Oceaneering inspections and exploration of low-orbit satellite transmission technology. The first two phases of the project demonstrated the benefits of piloting ROVs from land bases to the submarine fleet.

Recebido:
08 de janeiro de 2025
Aceito para publicação:
29 de janeiro de 2025
Publicado:
26 de fevereiro de 2025
https://doi.org/10.70369/zwfhtm33

CC BY

1. INTRODUÇÃO

Na A indústria de petróleo e gás está enfrentando desafios significativos ao realizar inspeções e manutenções em dutos e equipamentos submarinos. As operações tradicionais, com equipes embarcadas, envolvem exposição a ambiente de risco e altos custos.

Uma solução promissora é a operação remota de ROVs (Remoted Operated Vehicle), sigla em inglês que significa veículo operado remotamente, com controle realizado em terra. Esse modelo permite que os ROVs sejam pilotados a partir de um centro de comando, utilizando a internet como meio de comunicação. Essa abordagem já está sendo realizada com sucesso no Golfo do México e no Mar do Norte, regiões que possuem uma infraestrutura de telecomunicação em alta velocidade, incluindo o uso de redes 4G comerciais em locais offshore.

Com esse modelo de operação, é possível executar as tarefas dos ROVs offshore a partir dos centros de comando, onde os vários envolvidos, como pilotos do ROV, representantes do cliente e especialistas, podem estar presentes. Isso reduz os riscos de segurança offshore, diminui a emissão de gases de efeito estufa associados ao transporte desses profissionais, simplifica a interação entre o representante do cliente e os pilotos de operações do ROV, acelera o processo de aprendizagem dos pilotos, além de permitir que as equipes supervisionem várias operações simultaneamente, otimizando a produtividade da equipe que não mais precisará ficar de prontidão a bordo sujeita às condições de mar, visibilidade, problemas mecânicos, etc.

Nesse contexto, a Petrobras iniciou uma série de projetos pilotos com o objetivo de testar a aplicação dessa tecnologia em diferentes ambientes operacionais. Desta forma, os projetos pilotos detalhados neste artigo utilizaram a infraestrutura de telecomunicação de alta velocidade existente da plataforma P-57, localizada no Campo de Jubarte, trecho capixaba da Bacia de Campos e embarcações tipo RSV (ROV Support Vessel) da gerência SUB/SSUB/MIS.

2. OBJETIVO

O objetivo do artigo é apresentar as motivações e resultados das primeiras operações em que veículos ROV foram pilotados a partir de centros de controle em terra (OCCs). O piloto realizado constitui escopo da Iniciativa Estratégica de Operações Remotas SSUB, idealizada em 2021, com os objetivos de reduzir a exposição de profissionais aos ambientes de risco e agregar confiabilidade e rastreabilidade às tomadas de decisão em ambientes de controle terrestres.

3. VIABILIZANDO O CONTROLE DOS ROVS PELOS CENTROS DE COMANDO ONSHORE

3.1. Embarcações tipo RSV

O RSV é uma embarcação offshore que tem como principal objetivo fornecer suporte a atividades submarinas, realizando intervenção, inspeção, manutenção e reparo de equipamentos e sistemas submarinos, bem como serviços de construção submarina de pequeno porte. Para isso, essas embarcações possuem infraestrutura que permite a operação de ROVs, guindastes, guinchos e uma ampla área de convés para a movimentação de equipamentos.

Com o objetivo de garantir segurança operacional, eficiência e disponibilidade para a execução de diversas tarefas, o uso de ROVs tem crescido rapidamente, tanto em pesquisas quanto em instalações, inspeções, intervenções e operações de manutenção de equipamentos submarinos. Esse crescimento levou as empresas de ROV a buscar aprimoramentos em sua mão de obra e equipamentos, resultando em operações mais seguras e eficientes.

Entre as principais características das embarcações RSVs, destacam-se:

- capacidade de operar ROVs em uma ampla faixa de profundidades, desde águas rasas até três quilômetros de profundidade;
- sistema de posicionamento dinâmico com redundância para garantir segurança e eficiência durante as operações;
- presença de um guindaste com capacidade para o lançamento e recolhimento de equipamentos submarinos e movimentações submarinas;
- disponibilidade de ferramentas de inspeção submarina, como medidores de espessura, medidores de potencial, ferramentas de torque e outras.

Aliado a isso, para atender à diretriz da Petrobras de reduzir o mergulho humano, as operações que anteriormente eram realizadas por mergulhadores estão sendo transformadas em operações diverless, ou seja, sem o uso de mergulhadores. Como resultado, o uso de ROVs também está aumentando nas operações em águas rasas, tanto em embarcações RSV quanto em outras que possuem ROVs.

3.2. Tecnologia da informação e telecomunicações (TIC) e segurança da informação (SI)

Para que a operação remota de ROV fosse possível, os requisitos de comunicação fim-a-fim desde a embarcação até o Centro de Controle eram bastante desafiadores e que até então não faziam parte das soluções de transmissão de dados de um RSV, com enlaces exclusivamente via satélite.

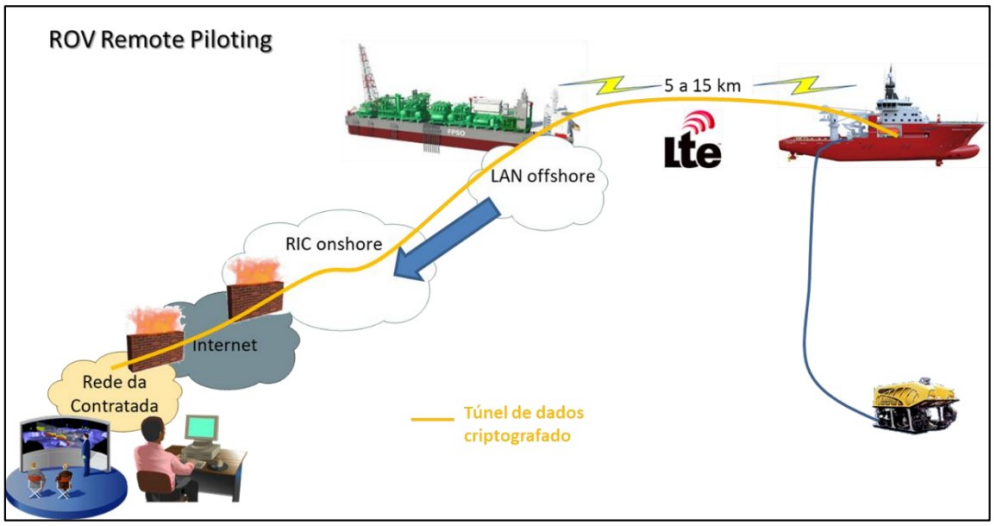
O principal desafio tecnológico de comunicação para esse piloto nem era a taxa de transmissão, que consumia em torno de 6Mbps no sentido RSV para o OCC (*onshore control center* – centro de comando terrestre) e 400kbps do OCC para o RSV. O desafio era fazer com a latência (tempo em que um sinal sai da origem, alcança o destino e retorna à origem) não excedesse 250 mseg com garantia da segurança e qualidade de serviço, o que não encontramos nas tecnologias satelitais atuais. Ainda mais quando levamos em consideração que o OCC de ambas as empresas ficava na Europa a cerca de 10.000km em linha reta; o que por si só já consumiria cerca de 100 mseg para a luz trafegar nos cabos submarinos transcontinentais. Esse limite de 250 ms se mostrava essencial para permitir que a pilotagem do veículo ocorresse sem atrasos de resposta que prejudicassem a capacidade de controle pelo piloto, inviabilizando operações, em especial a carteira de intervenção.

Para alcançar requisitos como esse, a Petrobras já vinha implantando uma rede de cobertura LTE (*Long-Term Evolution* - 4G/5G da telefonia celular) privativa para múltiplos propósitos, onde as antenas LTE são instaladas em plataformas com bons meios de transmissão para terra através de rádio enlaces microondas ou fibras ópticas submarinas; o que foi o caso da cobertura LTE da P-57, que conta com enlace rádio para terra, e da P-43 e P-48 que contam com fibra óptica e rádio.

Sendo assim, o sinal gerado a bordo não precisa mais percorrer enormes distâncias apenas para alcançar satélites e retornar a uma estação *onshore*.

Além disso, a cobertura LTE não apenas atende as operações a bordo da plataforma, mas também até 20km de distância; e por isso foi possível utilizar esta cobertura para realização de inspeções submarinas comandadas remotamente em distâncias de 0m até 9,5km ao entorno das unidades. A distância entre o RSV e a unidade poderia até ter sido superior sem prejuízo de performance, caso a carteira de inspeções tivesse incluído áreas mais distante.

Figura 1. Esquemático do fluxo de comunicação estabelecido durante os controles remotos dos ROVs.



Fonte: elaborado pelos autores.

4. PILOTOS DE OPERAÇÕES REMOTAS E RESULTADOS

4.1. Piloto 1

O primeiro piloto realizado, conduzido em janeiro de 2023, estabeleceu-se em parceria com a empresa Fugro, fazendo uso da embarcação RSV Fugro Aquarius. Com o propósito de escrutinar e avaliar este modelo de operação de ROV, um escopo detalhado de serviços de inspeção de dutos submarinos foi concebido para o trecho *flowline* (trecho estático). No decorrer desta fase piloto, foi possível concluir exitosamente três dos serviços especificados dentro do escopo estabelecido.

Destaca-se que o controle terrestre do ROV foi feito através do centro de comando da empresa situado em Aberdeen, Escócia.

4.2. Piloto 2

O segundo piloto, conduzido em março de 2023, foi realizado em colaboração com a empresa Subsea 7, utilizando a embarcação RSV CBO Wave. Com o intuito de avaliar meticulosamente este paradigma operacional envolvendo ROV, foi concebido um escopo detalhado de serviços de inspeção, abrangendo tanto dutos submarinos no trecho *flowline* (trecho estático) quanto a inspeção de equipamentos submarinos. Durante a execução deste piloto, foram finalizados com êxito cinco serviços de inspeção de dutos e dois serviços de inspeção de equipamentos submarinos, contemplando, inclusive, o manuseio de válvulas submarinas pelo ROV.

Da mesma forma que o primeiro piloto, o controle remoto do ROV foi gerenciado a partir do centro de comando da empresa em Aberdeen, Escócia, evidenciando a capacidade consistente de operar o ROV a distâncias significativas, mantendo um alto padrão de eficiência e segurança.

4.3. Piloto 3

O terceiro piloto, realizado em novembro de 2023, em parceria com a empresa Oceaneering, ocorreu a bordo do RSV CBO Manoella. Nesta ocasião, além de inspeções de equipamentos e dutos submarinos, foram executadas operações de inspeção de casco de plataformas, conhecidas como inspeção de classe.

Durante este teste, foram concluídos com sucesso dois serviços de inspeção de dutos, um serviço de inspeção de equipamentos submarinos e um serviço de inspeção de casco, sendo o escopo da inspeção de casco contemplando, inclusive, realização de limpeza da região com ferramenta de cavitação e escova rotativa, além de medição de potencial eletroquímico.

Ao contrário dos pilotos anteriores, o controle remoto do ROV foi feito a partir do centro de comando da empresa em Macaé, Rio de janeiro, Brasil, demonstrando a capacidade consistente de operar o ROV dentro de território nacional, mantendo um alto padrão de eficiência e segurança.

Figura 2. Embarcações Fugro Aquarius (esquerda), CBO Wave (meio) e CBO Manoella (direita) que atuaram nos pilotos de controle a partir de bases terrestres.

Fonte: banco de imagens Petrobras

5. CONCLUSÃO

Os pilotos de operações remotas de ROV realizados com as empresas representaram avanços significativos na aplicação dessa tecnologia inovadora. A execução desses experimentos piloto possibilitou a avaliação prática e a validação de conceitos essenciais para a efetiva pilotagem de veículos ROV a partir de centros de controle terrestres. Destaca-se que a iniciativa de implantação do Controle Remoto de ROVs não apenas viabilizou uma colaboração substancial com fornecedores estratégicos, mas também permitiu uma avaliação minuciosa da integração de suas tecnologias com a infraestrutura existente na Petrobras.

Ressalta-se que os resultados obtidos até o momento forneceram insights valiosos, destacando a necessidade premente de uma arquitetura de rede altamente especializada, bem como requisitos específicos para o hardware de comunicação.

Os pilotos conduzidos lograram resultados extremamente encorajadores, pois os serviços previstos foram realizados de maneira bem-sucedida, evidenciando a viabilidade e a eficácia dessa abordagem. Assim, o sucesso alcançado na fase piloto não apenas cumpriu seus objetivos iniciais, mas também pavimentou o caminho para a integração efetiva do controle remoto de ROVs nos contratos de serviços. Isso influenciará diretamente nas especificações técnicas da área submarina e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), trazendo consigo a promessa de avanços significativos e inovações no setor submarino, que se refletirão positivamente em termos de eficiência, segurança e impacto ambiental reduzido.

A capacidade de conduzir inspeções de dutos e casco de plataformas a quilômetros da base terrestre, mantendo a qualidade e a segurança operacional, reforçou a robustez dessa metodologia de controle remoto. Além disso, a inspeção de equipamentos submarinos, incluindo o manuseio de válvulas, demonstrou a versatilidade e precisão que podem ser alcançadas por meio desse modelo de operação.

Esses pilotos representaram um marco fundamental na exploração e no desenvolvimento da pilotagem remota de ROV a partir de centros de controle em terra. As valiosas lições aprendidas, os desafios superados e os resultados obtidos constituem um alicerce crucial para futuras implementações e otimizações dessa tecnologia, não somente no âmbito da indústria submarina, mas também em outros setores que demandam operações remotas de alta precisão.

Portanto, os pilotos realizados proporcionaram um entendimento aprofundado das capacidades e limitações desse modelo operacional, além de fornecerem uma base sólida para avanços futuros na aplicação da tecnologia de operações remotas de ROV, trazendo consigo a promessa de um cenário mais seguro, eficiente e inovador para a indústria submarina e áreas correlatas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em direção à próxima etapa deste projeto, está programada a execução de testes abrangendo a utilização de satélite de baixa órbita, os chamados LEO (*Low Earth Orbit*), visando explorar e validar ainda mais os limites e a eficácia do controle remoto de ROVs em ambientes submarinos desafiadores, proporcionando uma análise mais aprofundada das capacidades e limitações dessa abordagem em operações de ROV remotas.

Esses passos futuros representam uma extensão crucial do estudo piloto, ampliando os horizontes da aplicação do controle remoto de ROVs e aprimorando ainda mais a compreensão das complexidades e demandas técnicas inerentes a esses processos. Os resultados dessas fases complementares não apenas influenciarão o aprimoramento contínuo da tecnologia de operações remotas de ROV, mas também poderão desencadear avanços substanciais na indústria submarina e suas práticas associadas.

Trabalho originalmente apresentado no Congresso ROG em 2024. Acesse aqui.

REFERÊNCIAS

SILVA, Simao et al. **First Use of ROV Remote Operations from Shore in the Gulf of Mexico**. In: Offshore Technology Conference. OnePetro, 2021