

**DURABILIDADE E  
COMPATIBILIDADE DE  
REVESTIMENTOS  
PROLONGAM AS  
CAPACIDADES DE  
PRODUÇÃO**

Por Travis Crotwell, Business Development  
Manager – Upstream Oil & Gas, Sherwin-  
Williams Protective & Marine



Centenas e até milhares de pés abaixo da superfície do oceano, equipamentos Subsea de produção de Óleo e Gás agitam o fundo do mar, extraíndo recursos valiosos de poços e bombeando-os para operações próximas de produção e armazenamento situadas na superfície. Embora vários poços possam ser perfurados em uma determinada área, não é financeiramente viável implantar várias plataformas offshore para acomodar esses diferentes reservatórios. Em vez disso, os produtores de Óleo e Gás usam tiebacks Subsea para conectar cada reservatório a uma única operação de processamento existente, que pode estar a até 30 milhas de distância.

Tais tiebacks envolvem uma grande quantidade de equipamentos Subsea responsáveis por pressurizar sistemas, manter altas temperaturas, separar sólidos e fluidos, e outras atividades relacionadas à extração de matérias-primas da terra e bombeá-las para plataformas fixas e embarcações flutuantes de armazenamento e descarga de produção (FPSO). Quanto mais tempo esse equipamento puder operar sem precisar de manutenção, melhor. E essa linha do tempo precisa pelo menos corresponder à vida útil projetada do campo de produção. Dessa forma, os produtores de Óleo e Gás não precisarão puxar equipamentos para serviços intermediários a um ótimo custo.

Dada a vida útil comum de 25 anos ou mais para muitos reservatórios de Óleo e Gás, os produtores esperam essa vida útil ou mais, não apenas do próprio equipamento, mas também dos revestimentos aplicados para proteger esse equipamento contra corrosão. Se esses revestimentos falharem prematuramente, o equipamento também falhará, causando grandes perdas de produtividade e monetárias para um reservatório que podem reduzir seu retorno geral sobre o investimento.

Com os reservatórios de hoje atingindo uma vida útil de 30 anos ou mais, os produtores precisam considerar tecnologias de revestimento de proteção mais robustas desde o início para ajudar a prolongar a vida útil de seus equipamentos Subsea. Isso os ajudará a manter os equipamentos submersos durante toda a vida útil do reservatório, reduzindo o custo total de operação para tiebacks Subsea e ajudando os produtores a proteger o resultado final.

## A NECESSIDADE DE REVESTIMENTOS ROBUSTOS PARA PROTEGER EQUIPAMENTOS DELICADOS

Quando as empresas identificam um novo reservatório para produção de petróleo ou gás natural, realizam análises para determinar a vida útil prevista do campo produtor. Em muitos casos, pode-se esperar que o reservatório produza petróleo por mais de duas décadas, fornecendo uma diretriz geral de 25 anos para proteger equipamentos submarinos de perfuração e produção delicados e altamente caros, para que possam operar de maneira confiável durante a vida útil do reservatório. No entanto, devido à tendência crescente de ligações entre campos Subsea estendendo ainda mais a vida útil de campos específicos, essa vida útil está se ampliando em alguns reservatórios. Agora, mais de 30 anos de serviço está se tornando uma meta de longevidade mais comum que os produtores de equipamentos e fabricantes de revestimentos devem cumprir para garantir um desempenho estável e ininterrupto.

Sujeitos a uma ampla gama de tensões ao longo de sua vida útil, os equipamentos Subsea são frequentemente pressurizados, enfrentam altas temperaturas de operação e suportam transporte e submersão em ambientes marítimos agressivos e corrosivos. Nestas condições de operação, os sistemas de revestimento devem proporcionar durabilidade, longevidade e proteção contra corrosão, independentemente do tipo de equipamento que protegem e se a proteção catódica está disponível ou não como proteção de backup. No entanto, as apostas são as mais altas em equipamentos pressurizados, pois uma falha de revestimento que leva à corrosão em tais equipamentos pode ter consequências catastróficas.

Para garantir que todos os equipamentos forneçam desempenho seguro e confiável durante a vida útil de um reservatório, a indústria de Óleo e Gás segue padrões e requisitos estabelecidos. Eles incluem aqueles regidos pela International Organization for Standardization (ISO), o CSA Group, NORSOK e NACE International, bem como requisitos suplementares prescritos por operadoras como Saudi Aramco, Shell e Chevron. Os padrões e especificações para cada instalação dependerão dos parâmetros do projeto, cada um decorrente dos requisitos básicos da ISO, NORSOK e outros.

## MITIGAÇÃO DE ESTRESSES OPERACIONAIS E DE TRANSPORTE

A durabilidade dos equipamentos Subsea é testada por uma ampla gama de desafios e tensões, incluindo a pressurização devido à sua localização no fundo do mar. Submersos debaixo d'água por duas a três décadas, todos os equipamentos revestidos devem ser suficientemente resistentes à corrosão, além de suportar as demandas extremas envolvidas na extração submarina de Óleo e Gás. Isso inclui garantir que os revestimentos sejam resistentes a impactos, abrasão e permeação de água. Isso também significa que os revestimentos precisam ser resistentes às temperaturas extremamente altas do óleo extraído, bem como compatíveis com os vários sistemas de isolamento – incluindo sistemas de silicone espessos e sem costura – instalados sobre tubos e equipamentos para manter o óleo quente para processamento e transporte abaixo do mar até a superfície. Essas propriedades de revestimento são cruciais não apenas para garantir a vida útil dos equipamentos Subsea, mas também para manter um alto grau de desempenho e retorno do investimento.

A Sherwin-Williams oferece uma ampla gama de revestimentos líquidos para atender às diversas necessidades de equipamentos Subsea de Óleo e Gás, incluindo uma variedade de exposições à temperatura operacional. Tanto o epóxi de cura rápida Macropoxy® 646 quanto o Macropoxy M922 foram testados de acordo com os padrões NORSOK M-501, Rev. 6, Categoria 7B e podem ser usados em componentes estruturais que não operam em altas temperaturas. Para componentes que operam em temperaturas mais altas, a Sherwin-Williams apresenta uma variedade de revestimentos testados de acordo com as diretrizes NORSOK M-501, Rev. 6, Categoria 7C, todos normalmente usados sob isolamento. Os sistemas incluem Macropoxy M922, que pode acomodar temperaturas de até 80°C, e epóxi Dura-Sub™ C1330, que pode ser usado para temperaturas operacionais de até 180°C. Além disso, o epóxi Dura-Sub C1330 pode suportar temperaturas ainda mais altas de até 200°C.

Embora grande parte da preocupação com a durabilidade e longevidade do revestimento para equipamentos Subsea esteja relacionada à forma como os revestimentos se mantêm durante a vida útil do equipamento, os produtores precisam estar

cientes das tensões que esses revestimentos podem encontrar antes de serem colocados em serviço. Esses equipamentos devem primeiro ser construídos e transportados para o local do poço, introduzindo um conjunto separado de especificações de durabilidade. No caso de atrasos no projeto, alguns equipamentos podem precisar ser armazenados pelo fabricante ou permanecer nas docas por semanas ou meses. As exposições prolongadas ao ultravioleta (UV) e ao ambiente marinho atmosférico durante esse período podem reduzir a durabilidade dos revestimentos aplicados, potencialmente tirando anos valiosos de suas capacidades de proteção e, portanto, reduzindo a vida útil desse equipamento.

Com esse desafio em mente, os produtores podem optar por especificar uma solução como o epóxi Dura-Sub C1230 da Sherwin-Williams Protective & Marine. Foi testado de acordo com a norma Norsok M-501, Rev. 6, Categoria 7A para zonas de respingo, que incorpora a exposição aos raios UV e mede a resistência aos raios UV e o desempenho geral do revestimento. Ao longo dos testes, o revestimento é exposto aos raios UV por três dias, seguido por três dias de névoa salina e, finalmente, um congelamento e degelo. Este ciclo é repetido por várias semanas até que o revestimento demonstre com sucesso sua durabilidade por 4.200 horas. Dura-Sub C1230 e outros epóxidos da Sherwin-Williams obtêm sua resistência UV aprimorada pela densidade de reticulação apertada de sua química de resina novolac de sólidos ultra-altos.



## REVESTIMENTOS DE TUBULAÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS OPERACIONAIS PARA UMA PERFURAÇÃO OFFSHORE MAIS QUENTE

À medida que os produtores de Óleo e Gás buscam áreas cada vez mais profundas e desafiadoras para perfuração offshore, equipamentos e revestimentos devem ser capazes de resistir a ambientes desafiadores e temperaturas crescentes. A cada quilômetro de profundidade perfurado, a temperatura do conteúdo extraído aumenta em aproximadamente 25°C. Revestimentos mais antigos não são capazes de lidar com o aumento da exposição ao calor de poços excepcionalmente profundos, levando a falhas e ameaçando a segurança da tubulação.

No entanto, novas soluções de revestimento permitiram que as atividades de exploração alcançassem novas profundidades. Os revestimentos de fusão bonded epoxi (FBE) de alta temperatura operacional (HOT) da linha Sherwin-Williams Dura-Sub™ C aplicados a tubulações submarinas agora podem acomodar temperaturas operacionais de até 180°C, com espaço para lidar com até mesmo temperaturas mais extremas no futuro.

Os revestimentos FBE de alta temperatura de operação equilibram várias propriedades de desempenho inter-relacionadas para suportar altas temperaturas. Os revestimentos FBE de hoje apresentam valores de temperatura de transição vítrea (Tg) mais altos, permitindo que os operadores de tubulação especifiquem revestimentos com valores de Tg que são pelo menos 5°C maiores que a temperatura operacional mais alta do tubo. Isso garante que os revestimentos permaneçam duros e vítreos com melhor adesão. No entanto, os novos revestimentos FBE de altas temperaturas operacionais também mantêm um alto grau de flexibilidade, apesar de seus altos valores de Tg; isso garante que os tubos possam ser unidos em terra e em bobinas, economizando tempo e dinheiro quando comparados com a soldagem e revestimento de juntas de campo em alto mar a partir de uma barcaça. Valores altos de Tg também fornecem uma barreira mais forte contra água e partículas causadoras de corrosão, além de maior resistência a danos.

## COMPATIBILIDADE ENTRE SISTEMAS COMPLICADOS

As instalações Subsea envolvem uma rede complexa de válvulas, tubulações e conectores que controlam e canalizam o fluxo de óleo ou gás de um reservatório para a instalação de processamento. Em qualquer sistema de produção submarino, vários componentes podem ser construídos por diferentes fabricantes de equipamentos originais (OEMs). Os componentes são então enviados para um fabricante, que monta os elementos estruturais e vários componentes em uma única estrutura conectada. Finalmente, o fabricante monta o sistema de produção submarino e executa todas as etapas finais necessárias para preparar o sistema para ser colocado em serviço.

Cada OEM pode manter especificações diferentes para seus componentes, tornando a compatibilidade do revestimento crucial. Os revestimentos aplicados aos sistemas de produção submarinos devem ser compatíveis com os diferentes padrões da indústria e especificações OEM; além disso, os revestimentos anticorrosivos devem ser compatíveis com o isolamento que é instalado sobre eles. Em cada aplicação, a Sherwin-Williams avalia as especificações e a compatibilidade entre os revestimentos comumente usados, bem como as especificações de isolamentos usados em sistemas de produção submarinos.

Um determinado projeto usará um tipo específico de isolamento com base nos requisitos do projeto: por exemplo, poliuretano sintético de vidro ou isolamento térmico à base de silicone para temperaturas operacionais mais altas. Os fabricantes podem precisar abordar um ponto de transição entre os revestimentos anticorrosivos e o isolamento, e um fornecedor de revestimentos pode ajudar o fabricante a determinar a compatibilidade e identificar uma especificação apropriada para os dois materiais.

À medida que os fabricantes e montadores de equipamentos aplicam e reaplicam revestimentos em sistemas de produção submarinos, eles devem trabalhar da forma mais eficiente possível para evitar atrasos e manter os equipamentos em movimento em suas instalações. A Sherwin-Williams ajuda os fabricantes a reduzir o tempo de revestimento necessário durante a produção, pré-qualificando os revestimentos de acordo com as especificações

necessárias. Além disso, a Sherwin-Williams está permitindo que os fabricantes obtenham tempos de cura mais rápidos usando epóxis líquidos de ultra-altos sólidos (UHS). Os revestimentos UHS reduzem a quantidade de solvente que precisa evaporar, ajudando-os a curar mais rapidamente do que produtos com 70% a 75% de sólidos em volume. Com os revestimentos UHS, os fabricantes podem aplicar a segunda camada em um prazo muito mais rápido e mover os equipamentos revestidos mais cedo - ambas as principais melhorias para a eficiência.

O isolamento usado em sistemas de produção Subsea é geralmente um material espesso e sem costura, e nenhum revestimento anticorrosivo adicional é usado em cima do isolamento. Mas a compatibilidade entre o isolamento e o revestimento anticorrosivo aplicado abaixo dele é essencial para evitar a delaminação e manter a eficiência do fluxo. Embora alguns revestimentos funcionem bem para permitir uma forte ligação entre o revestimento e o isolamento, há espaço para melhorias. Como resultado, a Sherwin-Williams está atualmente testando novas tecnologias para melhorar a ligação entre o revestimento e o isolamento, incluindo novos revestimentos com promotores de adesão adicionais.

## MAIOR DURABILIDADE PARA PROJETOS SUBSEA

À medida que os produtores de Óleo e Gás buscam novas oportunidades de crescimento e desenvolvimento, eles são desafiados a identificar novas áreas para exploração e tornar suas operações existentes mais eficientes. Revestimentos de alto desempenho suportam esses dois objetivos, estendendo a vida útil dos sistemas de produção submarinos e outros equipamentos, além de fornecer os aprimoramentos de desempenho necessários para suportar temperaturas crescentes e tensões externas.

## **SOBRE O AUTOR**

Travis Crotwell é Gerente de Desenvolvimento de Mercado – Upstream Oil & Gas para Sherwin-Williams Protective & Marine. As responsabilidades de Crotwell incluem atuar como especialista em corrosão e fornecer suporte de engenharia para proprietários, operadores e empresas de EPC. Além disso, ele é responsável por oportunidades de mercado e desenvolvimento de mercado em todo o segmento de mercado de petróleo e gás upstream. Crotwell tem 16 anos de experiência no setor, incluindo 15 anos na Sherwin-Williams, atuando anteriormente como Representante de Serviço Técnico de Campo, Inspetor de Revestimentos NACE, Especialista em Revestimentos Protetores e Gerente de Desenvolvimento de Projetos. Crotwell é um Inspetor de Revestimentos Certificado pela NACE CIP, Técnico de Revestimentos Certificado pela SSPC CCI e membro do conselho do Capítulo da Costa do Golfo da SSPC.