

Gerenciamento de Risco de Dutos Flexíveis Sujeitos ao SCC-CO₂

Héryca Olenir Sousa Castro¹

Juliana Moura Valpassos²

Diego de Moura Souza³

André Luiz Rocha Alves⁴

PETROBRAS

RESUMO

Apresentar o gerenciamento centralizado de risco dos dutos flexíveis suscetíveis ao mecanismo de falha SCC CO₂ (do inglês *Stress Corrosion Cracking by CO₂* - Corrosão sob Tensão pelo CO₂) no Pré-sal da Bacia de Santos e como é conduzido este assunto para acompanhamento e implementação das recomendações nas unidades em construção e nos projetos em desenvolvimento.

1. OBJETIVO

Os problemas enfrentados pela PETROBRAS nos últimos anos devido às consequências do fenômeno de SCC-CO₂ nos dutos flexíveis dos campos do Pré-sal se configuraram em um dos maiores desafios da indústria de Óleo & Gás no cenário *Offshore* recente, especialmente pelo potencial de consequências ao meio-ambiente, instalações ou segurança das pessoas. Neste contexto, foi necessária uma resposta robusta visando o atendimento pleno dos pilares da Diretriz de Segurança de Processo: “Comprometimento com Segurança de Processo”, “Entendimento de Perigos e Riscos”, “Gestão de Riscos” e “Aprendizado com a Experiência”. Este trabalho tem, portanto, o objetivo de apresentar esta força-tarefa, referente ao acompanhamento e implementação das recomendações, que vem alcançando resultados expressivos, minimizando os riscos e garantindo a continuidade da produção com segurança.

2. DESCRIÇÃO

A produção de Petróleo *offshore* se dá tipicamente através de Unidades Estacionárias de Produção (UEP), às quais são interligados poços produtores, que irão produzir o petróleo, e poços injetores, que tem como função injetar fluidos, de forma a manter a pressão do reservatório, e promover a eficiência de drenagem. Ao sistema de interligação dos poços à UEP dá-se o nome de sistema submarino de produção.

Os sistemas submarinos podem apresentar diversas configurações e se utilizar de diferentes tecnologias de dutos submarinos. Os dutos flexíveis são amplamente utilizados nos sistemas submarinos de produção no Brasil, e trata-se de dutos compostos por diferentes camadas (Figura 1) que possuem diferentes funções estruturais. Dentre estas camadas, para os propósitos deste artigo, destacamos duas camadas metálicas: as armaduras de tração que suportam carregamentos axiais (instalação e operação) e a armadura de pressão que contém a pressão interna do fluido produzido ou injetado. Existe ainda, uma camada polimérica, mais interna, que promove a estanqueidade entre o fluido interno e o meio externo, a qual chamamos de barreira de pressão,

¹ MSc, Engenheira Mecânica – PETROBRAS

² MSc, Engenheira Metalurgista – PETROBRAS

³ Engenheiro Mecânico – PETROBRAS

⁴ MSc, Engenheiro Mecânico, Consultor – PETROBRAS

e uma camada polimérica externa, que promove a proteção das camadas internas da água do mar, a qual chamamos de capa externa. A região entre a barreira de pressão e capa externa, denominamos espaço anular.

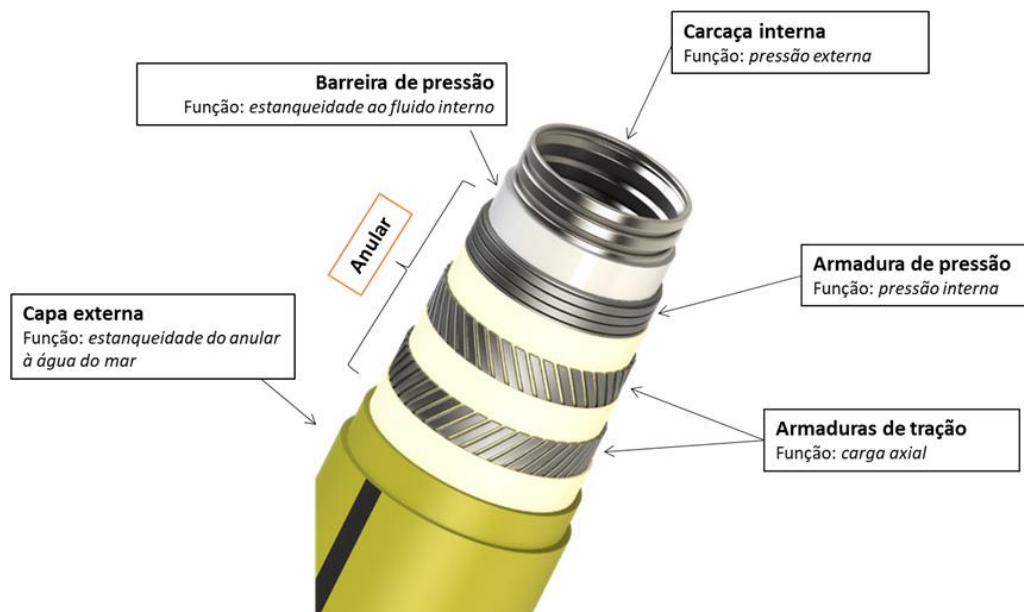


Figura 1 – Duto flexível (Fonte: Referência não conhecida)

É de senso comum que existem diferentes tipos de petróleo e que se trata de um fluido complexo, que apresenta além dos hidrocarbonetos, compostos extras, usualmente chamados de contaminantes. Um importante tipo de contaminante do petróleo é o CO_2 , que para alguns campos do Pré-Sal brasileiro pode ser superior a 10% [1]. Após chegar na planta de processo, o CO_2 presente no fluido produzido é separado e a Petrobras vem adotando a estratégia de reinjeção do CO_2 no reservatório através dos poços injetores. Esta estratégia atende à necessidade do descarte adequado do CO_2 produzido e aproveita-o como parte do fluxo necessário para a manutenção das condições requeridas do reservatório.

Ocorre que o CO_2 apresenta uma certa capacidade de permeação pela barreira de pressão (camada polimérica que é responsável pela estanqueidade do duto flexível). Devido a este fato, o CO_2 consegue permear para a região anular do duto flexível. Caso haja alguma passagem de água do meio externo para esta região anular, seja através de um dano na capa externa ocorrido durante a instalação, ou alguma falha na vedação das extremidades de um determinado tramo (o duto flexível é composto por tramos que são montados entre si para interligar o poço à plataforma de produção), pode ocorrer uma combinação de água e CO_2 no anular do duto flexível, e as armaduras metálicas de tração e pressão estariam sujeitas a um ambiente mais corrosivo do que em condições ideais de operação. Nesta situação, se os materiais das armaduras de tração e pressão forem suscetíveis ao SCC- CO_2 e, além disso, houver tensões suficientes, é possível que se desenvolva com o tempo, pites e trincas nestas armaduras, reduzindo a resistência estrutural do duto flexível, podendo, no limite, causar a ruptura do duto. Este fenômeno, apesar de conhecido na metalurgia, não era até então abordado nas Normas de projeto de dutos flexíveis, e se configurou como um grande desafio para o corpo técnico especialista, tanto da Petrobras, como do Mercado, e até mesmo da Academia.

A primeira falha experimentada pela Petrobras devido ao SCC- CO_2 em dutos flexíveis ocorreu em 2016, durante a operação de recolhimento do duto de um poço injetor de gás. A partir do resultado da investigação da falha e da identificação de sua potencial abrangência, a Petrobras estruturou o Programa SCC- CO_2 , com os seguintes objetivos: (i) suportar a continuidade operacional no Pré-sal através do estabelecimento de um programa de gerenciamento de integridade específico nos dutos com potencial abrangência e a implementação de uma estratégia de gerenciamento de risco centralizada e periódica; (ii) desenvolver e implementar melhorias nos projetos de dutos flexíveis, e a implementação de um processo de qualificação de novas soluções de dutos flexíveis resistentes ao SCC- CO_2 junto ao mercado, e; (iii) desenvolver novas tecnologias para inspeção de dutos e estabelecer um programa de avaliações de envoltórias de ocorrência do fenômeno. Devido a

importância e ineditismo do assunto, desde 2017, a Petrobras atualiza periodicamente a ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) sobre o andamento dos planos de ação comprometidos, bem como dos novos resultados obtidos, considerando o contínuo amadurecimento do conhecimento sobre o fenômeno. A Petrobras também subsidia a ANP na elaboração de alertas de segurança relativos ao SCC-CO₂, com as melhores práticas de gestão deste risco.

3. DISCUSSÃO

A gestão de segurança de processo é amplamente reconhecida como responsável pela redução do risco de acidentes graves e pelo processo de melhoria do desempenho da indústria. O CCPS (*Center for Chemical Process Safety*) é referência em diretrizes para um sistema de gestão de segurança de processo baseado em risco (RBPS - *Risk Based Process Safety*), que utiliza estratégias baseadas em risco e táticas de implantação condizentes com a demanda por atividades de segurança de processo, com a disponibilidade de recursos e com a cultura organizacional existente, a fim de projetar, corrigir e melhorar as atividades de gestão de segurança de processo. [2]

Um sistema de gestão de RBPS trata de quatro pilares principais de prevenção de acidentes conforme apresentado na Figura 2, são eles:

1. Comprometimento com a segurança de processo – A pedra fundamental da excelência na segurança de processo. Uma força de trabalho que está convencida de que a organização apoia integralmente a segurança como um valor essencial tenderá a fazer as coisas certas, de modo adequado, no momento certo – mesmo quando não tem ninguém observando.
2. Entendimento de perigos e riscos – A base de uma abordagem baseada em risco. Uma organização pode usar esta informação para alocar recursos limitados na maneira mais eficaz.
3. Gestão de risco – A execução contínua das tarefas de RBPS. As organizações devem: (1) operar e manter processos que oferecem riscos; (2) manter as mudanças nesses processos dentro do limite de tolerância ao risco; e (3) se preparar para possíveis acidentes, responder e gerenciar os acidentes que realmente ocorrerem. Uma empresa que se utiliza do conhecimento acerca do risco é capaz de sustentar operações de longo prazo, sem acidentes e lucrativas.
4. Aprendizado com a experiência - As oportunidades para melhorar. As métricas fornecem respostas diretas para o sistema de RBPS, e os indicadores de tendência fornecem sinais de aviso com antecedência a respeito de resultados de segurança de processo ineficientes. Quando o desempenho de um elemento é inaceitável, as organizações devem aprender com seus erros e de outros – como uma motivação para ação. [2]

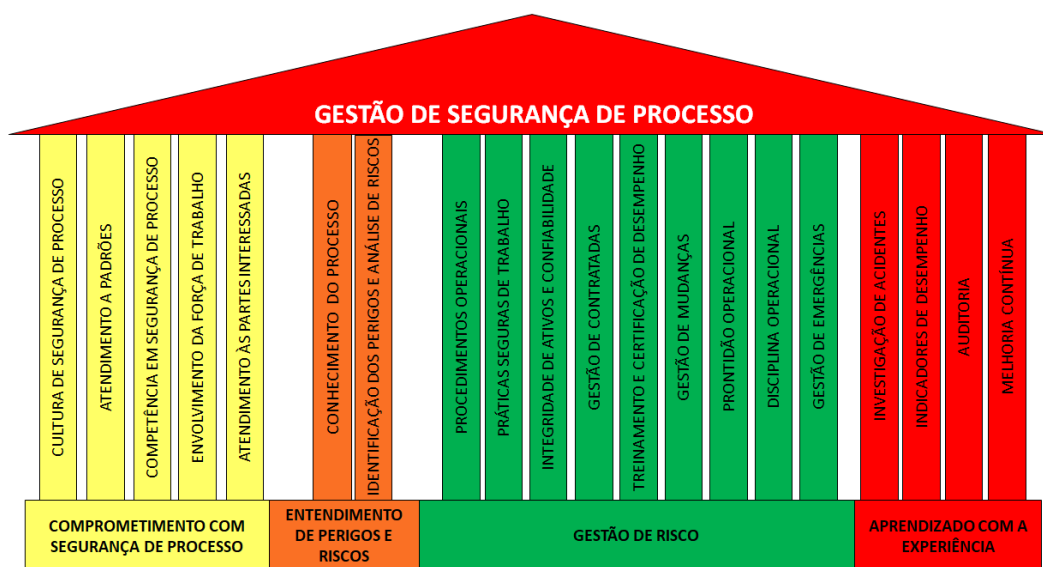


Figura 2 – Sistema de Gestão de Segurança de Processo Baseado em Risco (adaptado de [2])

Se uma organização direcionar seus esforços de segurança de processo para esses quatro pilares e vinte elementos de gestão, a eficiência de sua segurança de processo deve melhorar, a frequência e a gravidade dos acidentes devem diminuir, e o desempenho da segurança a pessoas, do meio ambiente e do negócio deve aumentar de forma sustentável. A abordagem baseada em risco também ajuda a evitar lacunas, inconsistências, trabalho excessivo ou falta de trabalho, que podem gerar falhas no sistema. [2]

Baseado no pilar ‘Comprometimento com segurança de processo’, foi criado o Programa SCC-CO₂, dedicado ao gerenciamento de integridade e de risco na operação de dutos flexíveis na abrangência desse mecanismo. No âmbito do Programa, periodicamente tem sido realizadas análises de risco centralizadas e específicas para a operação com dutos suscetíveis a esse fenômeno, conforme pilar ‘Entendimento de Perigos e Riscos’. Essa análise de risco conta com a participação de uma equipe multidisciplinar de alta capacitação e é revisada atualmente a cada 10 meses, incluindo resultados de testes em laboratórios de materiais e dissecações de dutos com anular alagado que operaram com CO₂. A realização da análise de risco permitiu resposta imediata da PETROBRAS em seus projetos de novos sistemas de produção e assim como feito nas UEPs em operação, as UEPs em construção foram modificados para incorporar as recomendações da análise de risco centralizada.

A implementação das recomendações é acompanhada mensalmente pelos gerentes responsáveis pelo Programa (pilar ‘Gestão de Riscos’), garantindo que todas as ações associadas a cenários não toleráveis estejam atendidas ou contingenciadas.

Em linha com o pilar ‘Aprendizado com a Experiência’, cada falha associada ao SCC-CO₂ na PETROBRAS teve uma Comissão de Investigação de Incidente concluída, com recomendações para bloqueio das causas raízes. O Programa SCC-CO₂ também avaliou, através de auditorias, a adequação e robustez nas implementações das barreiras para mitigação do risco dos cenários mapeados na análise de risco centralizada e em outros estudos de risco complementares. Neste trabalho de auditoria, foi realizado um diagnóstico das barreiras constituídas pelas recomendações, de forma a trazer uma melhor visualização dos riscos a serem gerenciados, bem como buscou-se a uniformização na implementação das ações entre as diversas UEPs na abrangência do Programa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descoberta do fenômeno SCC-CO₂ em dutos flexíveis, trouxe inúmeras incertezas para a operação de projetos do Pré-sal, e exigiu superação do corpo técnico e gerencial num assunto que envolve diversas disciplinas e Diretorias da companhia. A centralização do gerenciamento de integridade e de riscos permitiu aprendizado uniformizado, sendo peça fundamental para a geração de valor dos projetos e incorporação do aprendizado nas unidades em construção.

5. REFERÊNCIAS

- [1] R. L. C. BELTRÃO, C. L. SOMBRA, A. C. V. M. LAGE, J. R. FAGUNDES NETTO AND C. C. D. HENRIQUES, “Challenges and New Technologies for the Development of the Pre-Salt Cluster, Santos Basin, Brazil”, *Offshore Technology Conference*, Houston, Texas, USA, 4–7 May 2009, OTC 19880 (2009)
- [2] CCPS – Center for Chemical Process Safety; tradução Petrobras/Recursos Humanos/Universidade Petrobras. *Diretrizes para Segurança de Processo Baseada em Risco*. 808 p., Editora Interciência, 1 ed., Rio de Janeiro, Brasil (2014).