

Copyright 2014, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2014, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2014.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO DE FLANGES E CONEXÃO DE TUBOS

Prof. E. Lyublinski^a, M. Schultz^b, R. Singh^c

Abstract

During the last 5 years a very simple method was created to protect flanges, valves, control instruments, and welded joints from corrosion. This paper describes the field trial results in 9 countries and application experiences at different Petrobras facilities of this new protection system using volatile corrosion inhibitors. This system increases the efficiency and service life of corrosion protection for standard and non-standard types of flanges, valves, control instruments and welded joints in outdoor and indoor environments. The data presented serves as basis for defining the abilities of this solution, for selecting the type of cover for a particular application, and for recommending this solution for applications in all Petrobras facilities and in different industries worldwide.

Keywords: flanges, valves, control instruments, welded joints, corrosion, protection, inhibitor, efficiency, offshore, inland, refinery.

Resumo

A corrosão em uniões flangeadas, válvulas, juntas soldadas e instrumentos é um grande problema em todo o mundo. Estes acessórios de tubulação e suas uniões de conexão são altamente suscetíveis à corrosão por fresta e "pitting", sendo uma das principais causas de falhas de tubulação. Muitas vezes, para reduzir ou eliminar o risco de vazamentos e problemas resultantes (incêndios, explosões, contaminação ambiental, etc.), as tubulações são retiradas de operação. Existem muitas soluções eficazes de proteção contra corrosão, mas nenhuma é universalmente aplicável, normalmente devido às limitações e/ou custos de aplicação. Este artigo apresenta dados de testes de campo com um método alternativo, que proporciona uma preservação eficaz e de baixo custo, através do uso de Inibidores Voláteis de Corrosão (VCI - "Volatile Corrosion Inhibitor"), para proteção de conexões de tubos e equipamentos contra corrosão. Os dados demonstram o aumento da eficiência de proteção, que intrinsecamente resulta em aumento da vida útil de equipamentos e redução do risco de falhas de tubulação.

Palavras-chave: vazamento, contaminação, risco, flanges, válvulas, medidores de vazão, união soldadas, corrosão, proteção, inibidor, eficiência, *offshore*, interior, refinaria.

^a Professor - Vice Presidente & Diretor - Northern Technologies International Corporation, EUA

^b Engenheiro - Petrobras, Brasil

^c Engenheiro - Zerust Prevenção de Corrosão S.A., Brasil

Introdução

Corrosão de flanges, válvulas, juntas soldadas e instrumentos é um dos principais problemas enfrentados pela indústria em todo o mundo, incluindo Exploração e Produção de Petróleo & Gás, Refino de Petróleo, Mineração, Processos Químicos, Petroquímicos, Sistemas de Distribuição de Água e Gás Urbano, etc.. Várias formas de corrosão, incluindo geral, corrosão por "pitting" e frestas entram em ação, o que pode levar a vazamentos e maior manutenção, reparos e custos de substituição. Os ataques ocorrem nas áreas superficiais entre as faces dos flanges, em juntas soldadas, assim como sobre jogo de estojo (parafusos e porcas) do flange, cuja gravidade depende do ambiente externo e das condições de funcionamento (Figura 1).

Existem várias soluções, incluindo: várias formas de revestimentos, coberturas, fitas, mantas, caixa protetoras, etc.. Estes variam em complexidade de instalação e custo, e trabalham principalmente através da formação de uma barreira, entre o flange a ser protegido e os elementos ambientais corrosivos. Infelizmente, estes produtos caracterizados pela simples barreira, muitas vezes não são eficazes no combate às condições atmosféricas encontradas no campo de muitas indústrias.



Inibidores Voláteis de Corrosão (VCI) têm sido utilizados em embalagens para proteção de peças metálicas durante o período de armazenamento, manuseio e transporte, por muitos anos, através do emprego de produtos com patentes originais de filmes VCI (1). A tecnologia VCI tem sido combinada com filme barreira para o desenvolvimento do sistema de proteção para aplicação em flange (SPF), válvula e juntas soldadas, que fornece uma solução de proteção eficaz contra ambientes industriais agressivos (2). O SPF foi projetado para ser uma solução econômica com os requisitos operacionais e de manipulação, visando:

- Fácil instalação e substituição;

- Sem necessidade de preparação de superfície;
- Capacidade de personalizar no campo, para instalação padrão, bem como configurações de flange e de válvulas convencionais e complexas;

Em um nível funcional, requisitos operacionais básicos para o SPF, incluem:

- Baixa taxa de permeabilidade ao vapor d' água;
- Estabilidade mínima de um ano em exposição direta do sol e em ambiente aberto;
- Proteção contra uma ampla faixa de condições corrosivas e agressivas.

Principalmente, dois tipos de SPF foram desenvolvidos (Figura 2):

- Sistema de simples camada, que tem VCI incorporado no filme barreira;
- Sistema de dupla camada, que utiliza um filme barreira (baixa permeabilidade polimérica, sem VCI) instalado como sendo a camada externa, uma camada interna de filme VCI separada e posteriormente o dessecante é colocado na interface das duas camadas.

Este artigo resume os testes de laboratório e de campo, em ambientes altamente corrosivos.

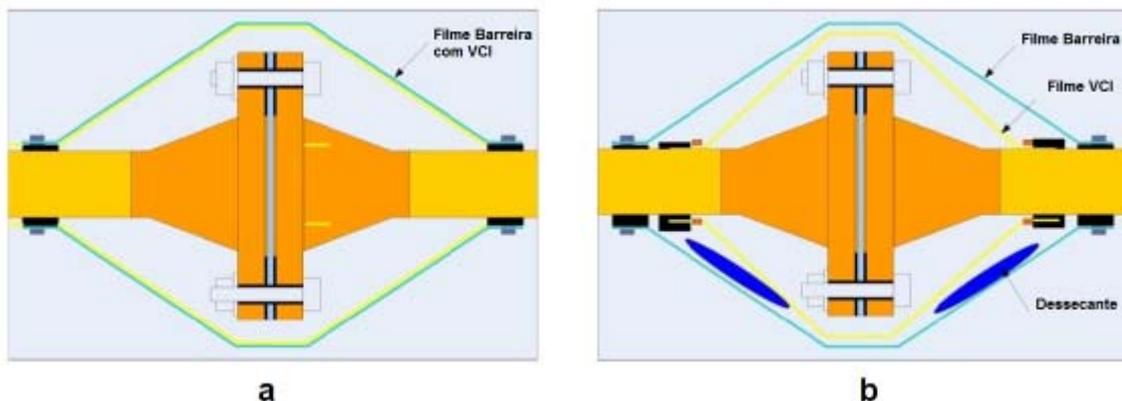


Figura 2 – Tipos de SPF: a) Sistema com Simples Camada, b) Sistema com Dupla Camada

Metodologia

Testes Laboratoriais com a Câmara Cíclica em Névoa Salina "Salt Spray" / gás SO₂

As amostras foram expostas a ciclos repetitivos em névoa salina e uma ampla faixa de concentração de SO₂, conforme norma IEC 68-2-30 e ASTM G85-983 (3, 4). A temperatura e umidade foram mantidas a aproximadamente 35 °C e 100%, respectivamente, conforme (Tabela 1).

Tabela 1 - Condições da câmara de teste

Passos	Tempo (h)	Condições da Câmara
1	0,5	Névoa Salina " <i>Salt Spray</i> "
2	0,5	SO ₂ com entrada à 35 cm ³ /min por m ³ do volume da câmara
3	2	Período de estabilização

Avaliação da Amostra Testada

Avaliação Quantitativa

Os corpos de prova em aço carbono foram instalados no interior da capa do SPF (Teste) e no lado de fora (Controle), no início do ensaio. No final do período experimental, a capa do SPF foi removida e as amostras foram inspecionadas. As taxas de corrosão apresentada dentro e fora da capa do SPF foram determinadas, conforme ASTM G1-90 (5).

Avaliação Qualitativa

Uma capa do SPF foi instalada na amostra testada, enquanto a amostra controle foi deixada sem proteção. Os resultados são avaliados qualitativamente no final do período de teste, comparando a quantidade de corrosão sobre a amostra testada com SPF versus a quantidade de corrosão sobre a amostra de controle sem proteção.

Resultados e discussão

Teste de Laboratório

Dois conjuntos de flanges idênticas foram expostas no teste de Câmara de Névoa Salina "*Salt Spray*" / SO₂. Um conjunto (Teste) foi protegido pelo SPF de dupla camada, a segunda (Controle) não foi protegida. Após uma exposição de 232 ciclos, as amostras foram avaliadas qualitativamente. A Figura 3 apresenta os flanges e os componentes de flange, antes e depois do teste. Resultados semelhantes foram obtidos utilizando as capas do SPF com simples camada.



a

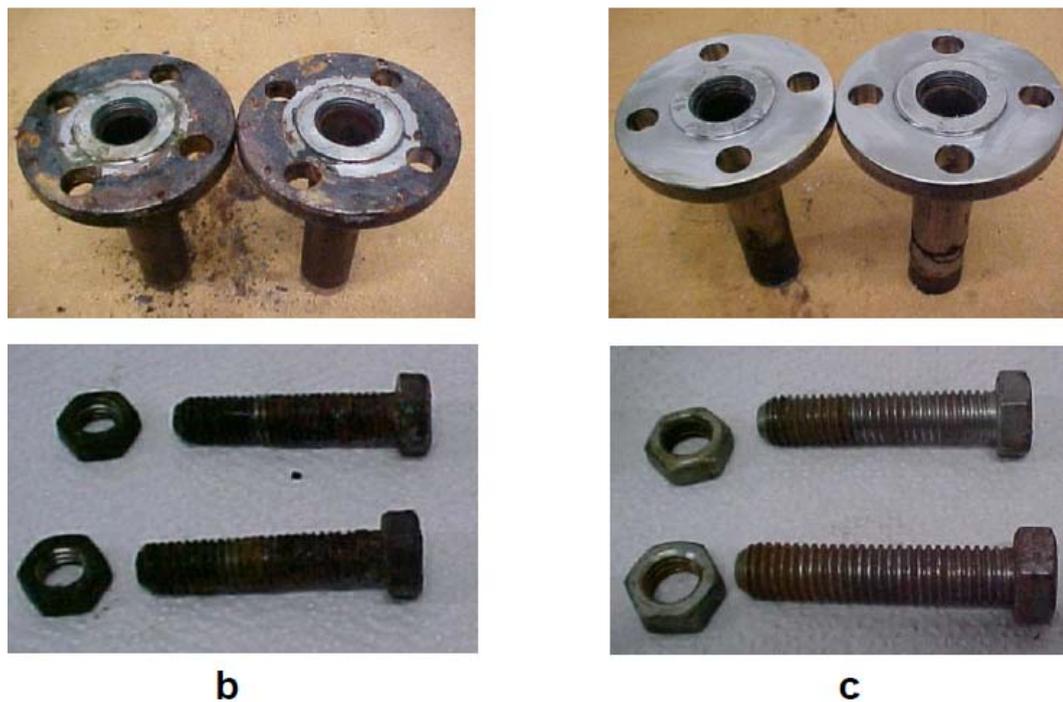


Figura 3 – Resultados do Teste em Câmara de Névoa Salina "Salt Spray"/SO₂: a) Montagem do flange antes da exposição, b) Componentes da montagem do flange - Controle - Sem proteção do SPF, c): Componentes da montagem do flange - Teste - dupla camada de proteção SPF

Teste de Campo

Os testes de campo foram realizados em várias locais (mundial), conforme (Figura 4), com foco em climas quentes e úmidos, que estão mais propensos a problemas com aceleração da corrosão. As capas SPF foram instaladas em flanges e válvulas de várias configurações (Figura 5).



Figura 4 – Localização dos Testes Experimentais



Figura 5 – Várias Configurações de Instalações com as Capas do SPF

Tabela 2 lista cada localização do teste de campo, com uma breve descrição das condições do ambiente local.

Tabela 2 - Ambiente Local dos Campo de Testes

Local do Teste		Localização	Tipo da Instalação	Severidade	Condições
Brasil	1	<i>Offshore</i>	Plataforma	Agressivo	Quente, Úmido, Névoa Salina do oceano
	2	Litorânea	Refinaria	Moderado	Quente, Úmido
	3				
Índia	1	Interior	Refinaria	Baixa	Quente, Árido
	2				
México			Terminal de Gás	Agressivo	Quente, Úmido
Marrocos			Refinaria	Moderado	Quente, Árido
Polônia			<i>Offshore</i>	Petroleiro	Agressivo
Rússia	1	<i>Indoor</i>	Diversas salas de Tratamento de Água Urbana	Moderado	Amena, Úmido
	2		Salas de Hipoclorito do Tratamento de Água Urbana	Agressivo	Amena, Úmido, Produtos reagentes (SO ₂ , CL ₋)
Singapura		Litorânea	Terminal de Gás	Moderado	Quente, Úmido
EAU			Refinaria		
Vietnã	1	Interior	Centro de Distribuição de Gás	Agressivo	Quente, Úmido, Névoa Salina proveniente da torre de resfriamento da planta adjacente
	2	Litorânea			

Para a maioria dos ensaios listados na Tabela 2, os resultados quantitativos foram obtidos usando amostras de corpo de prova metálico. Os resultados estão apresentados nas Figuras 6 a 9 para três localidades brasileiras (11 meses e 5 a 6 meses de testes) e em Cingapura, México e Rússia (4 meses de testes), respectivamente. Em todos os casos, foram observados reduções significativas nas taxas de corrosão, variando de 10 a 26 vezes.

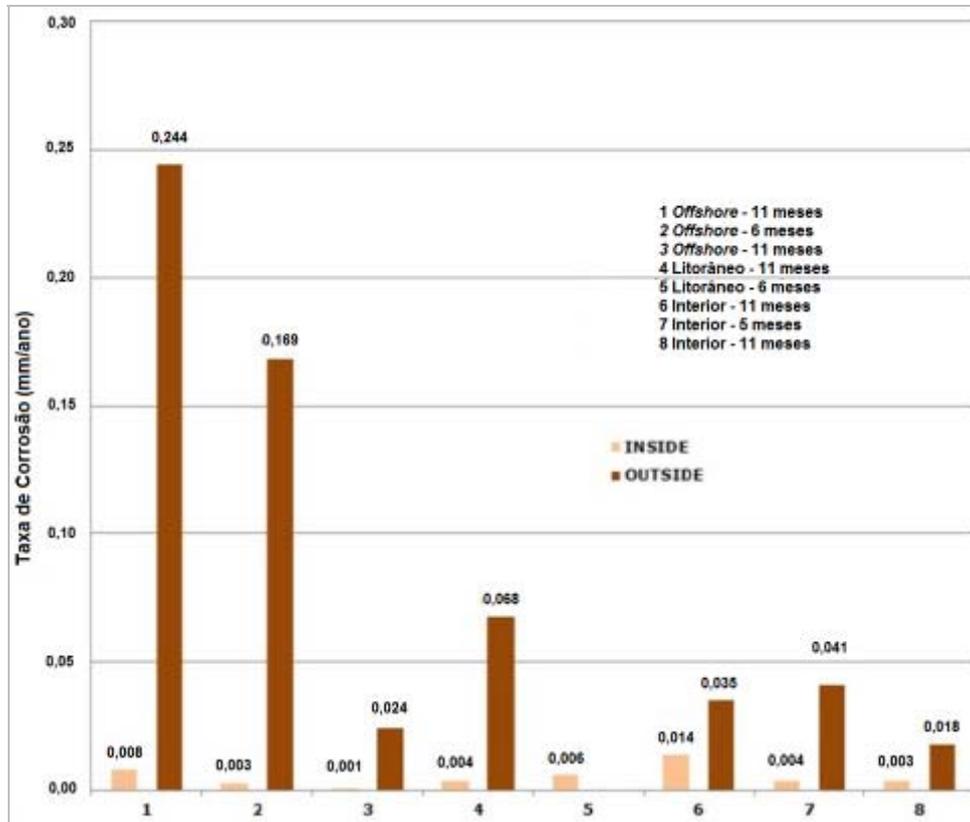


Figura 6 – Taxa de Corrosão dos Corpos de Prova - Localização: Brasil

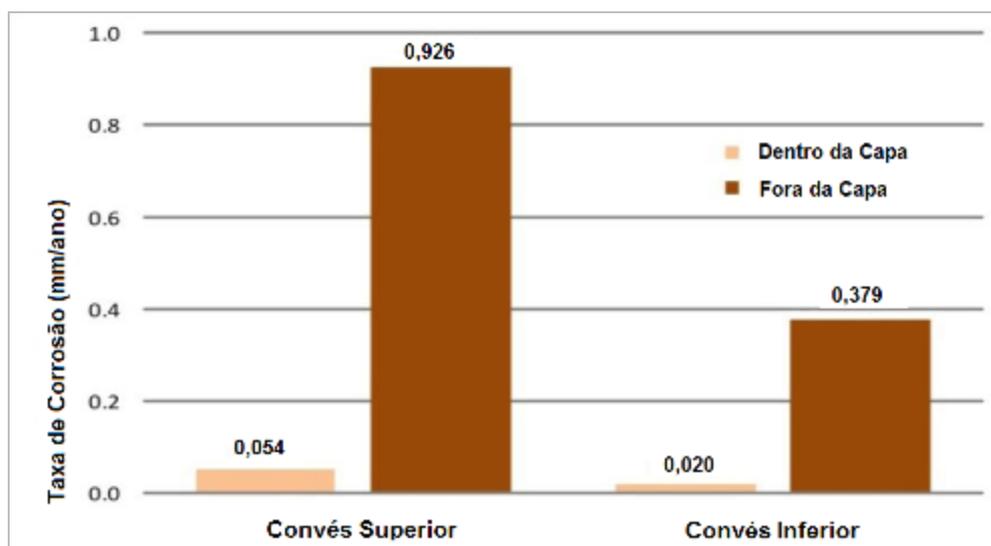


Figura 7 – Taxa de Corrosão dos Corpos de Prova (4 meses) - Localização: Cingapura

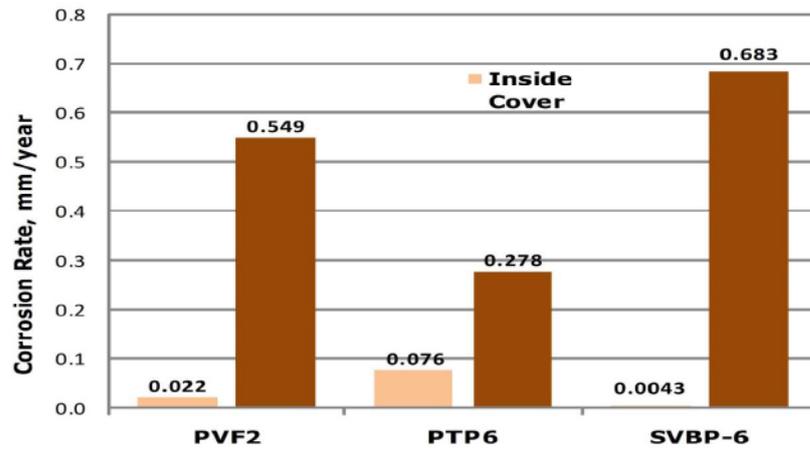


Figura 8 – Taxa de Corrosão dos Corpos de Prova (4 meses) - Localização: México

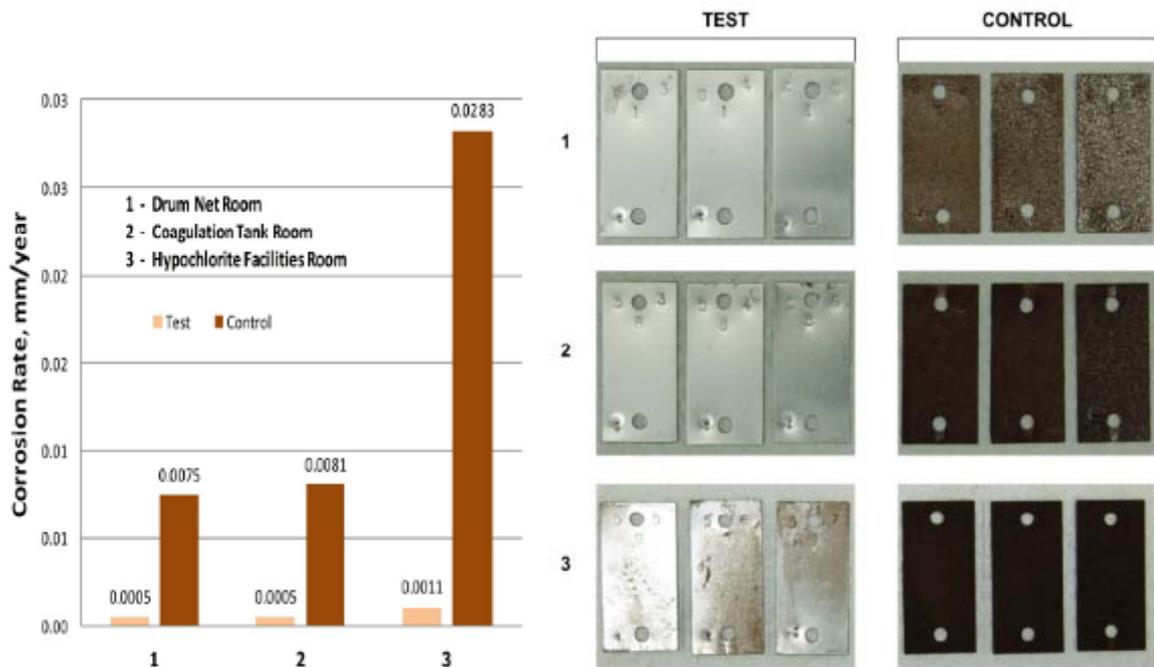


Figura 9 – Taxa de Corrosão dos Corpos de Prova (4 meses) - Localização: Rússia



Figura 10 – Corpos de Prova Experimentais no Brasil: a) *Offshore* - 11 meses; b) Litoral - Início do teste (esquerda), após 5 meses (direita)

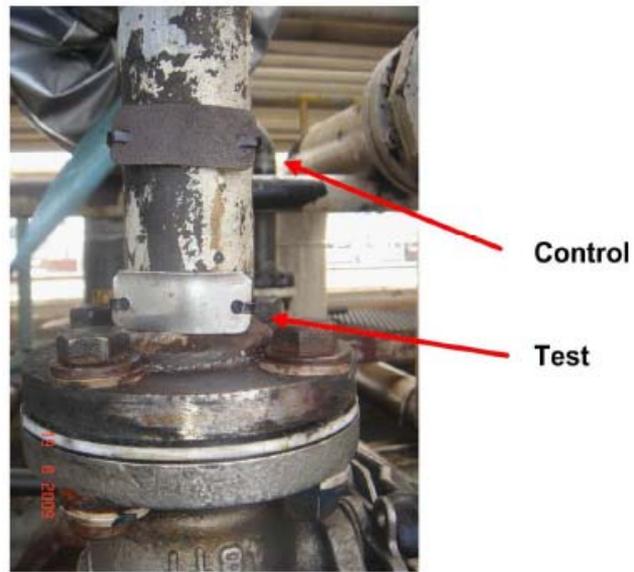


Figura 11 – Teste em Campo - Cingapura após 4 meses

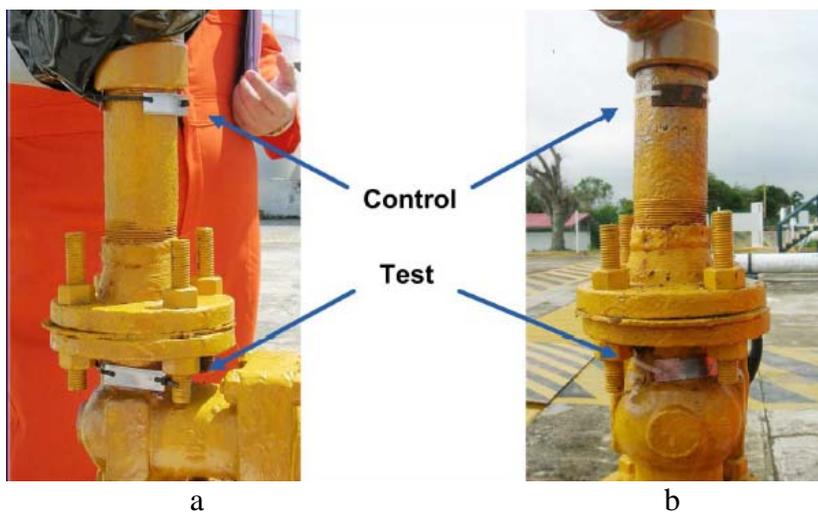


Figura 12 – Teste em Campo - México: a) Início do teste; b) após 4 meses



Figura 13 – Teste em Campo - México: a) Início do teste; b) após 4 meses



Figura 14 – Corpos de Prova Experimentais: a) Marrocos; b) Índia

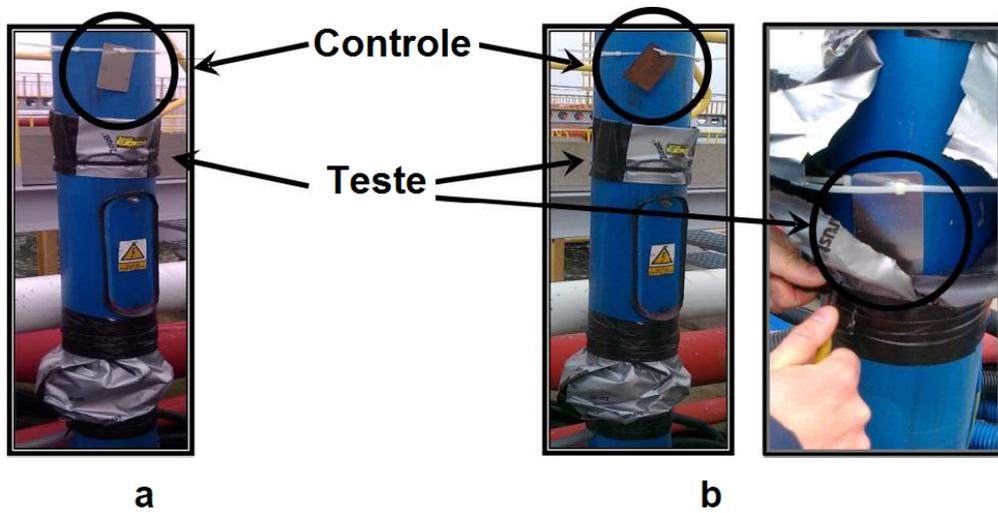


Figura 15– Teste em Campo - Offshore Polônia: a) Início do teste; b) após 5 meses



Figura 16– Teste em Campo - Vietnã: a) Início do teste; b) após 4 meses

A avaliação qualitativa dos resultados dos testes de campo, também produziram diferenças visualmente perceptíveis nos níveis de corrosão. Os resultados, comparando as amostras, demonstraram diferenças claras na quantidade de corrosão interna versus externa da capa protetora do SPF (Figuras 8 e 9).

Conclusões

O Sistema de Proteção de Flange (SPF) proporciona significativa proteção contra corrosão em flanges, válvulas, juntas soldadas e instrumentos, instalados e encontrados em uma ampla variação quanto as condições do ambiente industrial, incluindo: *offshore*, refinaria, localidades costeiras e interiores.

O SPF atendeu o escopo do projeto de eficácia e estabilidade em ambientes industriais agressivos contendo Cl⁻, H₂S, SO₂ e CO₂, com umidade relativa do ar de até 100% e temperaturas de até +55 °C. Estas capas também demonstraram estabilidade durante a exposição à radiação ultravioleta intensa, por períodos de dois anos.

O SPF é de fácil instalação e podem ser personalizados no campo, para aplicação padrão, bem como, não convencional e configurações complexas de flanges e válvulas.

Referências Bibliográficas

- (1) US Patents 2545137, 2629649, 4290912.
- (2) Zerust[®] Flange Saver[®].
- (3) IEC 68-2-30, 1980, “Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests,” International Electrochemical Commission, Geneva, Switzerland.
- (4) ASTM Standard G85, 1998, “Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing,” ASTM International, West Coshocton, PA, USA.
- (5) ASTM Standard G1, 1990, “Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens, cleaning, corrosion product removal, evaluation, mass loss, metals, preparation, specimens,” ASTM International, West Coshocton, PA, USA.