INTERCORR2008_232

Copyright 2008, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Inspeção de Dutos Marítimos com Pig Instrumentado

Rafael V. B. Licursi[1], Brunno S. L. Bezerra[2]

Abstract

It is necessary to ensure the integrity of pipelines when concerning about environment and to guarantee the production in off-shore fields. Thus, the search for tools and technologies that are compatible with the conditions presenting in all situations found in field is a constant activity. Tools to geometry inspection and MFL (Magnetic Flux Leakage) inspection are normally used at UN-SEAL. However, an obstruction has been found and others technologies had to be applied in order to locate and graduate this occur and to identify corrosion. MAD-Pig and Pig Palito, developed by CENPES, and Pipeline Data Logger were the technologies used. This paper will present the inspection results using those technologies in one off-shore pipeline at UN-SEAL.

Resumo

Em função da preocupação com o meio ambiente e para a garantia da produção dos campos marítimos, é preciso que se garanta a integridade dos dutos. Para isso, a busca por ferramentas e tecnologias compatíveis com as condições presentes nas diversas situações encontradas no campo, é uma atividade constante. Usualmente são utilizados, nos dutos da Unidade de Negócios Sergipe-Alagoas (UN-SEAL), para a inspeção de dutos, os pigs geométrico e fluxo magnético. Entretanto, um amassamento encontrado em um dos dutos obrigou que outras tecnologias fossem empregadas para a graduação e localização desse defeito e identificação de defeitos de corrosão. Dentre as tecnologias empregadas está o pig com sensores de diferencial de pressão, MAD-Pig e pig "palito", sendo, os dois últimos, tecnologias desenvolvidas pelo CENPES. Este trabalho irá apresentar os resultados do emprego das diversas tecnologias em um duto marítimo de transferência da UN-SEAL.

Palavras-chave: corrosão, pig, duto, inspeção**.**

[1] Engenheiro de Equipamentos Jr. - PETROBRAS S.A.
[2] Engenheiro de Equipamentos Pleno - PETROBRAS S.A.

1 - Introdução

A inspeção interna de dutos na UN-SEAL é realizada através de dois tipos de pig instrumentado, geométrico e magnético (MFL), os quais verificam a geometria e o estado de corrosão do duto, respectivamente. Com estas técnicas é possível determinar com certa segurança, o estado do duto e, quando necessário, utilizar as informações, e os cálculos, como base para tomadas de decisão. Entretanto, existem situações onde tais tecnologias são inviáveis, ou pelas características construtivas do duto, das condições operacionais, ou por obstruções e defeitos.

No duto em questão, durante a fase de limpeza e aceitação para a inspeção, o pig de placa calibradora apresentou um amassamento que indicava uma restrição de aproximadamente 20% do diâmetro interno do duto. Esta restrição foi impeditiva para a aplicação das ferramentas disponíveis para a inspeção geométrica e magnética (MFL).

Diante desta situação e com a necessidade de executar a inspeção, buscaram-se tecnologias alternativas para a inspeção nas condições encontradas, tanto junto à empresa contratada para o serviço quanto ao CENPES. Foram apresentados como alternativas, um pig com sensores de diferencial de pressão (PDL), MAD-Pig (CENPES) e Pig Palito (CENPES).

A partir das informações obtidas, os principais defeitos geométricos do duto puderam ser localizados e quantificados.

2 - Corpo do Trabalho

2.1 - Pré-inspeção

Baseado no histórico de corrosão e eventos ocorridos, optou-se pela técnica MFL para a inspeção dos dutos pigáveis da UN-SEAL. Entretanto, essa tecnologia não permite que o duto tenha variações de diâmetro maiores que 15mm (aproximadamente 4% do diâmetro interno), na configuração disponível da ferramenta. Diante da restrição presente no duto que estava sendo inspecionado, foi necessário buscar tecnologias, ou configurações de ferramentas, que permitissem tanto variações do diâmetro compatíveis com a restrição detectada quanto localizar a região onde está o defeito.

Figura 1 - Fotos das 2 placas calibradoras usadas no condicionamento do duto.

Das opções disponíveis, foram escolhidas duas que utilizam pigs de limpeza e outra que aceita variações da geometria do duto maiores que a restrição detectada na placa calibradora. O pig com sensores de diferencial de pressão e o MAD-Pig, utilizam pigs de limpeza com placas de poliuretano e espuma, já o Pig Palito, pode transpor restrições maiores que as apresentadas.

As tecnologias diferencial de pressão e MAD-Pig baseiam-se no tempo de corrida para a localização das ocorrências e o Pig Palito possui um odômetro, o que faz com este apresente uma indicação mais precisa do local onde se encontra a ocorrência.

Os parâmetros analisados também são distintos nas três tecnologias. O pig de diferencial de pressão registra o perfil de temperatura, pressão, diferencial de pressão, acelerações e tempo de corrida, sendo que restrições são identificadas em função do aspecto do perfil de diferencial de pressão. Este perfil permite uma avaliação qualitativa do tamanho da mesma.

O MAD-Pig é um registrador eletrônico autônomo de temperatura, pressão e acelerações axial e lateral, além do tempo de corrida. Os perfis de aceleração indicam o formato da restrição, assim como permitem a avaliação qualitativa do tamanho do defeito. Ainda com base no perfil de aceleração, é possível determinar trechos que possuem corrosão, mas sem quantificar a perda de espessura, ou trechos com formação de depósitos.

Por fim, o Pig Palito opera com uma série de sensores eletromecânicos que atuam como apalpadores e perfilam a superfície interna da parede do duto. Esta tecnologia permite uma avaliação quantitativa dos defeitos internos do duto, assim como uma localização mais precisa dos mesmos. Entretanto, esta ferramenta demanda maior eficiência na limpeza da superfície e no controle da velocidade (vazão) para aumentar a precisão na detecção dos defeitos.

Em seguida serão apresentados os resultados de cada inspeção e os comentários relativos aos resultados.

2.2 - Pig de Diferencial de Pressão

O pig de diferencial de pressão utiliza um conjunto de sensores que são acoplados a um pig raspador, de discos de poliuretano, e que registra informações como diferencial de pressão, temperatura e acelerações.

O gráfico do perfil de diferencial de pressão apresentado após a corrida indicou pontos onde o pig passou por regiões restritivas, visto que são identificados picos de diferencial de pressão nestes pontos, conforme pode ser visto no gráfico abaixo.

Figura 2 - Gráfico do diferencial de pressão registrado durante a inspeção.

Como não foi disponibilizado um laudo técnico da inspeção com esta ferramenta, pode-se apenas identificar alguns trechos onde prováveis restrições causaram aumento do diferencial de pressão sentido pelos sensores.

2.3 - MAD-Pig

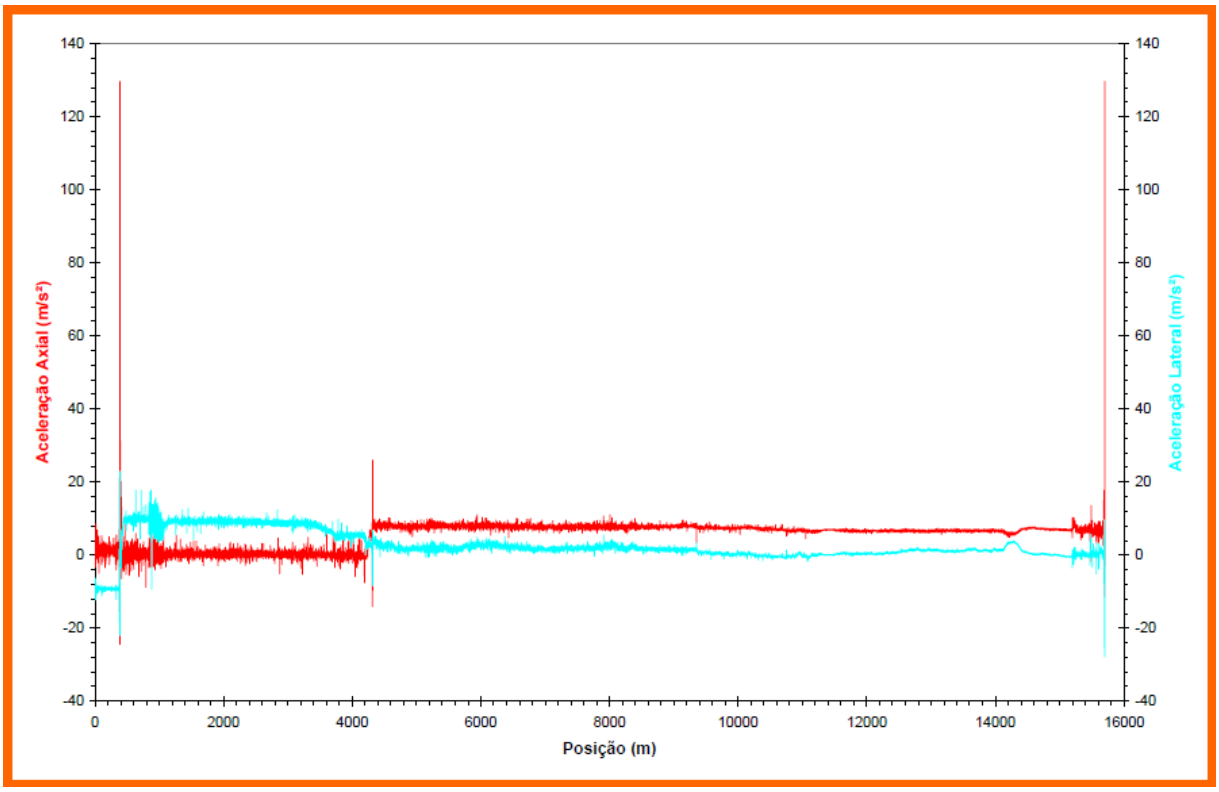
Esta ferramenta foi acoplada a um pig espuma de média densidade e possui uma série de sensores responsáveis pela captação, principalmente, das acelerações sofridas pelo pig durante a corrida.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e o relatório destacou quatorze anomalias, tendo como causas básicas obstruções, provável corrosão, deposição e variações bruscas no traçado.

A posição dos defeitos não possui uma precisão comparável com outras ferramentas que portam um odômetro, pois se trata de uma inspeção onde a localização dos eventos é feita com base no tempo decorrido desde o lançamento até a ocorrência e na velocidade média do pig. Entretanto, a indicação e a qualificação dos mesmos são boas e, mesmo sem a precisão desejada, tem-se indicada a região afetada.

Segue abaixo o gráfico das acelerações sofridas pelo MAD-Pig durante a inspeção:

Figura 3 - Acelerações axial e lateral.



Dentre as restrições encontradas, duas tem a localização próxima a ocorrências captadas pelo pig palito e uma terceira, destacada no relatório emitido após a inspeção, que foi classificada como a mais severa. Em virtude do exposto relativo à localização dos defeitos e pelo perfil da aceleração axial, pode-se atribuir o defeito mais severo encontrado pelo MAD-Pig como sendo um dos defeitos mais restritivos detectados pelo pig palito.

É possível acoplar os instrumentos do MAD-Pig a um pig de placas de poliuretano, a fim de obter sinais mais fortes, uma vez que a rigidez do pig de placas é consideravelmente maior que a do pig espuma.

2.4 - Pig Palito

Esta ferramenta, por portar sensores geométricos de contato direto com a superfície, necessita que esta esteja isenta de depósitos para que possa identificar trechos corroídos.

Apesar da série de corridas com pigs de limpeza realizada no duto antes da inspeção, o procedimento não foi suficiente e não puderam ser identificados os pontos corroídos já conhecidos, tão pouco os trechos com corrosão.

Entretanto, foram identificadas e localizadas duas restrições as quais possuem dimensões semelhantes àquelas impressas nas placas calibradoras, após as corridas de condicionamento do duto, conforme apresentado na Figura 1 e na Tabela 1 pontos 1 e 12.

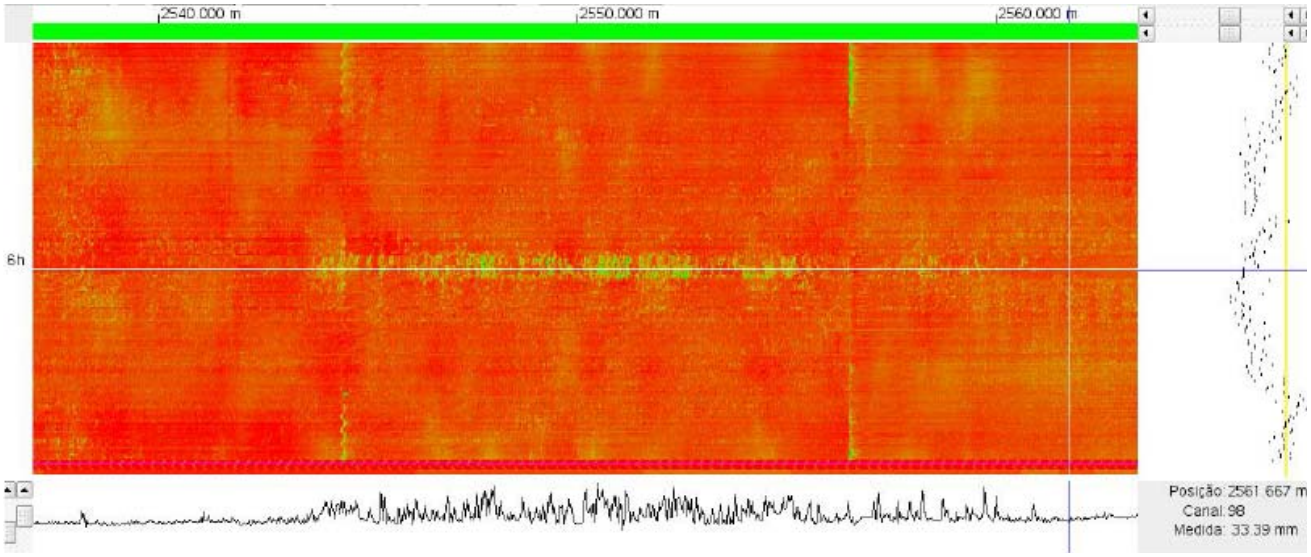
Segue abaixo a tabela das principais ocorrências detectadas pelo pig palito. Nota-se a presença de duas uniões por flanges as quais foram inseridas no duto na época do lançamento do mesmo e não haviam sido registradas.

Tabela 1 - Principais indicações do Pig Palito.

Pto	*Posição (m)*	*Descrição*	*Posição horária*	*Sinal (mm)*	*% em relação ao raio*
1	694,5	ovalização		40	19,69
2	830,6	flange			
3	1122,7	amassamento	09:30h	9	4,43
4	1537,3	flange			
5	1996,5	amassamento	12:00h	11,5	5,66
6	2577,6	amassamento	10h a 11h	9	4,43
7	2927,2	amassamento	2h	10	4,92
8	3055	amassamento	1h	17	8,37
9	5978,2	amassamento	10h a 11h	13	6,4
10	9119,7	amassamento ou ovalização		13	6,4
11	10166,6	amassamento	12h a 1:30h	15	7,38
12	11938,6	ovalização		36	17,72

Além destas ocorrências, trechos com depósitos de até 10mm de espessura foram identificados pelo pig, sempre na geratriz inferior, conforme ilustrado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Trecho com depósitos na geratriz inferior.



Foram localizados, também, trechos com menor diâmetro interno, onde a limpeza foi mais efetiva e onde não ocorreram indicações de depósito. Nestas regiões mais limpas não foram constatados pontos de corrosão.

3 - Conclusões

Com relação ao aproveitamento das informações geradas pelas ferramentas utilizadas na inspeção, as três tecnologias se mostraram compatíveis com suas limitações e tiveram os resultados satisfatórios.

O resultado da inspeção com o pig de diferencial de pressão poderia ter sido melhor aproveitado caso o mesmo tivesse sido analisado por um especialista. Ainda assim, comparando com o pig palito, algumas das particularidades do duto puderam ser percebidas e o objeto motivador destas inspeções, as restrições, foi identificado.

O MAD-Pig possibilitou um melhor conhecimento das condições do duto, mas sem localizar com a devida precisão, a posição das ocorrências. Por se tratar de um duto submarino e assoreado, o trabalho de correlação de campo e provável substituição de trecho demandam maior precisão na localização visando otimização de tempo e recursos.

O pig palito é uma tecnologia bastante precisa, mas deve-se assegurar que a superfície externa não está sujeita a degradação, uma vez que, caso exista corrosão externa, esta não será detectada. Outro fator a ser verificado antes da inspeção é a limpeza do duto, sob pena de não detectar, com a devida qualidade, os pontos afetados. Por fim, a velocidade deve ser controlada com certo rigor, evitando perda de resolução por excesso da mesma.