

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE MONITORAMENTO DE VAZAMENTOS CAUSADOS POR CORROSÃO EM DUTOS DE PETRÓLEO- REVISÃO

Láise Ramonny Nunes de Oliveira¹; Larissa Freitas Farias²; Endyara de Moraes Cabral³

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica - laise.ramonny@gmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil - larissafreitasfarias@gmail.com.br

³ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica - endyara.engpetro@gmail.com

RESUMO

A corrosão é um dos principais causadores de vazamento presentes na indústria, e o setor de hidrocarbonetos não está imune às dificuldades provocadas por este fenômeno. O petróleo, por conter teores consideráveis de substâncias corrosivas, merece atenção especial em toda a sua cadeia de produção. Diante disto, tem-se a importância da monitoração e controle do processo de corrosão, intrinsecamente ligado ao setor, e das normas que regulamentam tais atividades. Em fevereiro de 2011, a ANP- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível publicou o RTDT- Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural, e dentre outras, especificou a obrigatoriedade do uso de sistemas de monitoramento e detecção de vazamentos em todos os dutos terrestres no país. Este trabalho faz um resumo das principais técnicas utilizadas para o monitoramento de vazamentos de dutos causado pelo processo de corrosão.

Palavras-chave: Monitoramento de corrosão, RTDT, Detecção de vazamentos.

1. INTRODUÇÃO

O petróleo é uma das principais matérias primas do setor energético mundial, representando cerca de 33,6% de toda a energia consumida no planeta, sendo seguido do carvão mineral e do gás natural. O transporte de fluidos provenientes de hidrocarbonetos, na grande maioria das vezes é feito através de dutos, sejam eles terrestres ou marinhos [BRITISH PETROLEUM, 2011].

O petróleo apresenta uma composição química bastante complexa, sendo formado

por vários hidrocarbonetos e diversas impurezas, como compostos orgânicos sulfurados, nitrogenados, oxigenados, organometálicos, água, sais minerais e areia. Tais impurezas são capazes de conferir ao petróleo um elevado grau de corrosividade [CONSULTCHI, 2003]

Em contrapartida com as suas diferentes aplicações e sua nobre composição, o petróleo é tóxico e altamente danoso ao meio ambiente, mesmo sendo ele produzido pela própria natureza [ARAÚJO, 2012].

A produção segura de derivados de petróleo está diretamente ligada ao controle

www.conepetro.com.br

r

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

dos processos corrosivos dos mecanismos constituintes das instalações produtivas, pois em caso de danos aos dutos pode ocorrer vazamento de óleo, o que torna esse transporte passível de grandes impactos ambientais. Com isso, o gerenciamento da corrosão é um dos grandes focos de estudo por parte da indústria petrolífera, tanto pelos riscos oferecidos à integridade das pessoas, falhas estruturais, perda de contenção, reparos caros, produtos perdidos ou contaminados e à contaminação do meio ambiente [GARCIA, 2013].

A primeira linha de dutos de que se tem registro no Brasil data de 1942. Esta ligava a Refinaria Experimental de Aratu ao Porto de Santa Luzia, na Bahia. Nesta época os dutos eram feitos de cobre e tinha pouca resistência à corrosão. Entretanto, a evolução da tecnologia metalúrgica tem permitido o desenvolvimento de tubos à base de aços

especiais, com maior resistência e menor peso. [GLÓRIA, 2002].

“Em 2010, segundo a ANP [2011], o Brasil contava com 578 dutos destinados à movimentação de petróleo, derivados e gás natural, totalizando mais 19 mil km de extensão”. A maioria desses dutos não tem sistema de monitoramento de vazamentos.

Acidentes na indústria petrolífera são sempre de grande porte, e quando ocorrem vazamentos em dutos, é importante que haja imediata detecção, alarme e reparação. Para que não haja maiores desastres é importante que o tempo de detecção desses vazamentos seja cada vez menor.

A figura abaixo apresenta as principais causas de ocorrência de vazamentos em dutos. A partir do gráfico pode-se inferir que mais de 25% das ocorrências de vazamentos em dutos de petróleo são causadas por interferência da corrosão.

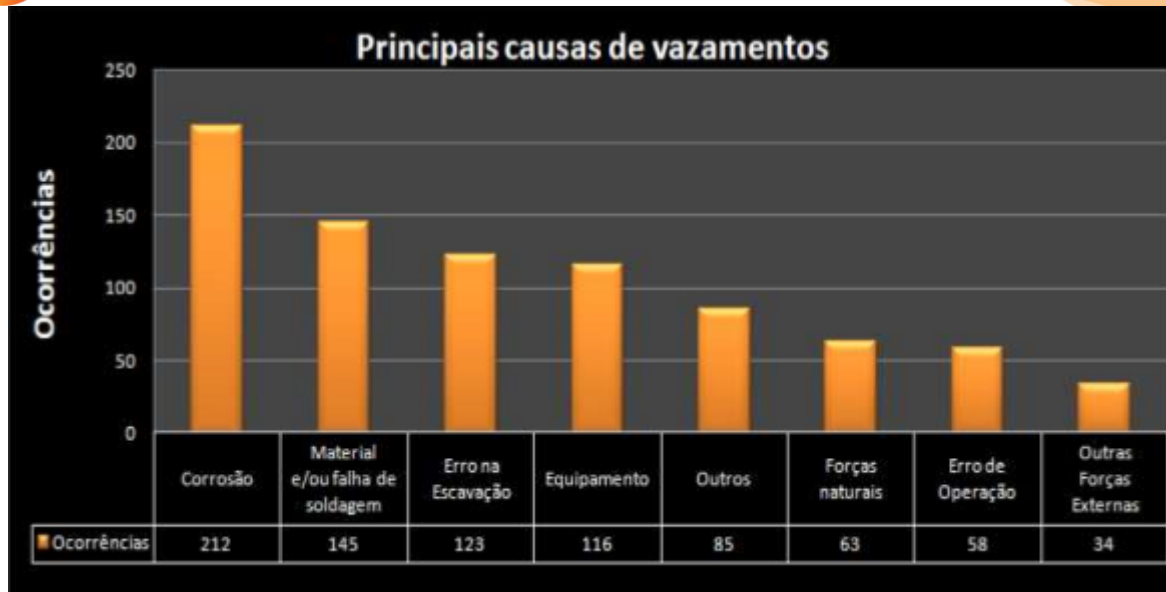


Figura 1: Principais causas de vazamento.

O objetivo desse trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sobre as principais técnicas de monitoramento de dutos contra a corrosão.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho de revisão bibliográfica foi pesquisa baseando-se em livros, dissertações, revistas e leis nacionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Processos de corrosão

A corrosão é a deterioração dos materiais, sobre diversos tipos sejam materiais metálicos como aços e ou ligas metálicas, como materiais não metálicos como plásticos cerâmicos e concretos [TELLES, 1983].

Essa deterioração pode estar ou não associada a esforços mecânicos e ocorrer pela ação eletroquímica ou química do meio. [GENTIL, 2011].

Materiais metálicos são utilizados em diferentes meios corrosivos, o que caracteriza as variações na morfologia e na intensidade do ataque corrosivo.

Os processos de corrosão podem de origem eletroquímica que ocorre na presença de água em estado líquido contendo sais, ácidos ou bases, ou ainda outros fluidos como sais fundidos [MOREIRA, 2012] formando uma pilha ou célula de corrosão. Ocorre a temperaturas abaixo do ponto de orvalho da água, em temperatura ambiente.

Ou pode ser de origem química que é conhecido também como oxidação em altas temperaturas, sendo ele pouco frequente na

www.conepetro.com.br

r

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

natureza. A corrosão química acontece na ausência de água líquida, na maioria dos casos quando exposto a altas temperaturas. É uma interação direta entre o metal e o meio corrosivo.

3.2. Regulamento técnico de dutos terrestres para movimentação de petróleo-RTDT

No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo é a responsável por estabelecer requisitos técnicos, econômicos e jurídicos para o funcionamento de dutos.

O Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural (RTDT), que foi aprovado em 2 de fevereiro de 2011, engloba a gestão de segurança operacional dos dutos terrestres, para prevenção e mitigação de eventuais consequências provenientes de incidentes.

Esse regulamento é aplicável no projeto, construção, montagem, operação, inspeção, manutenção da integridade estrutural, na resposta a emergências e na sua desativação [ANP, 2011b].

“O transporte deve selecionar e implementar um processo de monitoramento de vazamentos do duto, compatível com o nível de complexidade operacional e o produto transportado. Este processo deve basear-se no risco de vazamentos e no tempo

de resposta aos eventos para cada trecho, mediante a utilização de equipamentos, sistemas ou procedimentos que tenham capacidade de detecção de vazamentos”, segundo a seção 15.7 do RTDT [2010].

Segundo as seções 26 e 27 do RTDT [2010], “o transportador deve desenvolver e implementar controle da corrosão interna e externa de dutos e instalações metálicas, enterradas ou submersas, estabelecendo procedimentos para controle do sistema anticorrosivo instalado”.

3.3. Técnicas de monitoramento da corrosão em dutos

As técnicas de monitoramento da corrosão são ótimas medidas de prevenção e mitigação contra os danos causados por esse processo, garantindo a integridade do duto e evitando paradas desnecessárias, substituição e grandes prejuízos.

Algumas das técnicas utilizadas na avaliação da corrosão interna são:

- Cupons de perda de carga de massa;
- Pigs instrumentados;
- Ondas guiadas;
- Tomografia Magnética;
- Sondas corrosimétricas de resistência elétrica.
- Monitoração Não- Intrusiva pelo FSM



3.3.1. Cupons de perda de carga de massa

A monitoração da corrosão por cupons de perda de massa é uma técnica que avalia e determina a taxa de corrosão através da perda de massa por cupons provedores de corrosão. É uma técnica bastante utilizada para avaliar a deterioração dos sistemas de produção de petróleo.

São introduzidos nos dutos em operação pequenas chapas em aço carbono, denominadas cupons de corrosão, através de equipamentos especiais.

O mecanismo de corrosão deve ser determinado de maneira que os fatores de controle da taxa possam ser isolados e controlados. Isso pode requerer vários tipos de análises físicas e químicas, observações e medições, junto com um rigoroso diagnóstico da interpretação dos resultados [NOVAES, 2002].

Sendo uma técnica gravimétrica, a taxa de corrosão é calculada a partir da diferença de massa observada no cupom.

Diferentes classificações de corrosividade podem ser obtidas. Segundo a NACE RP 0775/87 [2005], a classificação qualitativa das taxas de corrosão uniforme para sistemas em campos de produção de petróleo pode ser dada por:

- Baixa $< 0,025$ mm/ano.
- Moderada $0,025 \sim 0,126$ mm/ano.

- Alta $0,127 \sim 0,254$ mm/ano.
- Severa $> 0,254$ mm/ano.

3.3.2. Pigs instrumentados

Os pigs são tipos de dispositivos que são inseridos no interior de um duto propulso pelo deslocamento do próprio fluido. Dentre as diversas finalidades dos pigs, os pigs instrumentados possuem a capacidade de gerar e armazenar dados durante a sua passagem pelo interior do duto.

Para avaliar a corrosão interna de dutos são normalmente utilizados os pigs de detecção de perda de metal, através de tecnologias que usam conceitos de ondas de ultrassom e fuga de campo magnético [ADDOR, 2009].

Sua grande vantagem é possibilitar a investigação em toda a extensão do duto, o que seria, usando outra técnica, inviável economicamente, no caso de dutos enterrados de grandes extensões [GENTIL, 2011].

3.3.3. Ondas guiadas

A técnica de ondas guiadas, apesar de ser um método relativamente novo tem sido bem utilizada na indústria de petróleo e gás para monitoramento de corrosão em dutos.

As Ondas Guiadas de Ultrassom conseguem detectar e localizar corrosões externas ou internas ao longo de dezenas de metros de dutos [DEMMA et al., 2011]. Elas

www.conepetro.com.br

r

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

avaliam a perda de espessura através da introdução de um sinal ultrassônico que percorre longas distâncias que é refletido ao detectar uma descontinuidade, conseguindo fornecer índices de criticidade de danos.

Os resultados são utilizados para avaliar a condição dos dutos, verificarem a condição das áreas danificadas em serviço e programar e priorizar inspeções complementares e reparos. [SCHUBERT et al, 2011].

O sistema de Ondas Guiadas consegue inspecionar com cobertura de 100% do volume da tubulação/duto e promover a varredura do comprimento da tubulação em curto espaço de tempo [SANTOS & MARQUES, 2010].

3.3.4. Tomografia magnética

O método de tomografia magnética permite avaliar a periculosidade de anomalias internas ou externas, indicando seus parâmetros e posições, causadas por trincas, defeitos de solda ou corrosão.

Ele permite inspecionar qualquer tipo de duto metálico ferromagnético enterrado, submerso ou aéreo [MORKEN].

A identificação de cada defeito é feita com apoio de GPS.

3.3.5. Sondas corrossimétricas de resistência elétrica

A variação da resistência elétrica da seção de um elemento metálico quando há redução das dimensões desta seção, causados pela perda de massa pelo ataque do meio é a base para a determinação de taxas de corrosão através de sondas de resistência elétrica, comparando com uma referência interna fixa [NORMA PETROBRAS 2785, 2010].

É um método de monitoração on-line da taxa de corrosão, em que a medição pode ser contínua ou periódica, os sensores podem seguir configuração fixa ou retrátil para possibilitar sua manutenção sem a necessidade de parar o equipamento.

Esse processo possui grandes vantagens como medições em curtos espaços de tempo; pode ser aplicada a qualquer tipo de meio, e não exatamente a um meio de fase líquida contínua; identifica aumento ou redução da corrosividade do meio associando as variáveis do processo; é baseada na variação da área da seção transversal do elemento exposto ao meio, porém é um método pouco sensível à corrosão localizada [MOREIRA, 2012].

3.3.6. Monitoração Não- Intrusiva pelo FSM® (Field Signature Method)

A técnica de monitoração da corrosão não intrusiva FSM é baseada no princípio da medição da diferença de potencial do campo elétrico aplicado. É um método que detecta a

perda de metal trincas e pites sobre uma seção consideravelmente grande de um duto.

Pinos sensores são posicionados estrategicamente sobre a área de interesse, uma medição de tensão inicial é realizada e alterações posteriores no padrão de campo elétrico são detectadas e comparadas com a medida inicial para inferir mudanças estruturais na área monitorada [WOLD & SIRNES, 2007].

4. CONCLUSÕES

Mesmo antes de o RTDT entrar em vigor, já era observado que empresas investiam no monitoramento de dutos transportadores de petróleo a fim de prevenir prejuízos causados por incidentes e manter a segurança durante o funcionamento. Entretanto, fica que evidente que, a partir 2011, com a obrigatoriedade da seleção e da implementação de um processo de monitoramento das atividades de transporte, o RTDT se tornou o responsável pela gestão de segurança operacional de dutos transportadores de hidrocarbonetos, abrangendo o projeto de dutos, a execução de suas atividades e a sua desativação, incluindo especificações de monitoramento de vazamentos e corrosão.

Embora ainda exista uma desconfiança da exatidão dos processos de monitoração de

corrosão, conclui-se que os métodos existentes apresentam vantagens significativas, as quais têm respondido de maneira satisfatória, principalmente quando são utilizados de maneira complementar entre si, para que haja um melhor resultado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. *Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível*. Rio de Janeiro, 2011.

ANP. *Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural – RTDT*. Rio de Janeiro, 2011.

ARAÚJO, G. J. M.; *Sistema de aquisição de dados para estudos de transiente de pressão e detecção de vazamentos em oleodutos*. 2012, 77p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo. Natal- RN.

BRITISH PETROLEUM. *BP Statistical Review of World Energy*. London, 2011.

CONSULTCHI, A.; ROSSBACH, P.; CALDERON, H. I. *Source and Interface*

Analysis. Mexico, v. 35, n. 3, p. 293-245, Feb 2003.

DEMMA, A.; ALLEYNE, D.; LEDESMA, V.N.; PEREZ, R.C.; *Detection of corrosion in oil and gas pipelines using Guided Waves*. The European Corrosion Congress (EUROCORR), 2011.

GENTIL, V.; *Corrosão*. 5 ed.- Rio de Janeiro, Guanabara dois, 2007

GLÓRIA, K.S. *Metodologias alternativas para detecção e localização de vazamentos*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Boletim técnico PETROBRAS, Rio de Janeiro: abr./jun., 2002.

MORKEN – *Inspeção de dutos enterrados a partir da superfície pelo Método de Tomografia Magnética*. Disponível em: <<http://www.morkenbrasil.com.br>>. Acesso em: 02 de julho de 2016.

NACE RP 0775/87 - *Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*. 2005.

NORMA PETROBRAS 2785 - *Monitoração, Interpretação e Controle da Corrosão Interna em Dutos*. 2010.

NOVAES, A. P.; SIMOR, E.; *Gerenciamento da taxa de corrosão por cupons de perda de carga*. 6ª COTEQ, Salvador BA, 2002.

SANTOS R. W. F.; MARQUES, F. C. R.; *Monitoração Da Corrosão Em Dutos Através De Sensores Permanentes De Ondas Guiadas*. 4ª END em dutos (Endutos), 2010.

SCHUBERT, H.; IDE, E.H.K.; GERBOVIC, H.; LUZ, R.; SHIOM, R.K.; *A Realidade Prática Do Ensaio Por Ondas Guiadas No Brasil*. 11a COTEQ, Porto de Galinhas, PE, 2011.

TELLES, P.C.S.; *Tubulações Industriais*. Rio de Janeiro; LTC, 1983.

WOLD, K., SIRNES, G., *FSM Technology - 16 Years Of Field History Experience, Status And Further Developments*, CORROSION 2007, March, 2007.