## Manutebilidade e Gestão da Manutenção de Parques de Tancagem

Colaboração do engº Carlos Gândara da Petrobras e da equipe de manutenção de tanques da Petrobras/Refinaria RPBC

#### 1. Introdução

O tempo dispendido nos trabalhos de manutenção de tanques, ou seja, o prazo de parada do tanque, fora de operação, depende primordialmente de dois fatores:

- Manutebilidade do parque de tancagem e
- Processo da gestão de manutenção de tanque.

A Manutebilidade de uma instalação industrial é a facilidade de execução das tarefas de inspeção e manutenção, dos equipamentos e tubulações dessa instalação, e no caso particular de tanques corresponde, principalmente, a prover fácil acesso de máquinas e veículos através dos digues e da bacia que contêm o tanque.

A parcela referente ao processo da Gestão de Manutenção de Tanques é o salto de qualidade de uma atuação essencialmente corretiva para uma ação planejada e preventiva.

A Gestão da Manutenção de Tanques consiste em planejar, propor, programar e implementar melhorias nas atividades de manutenção de tanques, através de um Plano de Ações, para cada serviço de manutenção, emitindo relatórios periódicos de acompanhamento e correção de rumo das atividades. .

As metas atingíveis em uma gestão de manutenção de tanques efetiva são:

- Encurtar prazos manutenção de tangues;
- Conferir confiabilidade à manutenção e à próxima operação;
- Assegurar cumprimento do cronograma dos trabalhos de manutenção.

O presente trabalho busca abordar aspectos de manutenibilidade na construção de tanques de armazenamento novos e na adequação de tanques existentes, visando à redução do tempo das paradas de manutenção destes equipamentos.

Em paralelo são apresentados os atributos de uma gestão efetiva dos trabalhos de manutenção de tanques.

As propostas apresentadas são de caráter essencialmente prático, coletadas das atividades representativas de operação, inspeção e manutenção de áreas de tancagem de refinarias e de terminais, e voltadas para redução de tempo e de custos.

As normas atuais de qualidade de produto e integridade de equipamento exigem uma abordagem diferenciada dos tanques construídos nas décadas de 70 e 80, em que as facilidades para manutenção de rotina ou corretiva são muitas vezes incompatíveis com as exigências atuais, pois resultam em prazos muito longos.

Os intervalos de parada e abertura dos tanques para inspeção, limpeza e manutenção vêm sendo reduzidos e o não cumprimento dos cronogramas dos serviços passou a gerar "não conformidades" para as áreas responsáveis, com suas consequências indesejadas.

As normas de controle da qualidade assegurada de certos produtos especiais, como por ex. QAV-Querosene de Aviação, estão sinalizando que os tanques sejam abertos para limpeza em média a cada dois anos.

No passado, ainda recente, havia folgas de capacidade de tancagem, que permitiam postergar a parada de tanques e, até mesmo, atrasar o retorno de tanques sem grandes impactos, o que para os padrões operacionais atuais é inconcebível.

petroblog-Santini Página 1 de 18

#### 2. Referências

API STANDARD 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage
API STANDARD 653 - Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction
Norma Petrobras N-270 Projeto de Tanque Atmosférico
Norma Petrobras N-2318 Inspeção em Serviço de Tanque de Armazenamento Atmosférico
<a href="http://sites.petrobras.com.br/CanalFornecedor/portugues/requisitocontratacao/requisito-normastecnicas.asp#ntp">http://sites.petrobras.com.br/CanalFornecedor/portugues/requisitocontratacao/requisito-normastecnicas.asp#ntp</a>

## 3. Principais problemas de manutenção dos atuais parques de tanques

Em muitos parques de tancagem existentes, boa parte deles construídos em décadas passadas, é evidente a convivência difícil e custosa com problemas antigos, advindos de conceitos de projeto e construção, hoje desatualizados e incompatíveis com os atuais requisitos de disponibilidade operacional exigidos deste tipo de equipamento.

#### 3.1. Uso de andaimes

A atual rota de manutenção de um tanque, seja exterior ou internamente, é pela utilização de andaimes, que, no entanto são identificados como um dos grandes responsáveis pelo excessivo tempo de parada de tanques.

A foto a seguir ilustra um tanque de óleo combustível de 20 mil m³, isolado termicamente, já com os andaimes externos instalados.

A montagem de andaimes internos e externos para inspeção, manutenção e recomposição do isolamento deste tanque consumiu mais de 90 dias, a um custo que superou R\$ 1 milhão. Deve ser considerado que foi gasto mais um tempo adicional, ao final dos serviços, para a desmontagem e remoção dos andaimes da bacia.

Fatos como o do exemplo acima explicam porque alguns tanques ficam parados mais de um ano em manutenção.



Fig.1- Andaimes montados em tanque de teto fixo de óleo combustível de 20 mil m³ de capacidade de armazenamento

#### 3.2. Bacia de contenção congestionada

A foto a seguir exemplifica uma bacia congestionada, em que há uma grande quantidade de tubulações dispersas, chegando aos tanques por todos os lados.

Adicionalmente, na crista dos diques são lançadas tubovias, que impedem sua abertura para acesso de viaturas.

Esta configuração, aliada à existência de tubovia em três lados do dique, causa grande dificuldade na manutenibilidade dos tanques, com consequente demora no tempo de parada, indisponibilizando o tanque por tempo excessivo e acarretando em alto custo da manutenção.

petroblog-Santini Página 2 de 18

Mesmo que se pudesse abrir o dique para acesso de viaturas, isso não seria seguro, pois, normalmente, a bacia é compartilhada com outros tanques em operação, portanto são necessárias outras medidas para acesso ao tanque.

Fig. 2 – Bacia de contenção congestionada pelas tubulações e seus suportes

Nas situações descritas, apesar do parque de tancagem ter sido projetado e construído conforme as normas e requisitos técnicos da época, sua concepção é completamente ultrapassada para as atuais exigências, apresentando baixa manutenibilidade, e acarretando consequente tempo excessivo para intervenção de inspeção, limpeza e manutenção dos tanques.

Pela impossibilidade do acesso de veículos e máquinas, a opção são os andaimes, mesmo que caros e de montagem e desmontagem demorados.

# 4. Propostas para prover manutenibilidade: facilitar os serviços de inspeção e manutenção de tanque

A solução mais viável é a adoção de conceitos modernos de projeto, para os acessos às bacias e aos diques dos tanques de armazenamento.

A aplicação é imediata no caso da construção de novos tanques de armazenamento, mas é também exequível de se aplicar aos parques existentes, tirando partido dos períodos programados das paradas de manutenção geral desses tanques.

# 4.1. Utilização de plataforma hidráulica articulada

Uma alternativa para os trabalhos de inspeção e manutenção externos é a utilização de plataforma hidráulica que substitua os andaimes, com expressiva redução de tempo de parada. A plataforma hidráulica com lança articulada, montada em caminhão, já é comumente utilizada, com êxito, em inspeção e manutenção externa de esferas.

Porém, a sua utilização em tanques é dificultada pela concepção antiga das bacias e diques, por falta de rampas, e por se apresentarem congestionadas com tubulações dispersas na bacia

petroblog-Santini Página 3 de 18

e concentradas na crista dos diques, dificultando ou mesmo impedindo o acesso de veículos, máquinas e outros equipamentos.



Fig. 3a – Uso de plataforma hidráulica para manutenção de esferas, em substituição aos andaimes



Fig, 3b – Uso de plataformas hidráulicas para manutenção de tanques de armazenamento, em substituição aos andaimes

## 4.2. Construção de rampas permanentes de acesso

Providenciar rampas permanentes de concreto reforçado (para veículos pesados) de entrada ao interior de bacias de tanques, sobre os diques, possibilitando a entrada de viaturas diversas (caminhões plataformas elevatórias, guinchos, etc.), que vão permitir a substituição dos atuais sistemas de manutenção com andaimes.

Construir também passarelas, a partir das rampas, até o perímetro do tanque, de acesso para máquinas e veículos.

Esta solução melhora a manutenibilidade dos tanques, permitindo o acesso de máquinas e veículos no interior das bacias, sem que se tenha que interromper a operação de outros tanques devido à abertura do dique.

petroblog-Santini Página 4 de 18



Fig. 4 - Construção de rampas de acesso à bacia

# 4.3. Readequação de tubovias no interior da bacia de contenção

Concentrar as tubulações das tubovias de modo a facilitar o trânsito de viaturas, materiais e pessoal nos vizinhanças dos tanques, numa concepção organizada e de alta manutenibilidade.

As tubulações externas de produtos, de combate a incêndio, utilidades e os cabos de fiação elétrica e automação devem ser dispostos juntos em tubovias paralelas, propiciando espaço livre de cerca de 300º ao redor do tanque.

A concentração de linhas apenas de um lado do costado facilita o acesso de máquinas e equipamentos ao redor dos tanques, reduzindo os obstáculos a serem transpostos, e consequentemente diminuindo o tempo de manutenção dos equipamentos.

A seguir, exemplo de bacia "limpa", com linhas concentradas em poucas tubovias. Esta disposição de tubulações garante alta manutenibilidade do tanque, reduzindo o tempo de parada do equipamento.

petroblog-Santini Página 5 de 18



Fig. 5 – Bacia com tubovias dispostas de modo a liberar áreas de acesso e de serviços

#### 4.4. Portas de limpeza e bocas de visita no costado de acesso ao interior de tanques

# Novas portas de limpeza

Na inspeção e manutenção internas dos tanques os andaimes são utilizados devido à impossibilidade de passar equipamentos mais adequados pela porta de limpeza, que tem dimensões padronizadas pelo API 650, com o máximo de 1219x1219 mm (48 pol.).

Este padrão de abertura no costado, de concepção antiga e voltada inicialmente somente para facilitar a limpeza e remoção da borra acumulada, possui dimensões incompatíveis com a entrada e utilização de equipamentos modernos para limpeza e manutenção dos tanques.

Instalar uma nova porta de limpeza com dimensões aproximadas de 2030x2030 mm (80 pol), a ser projetada, já que o API 650 ainda não detalhou, que permita o acesso de veículos e máquinas ao interior do tanque, substituindo a utilização dos atuais sistemas de manutenção com andaimes, por plataformas elevatórias que, na maioria dos casos, atenderiam a manutenção e a inspeção, assim como a logística de remoção e transporte de volumes para o interior do tanque.

#### Novas bocas de visita

Para as bocas de visita, tradicionalmente se vem utilizando as de diâmetro nominal de 24 pol, mas o próprio API 650 permite as bocas de visita de 36 pol, o que confere maior facilidade aos trabalhos de remoção e montagem no interior do tanque.

Para os serviços de inspeção e manutenção do costado, no interior dos tanques, a plataforma articulada pantográfica também substitui o tradicional sistema de andaimes com enormes ganhos de tempo e custo.

Já para os serviços de limpeza interna, a utilização de equipamentos mecânicos, adentrando e circulando no interior do tanque, igualmente promove rapidez na remoção de borra dos tanques de produtos escuros.

#### 4.5. Uso de acessórios internos removíveis

Acessórios como serpentinas de vapor de aquecimento e tubulações internas devem ser flangeados em diversos trechos, para possibilitar a desmontagem e remoção, possibilitando

petroblog-Santini Página 6 de 18

manutenção e reparos, fora do interior do tanque, propiciando a ampla circulação e manobra de máquinas dentro do tanque.

# 4.6. Uso intensivo do teto fixo tipo Gomos Geodésicos de Alumínio

O teto fixo tipo Cobertura Geodésica substitui inteiramente o teto fixo tipo cônico suportado internamente, porque prescinde de estrutura suporte e se apóia na periferia do topo do costado.

Pelo mesmo motivo deve ser usado na cobertura de tanque de teto flutuante interno.



Fig. 6 – Tanque de teto fixo tipo Cobertura de Gomos Geodésicos

Sem as colunas internas de sustentação do teto, evidentemente, a circulação e a manobra de máquinas no interior de tanque são totalmente liberadas.

### 4.7. Adequação do berma em redor do tanque

A foto abaixo mostra a situação atualmente existente em muitos tanques, com o berma muito estreito, que além de dificultar o posicionamento das pretendidas plataformas pantográficas, dificulta até mesmo a utilização dos ultrapassados andaimes, exigindo a aplicação de calços para nivelamento, causando mais demora ainda na montagem das estruturas tubulares. A proposta é a concretagem de espaços de formato quadrado, com aproximadamente 5 metros de lado, em locais escolhidos ao redor do tanque, para o acesso perimetral, propiciando o posicionamento de máquinas para manutenção e inspeção de costado pelo lado externo.

petroblog-Santini Página 7 de 18

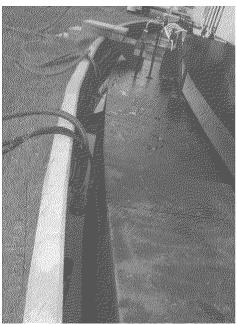


Fig. 6 – Berma estreita da base de tanque

#### 4.8. Autorização para trabalho noturno

Atualmente, a execução da manutenção dos tanques é realizada durante o período diurno. Acontece que durante o verão ou em épocas de maior incidência solar, verifica-se que a produtividade é muito baixa.

No interior do tanque em que são sempre necessárias luminosidade e ventilação artificiais, seja dia ou noite, a execução da manutenção no período noturno é recomendável por ser mais produtiva, pois se verifica maior conforto térmico, sem demandar qualquer alteração.

A proposta de se concentrar o trabalho interno nos tanques, no período noturno, é procedente e melhora significativamente as condições de SMS dos trabalhadores.

## 5. Gestão da Manutenção de Tanques

Basicamente, a Gestão da Manutenção é a passagem da filosofia antiga que consistia na Manutenção Corretiva para a filosofia da Manutenção Preventiva, em que a partir de características próprias de um tanque, tipo de teto e produto armazenado, se defina com alta previsão de acerto os tempos de manutenção e de campanha operacional por Grupos de Tanques.

A grande mudança é encarar os serviços de manutenção de um tanque da mesma forma que a parada geral de unidade industrial, com foco em planejamento, preparação de listas de serviços detalhadas e a contratação com antecedência de empresa responsável pelos trabalhos.

A lista dos tanques que vão entrar em parada de manutenção deve ter um cronograma anual. Assim, para cada ano, deve ser elaborada uma lista dos tanques a serem manutenidos, conforme a necessidade e a disponibilidade da refinaria.

Essa lista deve ser revista anualmente, com a participação de representantes das áreas de Manutenção, Inspeção e Operação, considerando as seguintes informações:

- a) vencimento do prazo de inspeção de cada tanque:
- b) recomendações emitidas decorrentes da inspeção externa de rotina;
- c) histórico de problemas ocorridos em campanha.

A antecipação das dificuldades mais comuns a cada tipo de tanque e a análise prévia de propostas de solução são fundamentais para:

petroblog-Santini Página 8 de 18

- Projeto e compra dos materiais necessários às modificações;
- Evitar surpresas desagradáveis quando da inspeção interna do tanque.

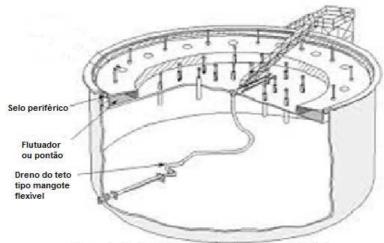
As seguintes situações ilustram o processo de análise e solução de casos recorrentes.

#### Caso 1:

No grupo dos tanques de teto flutuante externo, o principal problema é a constante falha da junta articulada no sistema do dreno articulado do teto.

## Solução:

 A alternativa é não se utilizar o dreno de junta articulada, substituindo por dreno de mangote flexível, como o fornecido pela COFLEXIP.



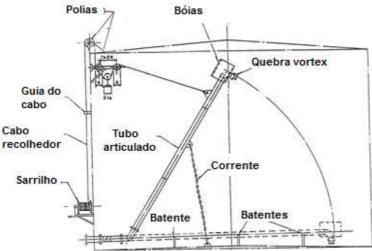
Tanque de teto fluuante externo com dreno mangote flexível

#### Caso 2:

No grupo de tanques de teto fixo com sucção flutuante, a falha mais recorrente é a quebra do cabo do tubo móvel da sucção flutuante, antes do tanque completar sua campanha de operação.

# Solução:

- Substituir o material do cabo do tubo móvel e das presilhas de aço carbono para aço inoxidável;
- Instalar também cabo de aço inoxidável adicional (stand-by)



#### Caso 3:

No grupo de tanques de teto flutuante, que armazenam naftas, além do problema de falha constante no sistema do dreno articulado do teto, outro gargalo é o alto grau de corrosividade no costado, fundo e parte interna do teto flutuante.

# Solução:

petroblog-Santini Página 9 de 18

- Revestir o fundo e o costado internos e face interna do teto flutuante com fibra de vidro reforçada.
- Instalar dreno de mangote flexível da COFLEXIP.

#### 5.1. Grupos de tanques

Para uma atuação didática é costume reunir os tanques de armazenamento em grupos específicos, classificados pelo produto armazenado e pelo tipo de teto, para a abordagem sistêmica de problemas e falhas similares, visando determinar soluções comuns a cada grupo.

Os grupos de tanques propostos são os seguintes:

- Grupo de Tanques de Petróleo e Gasolina automotiva (aditivada ou não com álcool);
- Grupo de Tanques de Diesel rodoviário (S500, S50, S10), HBio e Biodiesel B100;
- Grupo de Tanques de Querosene de aviação- QAV;
- Grupo de Tanques de Gasolina de aviação-GAV e Naftas (nafta leve da destilação, nafta de coque, nafta craqueada, nafta reformada, nafta petroquímica);
- Grupo de Tanques Álcool anidro, Álcool hidratado, Metanol e Etanol
- Grupo dos Tanques Intermediários: Diesel marítimo, Gasóleo, Querosene, Resíduo atmosférico-RAT, Resíduo de vácuo-RV, Óleo de reciclo-LCO, Resíduo craqueado e Resíduo asfáltico;
- Grupo de Tanques de Escuros: Nafta pesada da destilação, Resíduo aromático-RARO, Óleo Combustível, Óleo Bunker, Diluentes;
- Grupo de Tanques de SLOP, Resíduo asfáltico e Asfalto.
- Grupo de Tanques de óleos lubrificantes;
- Grupo de Tanques de Aromáticos: BTXH Benzeno, Tolueno, Xileno, Nafta aromática e Hexano:
- Grupo de Tanques de Águas ácidas.

A tabela a seguir ilustra o arranjo dos Grupos de Tanques, em função do tipo de teto e do produto armazenado, alinha as dificuldades principais das ocorrências durante a operação e propõe as medidas corretivas a serem programadas para execução durante a parada de manutenção do tanque.

Além do planejamento das soluções corretivas, informadas na tabela, também é importante avaliar a oportunidade de incluir possíveis melhorias, que não estendam ou comprometam o prazo da parada.

Desta forma, analisar as seguintes opções de melhorias:

- 1. Implementação de medidas para manutebilidade, conforme o item anterior 4. *Propostas para prover manutenibilidade*: facilitar os serviços de inspeção e manutenção de tanque;
- 2. Propostas de modernização de tanque, conforme informado no trabalho que consta do petroblog com o título *Componentes e Acessórios de Tanques de armazenamento* no link http://www.petroblog.com.br/?p=2057.

petroblog-Santini Página 10 de 18

Tipo de tanque	Grupo de Tanque	Principais dificuldades	Soluções corretivas
Teto flutuante externo	Petróleo Elevado volume de borra no fundo do tanque	- Limpeza interna e destinação do resíduo - Falha constante no sistema do dreno articulado do teto	<ul> <li>- Aumentar o diâmetro das bocas de visita do costado para 36 pol, facilitando o acesso de pessoal para remoção e entrada de material;</li> <li>- Projetar e instalar uma nova porta de limpeza do costado com 80 pol, para facilitar o acesso de veículos e máquinas.</li> <li>- Instalar válvula termostática para controle de aquecimento do tanque</li> <li>- Instalar sistema drenagem multi ponto no teto</li> <li>- Não utilizar o dreno de junta articulada, substituindo por dreno de mangote flexível, como o fornecido pela Coflexip roof drain hose</li> </ul>
	Gasolina automotiva (com ou sem aditivo de álcool) Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Falha constante no sistema do dreno articulado do teto	<ul> <li>Instalar sistema drenagem multi ponto no teto</li> <li>Não utilizar o dreno de junta articulada, substituindo por dreno de mangote flexível, como o fornecido pela Coflexip roof drain hose</li> </ul>
	Diesel rodoviário (S500, S50, S10) HBio Biodiesel B100 Light cycle oil-LCO (óleo leve de reciclo) Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Contaminação do produto com água residual no fundo do tanque	- Instalar a sucção flutuante suportada no teto flutuante
	Gasolina de Aviação-GAV Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Contaminação do produto com água residual no fundo do tangue	- Instalar a sucção flutuante suportada no teto flutuante
	Naftas (nafta leve de destilação, nafta craqueada, nafta coque, nafta petroquímica, nafta reformada, nafta aromática)  Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Corrosão interna nas chapas do fundo, costado e teto flutuante.	- Revestir o fundo e os dois primeiros anéis do costado interno e a face interna do teto flutuante com fibra de vidro reforçada
	Querosene de Aviação-QAV Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Contaminação do produto com água residual no fundo do tanque	- Instalar a sucção flutuante suportada no teto flutuante
Teto flutuante interno	Álcool anidro Álcool hidratado Metanol Etanol Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Contaminação do produto com água residual no fundo do tanque	- Instalar a sucção flutuante suportada no teto flutuante
	Aromáticos (BTXH-Benzeno, Tolueno, Xileno, Hexano e Nafta aromática) Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Vazamento causando grave contaminação ambiental e risco humano	<ul> <li>Equipar o teto flutuante com selo primário tipo sapata estendendo-se 150 mm dentro do líquido e a outra extremidade 100 mm acima da superfície do líquido.</li> <li>Instalar em cada passagem de coluna de suportação do teto fixo uma vedação com luva de tecido resiliente.</li> </ul>

petroblog-Santini

			- Fechar o topo das pernas de apoio do teto flutuante com luva de tecido resiliente.
	Águas ácidas Volume de borra no fundo do tanque desprezível	<ul> <li>Vazamento causando grave contaminação ambiental e risco humano.</li> <li>Corrosão interna do teto.</li> </ul>	<ul> <li>Equipar o teto flutuante com selo primário tipo sapata estendendo-se 150 mm dentro do líquido e a outra extremidade 100 mm acima da superfície do líquido.</li> <li>Instalar em cada passagem de coluna de suportação do teto fixo uma vedação com luva de tecido resiliente.</li> <li>Fechar o topo das pernas de apoio do teto flutuante com luva de tecido resiliente.</li> <li>Revestir a face interna do teto flutuante com fibra de vidro</li> </ul>
Teto fixo	Diesel marítimo  Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Corrosão interna do teto. - Rompimento do cabo de atuação da sucção flutuante	reforçada  - Substituir chapas do teto de aço carbono para aço inoxidável (tanque de teto fixo) - Substituir o material do cabo do tubo móvel e das presilhas de aço carbono para aço inoxidável e instalar também cabo de aço inoxidável adicional (stand-by) - Aumentar o diâmetro das bocas de visita do costado para 36 pol, facilitando o acesso.
	Nafta pesada da destilação Resíduo aromático-RARO Óleo Combustível Querosene Óleo Bunker Diluente Volume de borra no fundo do tanque desprezível	- Corrosão interna do teto - Rompimento do cabo de atuação da sucção flutuante	- Substituir chapas do teto de aço carbono para aço inoxidável - Substituir o material do cabo do tubo móvel e das presilhas de aço carbono para aço inoxidável e instalar também cabo de aço inoxidável adicional (stand-by); - Instalar válvulas termostáticas para controle de aquecimento do tanque - Instalar anodos de sacrifício para as chapas do fundo do tanque - Aumentar o diâmetro das bocas de visita do costado para 36 pol, facilitando o acesso.
	Gasóleo Resíduo atmosférico-RAT Resíduo de vácuo-RV Resíduo craqueado Resíduo asfáltico Volume de borra no fundo do tanque razoável	- Corrosão interna do teto	Substituir chapas do teto de aço carbono para aço inoxidável     Instalar válvulas termostáticas para controle de aquecimento do tanque     Instalar anodos de sacrifício para as chapas do fundo do tanque     Aumentar o diâmetro das bocas de visita do costado para 36 pol, facilitando o acesso.
	Asfalto (ADP, CAP) SLOP Elevado volume de borra no fundo do tanque	- Corrosão interna do teto e do fundo	<ul> <li>Substituir chapas do teto de aço carbono para aço inoxidável</li> <li>Instalar válvulas termostáticas para controle de aquecimento do tanque</li> <li>Instalar anodos de sacrifício para as chapas do fundo do tanque</li> <li>Projetar e instalar uma nova porta de limpeza do costado com</li> <li>80 pol, para facilitar o acesso de veículos e máquinas.</li> <li>Aumentar o diâmetro das bocas de visita do costado para 36 pol, facilitando o acesso.</li> </ul>
	Óleos lubrificantes Volume de borra no fundo do tanque desprezível	<ul> <li>Vazamento do gás de inertização levando à oxidação do óleo.</li> </ul>	- Prover uma alimentação redundante de gás inerte.

#### 5.2. Planejamento e busca de melhorias

A etapa de planejamento, que efetivamente é a pré-parada, se inicia com a identificação de gargalos previsíveis, que atrasam ou interrompem o andamento dos trabalhos, e como resolvêlos.

Neste planejamento devem ser focados:

- Identificar com antecedência possíveis gargalos e buscar solução;
- Identificar e tratar as interfaces;
- · Buscar novas tecnologias;
- Gestão de resíduos:
- Não deslocar recursos;
- Contrato de prestação de serviços independente do dia-a-dia.

A seguir são apresentados alguns gargalos crônicos, que necessitam de solução estabelecida dentro do contrato de manutenção do tanque.

#### 5.2.1. Falta de bomba de campo

As bombas de campo utilizadas nas manutenções de tanques são as mesmas utilizadas no dia-a-dia, levando a concorrer com a rotina estabelecida.

**Solução:** prever antecipadamente o aluguel de bomba de campo adequada, na etapa do contrato da empresa executante da manutenção.

#### 5.2.2. Falta de caminhão-vácuo.

O caminhão-vácuo utilizado nas manutenções de tanques é o mesmo utilizado no dia-a-dia para drenar e retirar água de tanque, logo concorre com as ações de rotina.

**Solução:** prever antecipadamente o aluguel de caminhão-vácuo com bomba, na etapa do contrato da empresa executante da manutenção.

## 5.2.3. Falta de pontos de energia elétrica ou gerador

Uma dificuldade é a falta de energia nas imediações dos tanques.

**Solução**: prever antecipadamente o aluguel de gerador ou a instalação de ponto alternativo de energia elétrica, atendendo às recomendações da Norma Regulamentadora NR-10.

## 5.2.4. Falta de planejamento da manutenção dos periféricos

Os equipamentos periféricos do tanque, a saber, radar, misturador de costado, jet-mixer, amostradores de costado, válvulas de pressão e vácuo, eletrodutos, malhas de instrumentação e controle e as fontes de iluminação do tanque, muitas vezes são negligenciados e lembrados apenas quando o tanque está para retornar à operação.

Evidentemente, isto gera atraso no cumprimento do cronograma.

**Solução**: os responsáveis pela manutenção e testes desses itens devem planejar suas atividades, concomitantemente, com a saída do tanque de operação e o prazo de retorno.

#### 5.2.5. Atraso na emissão da Permissão para Trabalho - PT

A posse da Permissão de Trabalho é a condição *sine qua non* para o início das atividades de campo.

**Solução:** priorizar a emissão de PT para o começo dos trabalhos nos tanques e, da mesma forma, a Permissão para Entrada em Operação quando liberado pelo SMS e pela Operação.

# 5.2.6. Presença de água na bacia dos tanques em manutenção

Durante os trabalhos é comum haver chuvas, em alguns casos torrenciais, que inundam a bacia.

**Solução:** prever antecipadamente o aluguel de "bomba sapo" adequada para esgotamento de água limpa da bacia para o sistema pluvial, a ser utilizada em épocas de fortes chuvas, quando a ETDI fica impossibilitada de receber a drenagem.

# 5.2.7. Intempéries (chuva, vento, raios)

petroblog-Santini Página 13 de 18

O risco de intempéries, particularmente de descargas atmosféricas, muitas vezes impossibilitam os trabalhos no campo.

**Solução:** na etapa de elaboração do cronograma de atividades, deve ser considerada essa situação, reservando-se uma folga no tempo de execução dos trabalhos.

## 5.2.8. Deslocamento de recurso para outras demandas do órgão operacional

Em diversas ocasiões, os serviços de rotina ou mesmo alguma emergência obrigam a se deslocar mão-de-obra.

**Solução:** a equipe de manutenção de tanques deve ser totalmente independente da equipe do dia-a-dia e, caso haja solicitação de deslocamento de recurso, se deve comunicar antecipadamente ao responsável pelos trabalhos de manutenção do (s) tanque (s).

#### 5.2.9. Contenção de verba para manutenção

A manutenção de tanques é, normalmente, o primeiro processo da refinaria a ser impactado, quando há corte ou relocação de verba de manutenção.

**Solução:** a verba prevista para a manutenção dos tanques deve ser anual, considerando o planejamento da liberação de tanques pela Operação, e o corte de verba, se necessário, deverá ser analisada criticamente, envolvendo as gerências da áreas de Operação, Inspeção e Manutenção.

## 5.3. Detalhamento do planejamento da manutenção

Para cada parada de manutenção de tanque é importante definir uma Equipe de Parada, responsável pela contratação e fiscalização dos trabalhos, formada por profissionais das áreas de Serviços Gerais, Caldeiraria, Tubulações, Mecânica, Elétrica, Instrumentação e SMS-Saúde, Meio Ambiente e Segurança.

O planejamento deve conter um cronograma detalhando todas as fases ou atividades dos serviços a serem realizados, responsáveis pela execução e previsão de início e término de cada uma.

Para cada atividade ainda devem ser informados:

- Procedimento de execução:
- Critério de aceitação do serviço executado;
- Tipo e quantidade da mão-de-obra prevista;
- Indicador de produtividade a ser monitorado.

Do planejamento das atividades e prazos decorrentes devem resultar as seguintes informações, que preocupam a Área de Operação do tanque:

- Tempo de indisponibilidade do tanque para a manutenção;
- Tempo previsto de campanha de operação após manutenção e implementação das melhorias.

O tempo da campanha do tanque é função não apenas da qualidade dos serviços de manutenção, mas ainda das seguintes duas variáveis:

- Prazos para inspeção conforme definidos na norma API 653, ver Anexo 1 deste;
- Prazos para limpeza do tanque determinados pela garantia da qualidade do produto armazenado.

As atividades principais, a serem detalhadas no planejamento são:

#### • Liberação para as equipes da manutenção

A data zero do cronograma da manutenção é a liberação do tanque pela Operação.

- Para tanque de teto fixo se considera imediatamente após o término da última operação de expedição do produto;
- No caso de tanques de teto flutuante é o momento em que os suportes do teto são reposicionados para a altura de manutenção.

Em seguida acontecem as seguintes etapas.

petroblog-Santini Página 14 de 18

## Liberação para início dos trabalhos de manutenção

O trabalho da manutenção se inicia com o descarte do produto residual do lastro do tanque, drenagem e preparação da bacia de contenção para os acessos de pessoal, veículos, máquinas e materiais. .

#### Raqueteamento

Antes de se permitir a entrada no interior do tanque se deve providenciar o raqueteamento de todos os bocais interligados a tubulações de produto, vapor e água e a desconexão de todas as ligações elétricas.

# Limpeza interna e destinação do resíduo

A Operação deve informar a estimativa do volume de borra previsto no tanque.

A partir dessa informação a Equipe responsável pela manutenção do tanque deve contratar uma empresa especializada, com o fornecimento de pessoal, material de consumo e de máquinas.

Essa contratação também deve incluir o recolhimento e destinação de toda a borra.

## • Inspeção interna e externa (antes e após os trabalhos de manutenção)

A inspeção interna e externa deve ser executada por empresa especializada, com inspetores de ENDs e de solda qualificados e certificados e fornecimento dos instrumentos e material de consumo

A contratação da empresa de inspeção interna e externa do tanque e dos seus acessórios deve ser independente do contrato com a empresa prestadora dos serviços de manutenção. Essa inspeção deve observar as diretrizes das normas API 653 e Petrobras N-2318.

## • Manutenção propriamente dita

Para a programação detalhada dos trabalhos a serem executados é importante utilizar um programa ou *software* de planejamento de obras, do tipo do *Software Primavera* ou *MS Project da Microsoft* ou outro similar.

O planejamento com as fases principais deve ser preparado pela Equipe de Parada, que repassará para a empresa contratada para a execução dos serviços de manutenção que providenciará o detalhamento.

A empresa contratada deve prover todo o material, veículos, máquinas e equipamentos e toda a mão-de-obra necessários ao cumprimento do prazo para:

- Serviços de limpeza do tanque;
- Desmontagem, reparo e remontagem dos internos;
- Remoção e remontagem de isolamento térmico;
- Preparação para pintura e pintura;
- Destinação de resíduos;
- Construção das facilidades para inspeção;
- Montagens estrutural e eletromecânica;
- Soldagem;
- Instalações elétricas provisórias e definitivas;
- Teste hidrostático do tanque;
- Teste de flutuabilidade do teto flutuante, quando requerido no contrato;
- Instalações dos instrumentos e das malhas de controle;
- Testes das malhas de controle.

#### • Liberação para a operação

O planejamento deve prever a fiscalização de cada etapa dos trabalhos pela Equipe de Parada.

Ao final dos trabalhos de manutenção a Equipe de Parada, com o apoio das áreas de Operação e da Inspeção, deve percorrer todo o *check-list de partida*, que contempla, no mínimo:

Condições físicas do tanque e de seus acessórios;

petroblog-Santini Página 15 de 18

- Interligações corretas das tubulações;
- Interligação correta dos instrumentos;
- Teste de pressão dos componentes soldados;
- Vazamentos em válvulas e ligações flangeadas;
- Teste hidrostático do tanque;
- Teste de flutuabilidade do teto, caso tenha havido modificações no teto flutuante.

#### Retorno à operação

Depois de cumprido o *check list de partida ou liberação para a operação* é assinado pelos responsáveis e o tanque é liberado para operar novamente.

A empresa contratada deve providenciar pessoal e ferramentas para, sob a orientação da área de Operação, providenciar:

- Desraqueteamento dos bocais ligados a tubulações;
- Gaseificação do tanque.

#### **ANEXOS**

#### Anexo 1

Tipos de inspeção e intervalos conforme a norma API STANDARD 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

## Objetivo

O API 653 aplica-se aos tanques de armazenamento de aço construído conforme as regras do API 650 e de seu antecessor API 12C, em que são fornecidos os requisitos mínimos para manter a integridade desses tanques, depois que eles foram colocados em serviço, abordando inspeção, manutenção e reparos.

A inspeção periódica durante a vida operacional dos tanques deve ser realizada, com o objetivo de assegurar a integridade física e a segurança do tanque.

A periodicidade ou frequência da inspeção depende das condições operacionais e do desgaste do tanque.

Dentre outros fatores:

- Natureza do produto armazenado;
- Resultados das verificações da inspeção externa visual de rotina;
- Tolerâncias de corrosão e taxas de corrosão;
- Sistemas de prevenção da corrosão;
- Condições em inspeções anteriores:
- Métodos e materiais de construção e reparação;
- Localização de tanques, se em áreas isoladas ou de alto risco;
- Risco potencial de poluição do ar ou da água;
- Sistemas de detecção de vazamentos;
- Frequência de apoio no fundo das pernas de teto flutuante;
- Requisitos de legislação;
- Alteração das condições originais de projeto;
- Presença de água residual no fundo;
- Histórico de operação;
- etc..

#### Inspeção externa de rotina do tanque

A condição externa do tanque, durante a campanha, deve ser monitorada por uma inspeção visual a partir do solo, rotineiramente.

Essa inspeção externa de rotina é a inspeção de todos os componentes possíveis de serem verificados com o tanque em operação, incluindo base, diques e bacia de contenção. O intervalo dessa inspeção não deve exceder um mês

petroblog-Santini Página 16 de 18

O pessoal que realiza esta inspeção deve estar bem informado sobre as condições de operação do tanque e das características do produto armazenado, de preferencia o próprio operador da área de tancagem.

Essa inspeção visual externa do tanque deve verificar e registrar evidências de vazamentos; deformações do costado; sinais de recalque; corrosão; condição da fundação, pintura; isolamento térmico; acessórios, etc.

## Inspeção geral: externa e interna

A ser executada com o tanque fora de operação, consistindo de inspeção interna e externa do tanque e de todos os seus componentes, incluindo base, diques e bacia de contenção. Os intervalos de inspeção geral devem atender aos critérios descritos a seguir. Em caso de incêndio, vazamento ou dano mecânico que possa afetar a integridade ou segurança do equipamento, as partes afetadas devem ser inspecionadas extraordinariamente para avaliar as condições físicas antes do retorno do equipamento à operação.

## • Inspeção externa na parada do tanque para manutenção

Todos os tanques devem ser submetidos à inspeção externa por um inspetor autorizado. Esta inspeção deve ser realizada no prazo que for menor entre:

- Cinco anos ou
- Razão entre a diferença da menor espessura medida (t<sub>medida</sub>) no costado (em mm) do tanque e a espessura mínima (t<sub>mínima</sub>) da mesma região e a taxa (t<sub>x</sub>) de corrosão (em mm/ano):

 Em nenhum caso a inspeção externa deve ultrapassar o prazo de 1/4 da vida útil estimada para o costado e teto.

## Inspeção interna durante a parada de manutenção do tanque

Todos os tanques devem ter uma inspeção interna formal realizada em intervalos definidos por um inspetor autorizado.

Na inspeção interna é essencialmente obrigado a fazer-se o seguinte.

- Certificar-se de que o fundo não está corroído e com vazamento;
- Comparar as espessuras mínimas do fundo e do costado com as espessuras reais medidas:
- Identificar e avaliar qualquer recalque de fundo do tanque;
- Verificar a segurança do teto para a realização da inspeção;
- Verificar as condições de corrosão e deformação dos suportes do teto;
- Avaliar as condições físicas dos acessórios e componentes internos e externos.

O intervalo entre a inspeção interna inicial (data de 1ª entrada em operação) e a subsequente não deve exceder 10 anos, a menos que o tanque tenha uma ou mais salvaguardas, tais como:

- prevenção de vazamentos e de corrosão do fundo e do 1º anel do costado, do tipo revestimento com fibra de vidro reforçada;
- proteção catódica do fundo.

O intervalo entre as demais inspeções internas subsequentes pode ser determinado a partir da taxa de corrosão do fundo e a espessura mínima admissível.

#### Anexo 2

Definição de manutenibilidade conforme BLANCHARD, Benjamin. Logistics engineering and management. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. p. 15

É uma característica inerente a um projeto de sistema ou produto, e se refere à facilidade, precisão, segurança e economia na execução de ações de manutenção nesse sistema ou produto.

Em uma instalação industrial manutenibilidade é a facilidade de execução das tarefas de inspeção e manutenção dos equipamentos e tubulações da instalação.

petroblog-Santini Página 17 de 18

Equipe de manutenção de tanques da Petrobras/Refinaria RPBC que colaborou:

- Gilberto Mendes
- Danilo Xavier Rocha
- Alcides Tadeu Santin Junior
- Dilermando Mendes Galdino
- Edson Machado
- Gilberto Quental Lopes
- Esdras Prado Calderan
- Valmir Soares Dos Santos
- Nelson Pedrão

petroblog-Santini Página 18 de 18