

5 Aplicação em Inspeção de Tanques de Combustível

Como comentado anteriormente (seção 1.1), é recomendável a adoção de uma rotina de limpeza e inspeção de sistemas de armazenagem de combustível a fim de preservar as características do produto armazenado e evitar uma possível contaminação do meio ambiente pelas más condições físicas do reservatório. No entanto, diversos fatores relacionados à localização, ao acesso e ao tipo de tanque tornam as inspeções internas muito dispendiosas e trabalhosas quando são factíveis de serem realizadas. Surge assim uma necessidade de se otimizar a questão da limpeza destes reservatórios, de modo a realizar esse procedimento somente quando for estritamente necessário.

Serão analisados, nas próximas seções, alguns sistemas de inspeção existentes, fazendo-se levantamento das principais vantagens e desvantagens de cada um. Será feita uma descrição do manipulador desenvolvido neste trabalho aplicado para a realização de inspeções nestes reservatórios. Os tipos de tanques de armazenamento serão apresentados e a partir daí será possível especificar quais tanques abrangem a atuação do sistema.

5.1. Sistemas de Inspeção Existentes

Existem diversas propostas de sistemas que poderiam ser aplicados para inspeções visuais internas sem a necessidade de esvaziamento dos reservatórios. Uma possível solução seria o uso de veículos submarinos equipados com câmeras. No entanto, uma série de desvantagens são inerentes a esses sistemas. Os modelos existentes não são certificados para inspeção imersos em combustível, além de haver risco devido ao sistema elétrico imerso e a possíveis colisões com as paredes internas. Há a dificuldade ou impossibilidade de inspeção de paredes superiores caso o reservatório não esteja completamente cheio. Além disso, os propulsores invalidariam a inspeção da emulsão ao misturar as fases formadas, além de dificultar o controle e estabilização durante a captura de imagens. Devem

ser considerados também os altos custos iniciais e de manutenção, em especial para garantir a vedação do sistema.

Outra possível solução seria o uso de veículos com rodas magnéticas, os quais se locomoveriam presos às paredes internas do reservatório. Os principais problemas deste tipo de sistema são a dificuldade ou impossibilidade de visualizar a camada de emulsão (borra) longe das paredes, riscos devido a faíscas entre as rodas magnéticas e as paredes, em especial durante as mudanças de superfície, e riscos devido ao sistema elétrico imerso ou a vazamentos sob alta pressão no caso de sistemas hidráulicos. Além disso, persistem os altos custos iniciais e de manutenção, principalmente para garantir a vedação do sistema.

Uma solução promissora está no uso de manipuladores de longo alcance com câmeras em sua extremidade, cuja base seria instalada na entrada do reservatório. Este tipo de sistema possibilitaria a inspeção de todas as paredes e de todo o volume interno do reservatório. O sistema poderia ser rápida e facilmente retirado se necessário, as técnicas de controle são bem estabelecidas, e conferem boa estabilidade na captura de imagens. Esta é uma tecnologia de eficácia comprovada, cuja precisão absoluta pode ser aprimorada através de técnicas de calibragem de manipuladores flexíveis de longo alcance (Meggiolaro, 2005).

No entanto, manipuladores de longo alcance tradicionais (Mavroidis, 1995) possuem as desvantagens de alto custo e peso, além de permanecerem os riscos envolvidos na imersão de sistemas elétricos e hidráulicos em combustível.

A próxima seção apresenta um sistema baseado na tecnologia desenvolvida de manipuladores flexíveis de longo alcance que viabiliza inspeções seguras destes reservatórios.

5.2. Descrição do Sistema

O manipulador pneumático flexível seria adaptado para utilização em contato com combustíveis (diesel, gasolina e querosene) sem apresentar nenhum risco inerente. O corpo do manipulador seria composto de polímeros resistentes aos combustíveis, como PTFE, polipropileno, fluorelastômeros, etc. Metais como o alumínio também poderiam ser utilizados fazendo o papel de uniões, flanges e outros tipos de acessórios. A movimentação do manipulador é dada a partir da pressurização de cada câmara, controladas através de servo-válvulas pneumáticas.

Através de três elos conectados serialmente, o sistema adquiriria 6 graus de liberdade em sua extremidade e assim poderia se mover por praticamente todo o volume interno do reservatório. O manipulador poderia dispor de acessórios como uma câmera certificada para realizar a inspeção visual e de uma mangueira para a coleta de material a vácuo. A Fig. 112 ilustra o funcionamento do manipulador no interior de um reservatório de combustível

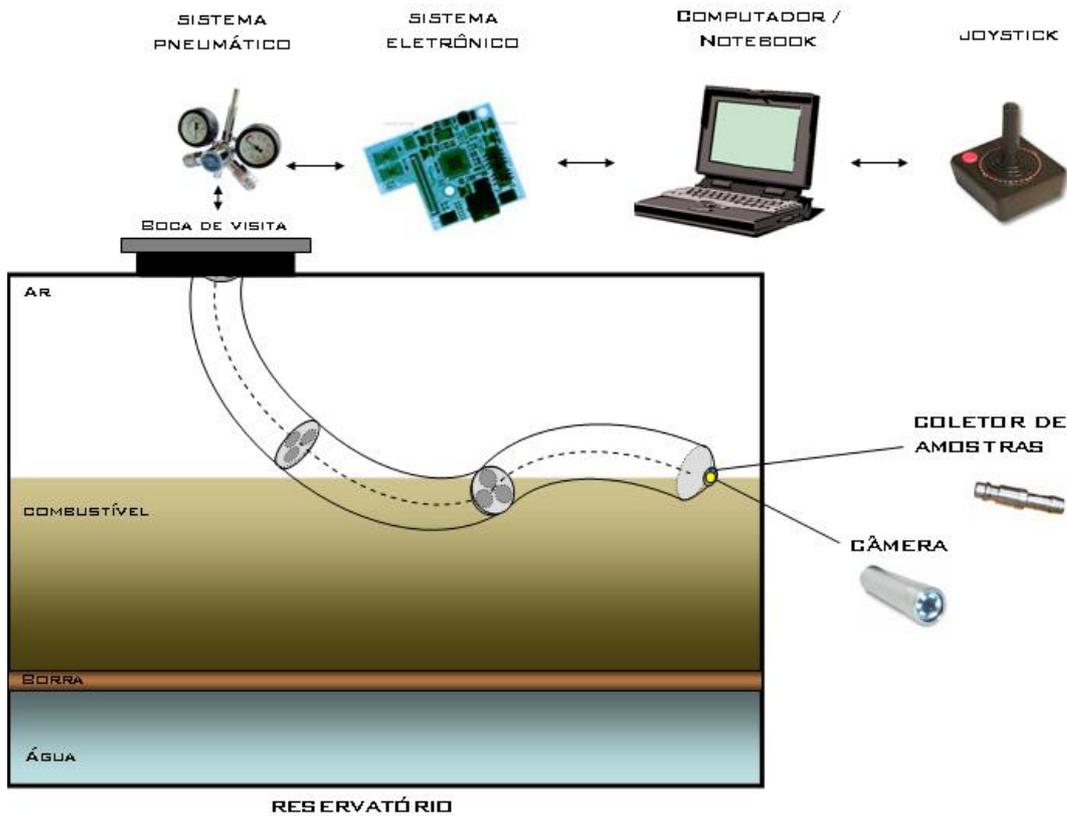


Figura 112: Esquema do manipulador em operação no interior de um reservatório de combustível

O controle da movimentação do manipulador seria exercido através de um operador que estaria interagindo com o sistema através de um computador. Com o auxílio de um componente de entrada como um *joystick*, o operador poderia fazer com que o manipulador se movimentasse para uma nova posição desejada e então dar prosseguimento à inspeção visual. O operador poderia visualizar o interior do tanque pelas imagens transmitidas pela câmera e interagir com o sistema em tempo real. Uma válvula de vácuo também estaria disponível para coletar amostras. O sistema disporia de uma plataforma de controle com a função de integrar os sistemas e servir ao mesmo tempo de interface com o operador,

disponibilizando todas as opções de configuração e ajustes necessários para o funcionamento do manipulador no ambiente desejado. Dentre as configurações, opções relacionadas ao tamanho do manipulador, diâmetro, características e dimensões do tanque a ser inspecionado poderiam ser implementadas.

A próxima seção faz um levantamento dos tipos de tanques existentes e dentre eles quais os que poderiam permitir a utilização de um sistema de inspeção do tipo proposto.

5.3. Tipos de Tanques

Os tanques de armazenamento são equipamentos de caldeiraria pesada, sujeitos à pressão aproximadamente atmosférica e destinados, principalmente, ao armazenamento de petróleo e seus derivados. A construção de um tanque de armazenamento normalmente é regulamentada pela norma americana API 650 “*Welded Steel Tanks for Oil Storage*” do *American Petroleum Institute (API)*. No Brasil utiliza-se, também, a norma NBR 7821 “Tanques Soldados para Armazenamento de Petróleo e Derivados”, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



Figura 113: Tanques de armazenamento

Os tanques de armazenamento atmosféricos, tipicamente encontrados em refinarias, terminais, oleodutos, bases de distribuição, parques industriais, etc, são

construídos numa ampla faixa de capacidades, desde 100 barris (16m^3) até aproximadamente 550.000 barris (87.500m^3). Esses tanques são classificados conforme a natureza do teto, em:

- Tanques de Teto Fixo
- Tanques de Teto Móvel
- Tanques de Teto Fixo com Diafragma Flexível
- Tanques de Teto Flutuante

5.3.1. Tanques de Teto Fixo (Fixed Roof)

São tanques cujos tetos estão diretamente ligados à parte superior de seus costados (lateral do tanque). Podem ser autoportantes ou suportados (Fig. 114) por uma estrutura interna de perfis metálicos. Os tetos autoportantes são apoiados exclusivamente na periferia do costado.

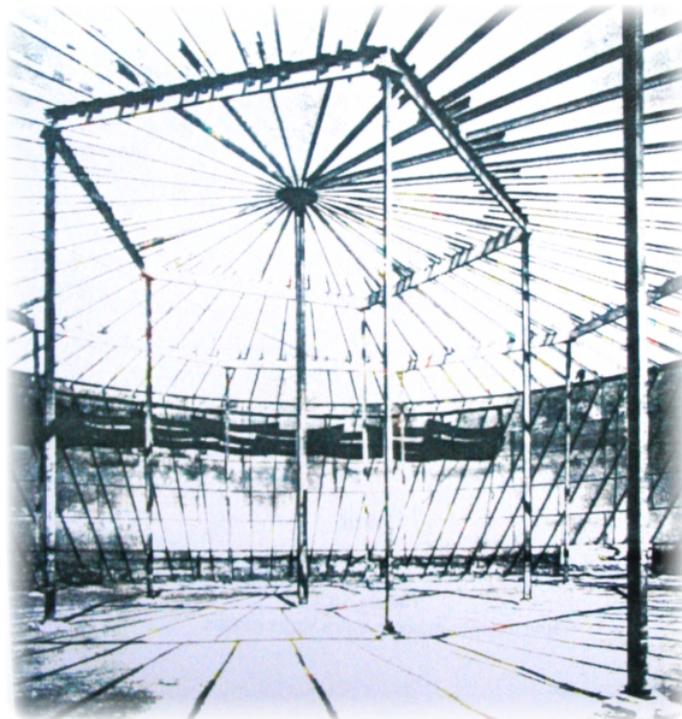


Figura 114: Teto côncavo suportado. Componentes da estrutura de sustentação. Vigas radiais, vigas transversais e colunas

Dependendo da forma do teto fixo, pode-se distinguir as seguintes variações construtivas:

- a) **Teto Cônico (*Cone Roof*)**: apresenta a forma aproximada de um cone reto (Fig. 115).



Figura 115: Teto fixo cônico

- b) **Teto Curvo (*Dome Roof*)**: apresenta a forma aproximada de uma calota esférica. Normalmente é autoportante (Fig. 116).

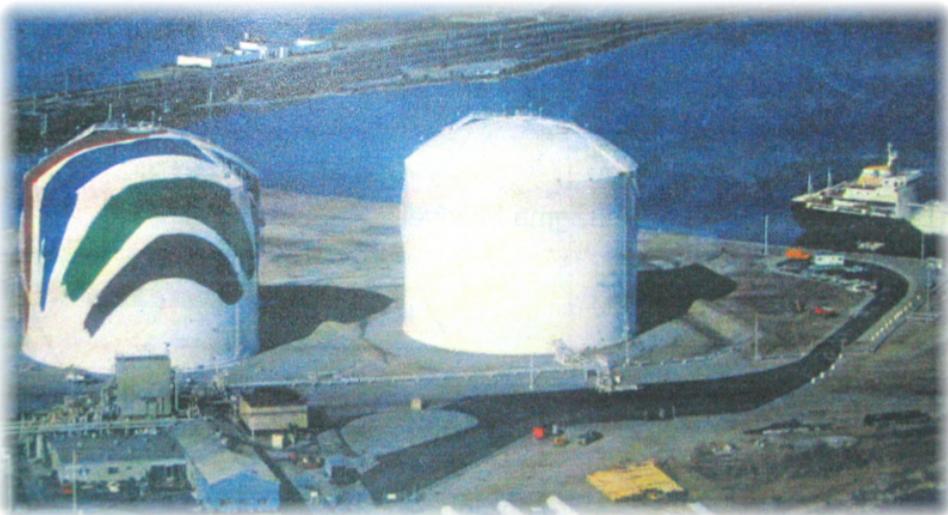


Figura 116: Teto fixo curvo

- c) **Teto em Gomos (*Umbrella Roof*)**: é uma modificação do tipo anterior, no qual qualquer seção horizontal terá a forma de um polígono regular com número de lados igual ao número de chapas utilizadas nesta região do teto (Fig. 117).



Figura 117: Teto fixo em gomos

5.3.2. Tanques de Teto Móvel (*Lifting Roof*)

São tanques cujos tetos se movimentam externamente ao costado, em função da pressão de seu espaço vapor. O equipamento deverá conter dispositivos de segurança para evitar o excesso de pressão ou vácuo interno. As perdas por evaporação são evitadas por meio de um sistema de selagem entre o costado e o teto.

5.3.3. Tanques de Teto Fixo com Diafragma Flexível (*Diaphragm*)

São tanques em que os tetos são fixos ao costado mas apresentam a possibilidade de variar o volume do espaço vapor em consequência da modificação de pressão de armazenamento. A variação do espaço vapor é realizada pela deformação de um componente interno que funciona como uma membrana flexível. O diafragma flexível normalmente é fabricado de material

plástico (neoprene, polímeros sintéticos, etc) resistente ao produto armazenado sob a forma líquida ou vapor.

Tanques de teto móvel e tanques de teto com diafragma flexível normalmente são utilizados em sistemas fechados, objetivando a redução das perdas por evaporação.

5.3.4. Tanques de Teto Flutuante (Floating-Roof)

São tanques cujos tetos estão diretamente apoiados na superfície do líquido armazenado, no qual flutuam, acompanhando sua movimentação durante os períodos de esvaziamento e enchimento. São utilizados com o objetivo de minimizar as perdas por evaporação devido à movimentação de produto. Como o teto flutuante movimentar-se internamente ao costado, haverá necessidade de um sistema de selagem (Fig. 118).



Figura 118: Teto móvel

O teto flutuante apresenta os seguintes tipos construtivos:

- a. **Teto Flutuante Simples (*Single Deck or Pan-Type Floating Roof*)**: consiste essencialmente de um lençol de chapas. O teto é enrijecido por uma estrutura metálica, na sua parte superior, para lhe conferir a necessária estabilidade (Fig. 119). É o tipo

mais simples e de construção mais barata. A flutuabilidade é precária. Dos tipos de teto flutuante é o que apresenta maior perda por evaporação, pois o teto está em contato direto com o produto armazenado e transmite, mais facilmente, a energia solar incidente.

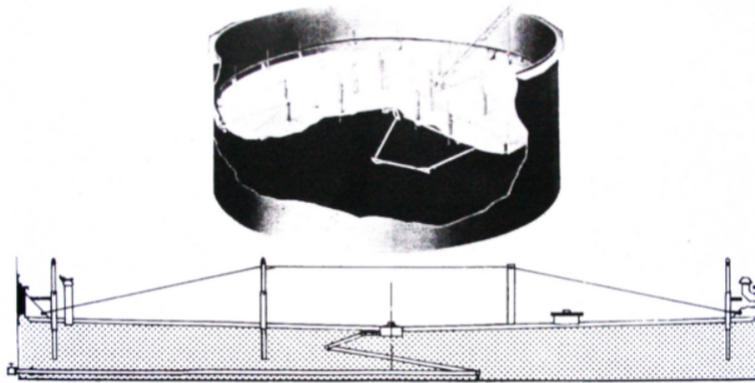


Figura 119: Teto flutuante simples

b. **Teto Flutuante com Flutuador (*Pontoon Floating Roof*):** possui, na construção convencional, um disco central e um flutuador na periferia do teto (Fig. 120). Apresenta maior flutuabilidade, menor perda por evaporação e maior custo do que o tipo anterior. Uma variação construtiva do teto flutuante “Pontoon” é o tipo “Buoyroof”, onde caixas metálicas são fixadas no teto flutuante para melhorar a sua flutuabilidade quando este se encontra inundado por água proveniente de chuva (Fig. 121). Os tetos flutuantes com flutuador apresentam, principalmente, os seguintes problemas:

- dificuldade de drenagem do teto;
- possibilidade de colapso do teto devido à excessiva pressão de vapor do produto armazenado.

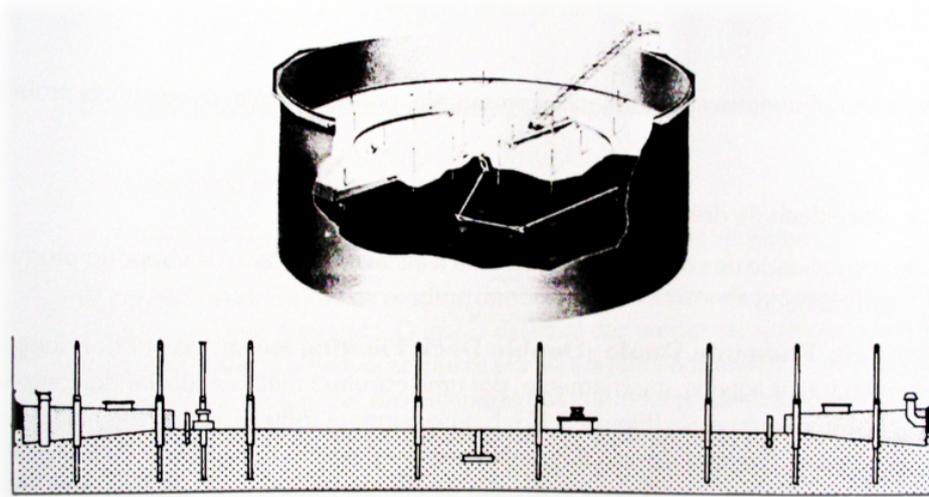


Figura 120: Teto flutuante com flutuador

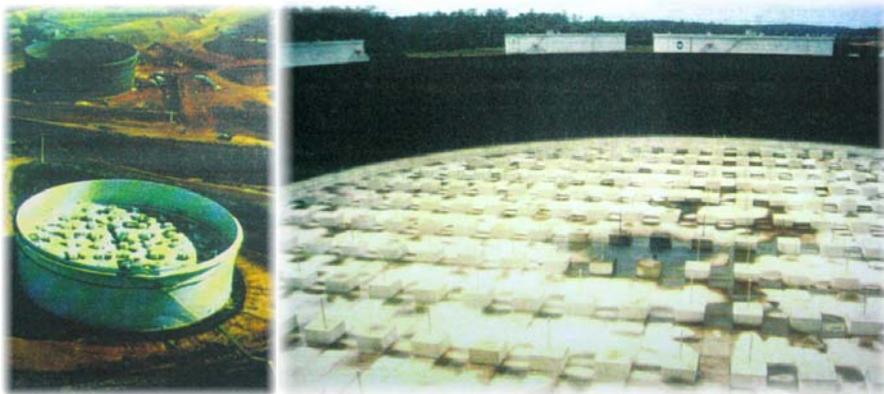


Figura 121: Teto flutuante *Buoyroof*

- c. **Teto Flutuante Duplo (*Double-Deck Floating Roof*)**: possui dois lençóis de chapas ligados, internamente, por uma estrutura metálica formando compartimentos estanques (Fig. 122). É uma estrutura robusta e de excelente flutuabilidade. É o tipo de teto mais caro, porém apresenta a menor perda por evaporação, pois os dois lençóis de chapas formam um colchão de ar que funciona como isolamento térmico entre a superfície do líquido armazenado e a superfície externa do teto. Os tetos flutuantes duplos apresentam, principalmente, os seguintes problemas:

- maior custo de fabricação e montagem,

- fundações mais caras devido à exigência de menores recalques;
- considerável volume de produto imobilizado por causa da necessidade de manter sempre o teto flutuando. O apoio desigual das pernas de sustentação do teto sobre o fundo pode provocar trincas por fadiga junto aos reforços das pernas de sustentação e nas junções das anteparas dos flutuadores com o lençol inferior do teto. Tais trincas podem provocar o alargamento do teto e até o seu afundamento;
- possibilidade de graves danos (trincas nas soldas das anteparas) em tanques com movimentação muito freqüente.

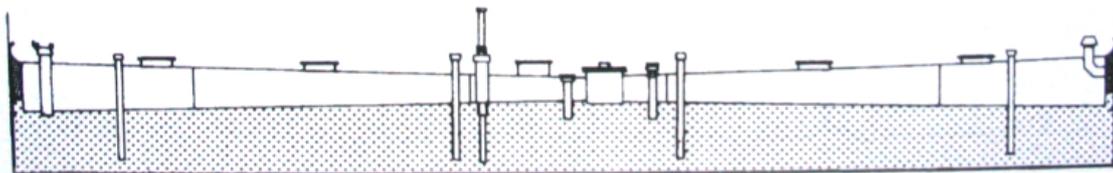
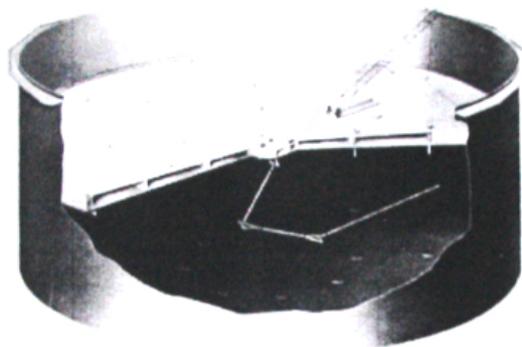


Figura 122: Teto flutuante duplo

A “Tabela 1” da Norma N-270 recomenda o tipo de tanque de armazenamento a ser adotado em função do produto armazenado.

Tabela 12: Tipo de tanque em função do produto armazenado

| Produto Armazenado | Tipo de Tanque (selecionado conforme o projeto) |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Produtos leves da faixa de gasolina e nafta leve. • Petróleo cru. • Álcool. • Diesel leve. | <ul style="list-style-type: none"> • Tanque atmosférico de teto flutuante • Tanque atmosférico para pequena pressão interna segundo o API 650 Apêndice F. • Tanque para baixa pressão de teto cônico segundo a N-1964. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Gasolina de aviação (GAV) | <ul style="list-style-type: none"> • Tanque atmosférico de teto cônico com teto flutuante interno. • Tanque atmosférico para pequena pressão interna segundo o API 650 Apêndice F. • Tanque para baixa pressão de teto cônico segundo a N-1964. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Produtos pesados da faixa do querosene para cima: nafta pesada, querosene, querosene de aviação (QAV), óleo diesel, resíduo de vácuo, “cycle-oil”, óleo combustível, “slop”, óleo lubrificante, “flushing-oil” e asfalto. • Lastro de navio | <ul style="list-style-type: none"> • Tanque atmosférico de teto cônico |
| <ul style="list-style-type: none"> • Água bruta | <ul style="list-style-type: none"> • Tanque sem teto. |
| <p><i>Nota: Os tanques para armazenamento de produtos com pressão de vapor elevada (PVR acima de 43,5kPa ou 6,3psia) e com diâmetro inferior a 8,0 metros, devem ser do tipo cônico, com pressão interna, determinada conforme o Apêndice “F” da norma API 650.</i></p> | |

5.3.5. Tanques de Postos de Serviço

São tanques cilíndricos de parede simples ou dupla, soldados, empregando chapa ou bobina de aço-carbono, operando à pressão atmosférica e armazenando produtos derivados do petróleo como diesel e gasolina, como ilustra a Fig. 123. No caso de parede dupla, a parede externa é de material não metálico (jaquetado). A construção de um tanque de posto de serviço normalmente é regulamentada pela norma NBR 13312 “Posto de Serviço – Construção de tanque atmosférico subterrâneo em aço-carbono”, no caso de tanque com parede simples, e pela norma NBR 13785 “Posto de Serviço – Construção de um tanque atmosférico de parede dupla, jaquetado”, para o caso de tanque com parede dupla, ambas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



Figura 123 Tanques de posto de serviço

Tanques de posto de serviço tipicamente são encontrados em postos revendedores e postos de abastecimento. Os postos revendedores são instalações onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispendo de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos e equipamentos medidores. Já os postos de abastecimento são instalações que possuem equipamentos e sistemas para o armazenamento de combustível automotivo, com registrador de volume apropriado para o abastecimento de equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas e cujos produtos são destinados exclusivamente ao uso do detentor das instalações ou de grupos fechados de pessoas físicas ou jurídicas, previamente

identificadas e associados em forma de empresas, cooperativas, condomínios, clubes ou assemelhados. Os tanques são construídos atendendo capacidades nominais de 15.000L, 30.000L e 60.000L, podendo ser compartimentados ou não. A “Tabela 1” da Norma NBR 13312:2003 é mostrada a seguir, contendo as capacidades e dimensões de um tanque de posto de serviço.

Tabela 13: Capacidade e dimensões de tanque

| Capacidade nominal (L) | Diâmetro nominal interno (mm) | Comprimento nominal do tanque (mm) | Espessura nominal do tampo e do costado (mm) | Massa teórica (kg) |
|--|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------------|
| 15000 | 1910 | 5400 | 4,76 | 1 600 |
| 15000 ¹⁾ | 1910 | 5400 | 4,76 | 1900 |
| 30000 | 2549 | 6000 | 6,35 | 3200 |
| 30000 ²⁾ | 2549 | 6000 | 6,35 | 3600 |
| 30000 ³⁾ | 2549 | 6000 | 6,35 | 4000 |
| 60000 | 2549 | 12000 | 6,35 | 6400 |
| 60000 ⁴⁾ | 2549 | 12000 | 6,35 | 6800 |
| 60000 ⁵⁾ | 2549 | 12000 | 6,35 | 7200 |
| 60000 ⁶⁾ | 2549 | 12000 | 6,35 | 7600 |
| ¹⁾ Dois compartimentos de 7 500 L. ²⁾ Dois compartimentos de 15 000 L ou um de 10 000 L e um de 20 000 L. ³⁾ Três compartimentos de 10 000 L. ⁴⁾ Dois compartimentos de 30 000 L. ⁵⁾ Três compartimentos de 20 000 L. ⁶⁾ Quatro compartimentos de 15 000 L. | | | | |

5.3.6. Bocais e Acessórios

Nos itens a seguir, são apresentados os principais bocais acessórios encontrados nos tanques de armazenamento e nos tanques de postos de serviço.

Tanques de Armazenamento

Os principais bocais e acessórios de um tanque de armazenamento serão descritos a seguir, em função de sua localização no equipamento. Assim, têm-se:

- **bocais e acessórios do fundo**
 - dreno de sifão;
 - dreno por baixo;

- **bocais e acessórios do costado**
 - bocas de visita;
 - portas de limpeza;
 - plataformas, passadiços e escadas;
 - câmaras e aplicadores de espuma contra incêndio;
 - indicadores de nível;
 - misturadores;
 - anel de contraventamento;

- **bocais e acessórios do teto**
 - bocais;
 - bocas de visita;
 - dispositivos de proteção contra a sobre ou subpressão interna
 - respiro aberto (teto fixo);
 - válvula de pressão e vácuo (teto fixo);
 - dispositivo de emergência (teto fixo);
 - quebra-vácuo automático (teto flutuante);
 - dispositivos de alívio de pressão (teto flutuante);
 - escotilha de medição;
 - guarda-corpo;
 - drenos do teto flutuante;
 - escada de acesso ao teto flutuante;
 - pernas de sustentação do teto flutuante;
 - selo do teto flutuante;
 - guia anti-rotacional do teto flutuante;

A Fig. 124 mostra um esquemático dos acessórios em um tanque de armazenamento convencional.

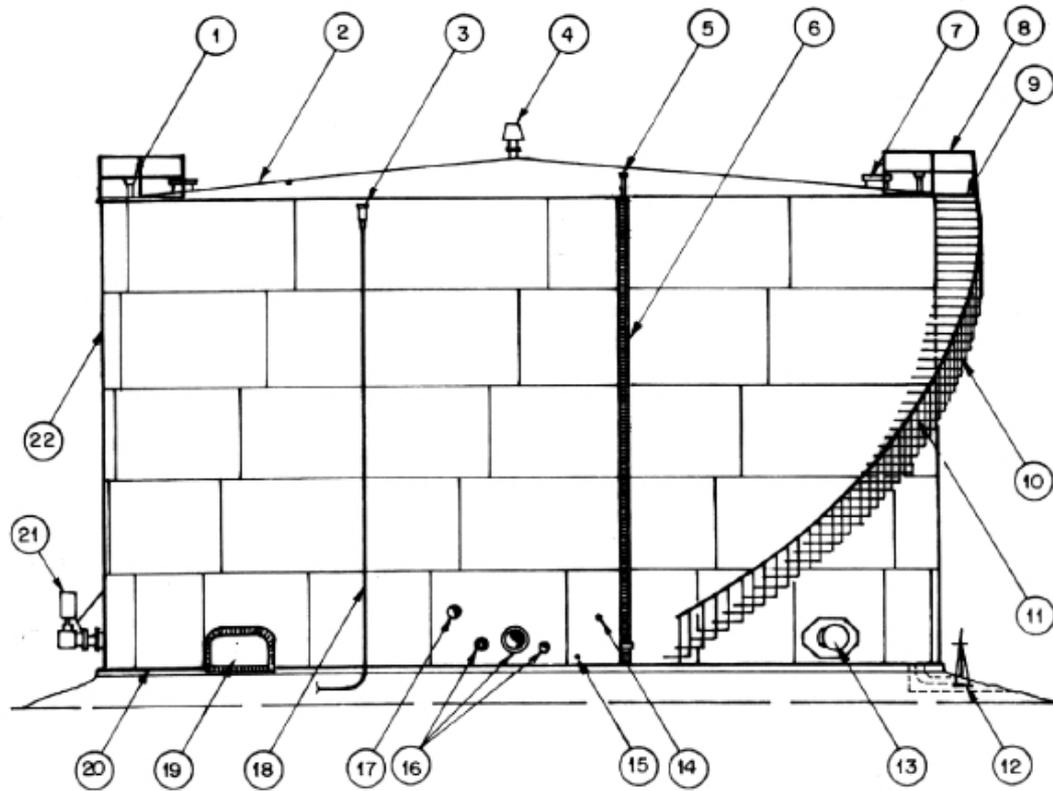


Figura 124: Tanque e acessórios - Terminologia

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 - Escotilhas de medição | 12 - Dreno de fundo |
| 2 - Chapa do teto | 13 - Boca de visita no costado |
| 3 - Câmara de espuma | 14 - Termômetro |
| 4 - Respiro | 15 - Saída de condensado |
| 5 - Caixas de selagem de gases | 16 - Bocais de entrada e saída de produto |
| 6 - Régua externa do medidor de bóia | 17 - Entrada de vapor de aquecimento |
| 7 - Bocas de visita no teto | 18 - Tubulação de espuma |
| 8 - Corrimão do teto | 19 - Porta de limpeza |
| 9 - Plataforma da escada | 20 - Chapa do fundo |
| 10 - Escada helicoidal de costado | 21 - Misturador |
| 11 - Corrimão | 22 - Costado |

A seguir, é mostrada a “Tabela 7” da Norma N-270 (PETROBRAS), que orienta a quantidade e dimensões das bocas de visita, portas de limpeza e drenos de fundo de um tanque de armazenamento.

Tabela 14: Bocas de visita, portas de limpeza e drenos de fundo dos tanques

| Diâmetro do Tanque | A - TANQUES DE PETRÓLEO | | | |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| | Boca de Visita (costado) (mm) | Boca de Visita (teto) (mm) | Portas de limpeza (mm x mm) | Drenos de fundo (mm) |
| até 7,5m | 1 - 609,6 | 1 - 508,0 | 1 - 914,4 x 1219,2 | 2 - 152,4 |
| 7,5 a 18m | 2 - 609,6 | 2 - 508,0 | 1 - 914,4 x 1219,2 | 3 - 152,4 |
| 18m a 27m | 2 - 609,6 | 2 - 508,0 | 1- 1219,2 x 1219,2 | 3 - 152,4 |
| 27m a 43m | 2 - 609,6 1 - 914,4 | 1 - 508,0 1 - 609,6 | 2- 1219,2 x 1219,2 | 3 - 203,2 |
| 43m a 55m | 2 - 609,6 2 - 914,4 | 1 - 508,0 2 - 609,6 | 2- 1219,2 x 1219,2 | 3 - 203,2 |
| 55m a 86m | 2 - 609,6 3 - 914,4 | 2 - 508,0 2 - 609,6 | 2- 1219,2 x 1219,2 | 4 - 203,2 |
| Diâmetro do Tanque | B - TANQUES DE REFINADOS | | | |
| | Boca de Visita (costado) (mm) | Boca de Visita (teto) (mm) | Portas de limpeza (mm x mm) | Drenos de fundo (mm) |
| até 7,5m | 1 - 609,6 | 1 - 609,6 | 1 - 914,4 x 1219,2 | 2 - 76,2 |
| 7,5 a 18m | 2 - 609,6 | 2 - 609,6 | 1 - 914,4 x 1219,2 | 2 - 76,2 |
| 18m a 27m | 2 - 609,6 | 2 - 609,6 | 1- 1219,2 x 1219,2 | 2 - 76,2 |
| 27m a 43m | 3 - 609,6 | 2 - 609,6 | 1- 1219,2 x 1219,2 | 2 - 76,2 |
| 43m a 55m | 4 - 609,6 | 3 - 609,6 | 2- 1219,2 x 1219,2 | 3 - 101,6 |
| 55m a 86m | 2 - 609,6 2 - 914,4 | 2 - 762,0 2 - 609,6 | 3- 1219,2 x 1219,2 | 4 - 152,4 |

Notas:

- a. Os tanques cujos produtos possam causar considerável acumulação de água ou de borra no fundo, devem obedecer à TABELA para os tanques de petróleo.
- b. Produtos limpos e pouco viscosos, tais como água, dispõem a porta de limpeza, assim como tanques de diâmetro inferior a 5 metros. Nos tanques com diâmetro inferior a 5 metros pode ser usado um bocal tipo baixo (*flush type shell connection* - ver Figura no API 650), para facilitar a limpeza, a critério do projeto.
- c. As bocas de visita do teto referem-se somente aos tanques de teto cônico; para os de teto flutuante cada caso deve ser analisado individualmente.

Não existe um número padrão de bocais e acessórios em tanques de armazenamento. Esse número vai depender muito do tipo de tanque, de onde ele está localizado e da necessidade interna de cada refinaria ou terminal, por exemplo. A Tabela 14 é uma recomendação feita pela Petrobras através da Norma N-270.

O tamanho dos bocais (boca de visita e medição) é especificado pelo fabricante. A escotilha de medição (Fig. 125), acoplada ao teto dos tanques, possibilita ao operador um fácil e rápido acesso ao seu interior, permitindo medição de temperatura, saca amostra para análise, medição de volume e etc. O padrão Petrobras aceita bitolas de 4", 6", 8" e 10".



Figura 125: Escotilhas de medição

Postos de Serviço

Os principais bocais e acessórios de um tanque de posto de serviço serão descritos a seguir, em função de sua localização no equipamento. Assim, têm-se:

- **bocais e acessórios do costado**
 - boca de visita com tubo de sucção;
 - alça de içamento;
 - vacuômetro;
 - tubo de monitoramento;

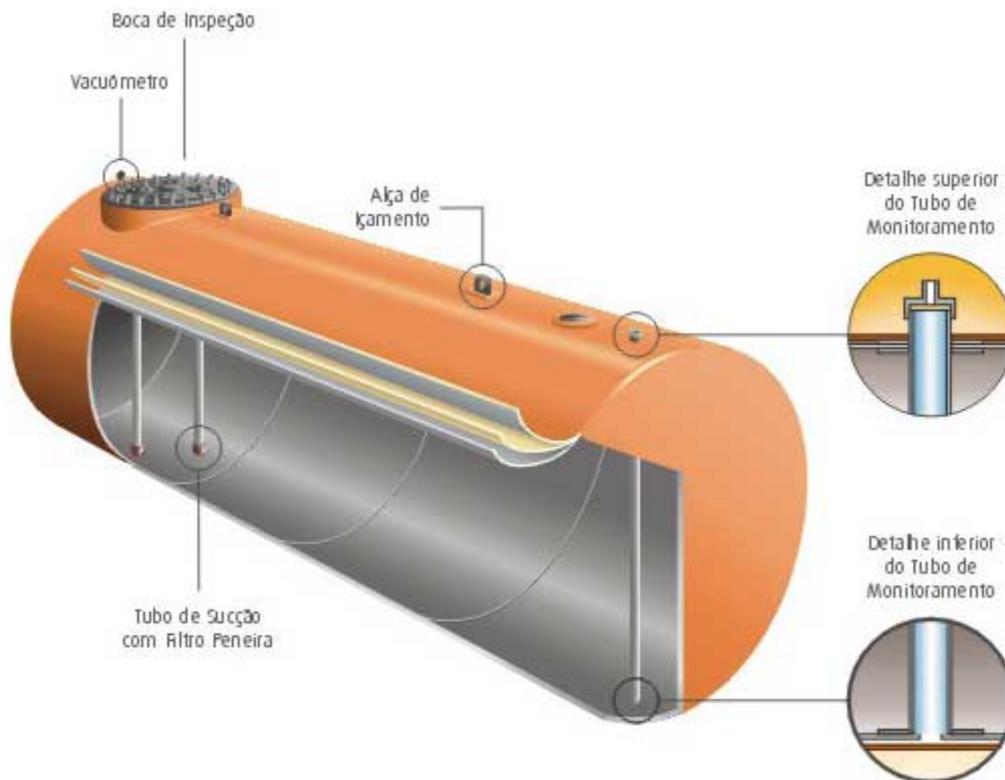


Figura 126: Desenho esquemático de um tanque jaquetado, pleno, com seus bocais e acessórios

Todos os tanques devem ter uma boca-de-visita por compartimento, instalada na geratriz superior do costado, como mostra a Fig. 126. O posicionamento da boca-de-visita em cada compartimento deve ser conforme descrito na norma NBR 13312.

A seguir comenta-se em que tipos de tanques o sistema proposto poderia ser aplicável.

5.4. Aplicação

O sistema proposto poderia ser aplicável em inspeções de reservatórios de combustível, sendo estes diesel, gasolina e querosene. O sistema permitiria uma inspeção visual do interior do tanque com produto através de uma câmera conectada a um computador, assim como a possibilidade de coleta de amostras de material para análise. O controle do manipulador seria realizado através de um operador com o auxílio de um *joystick*.

Devido às particularidades existentes em cada tipo de reservatório e sendo estas influenciadas pelo tipo de combustível que armazenam, tamanho e localização do tanque, a eficiência do sistema proposto será diferente para cada tipo de tanque. Além disso, os manipuladores teriam características específicas de acordo com o tanque a ser inspecionado. Os tanques de teto flutuante possuem peculiaridades que impossibilitariam a inspeção com o tipo de equipamento proposto por dois aspectos: o primeiro é relativo à presença de um radar ultrassônico que mede a quantidade de combustível no interior do tanque, posicionado exatamente na sua boca de visita, impedindo a colocação de qualquer outro tipo de equipamento no seu interior através desta boca; o segundo aspecto é o fato de a boca de visita possuir um comprimento muito grande por assumir também a função de anti-rotacional do teto. Desse modo, o espaço que resta entre o fundo do tanque e o término do tubo da boca de visita é muito pequeno, impossibilitando a passagem do manipulador. O sistema proposto poderia atuar nos seguintes tipos de tanques:

- tanques de armazenamento atmosféricos
 - tanques de teto fixo (teto suportado ou autoportante);
- tanques de postos de serviço

No próximo capítulo são apresentadas as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.