

# Metodologia de projeto de armazenamento de petróleo e seus derivados em tanques atmosféricos verticais.

Lucas Ambrósio paz e silva <sup>[1]</sup>, Antonio Rodolfo Paulino Pessoa <sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> Universidade Federal Rural do semiárido, Curso de Engenharia Mecânica; Aluno: Lucas Ambrosio;  
lucas.ambrosio.rn@gmail.com

<sup>[2]</sup> Universidade Federal Rural do semiárido, Curso de Engenharia de Petróleo; Orientador; Antonio Rodolfo Paulino  
Pessoa; Rodolfopaulino@ufersa.edu.br.

Data da defesa: 19/05/2023;

**Resumo:** Tanque de armazenamento são equipamento muito utilizado no nosso cotidiano, no qual garante as diversões produtos usados no dia a dia que fiquem por determinado intervalo de tempo em estoque, seja por motivo, espera por ser coletado, seja por reserva estratégica ou até mesmo para atingir um certo volume de material para ser bombeado, esse artigo, apresenta uma ordem lógica baseadas em normas nacionais e internacionais, para boas tomadas de decisões na confecção de um projeto, de um tanque atmosférico, para armazenamento de petróleo e seus derivados, dividindo a ordem em pontos importantes para ter um bom projeto, de fácil execução, e que se enquadre nas exigências da maior petroleira do país, e que está entre as maiores do mundo com mais de 70 anos de atuação no mercado nacional e internacional, o presente trabalho, se tornaram uma ferramenta importantes para os projetistas, que ainda não tem conhecimento das normas que balizam o projeto e construção de tanque atmosférico para armazenamento de petróleo.

*Palavras-chave:* Tanque 1; Petróleo 2; Projeto 3.

## 1. INTRODUÇÃO

Na engenharia mecânica uma das funções do profissional é idealizar um equipamento antes da sua construção, levantando máximo de variáveis possível, fazendo assim o mesmo depois de construído compra suas funções adequadamente, para isso o engenheiro usada de algumas ferramentas para otimizar seu trabalho e prevenir erros uma delas é a literatura já existente, na maior parte delas são normas que muitas das vezes tem o poder de lei, e elas que vão amparar todos os projetistas em uma ocasionalidade de colapso ou acidente de uma certa máquina ou equipamento.

Os tanques de armazenamento são equipamento importantes para diversos setores da indústria, onde seu objetivo é armazenar líquidos, gases e até sólidos, aguardando assim o transporte do produto armazenado ou seu bombeamento para ser utilizado em alguma finalidade industrial.

### 1.1. Objetivo

Esse trabalho tem como objetivo a realização de um estudo sobre o projeto de fabricação e montagem de um tanque atmosférico de armazenamento de petróleo em seu estado líquido. Tendo em vista que o projeto de um tanque atmosférico completo é decomposto em vários outros projetos para cada um dos seus componentes, nesse projeto dá-se ênfase a base e ao costado, que constituem as partes mais críticas do mesmo. O projeto a ser estudado visa ser aplicado em refinarias e campos de produção de petróleo no alto oeste potiguar, tendo como estudo de caso as características de clima, intemperes, temperatura e particularidades do fluido extraído em terra.

### 1.2. Petróleo do alto oeste potiguar.

O primeiro poço a ser perfurado por acaso no Rio Grande do Norte, foi em 1967, onde desde de 1956 os geólogos da Petrobrás já tinham estudos preliminares, sobre a presença de petróleo, no solo potiguar, desde de

então as atividades na região vieram a se desenvolver tornando assim o estado o maior produtor do combustível fóssil em terra[1].

Após os anos de glória da exploração do petróleo nos campos potiguares, a Petrobras após uma mudança de estratégia, focando suas atividades na produção do pré-sal, a redução das atividades nos campos do RN foi inevitável, tirando o foco da produção em terra, fez com que o Rio Grande do Norte, sofresse economicamente, principalmente na região oeste, que tem como principal atividade econômica a indústria petrolífera.

O cenário mudou em 25 de abril de 2019, após a 3R petroleum assinar a compra de campos de petróleo da bacia potiguar, com esse acordo fechado veio a promessa da volta da produção em terra e perfuração de novos poços, aumentando assim a atividade econômica local [2].

### 1.3. Tanque de armazenamento

Os Tanques de armazenamento, vasos ou reservatórios, são conceituados como vasos de pressão que tem como aplicação armazenamentos de fluidos em pressão atmosférica ou superior a mesma. Com dimensões bastante ampla de acordo com a aplicação, vai desde de poucos centímetros a dezenas de metro [3]. Sua manufatura deve atender as normas vigentes, além de ter um plano de manutenção e inspeções periódicas, para garantir total segurança dos envolvidos no processo. Segundo a API 620 são caracterizados como tanque de armazenamento os reservatórios submetidos a uma pressão relativa inferior a 0,1 Mpa, acima dessa pressão relativa são considerados vasos pressurizados ou despressurizado conforme a ASME [5].

Para o armazenamento de fluidos líquidos, que é o caso do petróleo bruto, o mais recomendado e utilizado pela indústria é o do tipo cilíndrico, ilustrado na Figura 1, onde sua forma geométrica tem uma melhor volumetria, aproveitando o material destinado para fabricação, sendo mais fácil de projetar e construir.

### 1.4. Aplicações

Os tanques de armazenamento de fluido, no formato cilíndrico, têm uma ampla aplicabilidade, desde de fluidos líquidos, gasosos e até sólidos, fabricados em materiais como aço carbono, aço inoxidável, polipropileno, entre outros materiais, visando sempre armazenar o produto, com o fim de manter a qualidade do mesmo.

Esses equipamentos estáticos de caldeiraria pesada, que operam com uma pressão interna próxima a pressão atmosférica, encontrada na maior parte dos casos, no qual se armazena petróleo e seus derivados, eles pertencem a uma classe de vasos de armazenamento, não pressurizados, pertencendo a um sub grupo, denominado de tanques de baixa pressão, classificados pela sua pressão interna [4].



Figura 1 – tanque atmosférico vertical para armazenamento de petróleo e seus derivados (4).

### 1.5. Variáveis de projeto.

Um bom projeto mecânico, é sempre aquele que consegue considerar, o maior número de variáveis, para que seja segura, confiável e executável, resultando assim em um custo benefício final, maximizando as variáveis que o setor deseja chegando em um bom resultado.

Para um tanque de armazenamento de petróleo e seus derivados levamos em consideração a densidade do material, viscosidade, ponto de fulgor, matéria a ser feito, volume total a ser armazenado, altura diâmetro, cargas estáticas e dinâmicas como ação do vento, terremotos e movimentação de terras.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Métodos

Os dados sobre projeto e fabricação desse tanque foram retirados a partir dos seguintes meios:

- Reuniões com o Orientador desse Trabalho, conversas com professores da instituição ligados as áreas Fabricação Mecânica, Resistência dos materiais e técnicos de fabricação.

- Referências bibliográficas: Normas técnicas pertinentes, sendo o código ASME [5] a principal delas, e o livro Resistência dos materiais II, cap 8, cargas combinadas [6].

Com relação às ferramentas para tratamento de dados foi usado o programa Excel para realização de cálculos.

Demais ferramentas empregadas para realização deste projeto foram as técnicas de metodologia de projeto, tais como cronograma de atividades, fluxograma de etapas do processo do projeto.

### 2.2 Etapas do trabalho

#### 2.2.1 Descrição de atividades

As atividades realizadas no projeto foram: levantamento de dados e condições de armazenamentos de petróleo em estado líquido, levantamento de normas de projeto, dimensionamento geométrico e estrutural do costado, piso e teto do tanque cilíndrico de armazenamento do material citado, estudo da conformação e corte das chapas que compõem os anéis do cilindro, estudo da soldagem e montagem, estudo do tratamento térmico após soldagem e ensaio hidrostático.

#### 2.3 Descrições de componentes do tanque.

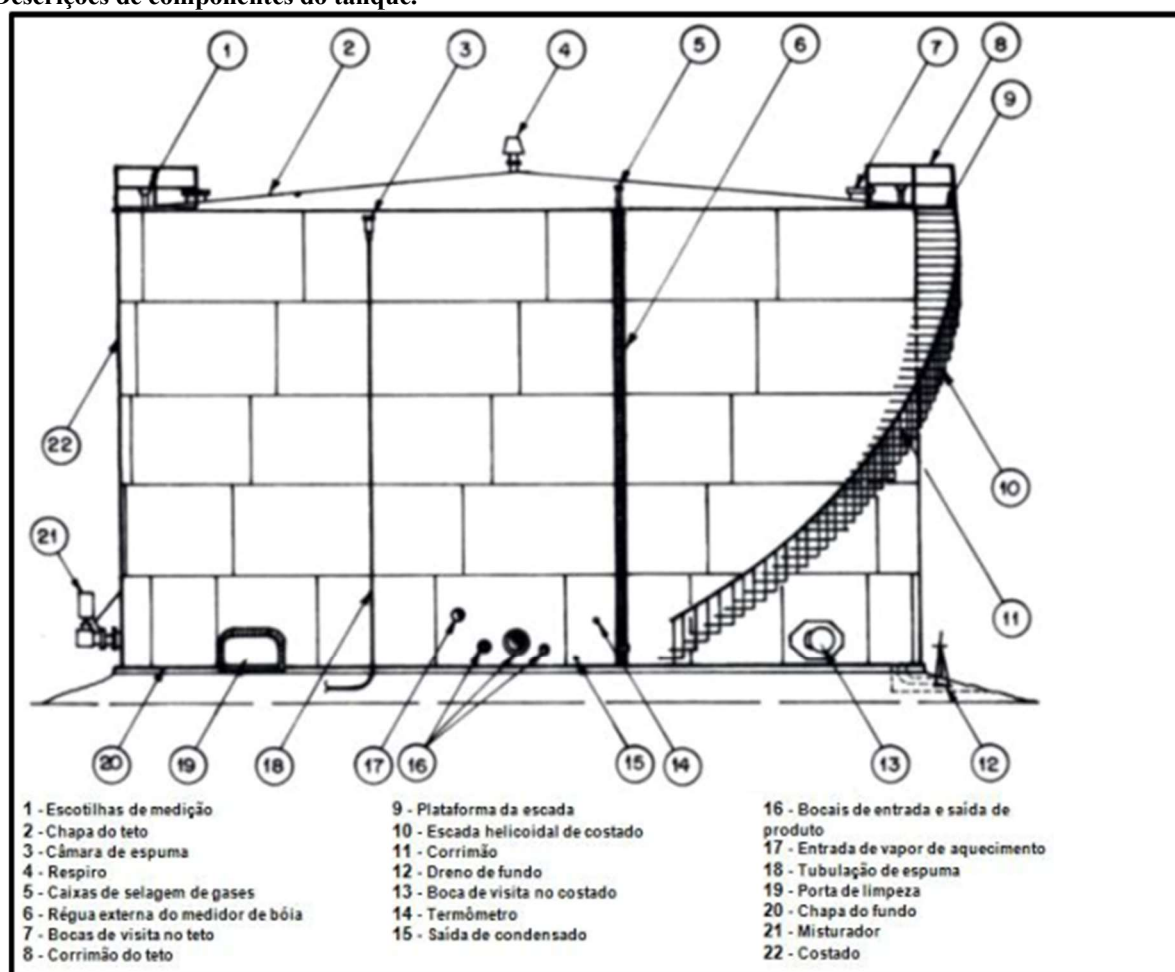


Figura 2- componentes e acessórios de tanques verticais [8].

### 2.3.1. Fundo

Piso do tanque, também conhecido como fundo, é a parte inferior do cilindro, onde suporta toda a carga distribuída do líquido armazenado assim como todo o peso da estrutura do mesmo, um dos fatores importantes a ser levado em consideração no seu dimensionamento é a estrutura usada de apoio, quanto agressivo o ambiente e o líquido a ser armazenado vai ser ao material usado em sua confecção.

### 2.3.2 Costado

A parede da esfera, também conhecida por costado, é a parte principal do vaso de armazenamento tendo em vista que nela fica contido o fluido armazenado e por ser a parte mais complexa para fabricar e montar. Ela pode ser feita de parede simples ou parede dupla dependendo do produto armazenado, sendo as primeiras destinadas a armazenar fluidos à temperatura ambiente ao passo que as últimas se destinam a armazenar fluidos a baixas temperaturas, como em aplicações criogênicas [7].

### 2.3.3 Teto

O Teto do tanque, é a parte onde sofre menos esforço em relação as demais partes, porém é nele onde acontece, as medições de nível, inspeções, e no qual operador vai está correndo o risco por estar em uma altura muito elevado do solo, com isso e seguindo a NR35 [8], deve ser adotadas algumas medidas de segurança, como guarda corpo, contos de engates para cintos de segurança, trazendo segurança ao operador.

### 2.3.4. Acessórios

Cada tanque de uma estação de armazenamento de petróleo, apresenta em torno de no mínimo 8 bocais, nos quais tem bocais com função de entrada e saída de material, de instrumentação para medição de nível. O projeto dos bocais é considerado um projeto de fabricação a parte, podendo ser sendo feito com um material diferente do tanque, no qual passam pelo processo de forja e são soldados nos seus respectivos furos. Onde cada qual tem suas particularidades, os de entradas e saída de material tem em uma de suas extremidades um flange soldado, para engate e desengate de tubulação.

Além dos bocais já citados, também são encontrados no costado e no teto, boca de visita, para manutenção do equipamento, tomadores de amostra em diferentes níveis, tendo a função de facilitar a análise físico-química, no fluido armazenado.

## 2.4. Dados do projeto

A Tabela 1 mostra dados do tanque atmosférico a ser projetado para uma unidade de armazenamento.

Tabela 1. Dados do projeto final do tanque atmosférico cilíndrico.

| Características          | Unidade           | Valor                     |
|--------------------------|-------------------|---------------------------|
| Produto a ser armazenado | -                 | Petróleo + Água           |
| Capacidade               | m <sup>3</sup>    | 12                        |
| Pressão                  | Mpa               | 0,94                      |
| Temperatura              | °C                | 60                        |
| Massa específica         | Kg/m <sup>3</sup> | 883,6 (óleo) / 1002,3     |
| Vazão de entrada         | m <sup>3</sup> /h | 1,98                      |
| Vazão de saída           | m <sup>3</sup> /h | 24,10                     |
| Viscosidade              | cp                | 0,157(óleo) / 0,992(água) |

### 3. PROJETO

A principal Norma a ser seguida para o projeto foi a norma N-270[8], de autoria da Petrobras, a qual traz uma série de ponderações sobre essa relação, na qual determina a geometria do tanque de armazenamento, orienta os projetistas das seguintes sugestões.

O presente Projeto tem como intuito de ser um tanque de teste, cuja principal função é testar novos poços auxiliando na extração de dados dos mesmos. Assim, a capacidade escolhida foi de 12 m<sup>3</sup>, sendo o suficiente para atuar no seu propósito principal e sendo facilmente portátil, por estar à disposição em cima de uma prancha baixa sobre rodas tendo boa aplicabilidade no que foi proposto.

#### 3.1. Dimensionamento do costado.

O costado é a parte mais crítica do tanque e a qual requer mais atenção devido a ação das cargas do fluido no mesmo, é determinante um dimensionamento da solda e das chapas usada em sua fabricação para que garanta uma boa funcionalidade e durabilidade do produto.

Sendo assim existem inúmeros métodos para o dimensionar os anéis do costado, todos com suas características particulares, cabendo aplicações em distintos casos, entre métodos existentes, o método básico escrito no corpo da norma ABNT NBR 7821[9], onde esse método tem uma boa aceitação, porém, com a ressalva de ser utilizado elementos com diâmetro de até 60 metro.

O método básico consiste em utilizar um ponto fixo, localizado 600 mm a cima da extremidade inferior de cada anel. Aplicando assim a fórmula a baixo da espessura do costado.

$$e[mm] = 0,04D(H - 0,3)G$$

*Equação 1 – espessura para cada anel do costado de tanques cilíndricos.*

Onde:

- e= Espessura mínima em [mm]
- D= diâmetro nominal do tanque, entendendo-se como tal o diâmetro medido na linha de centro das chapas do costado quando todas as chapas tiverem uma linha de centro comum, ou o diâmetro interno do tanque quando as chapas tiverem a face interna comum, em metros [m]
- H = distância entre a linha do centro da junta inferior do anel considerado à cotoneira de reforço da borda superior do costado, ou à parte inferior de qualquer ladrão que limite o enchimento do tanque, em metros
- G= densidade do líquido armazenado em g/cm<sup>3</sup>.
- 0,04 = fator de transformação.

#### 3.2. Relação diâmetro altura

A altura de um tanque de armazenamento deve ser fixada a partir das larguras comerciais das chapas que serão utilizadas no costado e ser compatível com a carga admissível do terreno.

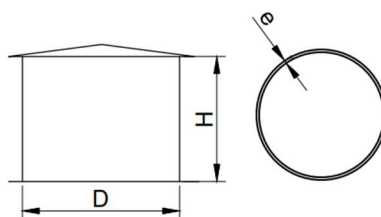


Figura 3 – Esquema de cotas de variáveis usada na Equação 1.

O diâmetro do tanque deve atender à máxima economia de material, considerando o aproveitamento de chapas inteiras, meias chapas ou perfis inteiros, com a finalidade de reduzir a quantidade de cortes, soldas, radiografias e sobras de material. As seguintes relações de diâmetro e altura são comuns para tanques:

- Tanques de pequena e média capacidade:  $D \sim H$ .
- Tanques de grande capacidade:  $D = 3/8 H$ .

Como temos limitação laterais no nosso transporte, escolheremos um diâmetro nominal de 2,3 m. Como ponto de partida foi de 12m<sup>3</sup> nossa altura tem que ser exatamente 2,9m.

### 3.3 Escolha do tipo do teto.

Segunda a Norma Petrobras n-270[8], para petróleo recomenda-se o teto flutuante interno com a justificativa de escolha reduzir as perdas de produtos por evaporação.

### 3.4 Projeto do fundo

Seguindo a norma PETROBRAS- N-270[8], os tanques de armazenamento com até 6m de diâmetro, pode ter seu fundo plano, o que facilita a fabricação.

### 3.5. escolha do material

O contorno do fundo de um tanque de armazenamento pode ser realizado adotando-se dois tipos de disposição de chapas: anulares ou recortadas.

A qualidade mínima para o material de todas as chapas do fundo é a especificação em aço-carbono ASTM A 283 Gr C. As chapas devem ser da mesma especificação de material utilizada no primeiro anel do costado e apresentar bordas aparadas e espessura mínima de 6mm, excluída qualquer sob espessura de corrosão.

### 3.2. Seleção de equipamento de acessório.

A etapa final é a escolha e dimensionamento dos acessórios do tanque, nos quais vão servir como equipamento nos quais tem funções desde de válvulas, como equipamentos de segurança para os operadores envolvidos nas atividades diárias como a apresentado na Figura 2.

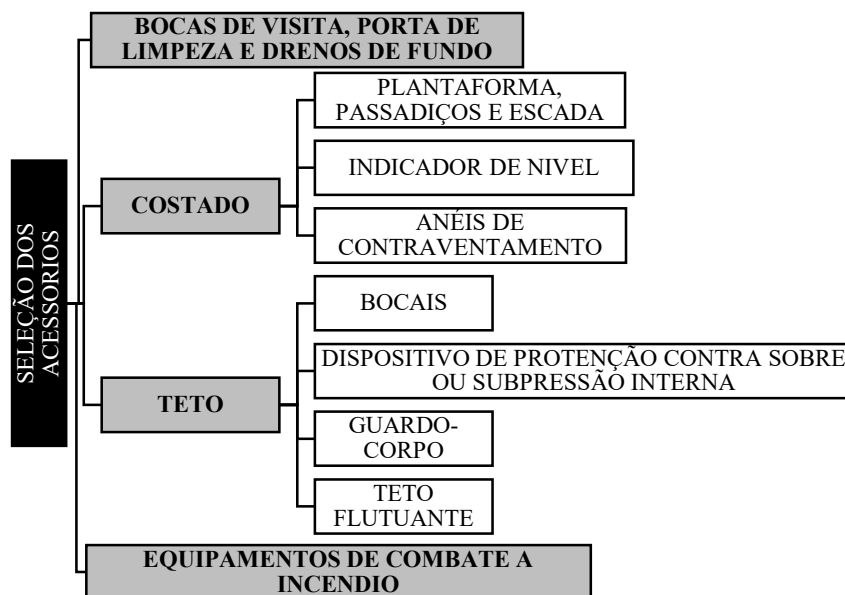


Figura 4 – Esquema da metodologia de projeto adotada para tanque de armazenamento de petróleo e seus derivados.

Essa etapa é tão importante quantos as outras, para um bom funcionamento do equipamento como um todo, estes podem ser divididos em drenos para o fundo, bocais e acessórios do costado e bocais e acessórios do teto. Os acessórios e bocais do tanque estão apresentados na Figura 3.

### 3.2.1 Boca de visita do costado

As bocas de visita do costado devem ser igualmente espaçadas e orientadas na direção dos ventos predominantes no local de construção. Nos tanques de teto flutuante, as bocas de visita do costado devem ser do tipo baixo com chapas de reforço dispostas ortogonalmente ao fundo do tanque.

Enquanto a espessura para corrosão utilizada no primeiro anel do costado deve ser considerada em todas as partes da boca de visita em contato com o produto.

### 3.2.2 bocas de visita do teto

Tanque de armazenamento independentemente do tamanho deve apresentar pelo menos uma boca de visita no teto com as finalidades de ventilação, iluminação e possibilidade de acessos ao interior do tanque durante os trabalhos de manutenção, pelo porte do estudo de caso em questão o tanque deve ter uma boca de visita no seu teto.

A Norma N-270[7] especifica que nos tanques de teto flutuante deve haver pelo menos uma boca de visita de 600 mm para acesso a cada compartimento estanque do teto. Para compartimentos com comprimento superior a três metros devem ser instaladas, pelo menos, duas bocas de visita por compartimento. Como o projeto em questão só tem 2,9 m, e seu teto ser flutuante, é previsto apenas uma boca de visita de 600mm.

### 3.2.3 Porta de limpeza

As portas de limpeza devem ser de construção soldada e do tipo rente ao fundo. Devem-se seguir as seguintes orientações, de acordo com a ABNT NBR 7821[9]:

Classificado pelo porto do projeto, havendo a necessidade de somente uma porta de limpeza no costado, deve-se posicionar uma boca de visita diametralmente oposta a ela e ambos os acessórios devem ser orientados na direção dos ventos predominantes no local.

#### 4. RESULTADOS

Para a validação da metodologia de projeto proposta, utilizou-se um caso prático. Onde foi considerada a seguinte análise: a construção de um tanque atmosférico para armazenar óleo combustível, com capacidade volumétrica de 12 m<sup>3</sup>, a ser construído em uma limitação lateral de 2,3 m imposta pelo transporte.

##### 4.1. Necessidade do cliente

Na primeira etapa, devem ser definidos os dados primários e secundários.

Dados Primários:

- Capacidade Volumétrica: 12 m<sup>3</sup>
- Produto Armazenado: Petróleo Cru;
- Temperatura de Operação: 60°C;
- Limitação de transporte: largura de 2,3m

Dados Secundários

- Definir Diâmetro e Altura: Tanque Médio > D  $\cong$  H = 2,9m
- Normas Técnicas: ABNT NBR 7821, PETROBRAS N-270 e API STD 650.

##### 4.2. Seleção do tipo de tanque

Na segunda etapa, deve ser determinado o tipo de tanque. Esta escolha deve ser realizada de acordo com o produto a ser armazenado, conforme com a norma Petrobras N-270[8]. Em seguida são definidos os aspectos construtivos.

Seleção do Tanque:

- Tipo de Tanque: Óleo combustível - Teto Fixo
- Tipo de Estrutura: Tanque com até 6 metros de diâmetro - Teto autoportante;
- Formato do Teto: Teto Cônico - Prática recomendada (PETROBRAS N-270)[8].

##### 4.3. Dimensionamento

Nessa seção destina-se aos projetos das principais partes que compõem o tanque. Conforme já exposto anteriormente, esta etapa não contempla a execução dos cálculos, e sim indica quais os métodos de cálculo devem ser utilizados de acordo com o tipo de tanque selecionado, de acordo com as normas técnicas.

###### 4.3.1 Projeto Do Costado:

- Método de Cálculo: Diâmetro do tanque < 60 m - Método Básico - item 5.6.3 do API STD 650[9] utilizando a espessura mínima em todo costado de 4,7mm.
- Sobresspessura para Corrosão: Tanque teto fixo - 1 mm de sobresspessura.

###### 4.3.2. Projeto Do Teto

- Teto fixo cônico suportado - seguir as instruções do item 5.10.4 do API STD 650[9].

###### 4.3.3. Projeto do Fundo

- como o projeto em estão obedece ao limite de 6 m de diâmetro imposto pela norma Petrobras N-270, o escolhido: Plano sem declividade.
- Disposição, Materiais E Disposição Das Chapas: o material de todas as chapas do fundo em aço carbono com especificação ASTM A 283 Gr C. Chapas Recortadas, com espessura de 6,3 mm. As chapas da periferia devem exceder à margem da solda externa que une o fundo ao costado em 25 mm.

###### 4.3.4. seleção acessórios e bocais.

O número e os diâmetros das bocas de visita, portas de limpeza e drenos de fundo de um tanque de armazenamento devem estar de acordo com a norma, da PETROBRAS N-270[8].

Diâmetro do tanque = 2.3 m.

- Bocas de Visita
  - o Costado: (01) de 600 mm.
  - o Teto: (02) de 600 mm.
- Portas de Limpeza: (01) de 600 x 600 mm.
- Drenos de Fundo: (01) de 150 mm.

Acessórios e bocais para o Costado:

- Misturadores: Instalar o mais longe possível dos medidores de nível.
- Escada: Diâmetro tanque < 6 metros -> Escada Marinheiro
- Aterramento: Realizar o aterramento elétrico do tanque.

#### 4.3.5. Acessórios e bocais do teto.

- Bocais: utilizados para conexão dos acessórios do teto.
  - Dispositivos de Proteção contra sobre e subpressão: Tanque Teto Fixo - Óleo Combustível (ponto fulgor superior 37,8 °C) - Respiro aberto.
  - Escotilhas de Medição: possuir um pescoço de um metro de altura acima da chapa do teto
  - Guarda-corpo: Tanque teto fixo - Guarda-corpo soldado no costado.
- Equipamento de proteção contra incêndio:
- Tanque teto fixo: Câmaras de espuma instaladas no costado.

#### 4.4. Acabamento

A etapa final de concepção tanto do projeto como da construção é o acabamento, pra isso ter uma boa performance, a escolha do tipo de pintura, proteção catódica e aterramento. para o uso do projeto proposto não é necessário o uso de isolante térmico.

##### 4.4.1 – Pintura.

- Interna: Óleo combustível - PETROBRAS N-2913[10] - O revestimento deve abranger todo o fundo e teto do tanque. O costado deve ser revestido com 2 faixas circunferenciais de 1 m de altura. As colunas de sustentação do tanque devem ser revestidas 1 m de altura a partir do fundo e teto.
- Externa: Seguir orientações da PETROBRAS N-2913[10].

##### 4.4.2. Proteção Catódica:

- Interna: Proteção catódica galvânica com anodos de alumínio;
- Externa: Proteção por corrente imposta.

##### 4.4.3. Aterramento

- Realizar proteção com equipamento em conformidade com a PETROBRAS N-300[11].

##### 4.4.4. Sistema de aquecimento:

- Necessário de ensaio de viscosidade do fluido trabalhado em campo para tal necessidade.

##### 4.4.5. Isolamento térmico.

- Armazenamento em temperatura ambiente adequada, não se aplica isolamento térmico.

## 5. CONCLUSÃO.

Este artigo propôs uma metodologia com base em normas para facilitar e orientar projetistas de tanques atmosféricos verticais de armazenamentos de petróleo e seus derivados. Com o desenvolvimento desse artigo manifestou-se, a não possibilidade do projetista tomar suas escolhas livre de regras e restrições, sem seguir as mesmas, o projeto pode está exposto ao fracasso de reprovação dos órgãos regulamentadores do setor, se balizando pelas normas citadas nesse trabalho, mostrando a importância indispensável das mesmas tendo em vista que as mesmas já tem anos de

utilização e suas atualizações, corrigindo erros passados, servindo para orientar projetistas e executores.

O intuito de sugerir esquemas lógicos para projeto de tanques atmosféricos é facilitar de maneira lógica. Fica de sugestão para trabalhos futuros projeto do estudo de caso em uma plataforma BIM (Modelagem de informação da construção), onde o projetista vai poder extrair informações importantes, como quantidade de material, mão de obra, facilitando assim o orçamento da sua construção.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Uma História do petróleo potiguar. *site da tribuna do norte* . [Online] 2004. [Citado em: 02 de março de 2023.] <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/uma-historia-do-petroleo-potiguar/279717%3E>.
- [2] *Site da TCM telecom*. [Online] TCM telecom , 2023. [Citado em: 13 de março de 2023.] <https://tcmnoticia.com.br/mossoro/de-volta-ao-passado-2023-promete-ser-o-ano-do-petroleo-no-rn/> (acesso em 13/03/2023).
- [3] CHATTOPADHYAY, S. *Pressure Vessels Design and Practice*. s.l. : CRC PRESS, 2005.
- [4] Barros, Stenio monteiro de. *Tanques de armazenamento*. rio de janeiro : Universidade Petrobras, 2014.
- [5] ASME. Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII - Division 2: Rules for construction of Pressure Vessels (Alternative Rules). New York : s.n., 2010.
- [6] Hibbeler, Russell Charles. *Resistência dos materiais I*. [ed.] revisão técnica Sebastião Simões da Cunha Jr.- 7 ed. [trad.] Arlete Simille Marques. São Paulo : s.n., 2010.
- [7] MOSS, D. R. *Pressure Vessel Design Manual: illustrated procedures for solving major pressure vessel design problems*. 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier. USA : s.n., 2004.
- [8] NORMA REGULAMENTADORA 35. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/escola> . Acesso em: 24 de abril. de 2022.
- [9] N-270, PETROBRAS. *Projeto de tanque de armazenamento*. Rio de Janeiro : Petrobras engenharia Nortec, 2010.
- [10] ABNT. *NBR 7821 - Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados*. Rio de Janeiro : Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1983.
- [11] PETROBRAS . *PETROBRAS N-2913. Revestimentos anticorrosivos para tanque, esfera, cilindro de armazenamento e vaso de pressão*. . Rio de Janeiro : Petrobras Engenharia Nortec, 2010.
- [12] PETROBRAS. *N-300 Detalhes de aterramento empregando-se conectores mecânicos*. Rio de Janeiro : Petrobras Engenharia Norte, 2011.