

SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA



POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Corpo de Bombeiros



**INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 24/01**

**SISTEMA DE RESFRIAMENTO PARA LÍQUIDOS E GASES INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS**

**SUMÁRIO**

- 1 Objetivo
- 2 Aplicação
- 3 Referências normativas e bibliográficas
- 4 Definições
- 5 Procedimentos

**ANEXO**

- Figura 1 – Proteção por aspersores em esfera de gás;  
Figura 2 – Detalhes;  
Figura 3 – Detalhes;  
Figura 4 - Posicionamento dos anéis em tanque horizontal.

**1 Objetivo**

**1.1** Esta Instrução Técnica estabelece as condições necessárias para segurança contra incêndio, exigências e práticas recomendadas para a elaboração de projetos de sistemas de resfriamento com água.

**2 Aplicação**

**2.1** Esta Instrução Técnica aplica-se às edificações e áreas de risco destinadas à produção, manipulação, armazenamento, transferência e distribuição de gases e líquidos inflamáveis ou combustíveis, relacionados a:

- a) Destilaria, refinaria e unidade de processamento;
- b) Plataforma de carregamento, estação de carregamento, e envasamento de gás liquefeito de petróleo (GLP);
- c) Parques de tanques ou tanques isolados;
- d) Armazém e áreas destinadas a líquidos e gases combustíveis e inflamáveis,

acondicionados em recipientes transportáveis.

**3 Referência normativa e bibliográfica**

**3.1 Referência bibliográfica**

Para compreensão desta Instrução Técnica é necessário consultar as seguintes normas:

- NBR 7505/00 – Armazenagem de petróleo, seus derivados líquidos e álcool carburante;
- NBR 13860/97- Glossário de termos relacionados a segurança contra incêndios;
- NB – 98/66 - Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis;
- Petrobrás, N-1203 D, de julho de 1997 – projetos de sistemas fixos de combate a incêndio com água e espuma;
- Petrobrás, N-1645 D, de dezembro de 1999 – critérios de segurança para projetos de instalações fixas de armazenamento de gás liquefeito de petróleo; e
- NFPA-15 - Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection - edição 1996.

**4 Definições**

**4.1** Para os efeitos desta Instrução Técnica, aplicam-se as definições da Instrução Técnica 03 – Terminologia de proteção contra incêndio.

**5 Procedimentos**

**5.1** O resfriamento pode ser realizado por meio de:

- a) Linha manual com esguicho regulável;
- b) Canhão monitor manual ou automático;
- c) Aspersores fixos.

**5.2** O armazenamento em tanques subterrâneos não necessita de proteção contra incêndios por resfriamento.

**5.3** Para o projeto dos sistemas de proteção consideram-se dois conceitos fundamentais:

- a) Dimensionamento pelo maior risco isolado;
- b) Não simultaneidade de eventos, isto é, o dimensionamento deve se feito baseando-se na ocorrência de apenas um incêndio.

**5.4** Independentemente das facilidades de combate ao fogo, grupos de vasos com espaçamento horizontal inferior a 7,5 metros devem ser considerados como único risco.

**5.5** Cada quadra de unidade de processo constitui um risco isolado.

**5.6** O suprimento deve ser baseado em uma fonte inesgotável (mar, rio, lago) o qual deve ser capaz de demanda de 100% da vazão de projeto em qualquer época do ano ou condição climática. Na inviabilidade desta solução, deve ser previsto um reservatório com capacidade para atender à demanda de 100% da vazão de projeto durante o período de tempo descrito abaixo:

- a) 06 horas para refinarias, terminais, bases de distribuição e outras instalações com capacidade de armazenamento de petróleo e derivados igual ou superior a 40.000 m<sup>3</sup>.
- b) 04 horas para parques de tanques ou outras instalações com capacidade entre 10.000 e 40.000 m<sup>3</sup>.
- c) 03 horas para parques de armazenamento de gases liquefeitos de petróleo, sob pressão, em esferas e cilindros, plataforma de carregamento, estação de carregamento e envasamento com qualquer capacidade e em qualquer tipo de instalação.
- d) 02 horas para parques de tanques, tanques isolados, ou outras instalações com capacidade entre 1000 e 10.000 m<sup>3</sup>.
- e) 01 hora para parques de tanques, tanques isolados, ou outras instalações com capacidade entre 120 e 1.000 m<sup>3</sup>.
- f) 45 minutos para parques de tanques, tanques isolados, ou outras instalações com capacidade entre 50 e 120 m<sup>3</sup>.
- g) 30 minutos para parques de tanques, tanques isolados, ou outras instalações com capacidade entre 20 e 50 m<sup>3</sup>.

**5.6.1** Para o cálculo do volume do reservatório, deve ser considerada a capacidade de armazenamento do maior risco isolado. Caso o abastecimento do reservatório seja simultâneo ao incêndio, o seu volume poderá ser reduzido proporcionalmente às condições deste abastecimento, desde que o volume mínimo do

reservatório atende a demanda para 120 min. No caso de reabastecimento por bombeamento, as bombas e os respectivos acionadores devem atender aos mesmos requisitos das bombas principais de combate a incêndio.

**5.6.2** A água usada no sistema em operação pode ser doce ou salgada, e sem tratamento.

**5.6.3** O sistema deve ficar pressurizado com água doce, a fim de evitar-se a rápida formação de incrustações e corrosão. No caso de utilização de água salgada, toda a tubulação deve estar adequada para esta finalidade.

**5.6.4** No caso de material sólido em suspensão deve ser previsto dispositivo para a retenção das impurezas e limpeza das linhas sem interrupção do abastecimento.

**5.6.5** Para cálculo do suprimento de água deve ser adotado o valor correspondente ao maior risco para:

- a) resfriamento de unidade de processo;
- b) resfriamento de um tanque atmosférico em chamas e dos tanques vizinhos;
- c) aplicação de espuma a um tanque e resfriamento dos tanques vizinhos; e
- d) resfriamento de vasos de pressão para o armazenamento de gases liquefeitos.

**5.6.7** Para a aplicação da espuma consultar a IT 25 - Sistema de Proteção por Espuma.

**5.6.8** No(s) dimensionamento(s) da(s) bomba(s) de incêndio dos hidrantes que atenderem a sistemas de resfriamento de líquidos e gases combustíveis ou inflamáveis, será obrigatória a instalação de duas bombas de incêndio, sendo uma elétrica e a outra movida com motor à explosão (não sujeita à automatização); ambas as bombas deverão possuir as mesmas características de vazão e pressão.

**5.6.8.1** Será permitida a instalação de uma única bomba para locais que contenham tanques de armazenamento com capacidade máxima de 120 m<sup>3</sup> e nas situações em que o produto armazenado destinar-se à geração de energia bem como para as esferas e cilindros de GLP com capacidade inferiores a 8.000 Kg, individualmente.

## **5.7 Hidrantes e canhões monitores**

**5.7.1** Em todos os locais onde haja risco de vazamento ou derrame de produto devem ser previstos hidrantes.

**5.7.2** Os hidrantes devem ser instalados em locais de fácil acesso, mesmo que haja necessidade de estender uma derivação da rede principal.

**5.7.3** A quantidade mínima de linhas de resfriamento e canhões monitores deve ser

calculada em função da demanda de água de combate a incêndio. No caso de utilização de anéis de resfriamento nos tanques, esta demanda pode ser abatida da vazão total para dimensionamento da quantidade de hidrantes. Cada tanque em chamas deve ser protegido por, no mínimo, duas linhas de resfriamento.

**5.7.4** Em bacias com capacidade de armazenamento não superior a 35 000 m<sup>3</sup>, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 60 m e devem ser localizados de tal forma que o comprimento de mangueira seja no máximo 60 m.

**5.7.5** Em bacias com capacidade de armazenamento superior a 35 000 m<sup>3</sup>, a distância máxima entre hidrantes deve ser de 100 m e devem ser localizados de tal forma que o comprimento de mangueira seja no máximo 90 m.

**5.7.6** Os hidrantes devem possuir no mínimo duas saídas com diâmetro nominal de 65 mm, dotadas de válvulas e de conexões de engate rápido tipo "Storz". A altura destas válvulas em relação ao piso deve estar compreendida entre 1 m e 1,5 m.

**5.7.7** Os canhões monitores podem ser fixos ou portáteis para água ou espuma, ou ainda para ambos.

**5.7.8** Os hidrantes e os canhões fixos, quando manualmente operados, devem ficar afastados no mínimo 15 m do local a ser protegido.

**5.7.9** Atendendo-se às necessidades de vazão e pressão da rede de hidrantes, os canhões monitores usados para resfriamento ou extinção de incêndio em tanques verticais ou horizontais devem ser capazes de resfriar teto e o costado.

## **5.8 Refinaria, destilaria ou unidade de processo.**

**5.8.1** Uma unidade de processo deve ser protegida por meio de hidrantes e canhões monitores fixos. Em caso de vasos que armazenam gases inflamáveis liquefeitos sob pressão devem ser usados aspersores fixos, conforme NFPA-15/96.

**5.8.1.1** A vazão do sistema deve ser determinada em função da área definida pelo limite de bateria da unidade de processo. Multiplicada pela taxa de 3 lpm/m<sup>2</sup>, devendo-se adotar como vazão mínima 4000 lpm e como vazão máxima 20000 lpm.

**5.8.2** Os canhões monitores podem ser substituídos por sistemas de aspersores fixos, projetados conforme NFPA-15/96.

## **5.9 Plataforma de carregamento, estação de carregamento e envasamento de cilindros de gás liquefeito de petróleo.**

**5.9.1** Nas instalações é indispensável a utilização de aspersores fixos projetados conforme a NFPA-15/96.

**5.9.2** A área a ser considerada deve levar em conta o transbordamento decorrente das operações de carga e descarga. O propósito que o dimensionamento deve considerar a proteção das áreas da ilha de carregamento em torno do caminhão ou vagão tanque. Havendo canaleta para captação de derrame de produto na área de carregamento e descarga, considerar a área circunscrita ao canaleta como referência para o direcionamento da proteção.

## **5.10 Parques de tanques ou tanques isolados**

**5.10.1** O armazenamento em tanques de superfície ou aéreos com volume total igual ou inferior a 120 m<sup>3</sup>.

**5.10.2** Não será permitido o espaçamento superior a 1,80m entre os aspersores. Deverá haver uma superposição entre os jatos dos aspersores, equivalente a 10% de dimensão linear coberta por cada aspersor.

- a) Para tanques com altura acima de 10m, será obrigatória a colocação de um anel de aspersores a cada 5m, a partir do topo do tanque; quando a altura for inferior a 10m, será aceito o resfriamento por meio de linhas manuais, ou canhões monitores .

**5.10.3** Para efeito de cálculo, são considerados vizinhos os tanques que atendam a um dos seguintes requisitos:

- a) quando o tanque considerado em chamas for vertical e a distância entre seu costado e o costado ( ou parede externa) do tanque vizinho for menor que 1,5 vez o diâmetro do tanque em chamas ou 15 m, o que for menor;
- b) quando o tanque considerado em chamas for horizontal e a distância entre o costado ( ou parede externa ) do tanque vizinho e a base do dique do tanque considerado em chamas for menor que 7,5 m.

**5.10.4** Quando forem utilizados aspersores nos tanques verticais, estes devem ser distribuídos de forma a possibilitar uma lâmina de água contínua sobre a superfície a ser resfriada, sendo permitido apenas sua instalação no costado, nos casos de tanques com solda de baixa resistência entre costado e teto ( conforme API 650 ).

**5.10.4.1** Não é considerada proteção por aspersores a utilização de apenas um bico no centro do teto do tanque.

**5.10.4.2** Para cálculo da vazão necessária ao resfriamento dos tanques verticais atmosféricos devem ser adotados os seguintes critérios:

- a) tanque em chamas: 4 lpm/m<sup>2</sup> da área do costado;
- b) tanques vizinhos:
  - utilizando aspersores 2 lpm/m<sup>2</sup> da área determinada na tabela 1, ou
  - utilizando canhões monitores ou linhas manuais: conforme a tabela 2.

Tabela 1 - Aspersores

N <sup>1)</sup>	Área a ser resfriada
1	área do costado
> 1	Soma das áreas dos costados

<sup>1)</sup> N = número de tanques verticais vizinhos.

Tabela 2 – Canhões monitores ou linhas manuais

N <sup>1)</sup>	Dist. entre costados M	Taxa <sup>2)</sup>	N <sup>1)</sup>	Dist. entre costados M	Taxa <sup>3)</sup>
	≤ 8	8		≤ 8	8
≤ 2	> 8 ≥ 12	5	> 2	> 8 ≥ 12	5
	> 12	3		> 12	3

<sup>1)</sup> N = número de tanques verticais vizinhos.

<sup>2)</sup> L/min. por m<sup>2</sup> de ½ do soma das áreas do teto e costado do tanque vizinho. Para tanque de teto flutuante não deverá ser considerada a área do teto.

<sup>3)</sup> L/min. por m<sup>2</sup> de 1/3 do soma das áreas do teto e costado do tanque vizinho. Para tanque de teto flutuante não deverá ser considerada a área do teto.

**5.10.5** A vazão mínima necessária ao resfriamento dos tanques horizontais deve ser de 3 lpm/m<sup>2</sup> da área da sua projeção horizontal.

**5.10.5.1** Para efeito de cálculo, somente são resfriados tanques horizontais vizinhos quando:

- a) o tanque em chamas for vertical;
- b) não estiverem no interior da mesma bacia de contenção do tanque em chamas.

**5.10.5.2** Neste caso, não deve ser considerada a aplicação de água na bacia do tanque em chamas, devido ao fato de que em um incêndio em horizontal pode ocorrer vazamento para a bacia de contenção.

**5.10.6** Caso o tanque vizinho seja do tipo teto flutuante, para o resfriamento só deve ser considerada a metade da área do costado.

**5.10.7** Nos tanques para armazenamento refrigerado, deve ser prevista a aspersão de água com baixa velocidade e distribuição uniforme sobre o teto e costado, calculada à base de 3 lpm/m<sup>2</sup> de área a ser protegida.

**5.10.7.1** Para o cálculo da vazão total, devem ser considerados os tanques situados a distância inferior de 1,5 vez o diâmetro do tanque em chamas, sendo válido dividir-se o sistema de

aspersão em setores, para melhor aproveitamento da quantidade de água disponível.

**5.10.7.2** O teto deve ser totalmente resfriado e a superfície lateral mínima a ser molhada não deve ser inferior a um terço ( 1/3 ) da superfície lateral total do tanque.

**5.11 Armazém e áreas destinadas a líquidos e gases combustíveis e inflamáveis acondicionados em recipientes transportáveis.**

**5.11.1** As áreas com capacidade acima de 20 m<sup>3</sup> de líquidos inflamáveis ou combustíveis, devem prever o sistema de resfriamento por meio de linhas manuais com esguichos reguláveis.

**5.11.1.1** Para as áreas cobertas, a pressão mínima será de 343,2 kpa ( 35 mca ) e para áreas descobertas, 441,3, kpa ( 45 mca ).

**5.11.2** A altura e largura da pilhas de recipientes devem atender ao estabelecido nas Normas Técnicas Oficiais (ex: NB 98/66, NBR 7505/00 e outras).

**5.11.3** Cada ponto da área de risco a ser protegido deve ser atendido, simultaneamente, por duas linhas de resfriamento, com captação de água de hidrantes distintos e opostos ao ponto considerado.

**5.11.3.1** As tomadas de água para abastecimento das linhas de resfriamento (hidrantes) devem atender aos parâmetros da IT 22 - Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.

**5.12 Resfriamento de vasos de pressão que armazenam Gases Liquefeitos de Petróleo.**

**5.12.1** Recipientes transportáveis

**5.12.1.1** Quando o volume armazenado superior a 6240 Kg e inferior a 49.920 kg será exigido proteção por linha manual de resfriamento, calculado conforme item 5.11.1.1.

**5.12.1.2** Quando o volume armazenado for superior a 49920 kg de GLP será exigida a proteção suplementar por canhões monitores.

**5.12.1.2.1** Os canhões monitores devem ser especificados para permitir uma vazão mínima de 2000 lpm na pressão de 686,5 kpa ( 70 mca ), um giro horizontal de 360° e um curso vertical de 80° para cima e de 15° para baixo da horizontal. Para efeito de projeto, deve ser considerado o alcance máximo, na horizontal, de 45 m quando em jato.

**5.12.2** Recipientes estacionários

**5.12.2.1** Quando a capacidade de armazenamento individual do tanque for superior a 4000 kg e menor

ou igual a 8000 kg prever proteção por linha manual de resfriamento.

**5.12.2.2** Quando a capacidade de armazenamento individual do tanque for superior a 8000 kg e menor ou igual a 24000 kg, além da linha manual de resfriamento, prever proteção suplementar com o uso de canhões monitores.

**5.12.2.3** Quando a capacidade de armazenamento individual do tanque for superior a 24000 kg prever proteção por aspersores instalados de forma a proteger toda a superfície exposta, inclusive os suportes ( pés ). A água deverá ser aplicada por meio de aspersores fixos instalados em anéis fechados de tubulação.

**5.12.2.3.1** Os aspersores, instalados acima da linha do equador, dos tanques horizontais, verticais e esferas de gás, não serão considerados para proteção da superfície situada abaixo daquela, sendo necessária a instalação de um outro anel de aspersores ( ver figura 1, 2, 3, e 4 )

**5.12.2.3.2** Toda a superfície exposta do (s) tanque (s) deverá estar protegida com os jatos dos aspersores da seguinte forma:

- a) Os aspersores deverão ser distribuídos de forma que exista uma superposição entre os jatos, equivalente a 10% de dimensão linear coberta por cada aspersor.

**5.12.3** A vazão de água destinada a cada esfera, por meios fixos, deve ser a soma dos valores correspondentes a:

- a) resfriamento de toda a superfície, calculada multiplicando-se a taxa de 5 lpm/m<sup>2</sup> pela superfície total;
- b) complementação do resfriamento definido no item anterior, com a colocação de um aspersor para a região de junção do costado com cada coluna de suporte, a vazão de cada aspersor corresponde a 10% do valor determinado em a), dividido pelo número de colunas;
- c) curva e válvula de retenção da linha de enchimento, quando esta penetra no cilindro pelo topo ( conforme norma Petrobrás N-1645-D/99), o número de aspersores e a respectiva vazão devem ser calculados para que o conjunto receba, pelo menos, 10 lpm/m<sup>2</sup>, mas o total não deve ser inferior a 100 lpm.

**5.12.4** A vazão destinada a cada cilindro horizontal ou vertical, por meios fixos, deve ser a soma dos valores determinados conforme os critérios abaixo:

- a) lançamento de água segundo a taxa mínima de 10 lpm/m<sup>2</sup>, uniformemente distribuídos por aspersores sobre toda a superfície;

- b) proteção, por aspersores, da válvula de bloqueio, curva e válvula de retenção da linha de enchimento, quando esta penetra no cilindro pelo topo (conforme norma Petrobrás N-1645-D/99), o número de aspersores e a respectiva vazão devem ser calculados para que o conjunto receba, pelo menos, 10 lpm/m<sup>2</sup> mas total não deve ser inferior a 100 lpm.

**5.12.5** Deve ser previsto resfriamento para a esfera submetida a fogo, bem como para as esferas e baterias de cilindros cuja distância, costado a costado em chamas, seja inferior a 30 m.

**5.12.6** Um ou mais cilindros de volume individual igual superior a 200 m<sup>3</sup> devem ser considerados equivalentes a uma esfera, para efeito do item 5.12.5.

**5.12.7** Nos demais casos de cilindros, devem ser resfriadas esferas e baterias de cilindros cuja distância, costado a costado, seja inferior a 7,5 m.

**5.12.8** Quando o suprimento de água sair da rede de água de incêndio, deve-se somar a maior vazão estabelecida, segundo os critérios expressos em 5.12.5, 5.12.6 e 5.12.7, ao valor correspondente ao uso de dois canhões monitores fixos, cada qual com 2000 lpm, lançando água sobre o bocal de saída do vaso em chamas, mais a vazão correspondente à injeção de água prevista na norma PETROBRAS N-1645-D/99.

FIGURA 1  
PROTEÇÃO POR ASPERSORES EM ESFERA DE GÁS

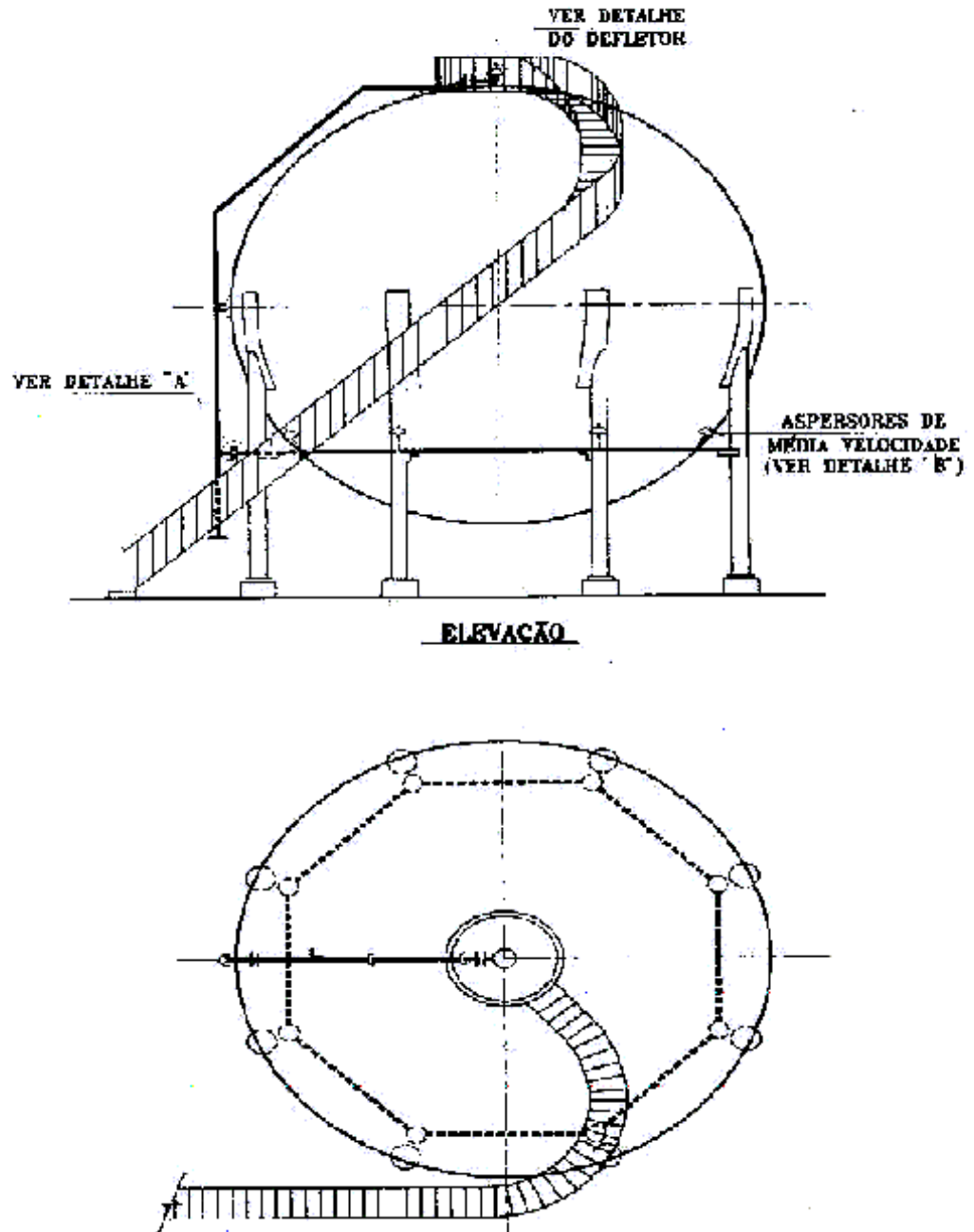
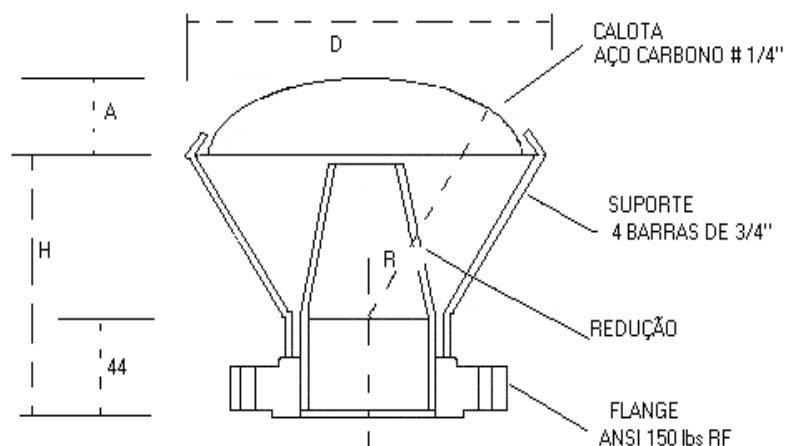






FIGURA 3  
DETALHES



$$F = K \cdot Q^2$$

P = PRESSÃO NO DEFLETOR EM Kpa ou Kgf/cm<sup>2</sup>

Q = VAZÃO DE ÁGUA EM l/min

DIÂMETRO DA ESFERA (metros)	DIÂMETRO DA FLANGE (pol.)	REDUÇÃO (pol.)	D mm	A mm	R mm	H mm	K para P em KPa	K para P em Kgf/cm <sup>2</sup>
8.5 – 11.5	3	3x1 1/2	230	50	150	171	1,22x10 <sup>-8</sup>	1,2x10 <sup>-6</sup>
11.5 – 78	4	4x2	305	67	200	224	3,87x10 <sup>-9</sup>	3,8x10 <sup>-7</sup>
18	6	6x3	460	100	305	328	7,65x10 <sup>-10</sup>	7,5x10 <sup>-8</sup>



FIGURA 4  
POSICIONAMENTO DOS ANÉIS EM  
TANQUE HORIZONTAL

