



**ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 210-3122
Fax: (21) 220-1762/220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2000,
ABNT—Associação Brasileira de
Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados



**IBP - Instituto Brasileiro
de Petróleo**

AGO 2000

NBR 7505-1

Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis

Parte 1: Armazenagem em tanques estacionários

Origem: Projeto NBR 7505:2000

ABNT/ONS-34 - Organismo de Normalização Setorial de Petróleo
CE-34:000.04 - Comissão de Estudo para Líquidos Inflamáveis e
Combustíveis

NBR 7505-1 - Storage of flammable and combustible liquids - Part 1: Storage
in stationary tanks

Descriptors: Storage. Flammable liquid. Tanks. Safety

Esta parte da NBR 7505 substitui a NBR 7505:1995

Válida a partir de 29.09.2000

Palavras-chave: Armazenagem. Líquido inflamável. Tanque.
Segurança

16 páginas

Sumário

Prefácio

1 Objetivo

2 Referências normativas

3 Definições

4 Tanques de armazenamento

5 Arranjo dos tanques na bacia de contenção

6 Dispositivo de alívio de pressão e vácuo

7 Dispositivo de alívio de emergência para exposição a incêndio

8 Distância de segurança

9 Tubulação

10 Sistema de proteção e combate a incêndio

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

A NBR 7505 contém as seguintes partes, sob o título geral "Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis":

- Parte 1: Armazenagem em tanques estacionários;
- Parte 2: Armazenagem no interior de edificações;
- Parte 3: Armazenagem fracionada;
- Parte 4: Proteção contra incêndio.

Esta parte da NBR 7505 foi baseada na NFPA 30.

1 Objetivo

Esta parte da NBR 7505 fixa as condições exigíveis para projetos de instalações de armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis contidos em tanques estacionários com capacidade superior a 250 L, à pressão manométrica igual ou inferior a 103,4 kPa (15 psig), medida no topo do tanque.

Esta parte da NBR 7505 não se aplica a:

- a) armazenagem de líquidos reativos ou instáveis;
- b) armazenagem de álcool carburante em usinas;
- c) instalações marítimas *off-shore*;
- d) armazenagem de líquidos criogênicos e gases liquefeitos;
- e) aspectos toxicológicos dos produtos;
- f) instalações de armazenagem de líquidos combustíveis e inflamáveis que disponham de Normas Brasileiras específicas, tais como postos de serviço e aeroportos;
- g) armazenagem no interior de edificações;
- h) tanque para consumo, inferior a 60 m³.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta parte da NBR 7505. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 5418:1995 - Instalações elétricas em ambiente com líquidos, gases e vapores inflamáveis - Procedimento

NBR 7821:1983 - Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados - Procedimento

NBR 7824:1983 - Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva

NBR 7825:1983 - Sistemas de revestimentos protetores com finalidade anticorrosiva - Acrílico termoplástico

NBR 7974:1968 - Método de ensaio para a determinação de ponto de fulgor - Aparelho TAG - fechado - Método de ensaio

NBR 13786:1997 - Seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis em postos de serviço

ANSI B 31 - American national standard code for pressure piping

ANSI B 31.1 - Power piping

ANSI B 31.3 - Petroleum refinery piping

ANSI B 31.4 - Liquid petroleum transportation piping system

API 620 - Recommended rules for design and construction of large, welded, low pressure storage tanks

API 650 - Welded steel tanks for oil storage

API 2000 - Venting atmospheric and low pressure storage tanks

ASME- Boiler and pressure vessel code, code for unfired pressure vessels, section VIII, division I

ASTM A 395/A 395M:1998 - Standard specification for ferritic ductile iron pressure-retaining castings for use at elevated temperatures

ASTM D 323:1999a Standard test method for vapor pressure of petroleum products (Reid Method)

NFPA 15 - Standard for water spray fixed systems for fire protection

NFPA 30 - Flammable and combustible liquids code

NFPA 69 - Standard on explosion prevention systems

UL 58 - Steel underground tanks for flammable and combustible liquids

UL 142 - Steel aboveground tanks for flammable and combustible liquids

UL 971 - Standard for nonmetallic underground piping for flammable liquids

UL 1316 - Standard for glass-fiber reinforced plastic underground storage tanks for petroleum products, alcohols, and alcohol-gasoline mixtures.

UL 1746 - Part 1 - Standard for external corrosion protection systems for steel underground storage tanks

3 Definições

Para os efeitos desta parte da NBR 7505, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 bacia de contenção: Área constituída por uma depressão, pela topografia do terreno ou ainda limitada por dique, destinada a conter eventuais vazamentos de produtos; a área interna da bacia deve possuir um coeficiente máximo de permeabilidade de 10^{-6} cm/s, referenciado à água 20°C.

3.2 canal de fuga: Canal que interliga os canaletes periféricos aos tanques à bacia de contenção a distância, construído com material incombustível, inerte aos produtos armazenados e com o coeficiente de permeabilidade máximo de 10^{-6} cm/s, referenciado à água a 20°C.

3.3 dique: Maciço de terra, concreto ou outro material quimicamente compatível com os produtos armazenados nos tanques, com o coeficiente de permeabilidade máximo de 10^{-6} cm/s, referenciado à água 20°C, formando uma bacia capaz de conter o volume calculado segundo esta norma.

3.4 dique intermediário: Dique colocado dentro da bacia de contenção com a finalidade de conter pequenos vazamentos.

3.5 dispositivo de alívio de emergência: Dispositivo capaz de aliviar a pressão interna do tanque quando submetido ao calor irradiado que resulta de incêndio ao seu redor.

3.6 distância de segurança: Distância mínima livre, medida na horizontal, para que, em caso de acidente (incêndio, explosão), os danos sejam minimizados.

3.7 ebulição turbilhonar (boil over): Expulsão total ou parcial de petróleo ou misturas de combustíveis com características similares, ocasionada pela vaporização brusca da água existente na parte inferior do tanque, quando atingida pela onda de calor que se forma em consequência da combustão do produto. Para que este fenômeno ocorra, é necessário que o tanque já tenha perdido o seu teto.

NOTA 1 - Entende-se por características similares possuir ampla faixa de destilação e proporção substancial de produtos voláteis em conjunto com resíduo altamente viscoso.

3.8 edificação importante: Edificação considerada crucial em caso de exposição ao fogo. Exemplos: casa de controle, casa de combate a incêndio, edificações com permanência de pessoas, ou que contenham bens de alto valor, equipamentos ou suprimentos críticos.

3.9 inertização: Redução do percentual de oxigênio no ambiente, com a introdução de gás inerte, de modo a não ocorrer a combustão.

3.10 líquidos inflamáveis: Líquidos que possuem ponto de fulgor inferior a 37,8°C e pressão de vapor menor ou igual a 275,6 kPa (2 068,6 mm Hg), denominados classe I, e são subdivididos em:

- a) classe IA: Líquidos com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição inferior a 37,8°C;
- b) classe IB: Líquidos com ponto de fulgor inferior a 22,8°C e ponto de ebulição igual ou superior a 37,8°C;
- c) classe IC: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 22,8°C e inferior a 37,8°C.

NOTA 2 - A determinação do ponto de fulgor deve ser feita de acordo com a NBR 7974.

NOTA 3 - A determinação da pressão de vapor deve ser feita de acordo com a ASTM D 323.

3.11 Líquidos combustíveis: Líquidos que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 37,8°C, e são subdivididos em:

- a) classe II: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 37,8°C e inferior a 60°C;
- b) classe IIIA: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 60°C e inferior a 93°C;
- c) classe IIIB: Líquidos com ponto de fulgor igual ou superior a 93°C.

NOTA 4 - A determinação do ponto de fulgor deve ser feita de acordo com a NBR 7974.

3.12 líquidos instáveis ou reativos: Líquidos que no estado puro ou nas especificações comerciais, por efeito de variação de temperatura e pressão, ou de choque mecânico, na estocagem ou no transporte, se tornem auto-reativos e, em consequência, se decomponham, polimerizem ou venham a explodir.

3.13 parque de tanques: Área onde estão localizados os tanques de armazenagem, bem como suas respectivas instalações para movimentação de produtos.

3.14 ponto de fulgor: A menor temperatura na qual um líquido desprende quantidade suficiente de vapor para formar mistura inflamável com o ar, próximo a sua superfície.

NOTA 5 - o ponto de fulgor deve ser determinado de acordo com a NBR 7974.

3.15 posto de abastecimento interno: Instalação interna a uma indústria ou empresa cuja finalidade única é o abastecimento de combustível e ou lubrificantes para sua frota própria ou de seu uso.

3.16 pressão de vapor: Pressão absoluta na qual os vapores desprendidos de um líquido que ocupa parcialmente um recipiente fechado se iguala à pressão de evaporação desse líquido.

3.17 proteção contra exposição: Recursos permanentemente disponíveis, representados pela existência de Corpo de Bombeiros na jurisdição, capaz de resfriar com água as estruturas vizinhas à armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis e as propriedades adjacentes, enquanto durar o incêndio; na falta de Corpo de Bombeiros, será aceita a Brigada de Combate a Incêndio da empresa vizinha, desde que equipada, treinada e haja acordo entre as partes.

3.18 selo hidráulico: Dispositivo, na forma de sifão, que atua evitando a propagação de chama.

3.19 tanque: Reservatório cilíndrico, estacionário, com capacidade volumétrica maior que 250 L, que se destina à armazenagem de produtos.

3.20 tanque elevado: Tanque instalado acima do nível do solo, apoiado em uma estrutura e com espaço livre sob esta.

3.21 tanque de superfície: Tanque que possui sua base totalmente apoiada sobre a superfície do solo.

3.22 tanque subterrâneo: Tanque horizontal construído e instalado para operar abaixo do nível do solo e totalmente enterrado.

3.23 tanque vertical: Tanque com eixo vertical, instalado com sua base totalmente apoiada sobre a superfície do solo.

3.24 tanque horizontal: Tanque com eixo horizontal, que pode ser construído e instalado para operar: acima do nível, no nível ou abaixo do nível do solo.

3.25 tanque atmosférico: Tanque vertical projetado para operar com pressão manométrica interna, desde a pressão atmosférica, até 6,9 kPa (1 psig) medida no topo do tanque.

3.25 tanque de baixa pressão: Tanque vertical projetado para operar com pressão manométrica interna, superior a 6,9 kPa (1 psig) até 103,4 kPa (15 psig), medida no topo do tanque.

3.26 tanque de teto flutuante: Tanque vertical projetado para operar à pressão atmosférica, cujo teto flutua sobre a superfície do líquido.

3.27 tanque de consumo: Tanque diretamente ligado a motores ou equipamentos térmicos, visando a alimentação destes.

3.28 vaso de pressão: Reservatório que opera com pressão manométrica interna superior a 103,4 kPa (1,05 kgf/cm²), fabricado conforme ASME "Boiler and Pressure Vessel Code" ou norma internacionalmente aceita, desde que no mínimo atenda o código ASME.

4 Tanques de armazenamento

4.1 Classificação dos tanques

Os tanques são classificados da seguinte forma:

4.1.1 Em relação ao tipo

- a) tanque elevado;
- b) tanque de superfície;
- c) tanque subterrâneo.

4.1.2 Em relação ao formato

- a) tanque vertical;
- b) tanque horizontal.

4.1.3 Em relação de pressão interna

- a) tanque atmosférico;
- b) tanque de baixa pressão.

4.1.4. Em relação ao teto

- a) tanque de teto fixo, podendo possuir internamente um teto flutuante;
- b) tanque de teto flutuante externo.

4.2 Projeto e construção de tanques

Os tanques devem ser apoiados diretamente no nível do solo, ou sobre estruturas elevadas que resistam ao fogo, por um período mínimo de 2 h, ou ser subterrâneos de acordo com as Normas Brasileiras.

Não é recomendável que o diâmetro dos tanques de teto fixo, que armazenem produto capaz de produzir ebulição turbilhonar, ultrapasse a 45,7 m (150 pés).

A resistência elétrica do tanque à terra deve ser inferior a 10 Ω , mesmo com todas as tubulações desconectadas.

4.2.1 Tanques verticais

Tanques cilíndricos verticais atmosféricos devem ser projetados e construídos, obedecendo à NBR 7825 ou a outra norma internacionalmente aceita.

Tanques cilíndricos verticais de baixa pressão devem ser projetados e construídos obedecendo a Norma Brasileira ou, na ausência desta, a API 620, ou ainda, outra internacionalmente aceita.

4.2.2 Tanques horizontais de superfície

Tanques cilíndricos horizontais devem ser projetados e construídos obedecendo as Normas Brasileiras, ou na ausência destas, a UL-142, ou a outras internacionalmente aceitas. Devem operar a uma pressão máxima de 6,9 kPa (1 psig). Excepcionalmente, poderão operar a pressão máxima de 17,2 kPa (6,5 psig) quando possuírem alívio de emergência.

4.2.3 Tanques subterrâneos

Devem ser projetados, construídos e ensaiados obedecendo as Normas Brasileiras, ou na ausência destas, a UL 58, ou ainda, outras internacionalmente aceitas.

No caso de serem construídos em plástico reforçado com fibra de vidro, devem ser obedecidas as Normas Brasileiras ou, na ausência destas, a UL 1316, ou ainda, outras internacionalmente aceitas.

Todas as conexões do tanque deverão ser estanques.

O bocal para medição manual, se não for o mesmo do tubo de carga, deve ser estanque. Os bocais deverão estar fechados sempre que não estiverem sendo utilizados.

As linhas de enchimento e descarga deverão ser interligadas ao tanque somente pelo topo. As linhas deverão ter declividade em direção ao tanque. Os tanques subterrâneos para líquidos da classe I com capacidade superior a 3,785 m³ deverão ser equipados com dispositivo de descarga selada.

Tubos de carga deverão terminar a aproximadamente 0,15 m do fundo do tanque. A instalação ou o arranjo do tubo de carga deve ser tal que reduza a vibração ao mínimo.

As conexões de enchimento, descarga e recuperação de vapores para líquidos classe I, classe II e classe IIIA deverão estar localizadas fora de edificações em um local livre de qualquer fonte de ignição e a não menos que 1,5 m de qualquer acesso a edificação. Tais conexões deverão ser apropriadamente identificadas e, quando fora de uso, deverão permanecer fechadas de forma estanque.

Caso as conexões para recuperação de vapores não estejam ligadas a um sistema próprio, estas devem ser protegidas contra a possibilidade de liberação de vapores através de válvulas de retenção. Bocais de enchimento associados com recuperação de vapores também não deverão liberar vapores para atmosfera.

4.2.3.1 Instalação

A cava para instalação do tanque deve ser feita de forma a não comprometer as fundações de estruturas vizinhas.

As cargas das fundações vizinhas não devem ser transmitidas ao tanque. As seguintes distâncias mínimas, medidas na horizontal devem ser atendidas:

- a) para tanques que contenham líquidos da classe I: 0,5 m de muros e outras construções e de 1,0 m para o limite de propriedade;
- b) para tanques que contenham líquidos das classes II e III: 0,5 m de muros, poços, cisternas e outras construções e limite de propriedade.

No caso em que o lençol freático possa ultrapassar a cota inferior do tanque, deve ser previsto um sistema de ancoragem.

4.2.3.2 Recobrimento

O tanque deve ter uma camada de no mínimo 0,15 m de material inerte, bem compactado e homogêneo em toda sua volta.

A colocação do tanque na cava deve ser realizada de forma a não comprometer a integridade do tanque e de seu revestimento.

Os tanques devem ser recobertos por, no mínimo:

- a) uma camada de 0,6 m de solo compactado; ou
- b) uma camada de 0,3 m de solo compactado sobre a qual deverá ser construída uma laje em concreto armado com 0,1 m de espessura.

Quando submetidos a carga resultante do tráfego de veículos, os tanques devem ser recobertos por no mínimo:

- a) camada de 0,9 m de solo compactado; ou
- b) camada de 0,5 m de solo compactado sobre a qual deverá ser construída uma laje em concreto armado com 0,15 m de espessura; ou
- c) camada de 0,5 m de solo compactado sobre a qual deverá ser construída uma laje em concreto asfáltico com 0,2 m de espessura.

Quando for usado concreto asfáltico ou concreto reforçado na pavimentação como parte da proteção, esta deve ser estendida a não menos que 0,3 m horizontalmente em torno do tanque em todas as direções.

A profundidade da geratriz inferior deve ser tal que a pressão estática no fundo do tanque não exceda 68,9 kPa (10 psig).

Quando o recobrimento for superior ao diâmetro do tanque o fabricante deve ser consultado para avaliar a necessidade de reforço estrutural.

4.2.3.3 Proteção contra corrosão

O tanque deverá possuir um dos seguintes tipos de proteção:

- a) proteção catódica;
- b) revestimento externo espesso, compatível com o produto e com as condições do solo, de acordo com as Normas Brasileiras ou, na ausência destas, a UL 1746, ou ainda, outras internacionalmente aceitas, desde que atendam no mínimo aos requisitos das Normas Brasileiras ou, na ausência destas, da UL 1746;
- c) parede dupla, sendo a última em plástico reforçado com fibra de vidro ou de outro material similar (jaquetado); no caso em que ambas as paredes do tanque de parede dupla forem de aço, a parede externa deverá possuir pelo menos uma das proteções referidas nas alíneas a) e b).

Caso seja revestido, este deve ser inerte e compatível com o produto armazenado, resistente à corrosão do solo e impermeável.

4.2.3.4 Ensaios

Antes do recobrimento, todos os tanques, após a colocação na cava, devem ser submetidos a ensaio com ar ou água. No caso de tanques compartimentados cada um dos compartimentos deve ser ensaiado individualmente. Um dos métodos abaixo deve ser usado:

- a) aplicar o ar mantendo a faixa de pressão interna de 3,4 kPa (0,5 psig) a 6,9 kPa (1 psig) e verificar todos os cordões de solda, utilizando água e sabão;
- b) encher completamente o tanque com água e aplicar uma pressão mínima de 3,4 kPa (0,5 psig) e verificar sinais de vazamento.

Finalizada a instalação do tanque e suas tubulações, deverá ser feito um ensaio que comprove a estanqueidade do sistema de armazenagem (tanque, tubulações e conexões).

4.2.3.5 Proteção do meio ambiente

As instalações de posto de abastecimento interno devem atender a NBR 13786, ou outra internacionalmente aceita, desde que atenda no mínimo aos requisitos da NBR 13786.

4.2.4 Vasos de pressão

Vasos de pressão construídos obedecendo a Norma Brasileira ou, na ausência desta, a outra internacionalmente aceita, podem ser utilizados como tanques de baixa pressão.

4.3 Construção de parque de tanques

As instalações projetadas e construídas conforme esta norma devem obedecer às boas práticas de engenharia, aos procedimentos e controles de qualidade inerentes e documentadas adequadamente para viabilizar a aprovação, vistoria e fiscalização dos órgãos competentes. Esta documentação deve incluir, sem se limitar:

- a) projeto completo, englobando as disciplinas arquitetura/civil, segurança, mecânica e elétrica/instrumentação;
- b) anotações de Responsabilidade Técnica dos projetos civis, segurança, mecânicos e elétricos, da construção e montagem eletromecânica, dos testes e ensaios;
- c) certificados de qualificação dos soldadores;
- d) laudos dos ensaios hidrostáticos dos tanques (NBR 7821) e das linhas (ANSI B 31.1 e ANSI B 31.4);
- e) laudos das soldas dos tanques (tetos e costados) e das linhas;
- f) laudos das soldas do fundo dos tanques (NBR 7821) e da resistência da malha de aterramento (NBR 7824).

Os tanques instalados nas estações coletoras das áreas de produção de petróleo, com capacidade individual igual ou inferior a 200 m³ podem ser elevados.

Todas as instalações e equipamentos elétricos nos parques de tanques devem ser adequados à classificação elétrica da área, obedecendo a NBR 5418 ou outra internacionalmente aceita, desde que atenda no mínimo aos requisitos da Norma Brasileira.

As bombas de transferência de produto devem ficar posicionadas fora da bacia de contenção.

4.3.1 Controle de vazamento e derrame

A área ocupada pelos tanques deve dispor de recursos de controle de vazamento de produto. Tais recursos devem ser constituídos por diques que formem uma bacia de contenção ou por canais de fuga que conduzam o produto vazado ou derramado para uma bacia de contenção posicionada à distância.

Devem ser providos meios para evitar que qualquer descarga acidental de líquidos classe I, II ou IIIA ameace instalações importantes, propriedades adjacentes ou atinja cursos de água.

Tanques armazenando líquidos classe IIIB não necessitam de previsão especial para drenagem ou bacia de contenção para fins de proteção contra incêndio.

4.3.1.1 Bacia de contenção

A bacia de contenção deve ser adjacente no mínimo a duas vias diferentes. Estas vias devem ser pavimentadas ou estabilizadas e ter largura compatível para a passagem simultânea de dois veículos de combate a incêndio, ou 5 m, devendo ser adotado o maior destes valores. Em instalações com capacidade até 1 000 m³ será permitida a existência de apenas uma via para a passagem de um veículo de combate a incêndio ou 3 m, o que for maior.

Não é permitido qualquer construção diferente de tanque e suas tubulações no seu interior.

Não são permitidos, em uma mesma bacia de contenção, tanques que contenham produtos aquecidos, produtos sujeitos a ebulição turbilhonar ou óleos combustíveis e tanques que contenham produtos das classes I, II e IIIA.

A bacia de contenção deve atender às seguintes condições:

- a) a capacidade volumétrica da bacia de contenção deve ser no mínimo igual ao volume do maior tanque, mais o volume de deslocamento da base deste tanque, mais os volumes equivalentes aos deslocamentos dos demais tanques, suas bases e dos diques intermediários;
- b) a capacidade volumétrica da bacia de contenção de tanques horizontais deve ser no mínimo igual ao volume de todos tanques horizontais nela contidos;
- c) no caso da bacia de contenção que possua um único tanque, sua capacidade volumétrica deve ser no mínimo igual ao volume deste tanque mais o volume correspondente à base deste tanque;
- d) coeficiente de permeabilidade máximo de 10^{-6} cm/s, referenciado à água a 20°C e a uma coluna de água igual a altura do dique;
- e) declive do piso de no mínimo 1% na direção do ponto de coleta nos primeiros 15 m a partir do tanque ou até o dique, o que for maior;
- f) ser provida de meios que facilitem o acesso de pessoas e equipamentos ao seu interior, em situação normal e em casos de emergência;
- g) seu sistema drenagem deve ser dotado de válvulas posicionadas no lado externo e mantidas fechadas;

h) a altura máxima do dique, medida pela parte interna, deve ser de 3 m; a altura do dique deve ser o somatório da altura que atenda à capacidade volumétrica da bacia de contenção, como estabelecido acima, mais 0,2 m para conter as movimentações do líquido e, no caso de dique de terra, mais 0,2 m para compensar a redução originada pela acomodação do terreno, não se aplicando para tanques horizontais;

i) um ou mais lados externos do dique pode ter altura superior a 3 m, desde que todos os tanques sejam adjacentes, no mínimo, a uma via na qual esta altura nos trechos frontais aos tanques não ultrapasse 3 m;

j) dique de terra deve ser construído com camadas sucessivas de espessura não superior a 0,3 m, devendo cada camada ser compactada antes da deposição da camada seguinte;

k) a distância mínima entre a base externa do dique (pé do dique) e o limite de propriedade não deverá ser inferior a 3 m, para qualquer classe de produto;

l) a superfície superior do dique de terra deve ser plana, horizontal e ter uma largura mínima de 0,6 m; o dique deve ser protegido da erosão, não devendo ser utilizado para este fim material de fácil combustão.

4.3.1.2 Bacia de contenção à distância

A contenção à distância poderá ser adotada atendendo as seguintes condições:

a) a capacidade volumétrica da bacia de contenção à distância deve ser, no mínimo, igual ao volume do maior tanque a ela interligado;

b) o escoamento do líquido para o canal de fuga deve ser assegurado por declive do piso de no mínimo 1% nos primeiros 15 m a partir do tanque, na direção desse canal;

c) os canais de fuga devem possuir selo hidráulico que evite a propagação de chamas e seu encaminhamento deve ser tal que, caso o líquido drenado entre em combustão, as chamas não exponham outros tanques, instalações ou propriedades adjacentes;

d) caso não seja viável prever 100% de capacidade de contenção à distância, pode ser utilizada uma bacia de contenção à distância com capacidade parcial. A diferença entre o volume necessário e a capacidade da bacia de contenção à distância deve ser provido pela contenção em torno dos tanques, conforme as exigências de 4.3.1.1, exceto a alínea a);

e) a bacia de contenção à distância deve estar localizada de modo que, quando estiver cheia com sua capacidade máxima, a distância entre a borda do líquido e o limite de propriedade, ou qualquer tanque, seja no mínimo 15 m;

f) coeficiente de permeabilidade máximo de 10^{-6} cm/s, referenciado à água a 20°C e a uma coluna de água igual à altura do dique.

5 Arranjo dos tanques na bacia de contenção

5.1 Tanques de teto fixo

5.1.1 Produtos das classes I, II e III A

Devem obedecer ao seguinte:

a) os tanques devem preferencialmente ser localizados em bacia de contenção individual;

b) quando dois tanques forem agrupados em uma mesma bacia de contenção devem ser atendidas, no mínimo, as seguintes condições:

- a soma das capacidades dos tanques não deve exceder 35 000 m³;

- os tanques devem ser posicionados de modo a permitir o acesso a cada um deles pelo menos por uma via;

- havendo um tanque com capacidade superior a 2 400 m³, deve existir entre os tanques um canal de fuga ou, pelo menos, dique intermediário com altura mínima de 0,45 m, dividindo a área da bacia de contenção de forma aproximadamente proporcional às capacidades dos tanques;

c) quando mais de dois tanques forem agrupados em uma mesma bacia de contenção, devem ser atendidas no mínimo as seguintes condições:

- a soma de suas capacidades não deve exceder 20 000 m³;

- os tanques devem ser posicionados de modo a permitir o acesso a cada um deles pelo menos por uma das vias adjacentes;
- tanque que tenha volume igual ou superior a 1 600 m³ deve ser separado por um canal de fuga ou, pelo menos, dique intermediário com altura mínima de 0,45 m;
- agrupamento de tanques cujo somatório dos volumes seja no máximo de 2 400 m³ deve ser separado de outro tanque ou agrupamento por um dique intermediário, com altura mínima de 0,45 m;

d) quando mais de dois tanques forem agrupados em uma mesma bacia de contenção e houver um ou mais tanques não adjacentes a qualquer via, deverão ser atendidas no mínimo as seguintes condições:

- a soma de suas capacidades não deve exceder 12 000 m³;
- a altura da cada tanque não deve exceder 15,5 m;
- diâmetro de cada tanque não deve exceder a 10 m;
- o afastamento entre os costados de tanques deverá ser no mínimo de 1/6 da soma das maiores dimensões dos tanques confrontantes;
- possuir sistema de inertização para todos os tanques;
- agrupamento de tanques cujo somatório dos volumes seja no máximo de 2 400 m³ deve ser separado de outro tanque ou agrupamento por um dique intermediário, com altura mínima de 0,45 m.

Para que o tanque seja considerado adjacente a uma via é necessário que qualquer jato de água de resfriamento de fora da bacia possa atingir a metade da superfície do costado em qualquer ponto, sem que seja obstruído por outro tanque.

5.1.2 Produtos da classe III B

Devem obedecer ao seguinte:

- a) para produto armazenado em temperatura igual ou superior a seu ponto de fulgor, obedecer aos requisitos previstos para líquidos da classe I;
- b) para produto armazenado em temperatura abaixo de seu ponto de fulgor, não há restrição quanto à soma das capacidades dos tanques;
- c) para os tanques agrupados na mesma bacia de contenção são dispensáveis os diques intermediários.

5.1.3 Produtos sujeitos à ebulição turbilhonar

É recomendável que os tanques contendo produtos sujeitos a ebulição turbilhonar sejam localizados em bacia de contenção individual.

5.2 Tanques de teto flutuante

5.2.1 Produtos das classes I, II, III A

Devem obedecer ao seguinte:

- a) os tanques devem, preferencialmente, ser localizados em bacia de contenção individual;
- b) quando dois tanques forem agrupados em uma mesma bacia de contenção, devem ser atendidas as seguintes condições:
 - a soma das capacidades dos tanques não deve exceder 70 000 m³;
 - os tanques devem ser posicionados de modo a permitir o acesso a cada um deles por pelo menos uma via;
 - exista entre os tanques um dique intermediário com altura mínima de 0,45 m, dividindo a área da bacia de contenção de forma aproximadamente proporcional às capacidades dos tanques;
- c) quando mais de dois tanques forem agrupados em uma mesma bacia de contenção, devem ser atendidas as condições acima e a soma de suas capacidades não deve exceder 40 000 m³.

NOTA 6 - A classe III B não foi considerada por não ser utilizado tanque de teto flutuante para esta classe de produto.

5.2.2 Produtos sujeitos à ebulição turbilhonar

É recomendável que os tanques contendo produtos sujeitos a ebulição turbilhonar sejam localizados em bacia de contenção individual.

5.3 Tanques de teto fixo e de teto flutuante

Quando localizados na mesma bacia de contenção, devem ser tratados como se todos os tanques fossem de teto fixo.

5.4 Tanques horizontais

Devem atender às seguintes condições:

- a) ser preferencialmente instalados em bacia de contenção individual;
- b) possuir alívio de emergência.

5.5 Tanques verticais e tanques horizontais

Quando localizados na mesma bacia de contenção, devem ser segregados e separados por dique intermediário com altura mínima de 0,45 m, formando uma bacia de contenção em torno dos tanques horizontais, com capacidade mínima igual ao volume contido nos mesmos e ser adjacente, pelo menos, a uma via.

6 Dispositivos de alívio de pressão e vácuo

Os dispositivos para alívio de pressão nos tanques atmosféricos verticais de teto fixo e horizontais devem atender ao seguinte:

- a) os tanques devem possuir detalhe construtivo e dispositivos de alívio de pressão e vácuo, de modo a manter no seu interior os níveis e condições adequados às situações de operação normal ou de emergência (aquelas que resultem de calor gerado por incêndio próximo);
- b) o detalhe construtivo, bem como os dispositivos de alívio para a pressão e vácuo, deve obedecer à API 2000 ou outra internacionalmente aceita, desde que atenda no mínimo aos requisitos do API;
- c) os tanques que contenham produtos das classes I e II devem ser equipados com dispositivos que os mantenham fechados. As aberturas só devem ocorrer para alívio da pressão ou do vácuo;
- d) os tanques que contenham produtos das classes I e II e que disponham de teto flutuante interno, devem ser equipados com respiros abertos;
- e) os tanques que contenham produtos da classe III devem ser equipados com respiros abertos.

A saída dos vapores dos dispositivos de alívio de pressão que forem regulados para uma pressão de abertura superior a 17,2 kPa deve ter sua saída direcionada de tal maneira que previna o aquecimento ou a chama direta em qualquer parte do tanque, no evento da combustão dos vapores que estiverem sendo exalados.

Os dispositivos de alívio de pressão de tanques que armazenem líquidos das classes IA, IB e IC devem permanecer normalmente fechados exceto quando na função de alívio da pressão ou do vácuo. No caso da armazenagem com líquidos das classes IB e IC é permitido apenas a utilização de corta chama. São permitidos respiros abertos nos tanques com capacidade igual ou inferior a 500 m³ que contenham petróleo cru, instalados em áreas de produção e nos tanques atmosféricos com capacidade até 4 m³ que armazenem líquidos inflamáveis da classe IA.

Não deverão ser usados dispositivos de alívio de pressão e vácuo ou corta chamas nos tanques que armazenem líquidos inflamáveis das classes IB e IC cujos vapores possam se congelar, condensar ou cristalizar, produzir corrosão ou tamponamento, obstruindo a passagem de vapores.

O dimensionamento de alívio de pressão e vácuo encontra-se nas NFPA 30 e API 2000.

7 Dispositivos de alívio emergência para exposição a incêndio

Todos os tanques ao nível do solo ou sobre estruturas elevadas que armazenem líquidos inflamáveis deverão ser dotados de dispositivos de alívio de emergência para exposição a incêndio, quando requerido pela API 2000.

Os tanques que armazenem líquidos combustíveis da classe IIIB com capacidade maior que 45 m³, instalados fora de bacia de contenção ou do encaminhamento da drenagem de líquidos inflamáveis da classe I ou classe II não requerem dispositivo de alívio de emergência para exposição a incêndio.

As formas de construção ou dispositivo referidos poderão ser teto flutuante, solda de baixa resistência entre teto e costado ou outro processo para alívio de emergência de pressão internacionalmente aceito. O processo de solda de baixa resistência entre teto e costado encontra-se descrito nas API 650 ou UL 142.

O dimensionamento de alívio de emergência encontra-se nas NFPA 30 e API 2000.

8 Distâncias de segurança

As distâncias de segurança são aquelas compreendidas entre o costado do tanque e:

- a) o costado de um outro tanque ou vaso de pressão;
- b) a parede externa mais próxima ou projeção da cobertura de uma edificação;

- c) a parte externa mais próxima de um equipamento fixo;
- d) o limite de propriedade;
- e) a base interna de um dique.

A distância mínima do costado de um tanque e a base interna do dique é de 1,5 m.

O espaçamento entre tanques deve ser determinado conforme a tabela 5.

As demais distâncias mínimas de segurança encontram-se nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 6

9 Tubulação

9.1 Tubulação compreende:

- a) tubos, flanges, juntas, gaxetas, válvulas e conexões (rígidas e flexíveis);
- b) peças pressurizadas de componentes, como juntas de expansão e filtros;
- c) dispositivos que servem para outros propósitos, como: misturar, separar, distribuir, medir e controlar o fluxo;
- d) contenção secundária de líquidos e seus vapores.

O projeto, a fabricação, a montagem, os ensaios e a inspeção de tubulação de produtos devem estar de acordo com as pressões e tensões estruturais estabelecidas nas Normas Brasileiras, ou na ausência destas, na ANSI B 31, ou ainda outras internacionalmente aceitas, desde que atendam no mínimo aos requisitos das Normas Brasileiras ou, na ausência destas, da ANSI B 31.

Tubos, válvulas, conexões (rígidas e flexíveis), e demais componentes devem seguir as especificações de materiais e limitações de pressão e temperatura estabelecidas nas Normas Brasileiras ou, na ausência destas, na ANSI B 31.3 ou ANSI B 31.4, ou ainda outras internacionalmente aceitas, desde que atendam no mínimo aos requisitos das Normas Brasileiras ou, na ausência destas, da ANSI B 31.3 ou ANSI B 31.4, exceto em:

- a) componentes de ferro fundido nodular devem seguir as recomendações descritas na ASTM A 395/A 395M;
- b) válvulas em tanques de armazenamento e suas conexões ao tanque, devem ser de aço ou de ferro fundido nodular;

É permitido o uso de válvulas de materiais diferentes de aço ou de ferro fundido nodular quando as características químicas do fluido não forem compatíveis com o aço. No caso de serem instaladas na parte externa do tanque, o material deve ter ductilidade e ponto de fusão similares aos do aço ou do ferro fundido nodular, para suportar os níveis de tensão e temperatura envolvidos na exposição ao fogo ou alternativamente, serem protegidas por materiais que resistam a exposição ao fogo por 2 h, no mínimo.

Ferro fundido, cobre, bronze, alumínio e materiais similares podem ser usados em tanques que contenham óleo cru com capacidade até 500 m³, em tanques fora de edificação armazenando líquidos classe III B e que não estejam na mesma bacia de contenção ou no encaminhamento de drenagem (contenção a distância) de tanques armazenando líquidos classes I, II ou IIIA.

Materiais com baixo ponto de fusão como alumínio, cobre e bronze que se tornam mais maleáveis quando expostos ao fogo, podem ser usados em tanques enterrados que armazenem qualquer líquido com limite de pressão e temperatura descritos na ANSI B31.

Tubulação fabricada com matérias-primas de baixo ponto de fusão, como alumínio, cobre e bronze; que amolecem ao ser expostas ao fogo, como plástico; ou não-dúteis, como o ferro fundido, pode ser usada em instalação subterrânea para todos os líquidos, desde que atenda aos limites de pressão e temperatura estabelecidos nas Normas Brasileiras ou, na ausência destas, na ANSI B 31, ou ainda outras internacionalmente aceitas, desde que atendam no mínimo aos requisitos das Normas Brasileiras ou, na ausência destas, da ANSI B 31.

Tubulação fabricada com estas matérias-primas em instalações aéreas e externas a edificações contendo líquidos da classe I, classe II ou classe IIIA, ou dentro de edificações contendo qualquer líquido, deve:

- a) ser resistente a fogo; e
- b) ser localizada de modo que qualquer vazamento não exponha ao risco pessoas, edificações importantes ou estruturas; ou
- c) ser localizada onde o vazamento possa ser facilmente controlado por uma válvula remota e acessível.

O revestimento interno de tubos, válvulas e conexões pode ser combustível ou não.

Tubulação não-metálica, incluindo aquela de contenção secundária (de parede dupla ou jaquetada) deve ser construída de acordo com normas de projeto reconhecidas e deve ser instalada de acordo com as recomendações deste item. Deve ser instalada e utilizada dentro do escopo de suas normas de aprovação ou atendendo a Normas Brasileiras ou, na ausência destas, a UL 971, ou ainda outras internacionalmente aceitas, desde que atendam no mínimo aos requisitos das Normas Brasileiras ou, na ausência destas, da UL 971.

As conexões devem ser estanques, podendo ser soldadas, flangeadas ou rosqueadas. As conexões rosqueadas devem ser mantidas estanques, com selante ou lubrificante adequados. Conexões em tubulação com líquido da classe I devem ser soldadas quando estiverem em espaço confinado dentro de edificações. As conexões flexíveis podem ser utilizadas, desde que atendam os requisitos a seguir:

Conexões articuladas que não possam assegurar a continuidade mecânica ou estanqueidade da tubulação, devido a modificação nas condições operacionais normais, não devem ser instaladas no interior de edificações. Entretanto podem ser utilizadas fora destas desde que aéreas. Neste caso, deve-se garantir que não haja desacoplamento da conexão ou a tubulação deve ser projetada de modo que qualquer vazamento, proveniente desta desconexão, não exponha ao risco pessoas, edificações importantes ou estruturas ou, ainda, que possa ser prontamente controlada por válvulas remotas.

9.2 Suportes

As tubulações devem ser suportadas e protegidas contra danos físicos e tensões excessivas, provenientes de fixação, vibração, expansão ou contração.

A instalação de tubulações não metálicas deve estar de acordo com as indicações do fabricante.

Suportes de tubulação instalados em áreas com alto risco de exposição a fogo devem ser protegidos por uma ou mais das seguintes medidas:

- a) sistema de drenagem direcionado para um local seguro que garanta que o líquido não se acumule sob as linhas;
- b) construção resistente a fogo;
- c) revestimentos ou sistemas resistentes ao fogo;
- d) sistema de neblina de água projetado e instalado de acordo com a NFPA 15.

9.3 Proteção contra corrosão

Toda tubulação, subterrânea ou aérea, que seja passível de corrosão externa, deve ser protegida contra corrosão.

9.4 Tubulações subterrâneas

- a) em áreas sujeitas a tráfego de veículos, as tubulações devem ser assentadas sobre solo bem compactado e a camada superior de aterro deve ter no mínimo 45 cm a contar de sua geratriz superior. Em áreas não sujeitas a tráfego de veículos, as tubulações devem ser coberta com pelo menos 15 cm, acima da geratriz superior, de aterro bem compactado.

9.5 Válvulas

As tubulações devem conter um número suficiente de válvulas para operar o sistema adequadamente e proteger a instalação. Tubulações conectadas a bombas devem conter um número suficiente de válvulas para controlar a vazão em condições normais de operação e de emergência.

Toda conexão ligada às linhas de descarga de caminhões tanque, vagões tanque ou embarcações para descarga de líquidos em tanques de armazenamento, onde haja a possibilidade de retorno do líquido, deve possuir uma válvula de retenção para bloquear o seu retorno.

NOTA 7 - Caso o enchimento e a descarga sejam feitos por uma linha comum não é necessária a instalação de válvula de retenção. Entretanto, deve ser prevista uma válvula de bloqueio instalada de modo a permitir operação remota.

9.6 Ensaio

A menos que seja ensaiada de acordo com a ANSI B 31.4, toda a tubulação, antes de ser coberta, embutida ou colocada em uso, deve passar por um ensaio hidrostático, utilizando uma pressão de 150 % da pressão de projeto, ou por um ensaio pneumático, utilizando uma pressão de 110% da pressão de projeto, mas não menos que 34,5 kPa (5 psig) no ponto mais alto do sistema. Esse ensaio deve ser mantido por um tempo suficiente para permitir a inspeção visual de todas as juntas e conexões, desde que não inferior a 10 min.

9.7 Identificação

Tanto a linha de enchimento como a de descarga devem ser identificadas por código de cores ou marcação que identifique o produto para o qual é utilizada.

10 Sistema de proteção e combate a incêndio

O projeto do sistema de combate a incêndio deve obedecer à Norma Brasileira existente¹⁾.

¹⁾ Deve ser consultada a parte 4 da NBR 7505.

Tabela 1 - Líquidos classes I, II, IIIA (Pressão de operação 17,2 kPa ou menor)

Tipo de tanque	Proteção	Distância mínima do limite da propriedade onde haja ou possa haver construção, incluindo o lado oposto da via pública, nunca inferior a 4,5 m (5 pés)	Distância mínima do lado mais próximo de qualquer via pública ou qualquer edificação importante na mesma propriedade, nunca inferior a 4,5 m (15 pés) para o primeiro e 1,5 m (5 pés) para o segundo, o maior valor
Com teto flutuante (conforme API 650)	Com proteção contra exposição ^{*)}	1/2 diâmetro do tanque	1/6 do diâmetro do tanque
	Sem proteção alguma	o diâmetro do tanque, limitado a 53 m (175 pés)	1/6 do diâmetro do tanque
Vertical com solda de baixa resistência entre o teto e o costado (conforme API 650)	Usando sistema de espuma conforme Norma Brasileira existente ¹⁾ ou sistema de inertização conforme NFPA 69; em tanque que não exceda 45 m de diâmetro ^{**)}	1/2 diâmetro do tanque	1/6 do diâmetro do tanque
	Com proteção contra exposição ^{*)}	o diâmetro do tanque	1/3 do diâmetro do tanque
	Sem proteção alguma	2 vezes o diâmetro do tanque limitado a 105 m (350 pés)	1/3 do diâmetro do tanque
Horizontal e vertical com dispositivo de alívio de emergência limitada a pressão de 17,2 kPa (2,5 psig)	Usando sistema de inertização conforme NFPA 69 no tanque ou sistema de espuma aprovado no tanque vertical	1/2 do valor da tabela 4	1/2 do valor da tabela 4
	Com proteção contra exposição ^{*)}	o valor da tabela 4	o valor da tabela 4
	Sem proteção alguma	2 vezes o valor da tabela 4	o valor da tabela 4
^{*)} Ver o item “3.22 Proteção contra exposição.” ^{**)} Para tanques de diâmetro acima de 45,7 m usar, conforme o caso “Proteção contra exposição” ou “Sem proteção alguma”. NOTA - Ver figura 1.			

Tabela 2 - Líquidos classes I, II e IIIA [Pressão de operação superior a 17,2 kPa, conforme API 620]

Tipo de tanque	Proteção	Distância mínima do limite da propriedade onde haja ou possa haver edificação, incluindo o lado oposto da via pública	Distância mínima do lado mais próximo de qualquer via pública ou qualquer edificação importante na mesma propriedade
Qualquer tipo	Com proteção contra exposição ¹⁾	1 1/2 vezes o valor da tabela 4 mas não menor que 7,5 m	1/2 vez o valor da tabela 4 mas não menor que 7,5 m
	Sem proteção alguma	3 vezes o valor da tabela 4 mas não menor que 15 m	1 1/2 vezes o valor da tabela 4 mas não menor que 7,5 m
¹⁾ Ver o item “3.22 Proteção contra exposição”. NOTA - Ver figura 1.			

¹⁾ Deve ser consultada a parte 4 da NBR 7505.

Tabela 3 - Líquidos da Classe IIIB

Capacidade do tanque m³	Distância mínima do limite da propriedade onde haja ou possa haver construção, incluindo o lado oposto da via pública m	Distância mínima do lado mais próximo de qualquer via pública ou qualquer edificação importante na mesma propriedade m
≤ 45,6	1,50	1,50
45,6 a 114	3,00	1,50
114 a 190	3,00	3,00
190 a 380	4,50	3,00
≥ 380	4,50	4,50

Tabela 4 - Tabela complementar para ser usada nas tabelas 1 e 2, quando citada nas mesmas

Capacidade do tanque m³	Distância mínima do limite da propriedade onde haja ou possa haver construção, incluindo o lado oposto da via pública m	Distância mínima do lado mais próximo de qualquer via pública ou qualquer prédio importante na mesma propriedade m
< 45,6	4,50	4,50
45,7 a 190	6,00	4,50
190,1 a 380	15,00	4,50
380,1 a 1 900	24,00	7,50
1 901 a 3 800	30,00	10,50
3 801 a 7 600	40,50	13,50
7 601 a 11 400	49,50	16,50
> 11 400	52,50	18,00

Tabela 5 - Distância mínima entre costados de tanques

	Tanque de teto flutuante	Tanque de teto fixo ou horizontal	
		Líquidos da classe I ou II	Líquidos da classe IIIA
Todos os tanques com o diâmetro inferior a 45 m	1/6 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes, mínimo de 1 m	1/6 da soma dos diâmetros dos dois tanques adjacentes, mínimo de 1 m	1/6 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes, mínimo de 1 m
Tanques com o diâmetro superior a 45 m:			
Se possuírem contenção a distância conforme o item 4.3.1.2	1/6 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes	1/4 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes	1/6 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes
Se possuírem dique de contenção conforme o item 4.3.1.1	1/4 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes	1/3 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes	1/4 da soma dos diâmetros dos tanques adjacentes
NOTA - Ver figura 1.			

Tabela 6 - Líquidos sujeitos à ebulição turbilhonar

Tipo de tanque	Proteção	Distância mínima do limite da propriedade onde haja ou possa haver construção, incluindo o lado oposto da via pública, não devendo ser menor que 15 m	Distância mínima do lado mais próximo de qualquer via pública ou qualquer prédio importante na mesma propriedade
Tanque de teto flutuante	Proteção contra exposição ¹⁾	1/2 do diâmetro do tanque	1/6 do diâmetro do tanque
	Nenhuma	o diâmetro do tanque	1/6 do diâmetro do tanque
Tanque de teto fixo	Usando sistema de espuma conforme NBR 7505-4 ou sistema de inertização conforme NFPA 69	o diâmetro do tanque	1/3 do diâmetro do tanque
	Proteção contra exposição ¹⁾	2 vezes o diâmetro do tanque	2/3 do diâmetro do tanque
	Nenhuma	4 vezes o diâmetro do tanque não necessitando ser superior a 105 m	2/3 do diâmetro do tanque

¹⁾ Ver o item "3.22 Proteção contra exposição".

NOTA - Ver figura 1.

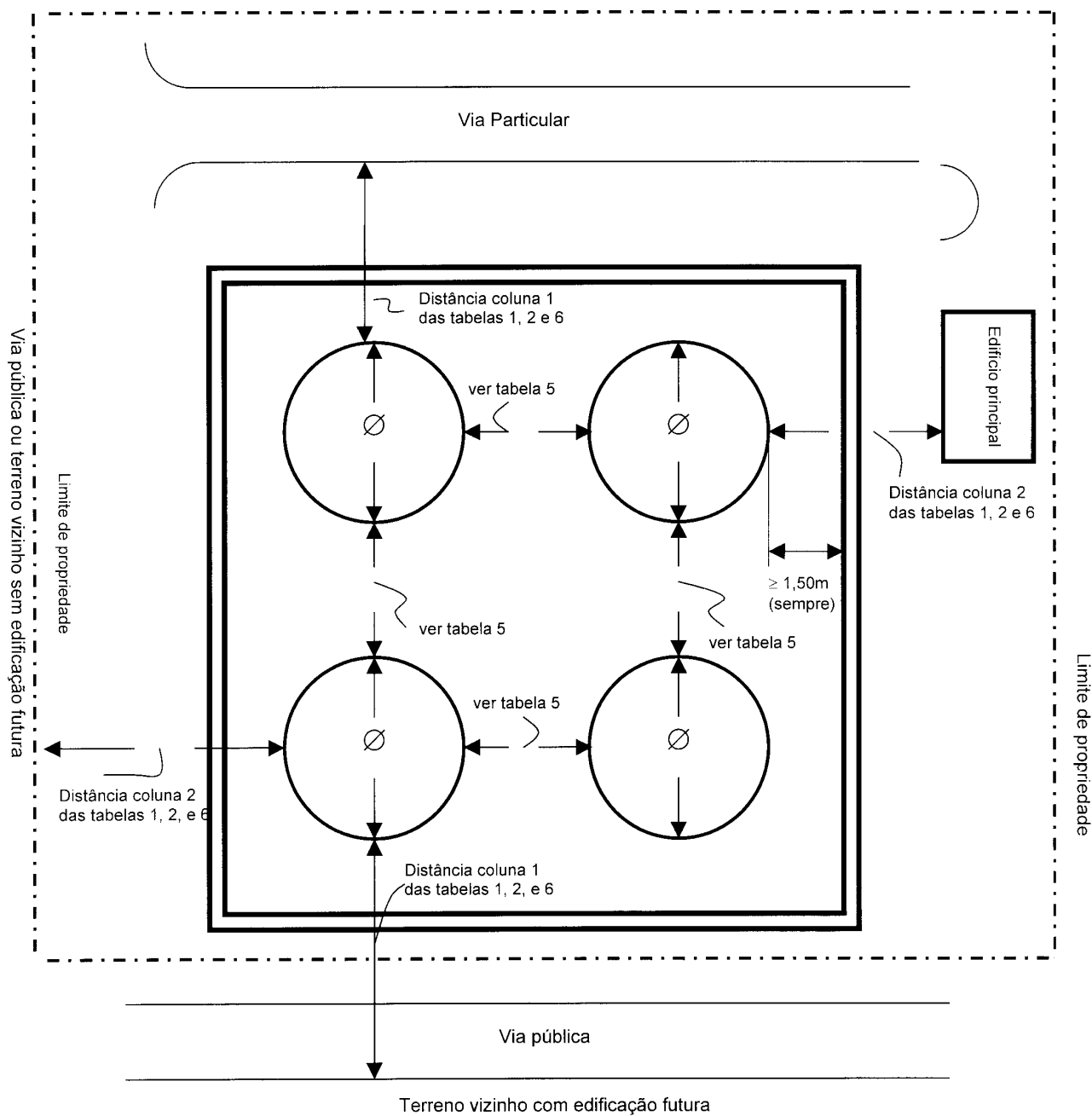


Figura 1 - Desenho ilustrativo para as tabelas 1, 2, 5 e 6