

Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO

Portaria nº 276, de 16 de dezembro de 1993

O Presidente do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, no uso de suas atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973.

Considerando o disposto no artigo 5º da Lei nº 5.966/73, bem como o estabelecido nas Resoluções nº 05/78 e nº 06/78 do CONMETRO;

Considerando que o INMETRO ou entidade por ele credenciada deve atestar a adequação dos veículos e equipamentos ao transporte de produtos perigosos, nos termos dos seus regulamentos técnicos;

Considerando o disposto no Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988, referente a emissão de certificado de capacitação para o transporte rodoviário de produtos perigosos à granel, resolve;

- I Aprovar os seguintes Regulamentos Técnicos da Qualidade:
 - a) RTQ-2 - Revisão 01 - Equipamentos para o Transporte Rodoviário de Produtos à Granel - Construção e Inspeção Inicial (Álcool Etílico Combustível, Álcool Metílico , Querosene, Gasolina, Óleo Diesel e Combustível para Aviões);
 - b) RTQ-34 - Equipamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos à granel – Geral - Construção;
- II O INMETRO promoverá sempre que necessário, a revisão dos Regulamentos aprovados por esta Portaria;
- III Os Regulamentos Técnicos da Qualidade mencionados nos item "Ia" e "Ib" encontram-se a disposição no INMETRO, e nos Órgãos Estaduais conveniados;
- IV Esta Portaria entrará em vigor 1 (um) ano após a data de sua publicação.

Arnaldo Pereira Ribeiro

Presidente do INMETRO

RTQ - 034 - EQUIPAMENTO PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS - GERAL - CONSTRUÇÃO

1 Objetivo

- 1.1 Este Regulamento fixa os requisitos mínimos para a construção de equipamentos utilizados no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos à Granel.
- 1.2 Este Regulamento deve ser utilizado em conjunto com o Regulamento Técnico específico do produto, prevalecendo as especificações deste último, na inexistência de um Regulamento Técnico específico devem ser consultadas as Regulamentações do Code of Federal Regulations - Department of Transportation - (C.F.R. - DOT).
- 1.3 Este Regulamento não é aplicável para equipamentos destinados a transportar produtos perigosos da Classe 2 - Gases Comprimidos, Líquidos dissolvidos sob pressão ou altamente refrigerados, conforme a classificação do Decreto n.º 96.044.

2 Documentos Complementares

Na aplicação deste Regulamento deve-se consultar:

Resolução CONTRAN 692/88;

Regulamento Técnico específico do produto;

RTQ-032 - Veículo rodoviário destinado ao transporte de produtos perigosos - Construção, Instalação e Inspeção de pára-choque traseiro;

RTQ-036 - Revestimento interno de tanque rodoviário de produtos perigosos com resina éster vinílica reforçada com fibra de vidro - Aplicação e Inspeção;

RTM - Regulamento Técnico Metrológico Específico;

NBR-6834 - Alumínio e suas Ligas - Classificação (CB-32);

NBR-6835 - Alumínio e suas Ligas - Têmperas - Classificação (CB-79);

NBR-7501 - Transporte de Produtos Perigosos - Terminologia (TB-188);

NBR-11453 - Pesquisa de Transporte Rodoviário de Carga - Terminologia (TB-352);

ASTM B 209 - Specification for Aluminum and Aluminum Alloy Sheet and Plate;

ASTM A 656 - Specification for Hot-Rolled Structural Steel, High-Strength Low Alloy Plate with Improved Formability;

ASTM A 715 - Specification for Steel Sheet and Strip, High Strength High Rolled and Steel Sheet, Cold Rolled, High Strength, Low Alloy, with Improved Formability;

Código ASME - Seção IX;

Código ASME - Seção II;

Código ASME - Seção VIII - Div. I.

Code of Federal Regulations - Department of Transportation (C.F.R. - DOT).

3 Definições

Para os efeitos deste Regulamento são adotadas as definições de 3.1 a 3.44 e complementado pelas definições da NBR 7501, da NBR 11453 e da Resolução CONTRAN 692/88.

3.1 Abaulamento

Deformação que altera a forma original do tanque, provocando convexidade.

3.2 Agente de inspeção

Entidades que possuem competência e idoneidade para assumir a responsabilidade da execução de serviços destinados a certificação de conformidade pelo INMETRO.

- 3.3 Banda de Rodagem
Parte do pneu que entra em contato com o solo, constituído de elastômeros, produtos têxteis e outros materiais, com determinada forma e desenho, a fim de permitir a aderência ao solo e resistência ao desgaste.
- 3.4 Barreira Química
Camada do revestimento resistente ao meio químico e à abrasão.
- 3.5 Boca de Visita ou Abertura de Inspeção
Abertura destinada a permitir o acesso ao interior do tanque, podendo também ser utilizada como conexão para enchimento. Deve ser provida de tampa com meios apropriados de vedação, estanque a pressão de trabalho.
- 3.6 Calota do Tanque (antepara)
Fechamento estanque da seção transversal do tanque, nas extremidades do mesmo ou entre tanques múltiplos ou seus compartimentos. Também chamado de antepara.
- 3.7 Camada base
Argamassa constituída de resina e cargas minerais balanceadas, com coeficiente de dilatação térmico equivalente ao do substrato.
- 3.8 Carcaça
Estrutura resistente do pneu, constituída de uma ou mais camadas sobrepostas de lonas.
- 3.9 Certificado de Capacitação
Documento de porte obrigatório emitido pelo Agente de Inspeção e que atesta o atendimento do veículo/equipamento, às exigências dos Regulamentos Técnicos do INMETRO, para o transporte rodoviário de produtos perigosos a granel.
- 3.10 Corpo de Prova
Fração do revestimento com iguais características construtivas e estruturais, com no mínimo 1600 cm², aplicado sobre base metálica.
- 3.11 Corpo do Tanque
Superfície do tanque incluindo as calotas do mesmo e quebra-ondas.
- 3.12 Costado do Tanque
Superfície do tanque incluindo as calotas.
- 3.13 Dispositivo de alívio de pressão
Constituem-se dos elementos destinados a permitir que a pressão interna do equipamento não ultrapasse os valores estipulados em normas tais como: válvulas de segurança, discos de ruptura, tampas valvuladas e outros.
- 3.14 Dispositivo de fixação ou dispositivo de canto
Mecanismo para interligar veículo porta-container com o container, através de trava, pino ou encaixe de acoplamento.
- 3.15 Dispositivos operacionais
Dispositivos mecânicos pneumáticos, elétricos e eletrônicos destinados ao acionamento e controle das operações do tanque.
- 3.16 Dolly
Veículo rebocado por meio de articulação, apoiado ou não sobre a unidade de tração do semi-reboque, e destinado a aliviar a carga sobre a unidade de tração, facilitando o deslocamento desta.

- 3.17 Domo
Componente para proteção contra intempéries, choque de objetos estranhos ou proteção mecânica de válvulas e outros acessórios.
- 3.18 Elementos de apoio e fixação
Elementos de apoio e fixação do tanque ao chassi do veículo e ou da suspensão ou ao dispositivo de tração; podendo ser através de grampos, coxins, solda e outros meios.
- 3.19 Empalme
Chapa de reforço soldada ao corpo do tanque, para afixar um acessório ou para distribuir tensões mecânicas.
- 3.20 Equipamento
Conjunto formado pelo tanque e seus dispositivos operacionais.
- 3.21 Flancos
Parte do pneu, compreendida entre os limites da banda de rodagem e os talões.
- 3.22 Freios de emergência
Todos os elementos que permitem reduzir a velocidade do veículo, ou pará-lo em caso de falha do sistema de freio de serviço.
- 3.23 Freio de estacionamento
Todos os elementos que permitem manter o veículo estacionado, mesmo numa superfície inclinada, e particularmente na ausência do condutor.
- 3.24 Freio hidráulico
Sistema de freio que atua nas sapatas de freio, através de ação de um cilindro hidráulico. A pressão do líquido de freio gerado mecanicamente pode ser ampliada através do servo acionador.
- 3.25 Freio pneumático
Sistema de freio a ar comprimido gerado por um compressor e controlado por uma válvula reguladora de pressão, que aplica força na sapata de freio através da ação de um came S ou prisma acoplado à câmara de freio de serviço (cuíca).
- 3.26 Freio de serviço
Todos os elementos que permitem reduzir a velocidade do veículo, ou pará-lo durante o acionamento normal.
- 3.27 Grampos de fixação (orelhas)
Elementos de fixação podendo ser soldados, abrasados ou parafusados na superfície interna ou externa do tanque para sustentar escada, tubulações, conduites, lanternas e outros.
- 3.28 Lonas de pneu
Camada de fios de aço, poliamida (Nylon), viscose (Rayon) ou outros materiais, impregnados com elastômero, com as quais é constituída a carcaça do pneu.
- 3.29 Mossa
Deformação que altera a forma original do tanque, provocando concavidade.
- 3.30 Pneu
Componente da rodagem constituído de elastômero, produtos têxteis, aço e outros materiais que, quando numa roda do veículo e contendo fluído(s) sob pressão, transmitem tração devido à sua aderência ao solo, sustenta elasticamente o peso do veículo e resiste à pressão provocada pela reação do solo.

- 3.31 Pneu reformado
Pneu cuja banda de rodagem, após desgaste durante o uso, passa por um processo no qual uma nova banda de rodagem é aplicada à carcaça.
- 3.32 Poço/Calha
Parte que se projeta do fundo do tanque destinado a facilitar a drenagem descarregamento completo do mesmo.
- 3.33 Pressão de ensaio
É a pressão medida no topo do tanque, quando este está sendo submetido a um ensaio de pressão.
- 3.34 Pressão do projeto
Pressão específica para calcular e determinar as espessuras mínimas das chapas do corpo do tanque e das características de seus dispositivos operacionais.
- 3.35 Pressão de trabalho
É a pressão efetiva de operação do equipamento.
- 3.34 Pressão máxima de trabalho admissível (P.M.T.A.)
É a máxima pressão manométrica admissível no equipamento, estando este na posição de operação para uma determinada temperatura. Esta pressão é determinada nos cálculos efetuados para cada elemento do corpo do tanque ou equipamento, utilizando-se somente as espessuras normais, excluindo-se as margens para corrosão e os acréscimos de espessura requerida para outras cargas. A PMTA é utilizada para regulagem dos dispositivos de alívio de pressão. A pressão do projeto pode ser usada em lugar da PMTA, em todos os casos onde não forem efetuados os cálculos acima referidos, para determinação do valor da PMTA.
- 3.35 Produtos perigosos
Substâncias químicas que, dadas às suas características, possam oferecer, quando em manuseio e transporte, riscos à saúde, à propriedade e ao meio ambiente.
- 3.36 Quebra-onda
Chapa colocada no sentido transversal do tanque sem dividi-lo em compartimentos estanques.
- 3.37 Relatório de inspeção
Documento emitido pelo Agente de Inspeção, que contém o registro dos resultados das inspeções e ou ensaios executados durante a inspeção.
- 3.38 Revestimento
Camada de material quimicamente resistente, com o propósito de isolar o contato direto entre a substância transportada e o substrato do tanque rodoviário.
- 3.39 Sela
Tipo de suporte do tanque que envolve um arco do perímetro, em geral de 120°.
- 3.40 Substrato
Superfície do metal na qual é aplicado um jateamento, e posterior revestimento.
- 3.41 Tanque comboio
Equipamento instalado sobre caminhão utilizado na distribuição de combustível e lubrificantes para máquinas e veículos.
- 3.42 Unidade de carga
Equipamento constituído por um ou mais tanques, compartimentados ou não, montado

- sobre o veículo, podendo ser parte integrante deste último.
- 3.43 Veículo rodoviário
Veículo terrestre destinado a transitar normalmente em vias públicas.
- 3.44 Veículo combinado
Veículo rodoviário constituído da combinação de um veículo rodoviário automotor e um veículo rodoviário rebocado.
- 4 Condições gerais
- 4.1 Uma unidade de carga pode ser construída sob uma determinada especificação ou sob várias especificações.
Cada tanque deve atender a todos os requisitos solicitados na especificação para a qual é certificado.
- 4.2 A estrutura de união entre vários tanques deve atender os requisitos do Capítulo 6.
Todo espaço vazio entre os tanques, deve ser ventilado à atmosfera e conter um dreno de pelo menos 25 mm de diâmetro interno, que deve estar sempre aberto. A estrutura de união deve ter abertura de inspeção em número e tamanho mínimo de 75 mm, suficientes para permitir a adequada inspeção visual da parte interna das estruturas, e das superfícies do tanque. Cada abertura de drenagem e inspeção deve ser de fácil acesso.
- 4.3 Unidades de carga que sejam projetadas para atender a mais de uma especificação, devem conter as necessárias adequações para converter o tanque de uma especificação para outra, indicadas em placa afixada ao tanque.
- 4.4 A pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) do tanque deve ser maior ou igual à maior das seguintes pressões:
- a) a pressão especificada para a carga;
 - b) a pressão de vapor da carga mais volátil a 50°C, mais a pressão estática exercida pela carga de maior massa específica, mais qualquer pressão que possa ser exercida pela atmosfera gasosa dentro do tanque;
 - c) a máxima pressão no tanque durante o carregamento ou descarregamento.
- NOTA: A PMTA definida deve ser então usada no projeto do tanque, como prescrito no Código ASME Seção VIII - Div. I.
- 4.5 Todos os dispositivos operacionais devem ser certificados pelo INMETRO ou entidade por ele credenciada.
- 4.6 As superfícies de acesso à boca de visita e/ou carga, devem possuir características antiderrapantes.
- 4.7 Quando temperaturas maiores do que 50°C forem previstas para operação do tanque, o projeto mecânico do mesmo deve considerar as tensões provocadas pela variação de temperatura.
- 5 Materiais e Espessuras
- 5.1 Todos os materiais para o corpo do tanque, devem ser compatíveis com o produto a ser transportado, e de acordo com a Parte A e B da Seção II do Código ASME, exceto quando determinado de forma diferente em Regulamento Técnico específico, e conforme segue:
- 5.1.1 Aços ASTM A 656 ou ASTM A 715, são permitidos para tanques construídos de acordo com o Código ASME.
- 5.1.2 Ligas de alumínio adequadas para solda e conformação a frio, com têmpera "0", H 32 ou H 34 (ver NBR-6835) - das seguintes especificações:

ABNT	NBR	6834	LIGA	5052
ASTM	B	209	LIGA	5086
ABNT	NBR	6834	LIGA	5154
ABNT	NBR	6834	LIGA	5254
ABNT	NBR	6834	LIGA	5454
ABNT	NBR	6834	LIGA	5654
ABNT	NBR	6834	LIGA	5083

Todas as calotas e quebra-ondas, devem ter têmpera "0" (recozido) ou têmperas maiores. Todos os materiais para o costado devem ter têmpera H 32 ou H 34. Podem ser utilizadas têmperas com tensão de ruptura menor, desde que a espessura mínima indicada no item 6.6 seja aumentada, sendo o aumento inversamente proporcional   varia o da tensão.

- 5.2 As espessuras mínimas para o costado e as calotas, devem ser tais que, as tensões máximas especificadas em 6.1; 6.2; 6.3 ou 6.4 não sejam excedidas.
- 5.3 Prote o contra corrosão ou abrasão
- O tanque ou partes do tanque sujeitas a perda de espessura, por corrosão ou abrasão, causada pela carga, deve ser protegido total ou parcialmente por um acréscimo de espessura conveniente, algum tipo de revestimento ou outro método adequado.
- 5.3.1 Acréscimo para corrosão
- Qualquer espessura adicionada, às mínimas calculadas, como acréscimo para corrosão, não precisa ser totalmente uniforme se diferentes taxas de corrosão forem previstas em áreas diferentes do tanque.
- 5.3.2 Revestimento
- Os materiais de revestimento devem ser imunes ao ataque da carga, não porosos e não menos elástico que o substrato. O revestimento deve fixar-se   parede do tanque por meios apropriados, de tal forma a não conter bolhas, espaços vazios ou perfura es. Qualquer junta, colagem ou solda entre as placas de revestimento, deve ser executada por fusão ou qualquer outros meios adequados. A constru o do tanque revestido e a aplica o do revestimento devem atender os requisitos do RTQ-036.
- 6 Integridade Estrutural
- 6.1 O valor máximo da tensão mecânica, calculada no corpo do tanque num plano normal ao eixo longitudinal médio, não deve exceder   máxima tensão mecânica indicada   Se o VIII - Div. I do código ASME ou 25% da tensão mínima de ruptura especificada para o material, em qualquer ponto do tanque. As forças, cargas e tensões devem levar em considera o o peso máximo da carga, o peso do tanque e das estruturas e acessórios por ele suportados, mas não o das estruturas que o suportam em condi es normais. Os esforços de acelera o, desacelera o e forças laterais, devem ser aplicados separadamente. A combina o de esforços, que produzem a máxima tensão mecânica efetiva, deve ser o determinante. Acréscimos para corrosão, eventualmente utilizados, não devem ser levados em considera o para cálculo das tensões.
- 6.1.1 O projeto e constru o de cada tanque deve considerar todas as cargas estruturais principais, incluindo, mas não limitando-se a: forças dinâmicas, cargas sobrepostas e o efeito de gradientes térmicos entre as mais extremas temperaturas de carga e ambiente. Devem ser também consideradas tensões provocadas por diferenças de coeficientes de dilata o entre materiais diferentes.

6.1.2 Concentrações de tensões que possam ocorrer em reforços, selas ou suportes, devido a cisalhamentos, flexões ou torções, devem ser também consideradas e calculadas de acordo com o apêndice “G” da Seção VIII do Código ASME.

6.2 A análise da integridade estrutural do tanque, deve ser feita utilizando-se as condições especificadas no item 6.1.

As tensões envolvidas não são uniformes em todo o comprimento do tanque. O cálculo das tensões para cada ponto em estudo, e para a pior combinação de esforços que possa ocorrer ao mesmo tempo, deve ser feito de acordo com a seguinte equação:

$$S = 0,5 (S_y + S_x) \pm [0,25 (S_y - S_x) \text{ ao quadrado} + S_s \text{ ao quadrado}] \text{ elevado à potência } 0,5$$

Onde:

S = Tensão efetiva conforme limitada por este item, em N/m².

S_y = Tensão circunferencial de tração devido à pressão interna, em N/m².

S_x = As seguintes tensões de tração ou compressão conforme aplicável [N/m²]:

(1) - A tensão longitudinal de tração devido a pressão interna;

(2) - A tensão de compressão ou tração, resultante da força de desaceleração igual a 0,75 vezes a carga estática do veículo totalmente carregado, aplicada independentemente a cada conjunto de suspensão, na superfície de rolamento;

(3) - A tensão de tração com compressão, causada pelo momento de flexão, resultante da força de desaceleração igual a 0,75 vezes a carga estática do veículo totalmente carregado, aplicada independentemente em cada conjunto de suspensão, na superfície de rolamento;

(4) - A tensão de tração ou compressão, causada pela carga axial, devido a força de aceleração igual 0,75 vezes a carga estática do veículo totalmente carregado, aplicada nos mancais de quinta roda que suporta o veículo;

(5) - A tensão de tração ou compressão, causada pelo momento de flexão, devido à força de aceleração igual a 0,75 vezes a carga estática do veículo totalmente carregado, aplicada nos mancais da quinta roda que suporta o veículo;

(6) - A tensão de tração ou compressão, causada pelo momento devido a força vertical igual a 1,7 vezes a peso próprio do tanque, seus dispositivos e acessórios, e o peso do produto de maior massa específica a ser transportado.

S_s = As seguintes tensões de cisalhamento ou torção conforme aplicável, em N/m²:

(1) - A tensão de cisalhamento vertical, devido a uma força vertical igual a 1,7 vezes o peso próprio do tanque, seus dispositivos e acessórios e o peso do produto de maior massa específica a ser transportado;

(2) - A tensão de cisalhamento lateral, devido a uma força de aceleração lateral igual a 0,4 vezes o peso próprio do tanque, seus dispositivos e acessórios e o peso do produto de maior massa específica a ser transportado, aplicada na superfície de rolamento;

(3) - A tensão de torção, devido a uma força de aceleração lateral igual a 0,4 vezes o peso próprio do tanque, seus dispositivos e acessórios e o peso do produto de maior densidade a ser transportado, aplicada na superfície de rolamento.

6.3 Para atender os requisitos do item 6.1, os cálculos para o corpo do tanque devem incluir os esforços resultantes da PMTA, em combinação com a pressão dinâmica resultante da desaceleração longitudinal de 2 “g”, onde “g” é a massa do produto. Para esta carga, o valor da tensão admissível não deve exceder ao menor valor entre 75% da tensão de ruptura ou do limite de escoamento do material de construção. O maior valor de tensão encontrado dos cálculos indicados em 6.1; 6.2 ou 6.3, deve ser usado.

6.4 A espessura do costado e das calotas menor do que aquela especificada no item 6.3, pode ser utilizada se o tanque for suportado pelo chassi de um veículo ou outra forma de

suporte estrutural, desde que as tensões efetivas prescritas no item 6.2, sejam totalmente estudadas, consideradas e atendidas.

- 6.5 O projeto, construção e instalação de qualquer acessório ao costado ou calotas do tanque, deve procurar minimizar a possibilidade de que danos ou quebra do acessório, venham a afetar a capacidade do tanque de reter o produto.
- 6.5.1 Membros estruturais, sub-estruturas da suspensão, proteções contra acidentes e anéis de reforços externos, devem ser usados como pontos de fixação de acessórios e outros elementos ao tanque, quando aplicável.
- 6.5.2 Elementos de fixação para acessórios leves, tais como: grampos de fixação, conduites, luz de freio, caixas para montagem de lanternas, suportes para placas de risco, devem ser construídos de material menos resistente que o material do tanque e não deve ter espessura maior que 72% da espessura do costado ou das calotas ao qual está fixado. Estes elementos de fixação podem estar diretamente fixados ao tanque (costado ou calotas), se o acessório for projetado e instalado de tal forma que, em caso de quebra, não prejudique a capacidade de retenção do produto contido no tanque.

O elemento de fixação deve ser preso ao tanque por solda contínua, ou de tal maneira que evite a formação de bolsões que possam se tornar pontos de princípios de corrosão.

- 6.5.3 Exceto como previsto nos subitens 6.5.1 e 6.5.2, a soldagem de qualquer aparato ao costado ou calotas, deve ser precedida de um empalme de tal forma que a capacidade de retenção do produto do tanque não seja afetada, caso qualquer força menor que aquela prescrita no item 11.2.1 seja aplicada. A espessura de um empalme não deve ser menor que a espessura do costado ou calota ao qual estiver soldado, nem maior que 1,5 vezes.

Entretanto, um empalme não menor que 4,8 mm pode ser utilizado quando o costado ou calota tiver espessura maior que 4,8 mm (3/16"). Se o empalme contiver furos de alívio, estes devem estar executados no ponto mais baixo e antes que o mesmo seja soldado ao tanque.

Cada empalme deve:

- (1) - Ser 50 mm maior, em qualquer direção, do que o aparato à ele fixado;
- (2) - Ter cantos arredondados e ser construído de forma a minimizar a concentração de tensões no costado ou calota;
- (3) - Ser fixado por solda contínua em todo o seu contorno, exceto em pequenas extensões para drenagem, nos pontos mais baixos.

6.6 Espessuras Mínimas

- 6.6.1 As espessuras nunca devem ser inferiores aos valores estipulados a seguir:

O corpo, as calotas e as tampas não devem ter espessuras inferiores a 5 mm (3/16") quando construídas em aço carbono doce, desde que seu diâmetro não exceda a 1800 mm.

Quando o diâmetro exceder a 1800 mm, a espessura mínima deve ser 6 mm (1/4") quando fabricadas em aço carbono doce.

6.6.2 Para tanques de seção não circular, como por exemplo tanques elípticos ou retangulares o diâmetro utilizado para determinação da espessura mínima deve ser aquele do círculo que possua seção transversal de mesma área transversal. Para tanque de seção não circular o raio de conformação não deve exceder os seguintes valores:

- a) nas laterais 2000 mm;
- b) no fundo e no topo 3000 mm.

- 6.6.3 Aço carbono doce significa o aço carbono que tenha tensão mecânica de ruptura entre

360 e 330 N/mm².

- 6.6.4 Quando o tanque for construído de outros materiais, a “Espessura Mínima Equivalente” deve ser calculada pela seguinte fórmula:

$$C_1 = (21,4 \cdot C_0) / \text{Raiz Cúbica de } (R_{m1}, \text{Delta Um})$$

Fórmula Geral:

$$C_1 = C_0 \cdot \text{Raiz Cúbica de } [(R_{m0} \cdot \text{Delta Zero}) / (R_{m1} \times \text{Delta Um})]$$

Onde:

$$R_{m0} = 360$$

Delta Zero = 27 para aço carbono doce

R_{m1} = Tensão mecânica de ruptura do material usado, em N/mm²

Delta Um = Elongamento de ruptura do metal utilizado, em %

C_0 = Espessura mínima indicada para aço doce, em mm

- 6.6.5 As características adicionais para tanques são:

- (1) - Módulo de resistência transversal mínimo do anel de reforço e de 10cm³;
- (2) - Raio mínimo de dobramento do anel de reforço 2,5 mm;
- (3) - Volume máximo entre divisórias e/ou quebra-ondas igual a 7500 litros;
- (4) - A espessura mínima das divisórias e/ou quebra-ondas deve ser a do corpo;
- (5) - Anteparas e/ou quebra-ondas quando utilizadas, devem ser tipo torisféricos e/ou similares com profundidade da calota de pelo menos 10 cm. Caso não sejam assim construídas, devem ser corrugadas ou reforçadas de tal forma que tenham resistência equivalente. A área do quebra-ondas deve ser de pelo menos 70% da área transversal do tanque.

- 6.7 Espessuras mínimas calculadas para pressões de projetos específicos

A espessura da parte cilíndrica, das calotas e das tampas das bocas de visita nunca devem ser inferiores às calculadas pela seguinte fórmula; ou inferiores às mínimas especificadas no item 6.6:

$$t = (P_c \cdot D) / (2 \cdot \text{Sigma} \cdot \text{Lambda})$$

Onde:

t = espessura, em mm;

D = diâmetro interno, em mm;

P_c = pressão de cálculo, em MPa;

Sigma = tensão admissível, em N/mm²;

Lambda = eficiência de solda.

“Pressão de cálculo significa a pressão teórica, pelo menos igual à pressão de ensaio, a qual de acordo com o risco apresentado pelo produto perigoso, podem em maior ou menor grau exceder a pressão de trabalho, sendo exclusivamente usada para determinação da espessura mínima, independente de qualquer reforço interno ou externo”.

Valores da eficiência de solda - Lambda.

0,8: Quando os cordões de solda são tanto quanto possível inspecionados visualmente dos dois lados e são submetidos a ensaio não destrutivo parcial, especialmente as soldas das conexões;

0,9: Quando as soldas longitudinais, todas as conexões, 25% das soldas

circunferenciais e demais soldas para fixação de acessórios de grande diâmetro, são submetidos a ensaio não destrutivo e submetidos a inspeção visual em ambos os lados;

1,0: Quando todas as soldas são submetidas a ensaio não destrutivo e visualmente inspecionadas dos dois lados. Deve-se providenciar um testemunho de solda.

Na pressão de ensaio a tensão no corpo não deve exceder os valores obtidos pelas relações abaixo. Devendo ser considerado a eficiência das soldas, os efeitos das temperaturas máxima e mínima de carregamento e de trabalho.

(1) Para aços e aços liga com tensão de escoamento (R_e) claramente definida ou com tensão de escoamento definida como 0,2% do alongamento e no caso de aços austeníticos de alongamento máximo 1%:

a) Quando R_e/R_m não excede 0,66,

Então: Sigma menor ou igual a 0,75 R_m

R_m = tensão de ruptura

R_e = tensão de escoamento.

b) Quando R_e/R_m excede 0,66,

Então: Sigma menor ou igual a 0,5 R_m

c) Não se deve utilizar na fabricação de tanques soldados, aços com relação R_e/R_m maior que 0,85.

(2) Para aços e aços liga com tensão de escoamento não claramente definida e caracterizados por uma tensão mínima de ruptura R_m :

Então: Sigma menor ou igual a 0,43 R_m .

(3) Para aços, o alongamento percentual na ruptura não deve ser menor que:

$10000 / \text{tensão de ruptura, em N/mm}^2$.

Porém, em qualquer caso, não deve ser menor que 16% para aços de grão fino e não menor que 20% para os demais. Para ligas de alumínio, o alongamento na ruptura não deve ser menor que 12%.

Nota: No caso de chapas metálicas, o eixo do corpo de prova para o ensaio de tração deve manter ângulos retos com o sentido de laminação. O alongamento na ruptura ($L=5d$) deve ser medido num corpo de prova de seção transversal circular no qual o comprimento (L) é igual a 5 vezes o diâmetro (d). Se forem usados corpos de prova de seção retangular, o comprimento deve ser calculado através da equação:

$$L = 5,65 \cdot \text{Raiz Quadrada de } F_0$$

Onde:

F_0 = área transversal inicial do corpo de prova.

6.8 Estabilidade veicular

A distância entre os pontos externos de contato com o plano de apoio dos pneus esquerdo e direito do veículo, deve ser de no mínimo 90% da altura do centro de gravidade do tanque em relação ao plano de apoio.

7 Juntas Soldadas

7.1 Todas as juntas entre o costado, calotas, quebra-ondas e anéis de fixação de quebra-ondas, devem ser soldadas de acordo com os procedimentos do Código ASME Seção IX.

7.2 Sempre que for possível, todas as soldas devem estar facilmente acessíveis à inspeção.

8 Bocas de Visita

8.1 Cada tanque ou compartimento deve ter acesso por uma boca de visita de 450 mm, no

mínimo, de diâmetro.

- 8.2 Cada tampa de boca de visita, conexão de enchimento, conexão de lavagem, deve ser estruturalmente capaz de resistir, sem vazamento, a uma pressão de pelo menos 250 kPa, ou à pressão de ensaio do tanque, a que for maior. O fabricante de boca de visita, deve verificar o atendimento deste requisito através de ensaio hidrostático de pelo menos 1% (ou uma boca de visita, o que for maior) de cada tipo de boca de visita produzido a cada 03 (três) meses, como segue:
- (1) - A boca de visita, conexão de enchimento ou de lavagem, deve ser ensaiada com seus dispositivos de respiro ou alívio bloqueados. Qualquer vazamento ou deformação que afete a capacidade de retenção do produto deve ser considerado um defeito.
- (2) - Se a boca de visita, conexão de enchimento ou de lavagem for reprovada, então 05 (cinco) outras tampas do mesmo lote devem ser ensaiadas. Se alguma destas 05 (cinco) tampas for reprovada, então todas as tampas do lote devem ser ensaiadas.
- 8.3 Todas as tampas de boca de visita, conexão de enchimento ou de lavagem para serem operadas devem conter um dispositivo de segurança que as impeçam de abrirem completamente quando estiverem sob pressão interna. O procedimento de abertura deve estar descrito em placa afixada à mesma.
- 8.4 Cada tampa de boca de visita e conexão de enchimento, deve ser fixada de maneira que esta não venha a se soltar como resultado de vibrações durante as operações de transporte, impacto devido a capotamento, ou ter dispositivo de proteção de forma que não seja atingida por algum obstáculo.
- 8.5 Toda tampa de boca de visita deve atestar os requisitos do capítulo 08, e indicar por gravação ou outro meio permanente, o seguinte:
- a) nome do fabricante;
- b) pressão de ensaio.
- 9 Elementos de Apoio e Fixação
- 9.1 Os elementos de apoio e fixação, para tanques que não tenham estruturas portantes solidárias, devem impedir a movimentação relativa entre os mesmos. Tais travamentos, devem ser facilmente acessíveis para inspeção, exceto quando encobertos por isolamento térmico.
- 9.2 Tanques construídos parcialmente ou totalmente como parte integrante da estrutura portante, devem ser fixados de tal forma que as tensões resultantes não excedam àquelas especificadas no item 6.1.
- 9.3 O projeto dos elementos deve incluir as tensões especificadas no item 6.2
- 10 Reforços Circunferenciais
- 10.1 Para tanques construídos de chapas com espessura inferior a 9,5 mm (3/8"), deve ser previsto anéis de reforço que podem ser combinados com quebra-ondas, calotas ou qualquer combinação destes, em acréscimo ao reforço apresentado pelas próprias calotas.
- 10.1.1 O posicionamento dos reforços circunferenciais deve permitir que as tensões geradas no material do costado, estruturas e seus reforços, garantam integridade estrutural pelo menos igual à exigida nos itens 6.1 e 6.2. O espaçamento entre os reforços não deve exceder a 1500 mm.
- 10.1.2 Quando houver variação descontínua da área da seção transversal, no sentido longitudinal do tanque, de forma a provocar inclinação superior a 10°, deve ser colocado um reforço no máximo a 25 mm desta descontinuidade, em todo o seu perímetro, a menos que outros tipos de reforços sejam previstos, de tal forma a manter as tensões dentro dos limites estabelecidos no item 6.1
- 10.2 Exceto para chapas sobrepostas e empalmes, nenhum reforço pode recobrir soldas

circunferenciais.

10.3 Os anéis de fixação dos quebra-ondas ou quebra-ondas quando usados como elemento estrutural de reforço, devem conferir ao tanque integridade estrutural exigida no item 6.1 e devem ser soldados circunferencialmente, ao costado. A extensão da solda não deve ser inferior a 50% do perímetro total do tanque e o comprimento de qualquer espaço, não soldado na junção, não deve exceder a 40 vezes a espessura do costado.

10.4 Anéis de Reforço

10.4.1 Anéis quando usados como elemento estrutural, devem ser contínuos por todo o perímetro do tanque e devem ter o módulo de resistência da seção transversal, em relação ao eixo principal paralelo ao costado, igual a pelo menos o determinado pela fórmula a seguir:

W (mín) = 0,0006858DL, para aço carbono/aço liga e aço inoxidável.

W (mín) = 0,001186DL, para liga de alumínio.

Onde:

W = Módulo de resistência da seção transversal, em cm^3 .

D = Largura do tanque ou diâmetro, em cm.

L = Espaçamento dos anéis em cm, isto é, a maior distância entre o ponto médio do trecho não reforçado do costado, de um lado do anel, até o ponto médio do trecho não reforçado do outro lado do anel.

10.4.2 Se o anel de reforço for soldado ao tanque, uma parte do corpo pode ser considerada como parte da seção transversal do anel de reforço, para cálculo do momento de inércia. Isto é permitido desde que pelo menos 50% do perímetro total do tanque seja soldado ao anel e o comprimento de qualquer trecho não soldado não exceda a 40 vezes a espessura do corpo. A porção máxima do corpo, a ser usada com este propósito, deve ser determinada como segue:

N.º Soldas Circunferenciais do Anel de Reforço do Tanque	Distância entre as Soldas Circunferenciais do Anel ao Tanque	Seção do Costado
1	x.x.x.x.x.x.x.x.	20 e
2	Menos que 20 e	20 e + d
3	20 e ou mais	40 e

Onde:

e = espessura do costado;

d = distância entre as soldas do anel de reforço ao costado.

10.4.3 Anéis de reforço quando utilizados para atender ao serviço de vácuo (Pressão Externa) destas especificações devem estar de acordo com o Código ASME - Seção VIII Divisão I.

10.4.4 Se a configuração dos anéis de reforço formar bolsões de ar, este espaço de ar deve ser provido de furos para ventilação e drenagem.

10.4.5 Os anéis de reforços não devem impedir a inspeção visual da solda circunferencial do tanque. Os anéis fechados devem ter abertura mínima de 6mm de diâmetro, na parte inferior do mesmo para dreno.

11 Proteção contra Acidentes

- 11.1 Geral
- Cada tanque com suas tubulações, válvulas, calotas, deve ser projetado e construído de forma a minimizar as perdas potenciais de produto por acidente. O projeto e construção do tanque deve levar em consideração o risco de abrasão, furos, amassamentos, pressões dinâmicas, impactos e forças inerciais.
- 11.1.1 Qualquer domo, poço ou calota de conexão de lavagem, que se projete além da superfície do tanque e que deva reter o produto, segundo qualquer localização no mesmo, deve ser tão resistente quanto a parede do tanque e ter pelo menos a espessura especificada para aquele tipo de tanque. Devem ter proteção contra choques ou acidentes, os tanques que tiverem projeções nos seguintes locais:
- (1) - No terço circunferencial inferior ou perímetro do tanque para seções não circulares, que se estendam além da metade de seu diâmetro do ponto de fixação ao tanque ou mais do que 100 mm da parede do tanque;
- (2) - Nos 2/3 superiores da circunferência do tanque ou 2/3 do perímetro para seções não circulares, que se estendam por mais de 1/4 de seu diâmetro ou 50 mm do ponto de fixação.
- 11.1.2 A proteção referida em 11.1.1, deve ser 1,25 vezes mecanicamente mais resistente do que qualquer dispositivo de proteção a acidentes exigidos, e ser fixado ao tanque de acordo com o determinado em 11.1.4.
- 11.1.3 Saídas, válvulas, calotas, tubulações ou qualquer dispositivo, que quando danificado possa provocar perda do produto, deve ser protegido contra choques conforme aqui especificado.
- 11.1.4 Dispositivo de proteção a acidentes, fixados à parede do tanque, devem ser projetados, construídos e instalados de forma a distribuir os esforços sobre a mesma, mantendo a capacidade do tanque em reter o produto. Dispositivos de proteção a acidentes podem ser projetados para evitar a perda do produto pela sua quebra, causada por esforços superiores aos requeridos por esta especificação. Neste caso, as tensões induzidas pelo dispositivo de proteção, em combinação com as tensões originadas pela PMTA do tanque não devem ser superiores a 75% do limite de ruptura do material.
- 11.1.5 Qualquer acessório que se projete além do dispositivo de proteção, deve ser equipado com uma válvula de bloqueio e um dispositivo de sacrifício, como por exemplo, uma seção de ruptura. O dispositivo de sacrifício deve estar localizado na tubulação, após a válvula de bloqueio, e envolvido pelo dispositivo de proteção para evitar qualquer possibilidade de perda do produto. O dispositivo deve romper-se a não mais que 70% da força necessária para romper o dispositivo de proteção ou a parede do tanque. A quebra do dispositivo de sacrifício deve deixar a válvula de bloqueio, e suas fixações à parede do tanque intactas.
- 11.1.6 Distância Mínima ao Plano de Apoio
- A distância mínima de qualquer componente do tanque ou dispositivo de proteção, e o plano de apoio localizado entre eixos consecutivos de um veículo ou veículo combinado, deve ser de pelo menos 1 mm para cada 25 mm de distância entre eixos e nunca inferior a 300 mm.
- 11.2 Proteção contra Danos no Fundo do Tanque
- Toda saída, tubulação ou projeção localizada no terço inferior do perímetro do tanque, que possa ser danificada em acidentes resultando em perda do produto, deve ser protegida, exceto quando permitido no item 11.1.1.
- 11.2.1 Qualquer proteção contra danos na parte inferior do tanque deve ser capaz de defletir para fora do tanque, uma força de 686 kN (baseada na tensão de ruptura do material) que venha da frente, lateral ou traseira do tanque, uniformemente distribuída no dispositivo de proteção em uma área que não exceda 0,6 m² e tenha largura que não

exceda a 1,8 m. O dispositivo deve estender-se por uma distância adequada, de tal forma que, a tubulação ou outro componente protegido não seja danificado, e em nenhum caso estar a menos 150 mm do componente que possa conter o produto.

- 11.2.2 As conexões de descarga que sejam equipadas com válvulas de fechamento rápido, com sede interna ao tanque, não precisam obedecer ao item anterior desde que sejam protegidas de forma a evitar a perda de produto. Esta proteção deve ter um dispositivo de sacrifício localizado após cada válvula de fechamento rápido com sede interna e dentro de 100 mm do maior raio do tanque ou a 100 mm do poço, mas em nenhum caso a mais de 200 mm do maior raio do tanque.
- O dispositivo deve romper a não mais de 70% da carga requerida para quebrar o elemento que está sendo protegido ou da parede do tanque. A quebra do dispositivo de proteção deve deixar o elemento de retenção do produto, ou parte remanescente e sua fixação ao tanque intactos e capazes de continuar retendo o produto.
- 11.3 Proteção contra Tombamento
- Qualquer fechamento de abertura, incluindo, mas não limitando-se à boca de visita, enchimento ou abertura para inspeção e qualquer válvula, acessório, dispositivo para alívio de pressão, sistema de recuperação de vapor ou outro acessório, localizado nos 2/3 superiores do perímetro do tanque, devem ser protegidos de forma a estarem enclausurados dentro do corpo do tanque ou de um dispositivo de proteção contra tombamento ou sendo 1,25 vezes mecanicamente mais resistente quanto qualquer outro método de proteção requerido.
- 11.3.1 Dispositivos de proteção contra tombamento devem ser projetados e instalados, de forma a suportarem uma carga normal (perpendicular à superfície do tanque) e tangencial ao corpo do tanque de qualquer direção (perpendicular à carga normal), igual a pelo menos 02 vezes o peso do veículo carregado, baseado na tensão de ruptura do material utilizado. Estas cargas de projeto podem ser consideradas independentemente. Se mais de um dispositivo de proteção contra tombamento for utilizado, cada dispositivo deve ser capaz de suportar sua parcela proporcional de esforço, provocada pelas cargas requeridas e em cada caso pelo menos 1/4 da carga tangencial total requerida. O projeto deve mostrar-se capaz de suportar as cargas requeridas através de cálculos, ensaios ou combinação de ensaios e cálculos. Deformações dos dispositivos de proteção são aceitáveis desde que os elementos a serem protegidos não sejam danificados.
- 11.3.2 Se o dispositivo de proteção contra tombamento permitir a acumulação de líquido no topo do tanque, este deve ser provido de drenagem que conduza o líquido a um ponto seguro e afastado de qualquer elemento estrutural do tanque ou do veículo.
- 11.4 Proteção Traseira
- 11.4.1 Todo tanque deve conter dispositivo de proteção contra colisão traseira para proteger o tanque e a tubulação e reduzir a probabilidade de ocorrência de danos que possam causar a perda do produto. O dispositivo de proteção traseira deve atender ao Regulamento RTQ-032.
- 11.4.2 A face do dispositivo de proteção traseira deve estar a pelo menos 150 mm de qualquer componente usado para carregamento e descarregamento ou que possa conter o produto, de modo a evitar que qualquer esforço seja aplicado ao tanque ou componente do tanque em caso de acidente.
- 12 Bombas, Tubulações, Mangueiras e Conexões
- 12.1 Qualquer bomba de carregamento ou descarregamento montada em uma unidade de carga que possa pressurizar o tanque, deve dispor de meios para ser fechada automaticamente e evitar que seja ultrapassada a PMTA do tanque e seus acessórios.
- 12.2 Toda tubulação, mangueira, válvula de bloqueio, tampões e dispositivos de retenção do produto, devem ser projetados pelo menos para uma pressão de ruptura de 700

kPa e não menos que 04 vezes a PMTA do tanque. Cada acoplamento de mangueira, deve ser projetado para não romper a uma pressão menor que 1,2 vezes a pressão de ruptura da mangueira, devendo ser projetado de tal forma que quando conectado não apresente vazamento.

- 12.3 Deve-se prover meios para propiciar expansão e contração das tubulações e se evitar quaisquer danos causados por expansões, contrações, vibrações e flexões. Juntas de dilatação tipo "Slip Joint", não devem ser utilizadas com este propósito.
- 12.4 Qualquer dispositivo de aquecimento, quando instalado, deve ser construído de tal forma que se danificado ou quebrado não provoque vazamento do produto.
- 12.5 Qualquer dispositivo de medição, carregamento e descarregamento, incluindo suas válvulas, devem possuir meios efetivos de fechamento para evitar vazamentos.
- 12.6 A fixação e construção de cada tubulação de carregamento/d Descarregamento deve ter resistência suficiente ou ser protegida por um dispositivo de sacrifício, de forma que qualquer esforço aplicado pelas linhas conectadas ao tanque, não causem danos que resultem em perda do produto.
- 12.7 A utilização de tubos não metálicos, válvulas ou conexões, que não sejam tão resistentes a esforços ou calor, quanto o material do tanque, só é permitida após os dispositivos de retenção do produto.
- 13 Alívio de Pressão
 - 13.1 Todo tanque deve ter um sistema de alívio de pressão, e quando necessário, um sistema de alívio de vácuo de acordo com 13.2, 13.3 e com o seu regulamento específico. O sistema de alívio de pressão e vácuo, deve ter capacidade suficiente para evitar que o tanque venha a romper, ou sofrer colapso, devido ao aumento ou diminuição da pressão resultante de aquecimento, resfriamento, carregamento ou descarregamento.
 - 13.2 Localização dos Dispositivos de Alívio

Todo dispositivo de alívio deve estar em contato com o espaço de gás ou vapor do tanque, em uma posição tão próxima quanto possível da boca de visita do tanque.
 - 13.2.1 A descarga de qualquer dispositivo de alívio de pressão, não deve sofrer nenhuma restrição ou bloqueio. Dispositivos de proteção, que visem defletir o fluxo de vapor são permitidos, desde que a capacidade de descarga não seja afetada.
 - 13.3 Tipos de Construção dos Sistemas e Dispositivos de Alívio
 - 13.3.1 Cada tanque deve conter um sistema primário de alívio de pressão, constituído de uma ou mais válvulas de segurança de retorno por mola. Um sistema secundário de alívio de pressão constituído por outra válvula em paralelo com o sistema primário, pode ser utilizado para aumentar a capacidade de alívio do tanque. Dispositivos de alívio que não retornem à posição de fechamento após acionados, não devem ser utilizados, exceto quando em série com dispositivos que retornem à posição de fechamento.
 - 13.3.1.1 Dispositivos atuados por gravidade não devem ser utilizados.
 - 13.3.2 Se um disco de ruptura é colocado em série com um dispositivo de segurança que retorne à posição fechada, o espaço entre o disco de ruptura e o dispositivo deve ter um furo delator para permitir a observação da ruptura do disco ou vazamento, que possa causar mau funcionamento do sistema de alívio. O disco de ruptura deve romper à pressão estabelecida no item 13.4.1. O furo delator deve conter manômetro apropriado com banho de glicerina.
 - 13.3.3 Todo sistema de alívio de pressão, deve ser projetado para que evite a perda do produto em casos de elevação abrupta da pressão, acidentes ou tombamentos do veículo, independentemente de sua posição.
 - 13.3.4 Todo dispositivo de alívio de pressão, deve operar em caso de aumento de pressão,

acima da pressão de ajuste.

- 13.3.5 Todo dispositivo de alívio de pressão que após aberto retorne à posição fechada, deve ser instalado de tal forma que, se a pressão de ajuste for alterada, isto possa ser percebido e corrigido.
- 13.3.6 Nenhuma válvula de bloqueio ou outro elemento que possa impedir o funcionamento do dispositivo de alívio de pressão pode ser instalada no sistema.
- 13.3.7 O sistema de alívio de pressão deve ser montado, protegido e drenado de forma a minimizar o acúmulo de qualquer material que possa restringir a sua capacidade de funcionamento.
- 13.4 Regulagem dos Sistemas de Alívio de Pressão
- 13.4.1 Sistema Primário de Alívio de Pressão
- A menos que, de outra forma, o Regulamento Técnico específico determine, cada dispositivo de alívio do sistema primário deve estar totalmente aberto, no máximo 1,2 vezes a PMTA e deve começar a abrir a não menos do que a pressão de ajuste, e a não mais que 1,1 vezes a pressão de ajuste. A válvula deve fechar-se a não menos que 0,9 vezes a pressão de ajuste e manter-se fechada a pressões inferiores.
- 13.4.2 Sistema Secundário de Alívio de Pressão
- Todo sistema de alívio de pressão, usado como um sistema secundário, deve ser ajustado para descarregar a não menos que 1,2 vezes a PMTA e estar totalmente aberto a 1,5 vezes a PMTA.
- 13.5 Capacidade de Descarga dos Sistemas de Alívio de Pressão
- 13.5.1 Os sistemas de alívio de pressão (primário e secundário, incluindo qualquer tubulação) uma vez totalmente abertos, devem ter capacidade suficiente de alívio para limitar a pressão interna do tanque a não mais do que 1,5 vezes a PMTA. A vazão total não deve ser menor do que o indicado na Tabela a seguir, exceto quando estabelecida de forma diferente no RT específico.

Tabela - Vazão Mínima Requerida

(em m³/h de ar e 15,6°C e 101,3 kPa)

Área Exposta ao Fogo, em m ²	Vazão, em m ³ /h de ar
2	480
3	720
4	960
5	1200
6	1400
7	1700
8	1900
9	2200
10	2400
12	2900
15	3600
18	4300
20	5200

Área Exposta ao Fogo, em m ²	Vazão, em m ³ /h de ar
23	5700
25	5900
28	6400
30	6700
35	7100
40	7700
45	8200
50	8800
55	9300
60	9800
65	10300
70	10800
75	11200
80	11600
85	12100
90	12500
95	12900

Nota: Para outros valores deve-se interpolar.

13.5.2 Sistema de Alívio Primário

A menos que seja determinado de outra forma em RT específico, o sistema de alívio primário deve ter uma vazão mínima de 340 m³/h para cada 32,5 m² de área exposta do tanque, mas em qualquer caso pelo menos 1/4 da capacidade total requerida para o tanque.

13.5.3 Sistema de Alívio Secundário

Se o sistema primário não suportar a vazão total requerida para o tanque, a capacidade a ser complementada deve ser obtida através do sistema secundário.

13.6 Certificação dos Dispositivos de Alívio

Qualquer dispositivo de alívio, incluindo válvulas de segurança, discos de ruptura, válvulas quebra-vácuo e suas combinações, devem ter Certificado que ateste suas características.

13.7 Ensaio de Certificação de Capacidade de Alívio

Cada modelo de dispositivo de alívio de pressão deve ser amplamente ensaiado conforme normas aplicáveis antes de ser utilizado.

13.8 Identificação dos Dispositivos de Alívio

Todo dispositivo de alívio de pressão deve ser identificado conforme segue:

- (1) - nome do fabricante;
- (2) - número do modelo;
- (3) - pressão de ajuste;

(4) - vazão medida, em m³/h, indicando a que pressão.

14 Sistema de Descarregamento/Carregamento

14.1 Qualquer ponto de saída do tanque que possa conter o produto, em qualquer posição do tanque, deve ser equipado com uma válvula de bloqueio, ou outro dispositivo de fechamento que seja estanque, de acordo com as especificações a seguir:

Todo ponto de carregamento/d Descarregamento deve ser equipado com válvula interna ou externa de fechamento automático, localizada tão perto quanto possível do corpo do tanque.

Cada válvula de bloqueio deve ser projetada para que durante o transporte esteja seguramente fechada, de tal forma que, se o mecanismo de fechamento for arrancado ou danificado em um acidente, a válvula permanece fechada e com capacidade de reter o produto.

Para válvulas externas, a função de fechamento automático é requerida somente para emergência tais como fogo ou ruptura da mangueira.

Durante a operação de carregamento e descarregamento, a válvula pode ser manualmente operada. Como suplementação aos meios normais de fechamento, cada válvula interna e externa de fechamento automático deve ser provida de um dispositivo de fechamento à distância, localizada a mais de 03 metros do ponto de descarga, conforme especificado em 14.1.1. Os acionamentos por cabo destes dispositivos devem ser resistentes à corrosão e operacionais em todos os tipos de ambientes e em qualquer clima.

14.1.1 Para tanques destinados ao transporte de líquidos inflamáveis, tóxicos e oxidantes, o sistema de fechamento à distância deve ser acionado por meios manuais ou mecânicos.

Cada válvula de bloqueio deve ser fechada por meio de um sistema automático, em caso de fogo, acionado termicamente, colocado tão próximo quanto possível da conexão de carregamento/d Descarregamento.

Meios de fechamento acionados termicamente devem ser ativados a uma temperatura não superior a 120°C.

14.2 Cada conexão de carregamento/d Descarregamento que se estenda além da válvula de bloqueio de fechamento automático, deve conter outra válvula de bloqueio na extremidade da conexão.

14.2.1 Sempre que a válvula de fechamento primária não for do tipo interna, a tubulação de saída deve conter uma seção frágil após esta válvula, que preserve a integridade da mesma em caso de choques.

14.2.2 Para tanques de carga destinado à outros produtos que não os especificados em 14.1.1., o mecanismo de fechamento à distância pode ser acionado somente por meios manuais ou mecânicos.

15 Volume de Expansão

A porcentagem do volume vazio a ser deixado nos tanques para carregamento de líquido à temperatura ambiente não deve ser menor que os valores determinados pelas fórmulas a seguir, conforme aplicável:

15.1 Para produtos inflamáveis sem outro risco adicional (p.e. tóxico, corrosivo), em tanques equipados com válvula de respiro ou com válvula de segurança, mesmo quando esta estiver precedida por um disco de ruptura.

$$V\% = 100 - [100 / 1 + ALFA (50 - tf)]$$

15.2 Para produtos corrosivos (inflamáveis ou não) em tanques equipados com válvula de segurança, mesmo quando precedida por um disco de ruptura.

$$V\% = 100 - [98 / 1 + ALFA (50 - tf)]$$

- 15.3 Para produtos de baixa toxidez ou levemente corrosivos (inflamáveis ou não) em tanques hermeticamente selados sem válvula de segurança (vide nota):

$$V\% = 100 - [97 / 1 + ALFA (50 - tf)]$$

- 15.4 Para produtos tóxicos, altamente tóxicos, corrosivos e altamente corrosivos (inflamáveis ou não) em tanques hermeticamente selados sem válvula de segurança:

$$V\% = 100 - [95 / 1 + ALFA (50 - tf)]$$

Nas fórmulas apresentadas em 15.1; 15.2; 15.3 e 15.4, ALFA representa o coeficiente médio de expansão dos líquidos entre 15°C e 50°C, ou seja, para uma variação máxima de temperatura de 35°C.

$$ALFA = (d15 - d50) / (35 \cdot d50)$$

Onde: d15 e d50 são as densidades relativas do líquido a 15°C e 50°C e tf é a temperatura de carregamento do produto.

As equações de 15.1 à 15.4 não devem ser utilizadas quando o líquido é mantido a mais de 50°C durante o transporte, por meio de qualquer dispositivo de aquecimento.

- 15.5 Quando produtos quentes são transportados, a temperatura externa do tanque ou do isolamento térmico não deve exceder 70°C durante o transporte.
- 15.6 Tanques que não possuem quebra-ondas não devem ter espaço vazio superior a 20% do seu volume geométrico.
- 15.7 Os tanques devem conter indicação do nível máximo e mínimo a ser atingido durante o transporte. Este item deve ser provido pelo fabricante do equipamento.

Indicadores de nível não podem ser construídos em materiais que possam se romper, como por exemplo o vidro.

Nota: Tanques hermeticamente selados são aqueles que são construídos para operarem sem válvula de segurança. Tanques hermeticamente selados devem ser projetados para suportar envolvimento ao fogo por pelo menos 30 minutos.

Tanques com válvula de segurança precedida por um disco de ruptura podem, para efeitos práticos, ser considerados como hermeticamente selados.

16 Recomendações para Carregamento e Transporte

- 16.1 Quando a temperatura do produto exceder a 50°C, o carregamento deve ser executado de forma a garantir que, durante o transporte, o espaço vazio do tanque nunca seja reduzido a menos de 5%. Nessa condição, ou seja, quando a temperatura do produto no carregamento exceder a 50°C, deve-se também controlar a temperatura durante o transporte, para que a mesma nunca ultrapasse a de carregamento.
- 16.2 Os tanques devem ser cuidadosamente fechados antes de serem despachados de tal forma a evitar vazamentos. As saídas de produto devem ser fechadas através de tampas roscadas ou flanges cegos, conforme o caso, ou outros dispositivos confiáveis.
- A vedação dos bocais dos equipamentos, particularmente na parte superior, nas bocas de visita, tubo pescador, etc., deve ser verificada pelo expedidor após a operação de carregamento.
- 16.3 Quando as tubulações tiverem mais de uma válvula de fechamento, aquela que estiver mais próxima ao tanque deve ser a primeira a ser fechada.
- 16.4 Os tanques, cheios ou vazios, não devem trafegar com resíduos de produtos em sua superfície externa.
- 16.5 Tanques que trafegam vazios, porém sujos e contaminados em seu interior, devem estar com todos os dispositivos operacionais fechados como se estivessem cheios.
- 16.6 As tubulações e mangueiras, quando houver, devem estar completamente drenadas durante o tráfego, estejam os tanques cheios ou vazios.

- 16.7 A temperatura de carregamento não deve exceder 50°, a menos que temperaturas maiores sejam previstas pelo fabricante do equipamento, deve-se evitar a formação de vácuo devido ao resfriamento do produto para evitar danos ao equipamento, devendo também serem observados os volumes para expansão recomendados no Capítulo 15.
- 17 Ensaio de Pressão e Estanqueidade
- 17.1 Todo tanque deve ser ensaiado conforme 17.1.1 e 17.1.2, e de acordo com seu RT específico.
- 17.1.1 Ensaio de Pressão
- Cada tanque ou compartimento deve ser ensaiado, hidrosticamente ou pneumaticamente.
- Cada tanque, de tanques múltiplos ou compartimentos, deve ser ensaiado com o adjacente vazio e à pressão atmosférica.
- Os dispositivos de fechamento devem estar montados durante o ensaio, exceto as válvulas de segurança e os dispositivos de respiro, que atuam a pressão menor do que a do ensaio. Se os dispositivos de respiro não forem removidos durante o ensaio, os mesmos devem ser bloqueados por um clipe, tampão, plug ou outro meio efetivo de bloqueio, os quais não devem evitar a detecção de vazamentos. Dispositivos de bloqueio devem ser removidos imediatamente após o ensaio. Os métodos de ensaio hidrostático e pneumático são descritos a seguir:
- (1) Ensaio Hidrostático
- Cada tanque, incluindo os domos, deve ser completado com água ou outro líquido que tenha viscosidade similar e cuja temperatura não exceda a 40°C. O tanque deve ser então pressurizado conforme determinado no RT específico, a pressão deve ser medida no topo do tanque e mantida por pelo menos 10 minutos durante os quais o tanque deve ser inspecionado para verificar vazamento, deformações e outros defeitos.
- (2) Ensaio Pneumático
- O ensaio pneumático pode ser usado em lugar do ensaio hidrostático, cuja pressão deve estar de acordo com o RT específico. O tanque deve ser pressurizado com ar ou outro gás similar. A pressão de ensaio deve ser atingida gradualmente, aumentando-se a pressão à metade da pressão do ensaio. Posteriormente, a pressão deve ser aumentada em incrementos de aproximadamente 1/10 da pressão de ensaio, até que a mesma seja atingida. A pressão de ensaio deve ser mantida por pelo menos 05 minutos e, em seguida, reduzida até a pressão de inspeção estipulada no RT específico, que deve ser mantida até que toda a superfície do tanque seja examinada. O método de inspeção consiste em “cobrir” toda a superfície do tanque, especialmente as juntas, com uma solução de sabão e água ou outro método igualmente sensível. Proteção adequada deve ser providenciada de forma a preservar trabalhadores e outras pessoas, caso alguma falha possa ocorrer.
- 17.1.2 Ensaio de Estanqueidade (quando utilizar)
- O tanque, com todos os seus acessórios montados e operantes, deve passar por ensaio de estanqueidade a não menos que 0,8 vezes a PMTA, mantida por pelo menos 05 minutos.
- 17.2 Todo tanque que apresentar vazamentos, abaulamentos ou qualquer outro sinal de defeito, deve ser rejeitado. Os tanques rejeitados devem ser adequadamente reparados e ensaiados. O reensaio após qualquer reparo deve utilizar o mesmo método de ensaio, segundo o qual o tanque foi originalmente rejeitado.
- 18 Porta Placas
- Os tanques devem conter porta placas para o rótulo de risco e painel de segurança, para cada compartimento, exceto quando for transportado o mesmo produto em todos os compartimentos.

EQUIPAMENTO PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS À GRANEL - CONSTRUÇÃO E INSPEÇÃO INICIAL

1 Objetivo

- 1.1 Este Regulamento Técnico fixa requisitos mínimos para a construção e inspeção inicial de equipamentos utilizados no transporte rodoviário de produtos perigosos à granel discriminados a seguir:

Produto	N.º ONU	Classe Risco	N.º Risco
Álcool Etílico (combustível)	1170	3	33
Querosene	1223	3	30
Óleo Diesel	1203	3	33
Gasolina	1203	3	33
Combustível p/Aviões	1863	3	-
Álcool Metílico	1230	3	336

- 1.2 Este Regulamento destina-se a tanques a serem fabricados em aço carbono, aços inoxidáveis e alumínio.

- 1.3 Este Regulamento não se aplica a equipamentos carregados sob vácuo.

2 Documentos Complementares

Na aplicação deste Regulamento é necessário consultar:

RTQ-034 -Equipamento para transporte rodoviário de produtos perigosos à granel - Geral - Construção

RTM -Regulamento técnico metrológico - Específico

RTQ-032 -Veículo rodoviário destinado ao transporte de produtos perigosos - Construção e instalação de pára-choque traseiro

NBR-6006 -Classificação por composição química dos aços para construção mecânica - Procedimento

NBR-6673 -Produtos planos de aço - Determinação das propriedades mecânicas à tração

NBR-7501 -Transporte de produtos perigosos - Terminologia (TB-188)

NBR-11453 - Pesquisa de transporte rodoviário de carga - Terminologia (TB-352)

Código ASME - Sec. VIII - Div. I

Código ASME - Sec. IX

3 Definições

Para os efeitos deste Regulamento são adotadas as definições do RTQ-034, da NBR 7501 e da NBR 11453.

4 Construção

4.1 Condições Gerais

- 4.1.1 O projeto do equipamento deve atender as especificações deste Regulamento, do Regulamento Técnico Metrológico Específico e do RTQ-34 no que for aplicável.

- 4.1.2 A pressão de projeto do tanque não deve ser menor que 20 kPa, e não maior do que 30 kPa.
- 4.1.3 O tanque deve ser construído conforme o código ASME Seção VIII - Div. I, com exceção dos requisitos de elaboração de dados construtivos e dos parágrafos UG 12, 34, 81, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 11,22 (g) 32(e), 35, 44, 76, 97 e UW 13.1(f):
- a) calotas conformadas devem ter o raio de rebordeamento de 03 vezes a espessura do material e, em nenhum caso, menor que 12 mm. São permitidas calotas encaixadas ou sobrepostas ao costado, soldada com solda filete, desde que suas espessuras estejam de acordo com este Regulamento;
 - b) a pré-curvatura estabelecida no código ASME seção VIII - Div. I - Parágrafo UG 79, não é necessária para costados da seção transversal não circulares;
 - c) quando aplicável, o espaçamento máximo entre quebra-ondas e entre calotas e quebra-ondas é 1,5 m, e quando utilizado como elemento estrutural e/ou de reforço, deve atender ao RTQ-034 item 06 e 10.
- 4.1.4 Os esforços mecânicos devem ser avaliados conforme RTQ-034 no item referente a integridade estrutural.
- 4.1.5 Todos os dispositivos operacionais de segurança devem ser certificados pelo INMETRO, órgão ou entidade por ele credenciada.
- 4.1.6 Os tanques devem possuir piso antiderrapante na parte superior. Este pode ser executado em chapa apropriada ou de tinta de alta espessura com impregnação de areia ou material similar.
- Caso o tanque possua plataforma para circulação do operador este item não se aplica.
- 4.1.7 O equipamento deve possuir no mínimo 02 (dois) pontos de aterramento, um em cada lateral, próximo à descarga, devemos ser de material não ferroso e isento de pintura.
- 4.2 Condições Específicas
- 4.2.1 Os materiais e espessuras devem atender ao estipulado no RTQ-034.
- Outras classificações de aço carbono, além das mencionadas na NBR-6006, podem ser utilizadas desde que atendam ao estabelecido abaixo.
- As chapas de aço carbono para tais tanques devem preencher no mínimo os seguintes requisitos:
- a) tensão de escoamento mínima de 175 N/mm²;
 - b) tensão de ruptura de 315 N/mm²;
 - c) alongamento mínimo de 20%, para corpo de prova padrão de 51 mm, conforme NBR-6673.
- 4.2.2 Admitem-se espessuras diferentes das indicadas no RTQ-034, conforme indicado a seguir, porém, em nenhum caso inferior a 3 mm, independente do material.
- 4.2.2.1 Para tanque de seção não circular os raios de conformação não devem ser maiores que 2000 mm nas laterais e 3000 mm no topo ou no fundo.
- 4.2.2.2 Pode-se construir tanques de seção regular de tal forma que os cantos sejam arredondados e a parte reta vertical remanescente seja no máximo 30% da altura total e as espessuras sejam aquelas indicadas no RTQ-034.
- 4.2.2.3 Para tanques, de no máximo 5.000 litros ou divididos em compartimentos de no máximo 5.000 litros permitem-se as seguintes espessuras:

Raio de Curvatura (mm)	Volume (L)	Espessura Mínima Aço Carbono (mm)
< 2000	≤ 5000	3
2000 - 3000	≤ 3500	3
> 3000	> 3500 ≤ 4000	4

- 4.2.3 As especificações referentes à integridade estrutural, juntas soldadas, tampas, bocas de visita, elementos de fixação e apoio, reforços perimetrais, proteção contra acidentes, conexões e dispositivos de medição, devem atender ao RTQ-034 e ao Regulamento Técnico Metroológico, específico quando aplicável.
- 4.2.4 O tanque ou compartimento deve estar equipado com dispositivo de alívio de pressão, de acordo com RTQ-034, além de um ou mais dispositivos de alívio de vácuo e válvula de respiro para permitir o equilíbrio de pressão e devem impedir a perda do produto em caso de tombamento.
- 4.2.4.1 Os tanques devem estar equipados com válvulas de respiro ajustadas para abrir à pressão de 20 kPa.
- 4.2.5 Além dos requisitos estipulados no RTQ-034, os dispositivos de alívio de pressão devem:
- ser ajustados para abrir a 1,1 vezes a pressão de projeto e não abaixo de 20 kPa;
 - fechar completamente a uma pressão não menor que 0,8 vezes a pressão do projeto.
- 4.2.5.1 Válvulas de vácuo devem ter dispositivos corta-chamas.
- 4.2.6 As válvulas de alívio de vácuo devem ser reguladas para abrir no máximo 2,6 kPa de vácuo.
- 4.2.7 A capacidade total do sistema de alívio de pressão deve limitar a pressão máxima no interior do tanque à pressão de projeto e atender no mínimo ao estabelecido na Tabela “Vazão Mínima Requerida” do RTQ-034.
- 4.2.7.1 A válvula de alívio primária deve ter vazão de 170 m³/h de ar, no máximo à pressão de ensaio.
- 4.2.7.2 A vazão do sistema de alívio e vácuo deve ser suficiente para limitar a pressão negativa (vácuo) no tanque a 7 kPa.
- 4.2.8 Todos os sistemas de descarregamento devem atender ao RTQ-034, porém, as válvulas de fundo devem ser de fechamento rápido com acionamento à distância e acionamento de emergência.
- 4.2.9 O tanque deve ser submetido a ensaio de pressão e estanqueidade, de acordo com o especificado no RTQ-034.
- 4.2.9.1 A pressão de ensaio hidrostático não deve ser menor que 20 kPa.
- Nota: Sempre que possível, recomenda-se aplicar ensaio hidrostático.
- 4.2.10O equipamento deve possuir porta mangote.
- 4.2.11 O fabricante do equipamento deve afixar ao mesmo, após a sua aprovação, uma placa de identificação do fabricante, conforme Figura anexa, fabricada de material resistente às intempéries e contendo as seguintes inscrições em alto-relevo:
- identificação do fabricante;
 - número de série de fabricação;
 - data de fabricação (mês e ano);

- d) normas de fabricação;
- e) produto(s) ou indicação do RT;
- f) capacidade nominal (m³ ou L);
- g) espessura mínima de projeto (mm);
- h) espessura original:
 - calota (mm) - costado (mm);
- i) tara original (t);
- j) pressão máxima de operação (kPa);
- k) temperatura de operação (°C).

5 Inspeção Inicial

Após a aprovação do equipamento, o mesmo deve receber uma placa de identificação e uma de inspeção padronizadas pelo INMETRO, devendo ser afixadas no suporte para placas, na sua lateral esquerda a uma distância de 500 mm da sua calota dianteira.

A remoção destas placas é privativa dos Agentes de Inspeção credenciados pelo INMETRO. Também deve ser afixada a placa de identificação do fabricante na lateral esquerda a uma distância de 500 mm da sua calota dianteira.

5.1 Material

Os materiais devem estar de acordo com o especificado no RTQ-034 e neste Regulamento.

5.2 Juntas

O equipamento deve ser submetido à rotina de inspeção inicial, de tal forma a certificar-se que o mesmo atende aos requisitos deste Regulamento Técnico, com vistas à sua aprovação.

5.2.1 Atestar a qualificação dos procedimentos de soldagem de acordo com o código ASME Sec. IX.

5.2.2 O Agente Inspetor deve constatar que o fabricante está utilizando na fabricação os procedimentos e soldadores qualificados previamente.

5.2.3 Chanfros devem ser verificados em função dos desenhos aprovados, normas impostas e procedimentos aprovados, atestando-se a homogeneidade da geometria e a isenção de defeitos superficiais.

5.3 Exame Visual dos Cordões de Solda

Deve ser feito tanto interno como externo, para verificação da existência de defeitos superficiais e irregularidades acentuadas no perfil do cordão de solda.

5.4 Espessura de Parede

Comprovar que espessura do corpo do tanque do equipamento atende às exigências do Capítulo 4 deste Regulamento.

5.5 Fixação de Acessórios e Implementos

Verificar se os empalmes atendem ao estipulado no RTQ-034.

5.6 Dispositivos Operacionais

5.6.1 Devem atender ao RTQ-034 e itens 4.2.4 a 4.2.8 deste Regulamento.

5.6.2 Confirmar se os materiais utilizados na fabricação dos dispositivos operacionais são compatíveis com os produtos a serem transportados.

5.7 Dispositivos de Alívio de Pressão e Vácuo

- 5.7.1 Verificar se os dispositivos de alívio de pressão atendem às condições prescritas no Capítulo 4 deste Regulamento e RTQ-034.
- 5.8 Sistema de Carregamento e Descarregamento
- 5.8.1 Verificar se as conexões, as válvulas de fundo, a boca de visita e a tubulação de descarga atendem às exigências deste Regulamento.
- 5.9 Sistema de Aterramento
Verificar a existência de pontos adequados para aterramento, mínimo de 02 pontos, um em cada lateral, próximos à descarga.
- 5.10 Elementos de Apoio e Fixação
Verificar a rigidez da fixação, incluindo a sanidade das soldas.
- 5.11 Ensaio Hidrostático
- 5.11.1 O ensaio hidrostático é efetuado de acordo com o parágrafo 4.2.9.1 deste Regulamento.
- 5.11.2 A pressão do ensaio hidrostático deve ser mantida durante o tempo necessário para verificação da estanqueidade de todas as juntas presentes no corpo do tanque, não devendo nunca ser inferior a 10 minutos.
- 5.11.3 O ensaio hidrostático pode ser substituído por ensaio pneumático, desde que a pressão do ensaio não ultrapasse 15 kPa.
- 5.12 Porta placas
Deve ser verificada a existência e adequação, conforme item 18 - RTQ-034.

160mm

FABRICANTE

PRODUTO Nº DE SÉRIE DE FABRIC.
 NORMA DE FABRIC. DATA DE FABRICAÇÃO
 ESPESS. MÍN. DE PROJ. mm TEMPERATURA DE OPER. °C
 TARA ORIGINAL ↑ CAPACIDADE NOMINAL m³
 ESPESSURA ORIGINAL:
 CALOTA mm PRESSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO kPa
 COSTADO mm

100mm

Fig. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE