
NORMA TÉCNICA

T . 189 / 1

RESERVATÓRIO EM AÇO ELEVADO



1 Objetivo

1.1 Esta norma fixa as condições exigíveis para o projeto, fabricação, transporte, montagem, testes e pintura de reservatórios em aço, elevados destinados ao armazenamento de água potável, para volumes de 5/10/15/20/30/50/75 e 100 m³.

2 Referências

Na aplicação desta norma pode ser necessário consultar:

- Da ABNT

NBR 5008 - Chapas grossas de aço de baixa e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais;

NBR 5920 - Chapa fina a frio de aço de baixa liga, alta resistência mecânica e resistente a corrosão atmosférica, para usos estruturais;

NBR 6123 - Força devido ao vento em edificações;

NBR 6648 - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural;

NBR 7007 - Aços para perfis laminados para uso estrutural;

NBR 7821 - Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados;

NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (Método dos estados limites);

NBR NM 315 - Ensaio não destrutivo - Ensaio visual - Procedimento;

NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos.

- Da COPASA MG

T.190/_ - Inspeção de reservatório em aço.

P.000/_ - Formatos e legendas para desenhos técnicos.

Manual de identidade visual;

NP 97015 – Norma de Procedimento de Controle de Qualidade de Materiais, Homologação de Materiais de Fornecedores.

- Da API

API STD 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage;



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	2/33

- Da ASME

ASME - Section IX - Boiler and Pressure Vessel Code (para Procedimentos de Soldagem e Qualificação de Soldadores);

ASME - Section II - Parte C-Boiler and Pressure Vessel Code (para classificação de Consumíveis de Solda);

- Da AWS

AWS A5.1 - Especificação de eletrodos revestido, de aço doce para soldagem por arco elétrico.

AWS A5.5 - Especificação de eletrodos revestido, de aço de baixa liga para soldagem por arco elétrico.

- Da AISE

AISE - 1986 - Cold Formed Steel Design Manual.

- Da SIS

SIS 05 59 00 - Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces (Swedish Standards Association).

- Da ANSI

ANSI B 1.1 - Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form);

ANSI B 2.1 - Pipe Threads (Except Dryseal);

ANSI B 16.5 - Pipe Flanges and Flanged Fittings;

ANSI B 16.11 - Forged Steel Fittings, Socket Welding and Treaded;

ANSI B 18.2.1 - Square and Hex Bolts and Screw Inch Series;

ANSI B 18.2.2 - Square and Hex Nuts;

API STD 605 - Large - Diameter Carbon Steel Flanges;

- Da ASTM

ASTM A-6 - General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling and Bar for Structural Use;

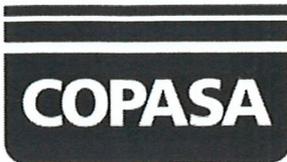
- Da SSPC

SSPC vis 1 - Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Surfaces (Steel Structures Paintings Council).

- Da DIN

DIN 601 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 3.6 e 4.6, conforme DIN 267;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	3/33

DIN 931 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 5.6, 6.6, 8.8, 10.9, conforme DIN 267;

DIN 6914 - Parafusos Hexagonais, sem Porca - com Porca Hexagonal, Rosca Métrica, classe 10.9, 12.9, 14.9, conforme DIN 267.

2.2 Cada norma citada neste texto deve ser observada em sua última edição.

3 Definições

3.1 Volume nominal

Capacidade especificada pela COPASA MG na Ordem de Compra, que é determinada pela posição da tubulação de saída e pelo NA máximo de projeto.

3.2 Volume bruto

Volume determinado pela borda superior do costado e o fundo do reservatório.

3.3 Reservatório elevado

Reservatório metálico tipo taça com coluna seca.

3.4 Fornecedor

Responsável pelo fornecimento de todos os materiais, pelo projeto, fabricação, transporte, montagem, testes e pintura dos reservatórios de aço.

3.5 Equipamento

Designação genérica para um reservatório completo.

3.6 Cambota

Segmento calandrado de chapa que compõe um anel do costado.

3.7 Dreno

Tubo com diâmetro definido em função do volume do reservatório e situado na parte mais baixa do fundo.

3.8 Teto autoportante

Teto suportado somente pela borda do costado.

3.9 Boca de visita

Aberturas existentes no teto e ou no costado, destinada à passagem de pessoas e de equipamentos de pequeno porte (bombas d'água para lavagem interna do reservatório, baldes, escadas manuais etc.).

3.10 Recalque absoluto


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

Termo utilizado para definir o afundamento do reservatório em relação a um referencial externo.

3.11 Recalque diferencial

Termo utilizado para definir o afundamento do reservatório em relação a um referencial externo.

3.12 Sistema de rastreamento de materiais

Sistema utilizado pelo fornecedor, que permite identificar e vincular os materiais à documentação de usina ou de outros fornecedores ou ainda a documentação de testes e ensaios realizados por instituições qualificadas.

3.13 Consumíveis

Termo genérico para designar diferentes tipos de eletrodos e fluxos utilizados nos processos de soldagem.

3.14 Processos de soldagem

Podem ser a:

- a) Arco elétrico com eletrodos revestidos (geralmente as soldas são executadas manualmente);
- b) Arco elétrico protegido a gás (podem ser soldas manuais ou semiautomáticas);
- c) Arco elétrico protegido por fluxo (geralmente soldas semiautomáticas).

Nota: Existem outros processos que não justificam explicações neste contexto.

3.15 Ponto de orvalho

Temperatura em que o ar se torna saturado de vapor de água, podendo ocorrer condensação na superfície de um material, quando este é resfriado.

3.15.1 - Temperatura de ponto de orvalho é a referência para tomada de decisões sobre condições atmosféricas adequadas para execução da pintura nos reservatórios, sendo fornecida pela carta psicrométrica do local.

Como a chapa metálica tem um coeficiente de condutibilidade térmica alta, um resfriamento brusco da temperatura externa pode conduzir ao resfriamento da superfície até atingir o ponto de orvalho da atmosfera interna ou externa do reservatório e assim iniciar-se o processo de condensação com a formação de gotas na superfície da chapa.

3.16 Data book

Livro de dados no qual o fornecedor registra a história da construção do equipamento incorporando nele:

- a) Documentos de referencia contratuais;

- b) Documentos de projeto (desenhos de projeto, de detalhamento e de montagem);
- c) Listas de materiais;
- d) Especificações técnicas;
- e) Procedimento de fabricação, de montagem, de controle de qualidade, etc;
- f) Certificados dos materiais utilizados na construção (aço, consumíveis de solda, tintas);
- g) Certificados dos procedimentos de soldagem, qualificação dos soldadores;
- h) Registros das inspeções de fabricação;
- i) Registros das inspeções de montagem.

Notas: 1) O DATA BOOK é certificado pela diretoria da empresa fornecedora do equipamento e constitui documento técnico e legal para a COPASA MG;

2) Poderá ser emitido sob forma eletrônica conforme consulta e aprovação da COPASA MG.

4 Condições Gerais

4.1 Responsabilidades do fornecedor

4.1.1 Execução da Memória de Cálculo, elaboração do Projeto Executivo de desenhos de detalhamento para fabricação e de montagem dos componentes do reservatório. Os desenhos devem ser apresentados conforme Projeto Padrão P 000/_ da COPASA MG.

4.1.1.1 Memória de cálculo

- a) Descrição do objeto, destinação, local de implantação, materiais a serem utilizados, tipos de consumíveis para solda, cargas utilizadas no dimensionamento, documentos de referência;
- b) Cálculo estrutural das chapas do costado com definição das espessuras de todos os anéis e especificação do tipo de junta vertical e horizontal, cálculo dos reforços das aberturas do costado;
- c) Concepção do fundo, especificação da solda costado/fundo e tipo de juntas a adotar no projeto, localização da bacia de drenagem e diâmetro do dreno;
- d) Cálculo estrutural das chapas do teto, da sua estrutura de sustentação e das chapas de reforço das aberturas;
- e) Croquis do conjunto mostrando, esquematicamente todas as bocas de visita, bocais, escadas, guarda-corpo;
- f) Mapa de cargas:

- Cargas verticais e horizontais nos apoios das colunas;
- Carga vertical linear uniformemente distribuída (kgf/m);
- Cartas horizontais quando o reservatório for monobloco.

4.1.1.2 Os desenhos de projeto deverão conter no mínimo as seguintes informações:

- a) Desenho de conjunto em elevação e planta nos quais estejam indicados todos os componentes (principais e acessórios), que compõem o reservatório;
- b) A orientação das bocas de visita e bocais;
Especificação do tipo de junta soldada;
- c) Um quadro com as informações de posição (marca), quantidade, denominação e número do desenho de detalhamento.

4.1.1.3 Os desenhos de detalhamento podem ser também desenhos de montagem e deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Detalhamento para fabricação de todas as peças;
- b) Marcação das peças com a designação parcial para fabricação e final para montagem de campo;
- c) Lista de material com as seguintes informações: marca/quantidade/denominação/material/peso unitário/peso total e observações;
- d) Lista de parafusos que serão utilizados na montagem;
- e) Lista de eletrodos que serão consumidos na montagem.

4.1.2 Fornecimento dos materiais e fabricação de todas as peças e componentes do equipamento, principais e complementares.

4.1.3 Embalagem, embarque, transporte e descarga dos componentes integrantes do equipamento.

4.1.4 Atendimento a todas exigências legais, conforme posturas do local de instalação do equipamento e do CREA, necessárias para início da montagem.

4.1.5 Guarda, estocagem e armazenamento das peças na obra.

4.1.6 Instalação de Canteiro de Obras, inclusive a energia elétrica, para acionamento dos equipamentos e iluminação.

4.1.7 Disponibilização de veículos, equipamentos, ferramentas e mão de obra, necessários à montagem do equipamento.

4.1.8 Execução dos serviços topográficos necessários à verificação do nivelamento das bases de apoio das colunas e do seu sistema de fixação e outras conferências das bases (locação dos eixos, etc.), antes do início da montagem.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	7/33

4.1.9 Verificação e reparação das peças ou do equipamento que por ventura apresentarem-se empenadas durante o transporte.

4.1.9.1 Esta reparação, quando se tratar do equipamento inteiro, deverá ter seus critérios aprovados pela COPASA MG, que poderá, antecipadamente, recusar o reservatório.

4.1.9.2 O desempenho deverá ser sempre efetuados com esforços gradativos, não sendo permitido o uso de impactos mecânicos.

4.1.10 Os equipamentos prontos de fábrica deverão vir com todos os bocais, boca de visita e acessórios instalados.

4.1.10.1 Em qualquer caso a localização, elevação e nivelamento dos bocais, bocas de visita e acessórios deverá estar conforme o respectivo desenho de referência fornecido pela COPASA MG.

4.1.11 Execução da montagem completa do equipamento conforme indicado nos desenhos de montagem, os quais deverão ser aprovados previamente pela COPASA MG.

4.1.12 Execução de serviços complementares, mesmo quando não mencionados explicitamente no projeto, mas que possam ser comprovadamente necessários para o bom acabamento do equipamento e para que seja obtida uma instalação de alta qualidade dentro dos melhores padrões técnicos.

4.1.13 Organização e limpeza do local de trabalho no fim de cada jornada e no final da obra.

4.1.14 Fornecimento de EPI (Equipamento de Proteção Individual) para toda equipe de montagem, soldagem e pintura.

4.1.15 Fornecimento do Projeto da Fundação a partir do Relatório de Sondagens Geotécnicas e Especificações fornecidas pela COPASA MG.

4.1.16 O fornecedor somente emitirá o memorial de cálculo quando o volume nominal do reservatório ofertado não estiver contemplado nesta norma.

4.2 Responsabilidades da COPASA MG

4.2.1 Fornecimento dos projetos executivos padrões COPASA MG;

4.2.2 Fornecimento do diâmetro dos bocais para cada tubulação, bocas de visita.

4.2.3 Fornecimento da orientação do reservatório em relação ao Norte Magnético ou em relação a um Marco de Referência do local;

4.2.4 Definição do volume nominal do reservatório.

4.2.5 Fornecimento do relatório de sondagens geotécnicas.

4.3 Cronograma de fabricação e montagem


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

4.3.1 Contrato

O cronograma de fabricação e montagem será componente integrante do contrato.

4.3.2 Elaboração

Com base no prazo total fixado pela COPASA MG, o fabricante deverá elaborar o cronograma de fabricação e montagem no qual constem, no mínimo, os seguintes itens:

- a) Suprimento de matéria prima;
- b) Fabricação de oficina;
- c) Embarque;
- d) Montagem de campo;
- e) Teste hidrostático;
- f) Pintura;
- g) Limpeza e entrega.

5 Condições Específicas de Projeto

5.1 Dimensões do reservatório

5.1.1 Para estimar o diâmetro do reservatório deverá ser adotada a seguinte fórmula, aproximada:

$$D = 1,357 \sqrt[3]{V / \pi} \quad \text{onde:}$$

D = Diâmetro do reservatório;

V = Volume nominal do reservatório.

5.1.2 Com o diâmetro e altura calculados, recalculá-los para atender a economia de materiais, prevendo-se sempre a utilização de chapa inteira ou meias chapas com a finalidade de reduzir a quantidade de cortes, chanfros, soldas, testes e sobras de material.

5.1.2.1 A altura e comprimento das cambotas deverão ser compatíveis com dimensões comerciais de chapas e o reservatório ou as partes, que serão enviadas para montagem no campo deverão estar quando possível, compatíveis com a largura e comprimento dos caminhões para transporte normal (6,0 x 2,3m).

5.1.3 A elevação total do reservatório é definida pela altura manométrica necessária ao sistema de distribuição d'água.

5.1.3.1 A COPASA MG definirá a altura da saída d'água ficando definida a elevação do reservatório, independente de qualquer outra consideração.

5.1.3.2 Se a elevação do reservatório não estiver definida pela COPASA MG, a elevação mínima deve ser resultante da igualdade: altura das colunas = altura do corpo cilíndrico do reservatório.

5.1.3.3 Deve ser evitado, o arranque nas fundações devido à ação dinâmica do vento no costado, com o reservatório vazio. Para isto adotar os seguintes critérios:

a) Pressão dinâmica do vento

- para o cálculo da pressão dinâmica do vento adotar os critérios da NBR 6123/88 considerando a velocidade básica do vento $V_0 = 30$ m/s, $S_1 = 1,1$, $S_2 = 1,0$, $S_3 = 1,1$ e $C_{pe} = 1,0$;

b) Coeficiente de segurança ao reviramento (e_r)

- é a relação entre o momento de reviramento devido à ação do vento e o momento existente devido ao peso próprio do reservatório.

- adotar $e_r = 1$ para projeto equilibrado;

- para o cálculo dos chumbadores das colunas adotar $e_r = 0,5$

$$ch = \frac{e_r \cdot P \cdot e}{V}$$

ch = altura da base até metade altura do reservatório.

P = peso próprio do reservatório.

e = distância entre colunas

V = carga do vento

5.1.4 As análises expostas nos itens, que definem a altura do reservatório pelo critério estrutural, são orientativas e não refletem a variedade de situações que o projetista da fundação pode encontrar na prática, isto é, podem existir situações nas quais é perfeitamente factível combater a tração na fundação (o peso próprio do bloco por exemplo) e portanto manter as colunas na vertical.

Nota: O trabalho conjunto do projetista do reservatório com o projetista da fundação traz benefícios econômicos, tanto para a estrutura como para a fundação, por isto é recomendável a contratação em conjunto (reservatório e fundação) com o mesmo fornecedor.



NORMA TÉCNICA

Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	10/33

5.1.4.1 Caberá a COPASA MG fornecer, quando da concorrência, a sondagem do local onde será construído o reservatório.

5.1.4.2 Se o fornecimento não for em conjunto, o fornecedor deverá emitir na sua proposta, o mapa de cargas na fundação, o qual será utilizado pela COPASA MG para formação final do custo do reservatório.

a) Pressão dinâmica do vento

- para o cálculo da pressão dinâmica do vento adotar os critérios da NBR 6123/88

- considerando a velocidade básica do vento $V_0 = 30$ m/s, $S_1 = 1,1$, $S_2 = 1,0$, $S_3 = 1,1$ e $C_{pe} = 1,0$;

5.2 Formas construtivas

5.2.1 Os fornecedores poderão apresentar formas alternativas de “Castelos D’Água” para apreciação da COPASA MG.

5.2.2 O fornecedor deverá apresentar memória de cálculo pormenorizada particularmente das tensões na região de contato entre o fundo cônico e o topo da coluna e na conexão com a fundação.

5.2.2.3 Para reservatórios maiores o fornecedor poderá enviar “dossiê” técnico para a COPASA MG, que o avaliará.

5.3 Materiais

5.3.1 As chapas a serem utilizadas devem estar de acordo com a última edição em vigor da NBR 7821.

5.3.1.2 Desaconselha-se para qualquer especificação, a utilização de chapas provenientes de bobinas. As chapas desbobinadas e que não sejam submetidas a processos de alívio de tensão, mantêm tensões internas residuais que são liberadas com o aquecimento devido à soldagem. Essas tensões podem provocar empenos elevados nas soldas horizontais, surgindo o “cinturamento” do costado na região das soldas. As soldas verticais também não estão livres desta ocorrência.

5.3.2 Os eletrodos para soldagem manual devem atender às exigências da AWS A5.1. Não obstante, recomendamos eletrodos da classe E70XX. Variações serão permitidas se forem mais compatíveis com o material utilizado.

5.3.3 Os perfis de aço laminado para fins estruturais devem atender às exigências da NBR 7821.

5.3.4 Os tubos para pescoços ligados a tubulações, para conexões não ligadas a tubulações, tubos estruturais e luvas, devem atender às exigências da NBR 7821.

5.3.5 Os flanges devem atender as exigências da NBR 7821. Observar, que a norma permite a fabricação de flanges a partir de chapas dentro de determinadas condições.

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

5.3.6 Os parafusos e porcas usados para unir tubulações deverão estar de acordo com a especificação ASTM A-325 ou ASTM A-490.

5.3.6.1 Os parafusos e as porcas para todos os outros fins poderão ser fabricados conforme a norma ASTM A -307.

5.3.6.2 O projeto deverá especificar se os parafusos e porcas deverão ser da série normal ou pesada;

5.3.6.3 Todas as chapas devem ser previamente identificadas por meio de punção em suas extremidades no ato do recebimento do material. Esta identificação deve conter no mínimo o nº do certificado do fabricante ou o nº da corrida do material.

5.3.6.3.1 As notas fiscais das chapas devem constar o número do certificado de qualidade do fabricante, ou o certificado de qualidade do fabricante deve conter o número da nota fiscal.

5.4 Cargas

5.4.1 Cargas hidrostáticas provenientes da estocagem da água devem ser consideradas com densidade igual a 1,0 kg/dm³.

5.4.2 A força circunferencial no costado resultante da carga hidrostática deve ser calculada pela fórmula:

$$N\phi = \rho (H - x) r.$$

ρ = densidade do fluido;

H = altura do reserv.;

x = cota medida do fundo;

r = raio do reservatório

5.4.3 A pressão no fundo deve ser calculada com a fórmula $p = \rho (H - x)$ tomando $x = 0$.

5.4.4 A fórmula para cálculo das espessuras das chapas dos anéis, que constituirão o costado, será definida no item 5.6 - Projeto do Costado e coluna seca.

5.4.5 Os critérios para cálculo das tensões na chapa no fundo cônico será definida no item 5.5 - Projeto do Fundo.

5.4.6 Os tetos devem ser projetados para suportar seu peso próprio mais uma carga viva uniforme não inferior a 60,0 Kgf/m² de área projetada.

5.4.7 Os guarda-corpos devem ser dimensionados para suportar uma carga concentrada de 90 kgf, aplicado em qualquer direção e em qualquer ponto do corrimão.

5.4.8 Nos reservatórios elevados, o cálculo da pressão dinâmica do vento deve ser feito conforme definido no item 5.1.3.3.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	12/33

5.4.9 O projetista deverá avaliar, se são relevantes, os esforços na região dos apoios do reservatório nas colunas devido à variação diferencial de temperatura entre o reservatório e as colunas.

5.5 Projeto do fundo

5.5.1 Os fundos dos reservatórios elevados serão sempre cônicos de acordo com os projetos padrões COPASA MG.

5.5.2 A espessura mínima para as chapas do fundo deve ser 4,75 mm, incluída a sobresspessura de corrosão.

5.5.3 Todas as soldas nas chapas do fundo cônico devem ser de topo, pelos dois lados.

5.5.3.1 As soldas verticais e horizontais são juntas qualificadas e de penetração total.

5.6 Projeto do costado e coluna seca

5.6.1 Adotar os critérios definidos no item 5.1.2. Todas as chapas devem estar perfeitamente esquadrejadas antes da calandragem. Após a calandragem deve-se verificar o esquadrejamento da combota.

5.6.2 Se as chapas têm espessuras diferentes, o seu alinhamento deve ser feito pela face interna.

5.6.3 Todas as soldas nas chapas do costado e da coluna seca devem ser de topo, pelos dois lados. As soldas verticais são juntas qualificadas e de penetração total.

5.6.4 As juntas verticais de dois anéis adjacentes não podem ser alinhadas e devem estar afastadas de pelo menos 1/3 do comprimento de cada chapa, admitindo-se um afastamento mínimo de 300 mm nas chapas de fechamento de cada anel, devendo-se evitar que essas juntas verticais acumulem-se numa mesma região do costado e do fundo.

5.6.5 Todos os reservatórios terão no mínimo as seguintes aberturas no costado:

- a) 1 (um) bocal de entrada d'água;
- b) 1 (um) bocal de saída d'água (deve ser posicionado no fundo);
- c) 1 (um) bocal extravasor.

5.6.5.1 Os reforços das aberturas devem atender aos critérios:

- a) Todas as aberturas no costado com diâmetros maiores que 63 mm deverão ser reforçadas; a área mínima da seção transversal do reforço não será inferior ao produto do diâmetro vertical do furo aberto no costado pela espessura da chapa do costado; A sobresspessura resultante da diferença entre a espessura adotada e a espessura de cálculo pode ser considerada como reforço da


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA

Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	13/33

abertura; Para efeito desta especificação só serão considerados os reforços feitos com chapas, conforme Projetos padrões COPASA MG;

- b) Devem ser evitadas coincidências de soldas de qualquer abertura com soldas do costado;
- c) Para uma conceituação mais extensa o projetista deve consultar a norma NBR 7821 da ABNT.

5.6.5.2 O diâmetro e localização das outras aberturas serão definidos pela COPASA MG e deverão ser executadas conforme Projetos padrões COPASA MG.

5.6.6 Sugere-se que, o extravasor seja projetado em forma de joelho, no qual a abertura interna esteja na horizontal e nivelada com a borda inferior da cantoneira de reforço da borda do costado, pois quando se coloca o extravasor reto na horizontal o volume do reservatório, fica definido pela geratriz inferior deste.

5.7 Projeto do teto

5.7.1 As chapas do teto devem ter uma espessura mínima de 4,75 mm. Nesta espessura está incluída uma sobresspessura de corrosão de 2,0 mm.

5.7.3 A espessura especificada no item 5.7.1 deve ser verificada para esta concepção estrutural, autoportante.

5.7.4 Os tetos autoportantes podem ser reforçados internamente por meio de perfis soldados a eles.

5.7.5 O projeto deverá detalhar para fabricação todos os segmentos que compõem o teto.

5.7.6 Todos os reservatórios terão no mínimo as seguintes aberturas no teto:

- a) 1 (uma) boca de visita;
- b) 1 (um) respiro com diâmetro de 200mm.

5.7.6.1 Os bocais de visita do teto devem estar de acordo com os Projetos padrão COPASA MG.

5.7.7 A quantidade de suspiros deverá ser dimensionada a partir das vazões de enchimento e esvaziamento fornecidos pela COPASA MG, ou supondo ruptura simultânea das tubulações de saída e drenagem do reservatório.

5.7.7.1 Os suspiros devem ser executados conforme os Projetos padrão COPASA MG.

5.8 Projeto das fundações

As instruções para projeto das fundações dos reservatórios não fazem parte desta especificação. No entanto deverão ser considerados alguns itens no projeto dos reservatórios elevados.

5.8.1 A carga a ser considerada para o projeto das fundações deve ser a resultante da soma ou combinação das seguintes cargas:

- a) peso próprio do reservatório;
- b) cargas adicionais prevista nesta especificação;
- c) peso da água;
- d) cargas devido à pressão dinâmica do vento.

5.8.2 O fornecedor deverá apresentar no desenho do reservatório o Mapa de Cargas das colunas com planta de bases mostrando amarração de eixos e ângulos.

5.8.2.1 Deverá também desenhar o tipo de ancoragem adotado com todas as dimensões definidas, que viabilizem o projeto dos blocos de fundação.

5.8.3 A fim de que haja redistribuição de recalques diferenciais, recomenda-se que, os blocos de fundação estejam interligados por uma viga, dois a dois, pela periferia.

5.8.3.1 O recalque esperado, após o teste hidrostático, deve obedecer às prescrições a seguir:

- a) Recalque máximo absoluto das fundações = 25 mm;
- b) Recalque diferencial máximo em um ou dois pontos de apoio das colunas, contíguos, deve estar limitado por aquele que provoca um desaprumo máximo do reservatório de 1/500 da altura total. O projetista deverá considerar o acréscimo de tensões que surgem nas outras colunas e particularmente na região de apoio do reservatório devido ao recalque de uma delas.

5.8.4 Recalque diferencial em mais de dois pontos de apoio das colunas, não contíguos (no caso de quatro colunas, duas não contíguas) que provoque sobrecarga nas colunas restante não pode ocorrer.

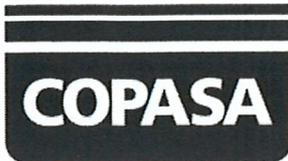
5.8.4.1 Se estiver ocorrendo devem ser tomadas providências corretivas durante a execução do teste hidrostático.

5.8.4.2 O fornecedor não precisa sobredimensionar o sistema estrutural de apoio do reservatório para prever esta ocorrência, exceto se explicitamente solicitado pela COPASA MG.

6 Condições Específicas de Fabricação

6.1 Qualificação

6.1.1 Se o fornecedor tem procedimentos de fabricação próprios, desenvolvidos dentro da padronização NBR ISO 9001, ele deve apresentá-los para a COPASA MG, para avaliação.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	15/33

6.1.1.1 Se os procedimentos estiverem de acordo com estas especificações, eles passarão a fazer parte da documentação do fornecimento.

6.2 Aprovação pela COPASA MG

6.2.1 Antes do início do processo de fabricação o fornecedor deve estar com todos os documentos aprovados pela COPASA MG.

6.2.1.1 Os desenhos de projeto e detalhamento deverão seguir os padrões fixados nesta especificação.

6.2.1.2 A aprovação pela COPASA MG de qualquer documento não exige o fornecedor de nenhuma responsabilidade técnica ou civil inerentes ao fornecimento.

6.2.1.3 No caso de discrepâncias entre os desenhos e esta Norma, prevalecem as especificações desta.

6.3 Preparação dos materiais

6.3.1 Cortes por meios térmicos devem ser feitos com equipamentos automáticos.

6.3.2 Cortes com tesouras são permitidos desde que as chapas tenham espessura menor que 9,5 mm.

6.3.3 Chanfros das bordas das chapas podem ser feitos por meio térmicos ou abrasão.

6.3.3.1 O chanfro executado de fábrica deverá sempre estar de acordo com o montador.

6.3.4 Tolerâncias dimensionais das chapas do costado, fundo e teto:

- a) De espessura conforme ASTM A-6;
- b) De comprimento = ± 3 mm;
- c) De largura = ± 3 mm medida em qualquer ponto, sendo que a diferença máxima entre quaisquer duas medições não pode ser maior que 4,0 mm;
- d) De esquadramento = 4,0 mm (máx.) de diferença entre diagonais de uma mesma chapa antes da calandragem;
- e) Na calandragem:

Tomando-se um gabarito com a curvatura do costado e comprimento de 2 m de corda, as aberturas máximas entre o gabarito e a chapa as medidas podem ser:

- Dentro de 1 m a partir das extremidades da chapa (medidos na corda da chapa) = 3 mm;
 - Entre os limites acima = 6 mm;
- a) Flechas medidas no sentido vertical das chapas, até 5 mm/m, sendo que a diferença máxima entre quaisquer duas medições não pode ser maior que 6 mm.


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

6.3.5 Havendo necessidade de desempenar o material esta operação deve ser executada por prensagem ou outros métodos não prejudiciais ao mesmo.

6.3.5.1 Admite-se o desempenho por meio de aquecimento controlado isto é, a temperatura da área aquecida, medida por meio de giz térmico ou outros meios aprovados, não deve ser superior a 650°C.

6.3.5.2 A presença de mossas resultantes de impactos ou martelamento podem dar origem à recusa da chapa.

6.3.6 As superfícies a soldar devem estar livres de escamas, escória, ferrugem, graxa, pintura ou qualquer outro material estranho, que resista a uma limpeza com escova de aço.

6.3.6.1 A sequência de soldagem deverá ser estabelecida criteriosamente a fim de evitar distorções e sejam reduzidas ao mínimo as tensões residuais por contração.

6.4 Armazenamento dos materiais

6.4.1 Chapas planas e perfis devem ser armazenados sobre apoios de madeira, nivelados e com espaçamento e empilhamento máximo adequado, para evitar deformações.

6.4.1.1 Devem estar no mínimo a 10 cm acima do nível do solo.

6.4.2 As chapas calandradas, quando deitadas, devem ser armazenadas sobre berços que tenham a mesma curvatura das chapas e estes berços podem ser fabricados de madeira ou com as sobras recortadas das chapas.

6.4.2.1 Podem também serem armazenadas na vertical.

Nota: Em qualquer caso devem estar no mínimo a 10 cm acima do nível do solo.

6.4.3 Flanges, bocais, luvas, parafusos, porcas e arruelas e demais peças pequenas devem ser armazenadas em caixotes e em locais secos.

6.5 Manuseio das chapas e equipamentos

6.5.1 O manuseio deve ser feito com equipamento e dispositivos adequados, a fim de que as chapas não sejam danificadas, ou que se deformem.

6.5.1.1 As cambotas do costado devem preferencialmente serem manuseadas na vertical por meio de garras.

6.5.1.2 As chapas longas do teto devem ser manuseadas por meio de balancins com comprimentos compatíveis com o comprimento das chapas.

6.5.1.3 As peças parcialmente fabricadas devem estar adequadamente travadas, para que sejam evitadas deformações no manuseio.

6.5.2 O veículo de transporte deve ser escolhido levando-se em conta o acesso ao local, onde serão desembarcados os reservatórios.

6.5.2.1 Deverão ser tomadas todas as precauções para evitar amassamentos, distorções e deformações dos reservatórios durante o carregamento e transporte.

6.5.2.2 Os cuidados no desembarque devem receber a mesma atenção, pois peças danificadas na obra não dispõem dos recursos de reparo da fábrica.

6.5.2.3 O material, que ficar danificado, deverá ser reparado ou substituído.

6.5.2.4 Qualquer reparo ou substituição de material será a expensas do fabricante, sem ônus para a COPASA MG.

6.5.3 Todo embarque de peças para a obra deve ser acompanhada de romaneios de expedição.

6.5.3.1 O encarregado da montagem deve conferir o recebimento e qualquer distorção deve ser imediatamente comunicado à fábrica, que providenciará o embarque da(s) peça(s) faltantes, para que não haja descontinuidade na montagem.

6.5.4.2 Pagamentos pela COPASA MG vinculados à fabricação só serão liberados mediante a apresentação do LIM (Laudo de Inspeção de Material) pelo Inspetor da COPASA MG.

6.6 Erros de fabricação

6.6.1 O fabricante é responsável por quaisquer erros, que impeçam a montagem correta do reservatório, sendo impedido o uso de maçarico para o alargamento de furos ou mesmo o uso excessivo de alargadores.

6.6.2 Qualquer erro constatado neste sentido deverá ser comunicado de imediato à fiscalização, que aprovará as correções propostas ou tomará as devidas providências para que a(s) peças sejam substituídas.

6.6.3 Em qualquer caso as correções procedentes não implicarão em custos adicionais à COPASA MG.

7 Fundação

7.1 Verificação das bases

7.1.1 A orientação e elevação das bases devem ser conforme definido no projeto da fundação.

7.1.1.1 O nivelamento e a elevação da base devem estar marcados de modo visível, na própria base.

7.2 Montagem e solda do fundo



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	18/33

7.2.1 A emenda dos segmentos do fundo cônico deverá ser executada conforme previsto no projeto e por soldadores qualificados.

7.2.2 As juntas devem ser cuidadosamente ajustadas e mantidas na posição durante a soldagem.

7.2.2.1 O desalinhamento dessas juntas, concluídas, não devem exceder 10% da espessura da chapa ou 2,0 mm.

7.2.3 O montador deve utilizar todos os dispositivos de montagem necessários para impedir a deformação durante a soldagem.

Nota: Em qualquer caso a responsabilidade final pela qualidade do equipamento é do Fornecedor.

7.3 Montagem e solda da coluna e do costado

7.3.1 As juntas verticais devem ser cuidadosamente ajustadas e mantidas na posição durante a soldagem.

Notas: 1) O desalinhamento dessas juntas, concluídas, não devem exceder 10% da espessura da chapa ou 2,0mm.

2) Todas as juntas verticais devem ser ajustadas, menos uma (a de fechamento), que só será ajustada após execução de todas as soldas verticais.

7.3.2 Nas juntas horizontais já concluídas a chapa superior não deve projetar-se além da chapa inferior, mais do que 20% da sua espessura limitado ao máximo de 2,0 mm.

7.3.3 É recomendável que seja montado o segundo anel, executado todos os seus ajustes e fixações provisórias antes de se iniciar a soldagem definitiva do primeiro anel.

7.3.4 Todas as soldas verticais do primeiro anel devem ser as primeiras a serem executadas.

7.3.4.1 Executa-se, primeiramente, a solda externa do reservatório; a seguir, após a limpeza de raiz com lixadeira, executa-se a solda do lado interno.

7.3.4.2 Confere-se o diâmetro, faz-se o ajuste da junta de fechamento e executa-se sua solda.

7.3.5 Sucessivamente, monta-se o terceiro anel, executa-se a solda vertical do segundo (a solda vertical de fechamento, só deve ser executada após o ajuste da junta horizontal) e a solda horizontal do primeiro com o segundo anel.

7.3.5.1 Esta sequência deve ser seguida até o final, isto é, sempre com um anel superior montado antes da execução das soldas; resumidamente, deve-se sempre executar todas as soldas verticais menos uma (a do fechamento) e passa-se ao ajuste da junta horizontal.



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	19/33

Nota: A solda da junta vertical de fechamento só deve ser feita após ajustagem da junta horizontal.

7.3.6 A sequência exposta nos itens acima não é impositiva podendo, o montador, estabelecer outra sequência resultante de sua experiência, a qual deve ser submetida à aprovação da COPASA MG.

Nota: Em qualquer caso a responsabilidade final pela qualidade do equipamento é do fornecedor.

7.3.7 Dispositivos de montagem

7.3.7.1 O montador deve utilizar todos os dispositivos de montagem necessários para impedir deformação durante a soldagem.

7.3.7.2 Deve ser dada preferência àqueles que limitem apenas as deformações transversais (das soldas verticais).

7.3.7.3 Deve-se diligenciar no sentido de minimizar a quantidade de pontos de solda usando sempre que possível, grampos fixadores de montagem, imãs e dispositivos de içamento que não exijam pontos de solda.

7.3.7.4 Onde não for possível a utilização de grampos, serão utilizadas tiras espaçadoras para assegurar o correto espaçamento da garganta antes de pontear.

7.3.8 A circularidade deve ser medida em todos os anéis do costado antes da montagem do anel seguinte.

7.3.9 O anel não deve estar travado com espias ou outros dispositivos estruturais temporários, que possam restringir deformações e interferir com o valor do raio.

7.3.10 Os raios devem ser medidos em um plano horizontal situado 300 mm acima da junta horizontal soldada inferior de cada anel, obedecendo às tolerâncias fixadas no item 6.3.4 desta especificação.

7.3.11 O nivelamento do topo de cada anel deve ser tal que apresente um desnível máximo de 3,0 mm para pontos consecutivos distantes 2,0 m um do outro, ao longo do perímetro e com um máximo de 6,0mm para pontos não consecutivos.

7.4 Montagem e solda do teto

7.4.1 A emenda dos segmentos do teto deverá ser executada conforme previsto no projeto padrão COPASA MG.

7.4.2 As juntas devem ser cuidadosamente ajustadas e mantidas na posição durante a soldagem.

7.4.2.1 O desalinhamento dessas juntas, concluídas, não devem exceder 10% da espessura da chapa ou 2,0 mm.


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	20/33

7.4.3 Em qualquer caso a responsabilidade final pela qualidade do equipamento é do fornecedor.

7.4.4 As aberturas no teto devem ser executadas conforme previsto no projeto Padrão COPASA MG (boca de visita e respiros).

7.4.5 A montagem e solda dos corrimãos e escadas de marinho devem ser executadas conforme o projeto Padrão COPASA MG.

8 Condições Específicas de Soldagem

8.1 Processos de soldagem

8.1.1 O reservatório e suas estruturas podem ser soldados pelos processos de solda a arco elétrico com eletrodo revestido, a arco submerso ou a arco elétrico com proteção gasosa.

8.1.2 A soldagem poderá ser manual, automática ou semi-automática de acordo com os procedimentos de soldagem e executada por soldadores ou por operadores qualificados.

8.1.2.1 As soldas não devem ser executadas, quando:

- a) As partes estiverem molhadas;
- b) Sob ação de ventos fortes, ou;
- c) Quando a temperatura do meio ambiente for igual ou menor que 0°C.

8.1.3 A empresa deve dispor de estufa para armazenamento de eletrodos (ou outros consumíveis conforme o processo de soldagem), que disponha de meio de aquecimento para manter a temperatura interna 5°C acima da temperatura ambiente e nunca abaixo de 20°C.

8.1.3.1 A necessidade de estufas para secagem de eletrodos, que exigem temperaturas até 400°C, deve ser decidida pelo montador em função das condições locais da empresa.

8.1.3.2 Cada soldador deve dispor de porta eletrodo adequado, para manter a secagem dos eletrodos revestidos.

8.1.4 O fornecedor deve preferencialmente manter a marca comercial do consumível, com o qual se estabeleceu o Procedimento de Soldagem.

8.1.4.1 Quando por qualquer razão a marca comercial for mudada, deve-se necessariamente manter a mesma classificação, isto é, o limite de resistência do metal depositado deve ser no mínimo igual ao limite de resistência especificado para o metal de base e a especificação do projeto feita conforme ASME Seção II Parte C (eletrodo revestido: SFA 5.1 ou SFA 5.5) ou AWS (eletrodo revestido A5.1 ou A5.5 E70XX ou compatível com o material utilizado) para metal de base Aço Carbono.


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	21/33

8.1.4.2 Para outras especificações de aço e processos de soldagem a empresa deve qualificá-los antes de sua implantação.

8.2 Qualificação dos procedimentos de soldagem

8.2.1 Os Procedimentos de Soldagem para todas as juntas verticais do costado e todas as juntas do fundo devem ser qualificados de acordo com as regras dadas na qualificação de solda definidas na Section IX - ASME Boiler and Pressure Vessel Code, mesmo que, os aços da presente especificação não estejam na tabela Q-11.1 da Section IX do Código ASME.

8.2.2 O processo de soldagem deve ser qualificado em conformidade com o código ASME, Seção IX, onde devem ser realizados os ensaios de tração e dobramento. O limite mínimo de resistência à tração deve ser de 100% do metal base adotado.

8.2.3 Em qualquer caso o projetista tem a palavra final, podendo requerer qualificação mais rigorosa.

8.2.4 O procedimento de soldagem (PS) deve ser elaborado com base nas especificações do projeto, dos consumíveis, dos metais de base, de acordo com as condições reais, que a obra receberá as juntas (com verniz ou com pintura shop primer) e com a experiência do executante.

8.2.4.1 O PS deve conter no mínimo todas as informações previstas nas respectivas normas aplicáveis, além de:

- a) Identificação da norma de qualificação;
- b) Croqui da junta e do chanfro;
- c) Croqui da sequência de passes;
- d) Marca comercial dos consumíveis.

Nota: Qualquer PS deve ser elaborado por pessoal treinado para esta finalidade.

8.2.3.3 O Procedimento de Soldagem (PS) deve ser elaborado e acompanhado por pessoal treinado e qualificado para esta atividade. O pessoal envolvido deve ser credenciado pelo Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal de Soldagem (SNQC) da Fundação Brasileira de Tecnologia em Soldagem (FBTS) no nível II (dois).

8.3 Qualificação de pessoal - Soldador e operador de soldagem

8.3.1 Os soldadores e operadores de soldagem de juntas qualificadas devem ser testados conforme Section IX do código ASME Boiler and Pressure Vessel Code.

8.3.2 Esses documentos de qualificação devem ser elaborados para cada teste aprovado de cada soldador ou operador de soldagem. O CQS (Certificado de Qualificação de Soldadores e Operador de Soldagem) deve conter, no mínimo


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

- a) Nome do soldador ou operador de soldagem;
- b) Código de identificação (sinete) do profissional;
- c) Identificação da norma de qualificação;
- d) Identificação do Procedimento de Soldagem empregado;
- e) Processo de soldagem;
- f) Todas as variáveis essenciais com os valores efetivamente empregados na qualificação e os limites qualificados;
- g) Tipo de corpo de prova utilizado;
- h) Resultado dos exames e testes;
- i) Identificação, data de emissão, e nome da instituição emitente dos relatórios de registros dos ensaios, exames e testes efetuados.

8.3.3 O fornecedor deve manter uma RQS para cada norma de qualificação aplicável, na qual são transcritas a qualificação de um determinado soldador ou operador de soldagem. A RQS deve conter, no mínimo:

- a) Identificação da norma de qualificação;
- b) Identificação do profissional;
- c) Número do Certificado de Qualificação de Soldador ou Operador de Soldagem;
- d) Todas as variáveis essenciais aplicáveis com as faixas qualificadas;

8.3.4 Cada junta qualificada vertical ou horizontal deve ser identificada através da estampagem, junto dela o sinete de identificação do profissional, que executou a solda.

8.3.5 Os Registros de Qualificação dos soldadores devem ter um prazo de validade de 01 (um) ano

8.4 Reparos de soldas

8.4.1 Toda solda, visualmente inspecionada e que não atenda aos critérios de aceitação previstos, deverá ser reparada em conformidade com o previsto na AWS D.1.1.

9 Condições Específicas para Testes

9.1 Testes a serem realizados

9.1.1 Todos os reservatórios deverão ser testados hidrosticamente.

9.1.2 As soldas internas do reservatório deverão ser testadas com líquido penetrante durante sua execução.

9.1.3 Todas as soldas de topo em chapas com espessura igual ou superior a 6,3 mm deverão ser testadas por meio do ensaio de Ultrassom.

9.2 Teste hidrostático



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº: T.189/1
Subst.: T.189/0
Aprov.: 20/04/18
Pág.: 23/33

- 9.2.1** O fornecedor deverá elaborar procedimento para execução do teste hidrostático, para aprovação da COPASA MG.
- 9.2.2** Deverá ser verificada a disponibilidade de água doce (de preferência potável) para a realização dos testes.
- 9.2.3** As condições de segurança do local deverão ser verificadas antes e durante a realização do teste.
- 9.2.4** Se alguma deformação estiver ocorrendo na coluna, base ou no costado durante a realização do teste, este deve ser interrompido para verificação.
- 9.2.5** O enchimento do reservatório deve ser feito de forma controlada, para evitar que possa ocorrer ruptura na fundação.
- 9.2.5.1** Quando as condições do solo forem boas e os recalques esperados forem pequenos, o reservatório deve ser enchido até a metade (1/2 H), o mais rapidamente possível, dependendo da disponibilidade de bombeamento e de suprimento de água.
- 9.2.6** Em seguida, ao meio enchimento devem-se fazer as medidas dos pontos de referência de nível, para que seja verificado se houve algum recalque exagerado ou desigual.
- 9.2.6.1** Em caso negativo o reservatório deve ser enchido até 3/4 H quando então deverão ser feitas novas medições de nível.
- 9.2.7** Desde que os recalques continuem por igual e dentro dos limites esperados, o reservatório poderá ser enchido até o final e novamente serem medidos os níveis.
- 9.2.7.1** A carga completa de água deverá ser mantida por 48 horas, no mínimo.
- 9.2.8** Este ensaio será realizado após a cura final do revestimento e liberação da pintura pelo Controle de Qualidade da COPASA MG.
- 9.2.9** Em terrenos fracos onde puderem ser esperados grandes recalques desiguais ou, quando for possível a ocorrência de deslizamentos, a velocidade de enchimento não poderá ser mais do que 0,6m por dia, até o nível da água atingir cerca de 3,0m, quando deverá ser interrompido o enchimento e anotadas, diariamente, as medições nos pontos de referência de nível para acompanhar a variação dos recalques com o tempo.
- 9.2.9.1** Quando o acréscimo diário dos recalques começar a diminuir pode-se prosseguir o enchimento do reservatório, acrescentando a cada dia uma quantidade maior de água, desde que, as medições de nível mostrarem, que os recalques estão diminuindo a cada novo aumento de carga.
- 9.2.9.2** Quando o enchimento estiver próximo do final a admissão de água deverá ser feita pela manhã, depois de uma primeira verificação dos níveis, para que se possa ter o


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

dia inteiro para acompanhar os recalques e também a possibilidade de esvaziar o reservatório caso haja o acréscimo anormal nos recalques.

9.2.9.3 Neste caso, vê-se que o teste pode demorar bastante tempo e o fornecedor deverá estar avisado para providências no seu cronograma de entrega do reservatório.

9.3 Testes nas soldas internas e externas

9.3.1 Todas as soldas deverão ser inspecionadas por meio dos ensaios de visual, dimensional, líquido penetrante e ultrassom, sendo:

- a) Visual: 100% dos cordões de solda, internos e externos;
- b) Dimensional: verificação da altura da solda (com Calibre de Solda), e outras discontinuidades detectadas no ensaio visual;
- c) Líquido Penetrante: 100% cordões internos e em todos os cruzamentos externos. Nos cruzamentos externos o ensaio deve se estender por, no mínimo, 500 mm em todas as direções;
- d) Ultrassom: 100% nos cordões em chapas com espessura igual ou superior a 6,3 mm.

9.3.2 Sempre que um teste cobrir uma seção de junta refugada deverão ser executados novos testes adjacentes a fim de definir os limites do defeito.

9.3.2.1 Se os novos testes continuarem a demonstrar, que a junta soldada apresenta defeitos, outros tantos deverão ser executados, até que os referidos limites sejam perfeitamente definidos.

9.3.3 Trincas, poros ou outras discontinuidades da solda deverão ser eliminadas, retirando-se o cordão defeituoso em ambas as faces da junta e refazendo-se a solda.

9.3.3.1 O procedimento de reparo de uma junta, numa mesma região, só poderá ser realizado por 3 (três) vezes, após o que a junta é recusada e o fornecedor deverá repor totalmente o material da região defeituosa através de procedimento aprovado pela COPASA MG.

9.3.4 Os testes poderão ser executados por equipes qualificadas do próprio fornecedor ou terceirizados com empresas habilitadas e com equipamentos adequados.

9.3.4.1 O executante dos testes deverá emitir Laudo Técnico qualificando as juntas inspecionadas, conforme projeto. Este Laudo Técnico deverá fazer parte do DATA BOOK.

10 Condições Específicas de Pintura/Sistema de Proteção Anticorrosiva

10.1 Qualidade das tintas e pintura



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº:	T.189/1
Subst.:	T.189/0
Aprov.:	20/04/18
Pág.:	25/33

10.1.1 O fornecedor é responsável pela qualidade do produto devendo, em razão disto, ficar atento às embalagens, sua conservação, identificação e conferência dos certificados das tintas, prazo de validade, etc.

10.1.2 Os locais para armazenamento de tintas, solventes e diluentes devem ser cobertos, bem ventilados, não sujeitos a calor excessivo, protegidos contra centelhas e raios diretos do sol.

10.1.3 O local deverá dispor de extintor de incêndio adequado para uso neste tipo de fogo.

10.1.4 O empilhamento máximo dos recipientes deve ser de 20 (vinte) galões ou 5 (cinco) baldes.

10.1.4.1 O armazenamento deve ser feito de forma tal que possibilite a retirada, em primeiro lugar, do material mais antigo no depósito e que a movimentação seja feita de forma a evitar danos.

10.1.5 Toda tinta ou componente deve ser homogeneizado em seus recipientes originais, antes e durante a mistura e, na aplicação deve ser agitada frequentemente a fim de manter o pigmento em suspensão.

10.1.6 A tinta ou componente não pode ser retirada de seu recipiente original, antes que todo o pigmento sedimentado não for incorporado ao veículo.

Nota: Caso haja dificuldade na dispersão do pigmento sedimentado a tinta não deve ser utilizada.

10.1.7 A tinta também não pode ser utilizada caso se tenha formado nata, pele ou espessamento em lata recém-aberta, nem quando o seu tempo de vida útil ("pot life") tenha sido ultrapassado.

10.1.8 Tintas a dois ou mais componentes devem ter os mesmos homogeneizados separadamente e então misturados exatamente de acordo com os métodos e nas proporções recomendadas pelo fabricante.

10.1.8.1 A homogeneização, a mistura à diluição só devem ser feitas por ocasião da aplicação.

10.1.9 As tintas a serem pulverizadas, se não tiverem sido formuladas especificamente para essa modalidade de aplicação, podem requerer diluição, quando por meio de ajustagem ou regulagem do equipamento de ar não for possível obter aplicação satisfatória.

Nota: Quando houver necessidade de diluição das tintas, para facilitar a aplicação deve ser usado o diluente especificado pelo fabricante da tinta, não devendo ser ultrapassada a quantidade máxima recomendada para cada método de aplicação.


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

10.1.9.1 Os pintores não podem adicionar diluente à tinta, depois desta ter sido diluída até a consistência correta.

10.1.9.2 A tinta não deve permanecer nos depósitos dos pulverizadores e baldes dos pintores de um dia para o outro.

10.1.9.3 Nas tintas de dois componentes de cura química deve ser respeitado o tempo de indução e o tempo de vida útil após a mistura ("pot life").

Nota: Não é permitido a adição de secantes à tinta.

10.1.10 Toda a superfície, antes da aplicação de cada demão de tinta, deve ser limpa por meio de escova ou vassoura de pelo, sopro de ar ou pano úmido para remover a poeira.

10.1.11 Não deve ser feita nenhuma pintura quando a temperatura ambiente for inferior a 5° C, e nem quando houver expectativa de que, a temperatura ambiente possa cair até 0°C antes da tinta ter secado.

10.1.12 Igualmente não deve ser feita nenhuma pintura, quando a temperatura da superfície metálica seja inferior à temperatura de ponto de orvalho + 3°C, inferior a 5°C ou superior a 52°C e nem quando a umidade relativa do ar for superior a 85%, estiver chovendo, houver nevoeiro ou bruma.

10.2 Processos de aplicação

10.2.1 Pistola convencional destina-se à pintura de grandes extensões e tem grande produtividade.

10.2.1.1 O ar comprimido não pode estar contaminado de água ou óleo e o equipamento deve ser provido de separadores contendo sílica gel e carvão ativado para retirada de água e óleo, respectivamente, devem:

- a) Ser constantemente drenados;
- b) Dispor ainda de reguladores e medidores de pressão do ar e da tinta;
- c) Ser ajustada a pressão em função da tinta, que está sendo pulverizada e, sempre que necessário para compensar as elevações da pistola acima do depósito;
- d) A pressão do ar na pistola deve ser suficientemente alta para atomizar a tinta, porém não tão alta, que venha causar excessiva neblina ou excessiva evaporação do solvente ou perda por excesso de pulverização.

10.2.1.2 Durante a aplicação a pistola deve ser mantida perpendicular à superfície e a uma distância constante, que assegure a deposição de uma película úmida de tinta devendo a tinta chegar à superfície ainda pulverizada.

10.2.1.3 Bicos e agulhas devem ser os recomendados pelo fabricante do equipamento para a tinta a ser pulverizada. A COPASA recomenda o uso deste processo



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº: T.189/1
Subst.: T.189/0
Aprov.: 20/04/18
Pág.: 27/33

de aplicação na pintura de seus reservatórios, pela garantia que se tem de uma maior uniformidade da espessura da película.

10.2.2 Rolos devem ser usados para a pintura de extensas áreas planas, cilíndricas ou esféricas de raio longo, exceto quando se tratar de tintas a base de silicatos inorgânicos.

10.2.2.1 A largura do rolo deve ter no máximo 175 mm (7”).

10.2.2.2 A aplicação deve ser feita:

- a) Em faixas paralelas, começando pela parte superior do reservatório;
- b) A demão seguinte deve ser dada em sentido transversal (cruzado) à anterior;
- c) Entre faixas adjacentes deve ser dada uma sobreposição mínima de 5,0cm;
- d) A aplicação deve ser feita de modo que a película não apresente bolhas, arrancamento da demão anterior ou impregnação de pelos arrancados do rolo.

10.2.2.3 O uso do processo de aplicação por rolo exige uma inspeção mais rigorosa, a fim de se garantir a uniformidade da película.

10.2.2.4 Todos os testes serão de responsabilidade do fornecedor.

10.2.3 Deve ser usada trincha para pintura de regiões soldadas, superfícies irregulares, cantos vivos e cavidades.

10.2.3.1 A largura da trincha deve ter no máximo 125 mm (5”).

10.2.3.2 A trincha deve ser construída de fibra natural, vegetal ou animal e não devem deixar desprender fibras durante a execução da pintura.

10.2.3.3 A aplicação deve ser feita de modo que a película não apresente marcas da trincha após a secagem e escorrimientos e ondulações devem ser corrigidos imediatamente com a trincha.

10.3 Procedimentos de aplicação de pintura

10.3.1 Preparo da superfície para pintura interna:

- a) Aplicar jato abrasivo ao metal branco padrão Sa 3, conforme a norma SIS 05 59 00-67;
- b) Deve-se obter um acabamento que corresponda a uma das gravuras Sa 3 da referida norma;
- c) O processo de aplicação do jato abrasivo deverá ser a seco.

10.3.1.1 Para a aplicação da tinta de fundo, proceder como se segue:

- a) Após inspeção e preparo da superfície, aplicar 1 (uma) demão de PRIMER EPOXI POLIAMIDA BICOMPONENTE, atóxica - sem metais pesados (óxido de chumbo, cromatos ou molibdatos) sem fenóis ou outras substâncias patogênicas, próprio para água potável e atestado por instituição especializada

Wilton José Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159

e de fé pública, na cor do fabricante (não pode ser branco), com o mínimo de 150 micra por demão de película seca por meio de rolo ou pistola.

- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) O montador deverá verificar junto ao fabricante a toxicidade desta tinta antes da liberação de aplicação nas condições internas do reservatório.
- d) As tintas para contato com água potável deverão ter o Certificado de Aprovação de Laboratório. O produto deverá atender aos dispositivos da Portaria SVS N.912, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, de 13 de novembro de 1998 (correspondentes às resoluções GMC nºs 30/92, 36/92, 56/92, 87/93 e 95/94 da MERCOSUL), para contato com alimentos aquoso não ácidos (tipo I), à temperatura ambiente.

10.3.1.2 Para a tinta de acabamento, proceder conforme se segue:

- a) Após inspeção da tinta de fundo, aplicar 2 (duas) demãos de tinta EPOXI POLIAMIDA BICOMPONENTE DE ALTA ESPESSURA, atóxica - sem metais pesados (óxido de chumbo, cromatos ou molibdatos) sem fenóis ou outras substâncias patogênicas, próprio para água potável e atestados por instituição especializada e de fé pública, com 150 micra por demão de película seca (cor BRANCA, notação Munsell 9.5), por meio de rolo ou pistola.
- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) Espessura total final 450 micra.

10.3.2 Preparo da superfície para pintura externa:

- a) Aplicar jato abrasivo ao metal quase branco padrão Sa-2 ½, conforme a norma SIS 05 59 00;
- b) Deve-se obter um acabamento, que corresponda a uma das gravuras Sa 2 ½ da referida Norma;

10.3.2.1 Para aplicação da tinta de fundo do costado, teto e acessórios, proceder como se segue:

- a) Após inspeção e preparo da superfície, aplicar 1 (uma) demão de PRIMER EPOXI DE ALTA ESPESSURA BI COMPONENTE (poliamida, poliamina ou mastique), na cor do fabricante (não pode ser branco), com o mínimo de 125 micra por demão de película seca por meio de rolo ou pistola;
- b) A pintura de fundo mínima de 125 micras não computa a micragem do shop primer.

10.3.2.3 Para aplicação da tinta de acabamento coluna seca e costado, proceder como se segue:

- a) Após inspeção da tinta de fundo aplicar 1 (uma) demão de POLIURETANO ALIFÁTICO (poderá ser acrílico) BI COMPONENTE, SEMI-BRILHO, com 80 micra por demão de película seca na cor BRANCA (notação Munsell N 9.5), por meio de rolo ou pistola;
- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) Espessura total final 205 micra.

10.3.2.4 Para aplicação da tinta de acabamento da escada externa e guarda-corpos, proceder como se segue: Pintura:

- a) Após inspeção da tinta de fundo aplicar 1 (uma) demão de POLIURETANO ALIFÁTICO (poderá ser acrílico) BI COMPONENTE, SEMI-BRILHO, com 80 micra por demão de película seca na cor AMARELO SEGURANÇA (notação Munsell 5Y8/12), por meio de rolo ou pistola;
- b) O intervalo de tempo mínimo e o máximo entre demãos deve ser conforme estabelecido pelo fabricante;
- c) Espessura total final 205 micra.

10.4 Testes

10.4.1 O fornecedor deve realizar, na presença do Inspetor da COPASA MG, testes de:

- a) Aderência, Espessura da Película Seca e Holiday Detector (uniformidade da película)
- A inspeção visual deve ocorrer concomitantemente com a execução da pintura, a fim de se detectar escorrimentos, ondulações, bolhas, marcas de aplicação da tinta etc.

10.4.2 Após a realização dos testes de aderência a região deve ser lixada e a(s) pintura(s) refeita(s).

10.4.3 Todos os ensaios realizados deverão ser documentados, com assinatura do inspetor de qualidade responsável pelos ensaios. Os laudos devem conter os resultados especificados e os resultados obtidos, considerando os seguintes parâmetros:

- a) Rastreabilidade das tintas;
- b) Identificação dos aparelhos de medição devidamente calibrados;
- c) Temperatura ambiente, Temperatura da superfície, umidade relativa do ar, e ponto de orvalho;
- d) Rugosidade;
- e) Padrões de jateamento – Sa 2.1/2 e Sa 3

- f) Horário de aplicação das demãos;
- g) Espessuras;
- h) Visual, Aderência e Holiday Detector.

11 Inspeção

11.1 Normas e documentos de referência

A inspeção deve ser conduzida pela Norma T.190/_ (Inspeção de Reservatório em aço), da COPASA MG.

11.2 Manual de instruções e operação

O fornecedor deverá entregar o DATA BOOK, juntamente com o equipamento, contendo: especificações gerais do equipamento, dos materiais utilizados, do sistema de proteção anticorrosiva; desenhos de conjunto e detalhes do reservatório; instruções completas para manutenção dos revestimentos protetivos.

11.3 Roteiro geral de inspeção

a) Antes do início da fabricação:

- Identificação da matéria prima a ser empregada na fabricação em confronto com os certificados da usina produtora;
- Análise dos procedimentos de soldagem e da qualificação dos soldadores;

b) Durante a fabricação, verificar:

- A adequação dos métodos de corte utilizados no preparo das bordas das chapas e das juntas;
- A preparação das juntas para soldas;
- As tolerâncias dimensionais conforme determinadas nesta Norma;
- As marcações das peças;
- As condições de armazenamento das peças prontas;
- A limpeza de óleos, graxas e respingos de solda e preparação das superfícies para pintura de fábrica.

c) Após a fabricação, verificar:

- A adequação do transporte quanto à segurança e estabilidade dimensional das peças;
- Se o transporte está seguro quando assim o exigir as condições contratuais.

11.3.1 Inspeção para a montagem:

a) Acompanhar a execução do Plano inclusive verificando as tolerâncias já fixadas e conforme as tolerâncias a seguir:

- Desalinhamento de juntas;

- As aberturas das juntas deverão obedecer os valores indicados no projeto das juntas. Para as espessuras das chapas que serão utilizadas nos reservatórios objeto desta especificação, a abertura das juntas deverá ser 3,0mm +/- 1,0;

- O raio do reservatório medido a 300 mm acima de cada junta horizontal não deve exceder 0,15% do diâmetro, com um máximo de 12,5 mm;

- Nivelamento dos anéis;

- A inclinação máxima do topo do costado em relação à base na mesma vertical não deve exceder 1/200 da altura do reservatório;

- A medida da barriga horizontal deve ser feita utilizando-se de um gabarito com a curvatura do costado do reservatório e com 2,0 m de comprimento e a tolerância deve ser de 6,0 mm dentro de 1,0 m a partir das juntas verticais e de 12,0 mm no intervalo definido pelos limites acima. Barrigas verticais não devem exceder 13,0 mm, quando se considera a altura total do costado nem 0,5% e quando se considera a altura no anel (distância entre duas juntas horizontais);

- Todas as soldas deverão ser inspecionadas visualmente, não sendo aceitas as ocorrências abaixo:

* Trincas;

* Mordeduras, concavidades e crateras no metal;

* Em relação à superfície interna ou externa das chapas do costado a solda deve estar, no mínimo, paralela à superfície de referência e no máximo com um excedente (reforço) de 3 mm.

12 Logomarca e Identificação

12.1 Logomarca

12.1.1 A pintura e as definições da logomarca estão no “Manual de Identidade Visual” da COPASA MG.

12.2 Placa de identificação do reservatório

12.2.1 Todos os reservatórios da COPASA MG devem ser identificados por uma placa de Identificação;

12.2.2 A placa de identificação deverá ter as seguintes características:

a) Ser feita de alumínio fundido ou alumínio gravado (gravação pantográfica) com letras prateadas e fundo preto;

- b) Ser previamente fixada a uma chapa de aço por meio de rebites de aço inox ou parafusos de metal patente;
- c) Ter dimensões aproximadamente iguais à placa de identificação e com espessura mínima de 3,0 mm e será soldada ao costado do reservatório em todo seu contorno;
- d) Colocar entre o alumínio e o aço placa de cimento amianto ou outro material inerte que resista o aquecimento da soldagem, para evitar a corrosão eletrolítica;
- e) Ser fixada no costado a 1 m da linha de prumada da escada de marreiro e a 0,5 m acima da emenda do fundo com o costado.

13 Aceitação ou Rejeição e Garantia do Equipamento

13.1 Homologação de fornecedores

A COPASA MG só aceitará propostas de fornecedores, que tenham sido homologados para o fornecimento de Reservatórios Metálicos para Armazenamento de Água Potável. A homologação será feita através de sua equipe técnica ou de terceiros, conforme Norma COPASA Nº 97015/2 – Norma de Procedimento de Controle de Qualidade de Materiais, Homologação de Materiais de Fornecedores.

13.2 Rejeição total ou parcial de um equipamento

13.2.1 No caso do equipamento fornecido por fornecedor homologado ser rejeitado globalmente, esta rejeição deverá ser feita através de Laudo Técnico emitido por profissional qualificado contratado pela COPASA MG ou do seu corpo técnico.

13.2.1.1 O fornecedor sempre terá direito a apresentar seus argumentos contra o Laudo e propor soluções para os problemas apresentados.

13.2.1.2 Todas as despesas, para correções e inclusive a decisão sobre os riscos de ter o equipamento novamente rejeitado, são do fornecedor.

13.2.1.3 Rejeição parcial poderá ser corrigida com ônus para o fornecedor e levar à aceitação do equipamento.

13.2.1.4 A inexistência de rejeição parcial ou intermediária não exclui a possibilidade de rejeição do equipamento depois de pronto.

13.3 DATA BOOK

Para qualquer nível de classificação do fornecedor, o DATA BOOK deverá ser sempre emitido, para aceitação final do equipamento.

13.4 Termo de Garantia



NORMA TÉCNICA
Reservatório em Aço Elevado

Nº: T.189/1
Subst.: T.189/0
Aprov.: 20/04/18
Pág.: 33/33

O fornecedor deverá emitir um termo de garantia de 5 (cinco) anos sobre os materiais e mão de obra de fabricação e montagem do reservatório, sendo mantidas todas as condições originais de projeto.

14 Disposições Finais

14.1 Cabem à área de Normalização Técnica e às demais áreas afins o acompanhamento da aplicação desta Norma.

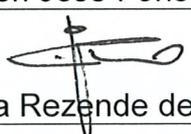
14.2 Esta norma entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.

14.3 Esta Norma, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Divisão de Cooperação Técnica e Desenvolvimento Tecnológico - DVDT.

14.4 Coordenador da equipe de revisão desta Norma:

Identificação Organizacional			Nome do Responsável
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DGC	SPAL	DVSP	Giovanni Helbert Quaresma

14.5 Responsáveis pela aprovação:

Identificação Organizacional			Nomes dos Responsáveis
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DTE	SPDT	DVDT	 Wilton José Fonseca Ferreira
DTE	SPDT	-	 Patrícia Rezende de Castro Pirauá