

ITEM 1 - ANEXO IX

Norma Técnica Sabesp NTS 231

Reservatório apoiado de aço carbono soldado

Especificação

São Paulo
Revisão 1 - Abril - 2014

S U M Á R I O

1 OBJETIVO	1
2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	1
3 DEFINIÇÕES	2
4 CLASSIFICAÇÃO	3
5 CAPACIDADE E DIMENSÕES PRINCIPAIS DO RESERVATÓRIO	3
6 MATERIAIS DO CORPO DO RESERVATÓRIO	3
7 CONDIÇÕES GERAIS DE PROJETO.....	3
7.1 Fundação e base do reservatório.....	4
7.2 Fundo.....	4
7.3 Costado.....	5
7.4 Teto 6	
7.5 Bocais	7
7.6 Boca de visita.....	7
7.7 Entrada, saída, descarga e extravasor.....	8
7.8 Alças de içamento.....	9
7.9 Escada, plataforma, passadiço e guarda-corpo	9
7.10 Dispositivos para fixação de eletrodutos.....	9
7.11 Dispositivo para passagem de cabos dos reguladores de nível.....	9
7.12 Dispositivo para fixação de cabos dos reguladores de nível.....	10
7.13 Indicador de nível	10
7.14 Balizamento Noturno	10
7.15 Proteção catódica.....	10
7.16 Aterramento.....	10
8 QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES E DOS PROCEDIMENTOS DE SOLDAGEM	10
9 CONDIÇÕES GERAIS DE MONTAGEM.....	11
9.1 Procedimentos da executante.....	11
9.2. Armazenamento e transporte de materiais	11
9.3 Verificação da base	12
9.4 Montagem do fundo	12
9.5 Montagem do costado	12
9.6 Montagem do teto.....	14
9.7 Montagem dos bocais.....	15
9.8 Montagem dos acessórios	15
10 GRAUTEAMENTO FINAL	16
11 REVESTIMENTO	16
12 TESTES	17
12.1 Testes e inspeções de solda.....	17
12.2 Teste de pintura.....	18
12.3 Teste de estanqueidade e verificação de recalques	18
13 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	19
14 GARANTIA	19
15 ACEITAÇÃO DO FORNECIMENTO	19
ANEXO A – DESENHO ESQUEMÁTICO - RESERVATÓRIO EM CHAPA DE AÇO TIPO “1” CAPACIDADE DE 10 A 100 M³.	20
ANEXO B – DESENHO ESQUEMÁTICO - EM CHAPA DE AÇO TIPO “2” CAPACIDADE MAIOR DE 100 E MENOR QUE 900 M³.	20
ANEXO C – DESENHO ESQUEMÁTICO - RESERVATÓRIO EM CHAPA DE AÇO TIPO “3” CAPACIDADE IGUAL OU SUPERIOR A 1000 M³.	20
ANEXO D – DETALHES (PLANTAS E CORTES) DO RESERVATÓRIO EM CHAPA DE AÇO	20
ANEXO E – DETALHES (PLANTAS E CORTES) DO ESCADA PARA RESERVATÓRIOS	20
ANEXO 1 – ESCOPO DE CONTRATAÇÃO.....	21
ANEXO 2 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO	22

Reservatório apoiado de aço carbono soldado

1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer os critérios para fabricação e montagem de reservatórios apoiados de aço carbono soldado para água tratada, de reuso ou bruta.

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

NBR NM-ISO 7-1: *Rosca para tubos onde a junta de vedação sob pressão é feita pela rosca – Parte 1 – Dimensões, tolerâncias e designações.*

NBR 5419: *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.*

NBR 5598: *Eletroduto de aço carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos.*

NBR 7821: *Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados.*

NBR 15708-6: *Indústrias do petróleo e gás natural. Perfis Pultrudados - Parte 6 - Escadas do tipo marinho*

ASTM A 153: *Standard specification for Zinc coating (hot-dip) on Iron and steel hardware.*

ASTM A 283: *Standard specification for low and intermediate tensile strength Carbon steel plates.*

NTS 034: *Soldagem.*

NTS 036: *Qualificação de produtos e materiais para revestimento*

NTS 038: *Testes ultrassônicos de juntas soldadas.*

NTS 039: *Tintas – Medição de espessura de película seca.*

NTS 040: *Inspeção por líquido penetrante.*

NTS 041: *Inspeção de aderência em revestimentos anticorrosivos.*

NTS 042: *Inspeção de revestimento com Holiday Detector via seca.*

NTS 085: *Preparo de superfícies metálicas para pintura.*

NTS 144: *Esquema de pintura para equipamentos e materiais em aço carbono ou ferro fundido novos sujeitos à umidade freqüente.*

NTS 282: *Guarda corpos*

Portaria 2914 -2011: *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.*

3 DEFINIÇÕES

3.1

andaime-suporte

estrutura provisória para montagem e soldagem do teto

3.2

altura nominal do reservatório

distância entre a face superior da chapa de fundo e o topo da chapa do último anel do costado, medido no lado externo do reservatório

3.3

diâmetro nominal do reservatório

diâmetro interno do anel inferior do costado

3.4

espessura nominal da chapa

espessura pela qual a chapa é denominada comercialmente

3.5

pressão de projeto

pressão hidrostática da coluna de água medida do nível do extravasor até a chapa de fundo

3.6

miolo

parte do fundo e do teto, composta de chapas não soldadas ao costado

3.7

barriga

deformação do costado do reservatório, caracterizada pelo afastamento em relação à linearidade de geratriz do cilindro

3.8

capacidade

volume de água delimitado entre o nível do extravasor e o fundo do reservatório

3.9

teto autoportante

constituído exclusivamente de chapas soldadas, transferindo as cargas diretamente para o costado

3.10**teto estruturado**

teto onde os esforços são distribuídos por vigas, com chapas de aço como elementos de vedação, com ou sem colunas.

3.11**plataforma**

piso horizontal localizado na parte intermediária da escada ou sobre o teto

3.12**passadiço**

piso inclinado localizado sobre o teto.

4 CLASSIFICAÇÃO

4.1 Tipo 1: para capacidades entre 10 e 100 m³ (Anexo A).

4.2 Tipo 2: para capacidades maiores que 100 e menores que 1000 m³ (Anexo B).

4.3 Tipo 3: para capacidades iguais ou superiores a 1000 m³ (Anexo C).

5 CAPACIDADE E DIMENSÕES PRINCIPAIS DO RESERVATÓRIO

A capacidade, as dimensões principais do reservatório e seus acessórios são fornecidas no projeto básico.

6 MATERIAIS DO CORPO DO RESERVATÓRIO

As chapas utilizadas na fabricação do reservatório devem ser em aço carbono ASTM A-283 Gr C ou superior, e devem ser acompanhadas do certificado da usina.

Os perfis estruturais devem apresentar certificados de qualidade.

7 CONDIÇÕES GERAIS DE PROJETO

O projeto deve ser desenvolvido conforme NBR 7821.

A Sabesp fornecerá ao fabricante do reservatório metálico o projeto da fundação e base do reservatório.

O projeto mecânico detalhado deve ser apresentado à Sabesp para aprovação e certificação, contendo desenhos e memória de cálculo, compreendendo:

- fundo e poço de saída;
- costado;
- teto, suportes e tensões na chaparia;
- verificação da estabilidade do costado e teto, sob a carga simultânea de pressão e vácuo;
- verificações de tensões devido à cargas localizadas e reações sobre os bocais, portas, inspeções, etc.

7.1 Fundação e base do reservatório

7.1.1 Somente para os reservatórios tipo 3, antes da construção da base, deve ser instalado em seu centro, um eletrodo de referência permanente de cobre/sulfato de cobre e, deste até o ponto de teste (PT), um eletroduto em PE com diâmetro de 1" e cabo de 6 mm² com isolamento de 1000 V. O PT deve estar localizado no passeio que circunda o reservatório.

7.1.2 A base do reservatório deve ser projetada de modo que o recalque absoluto e o recalque diferencial máximo sejam compatíveis com a segurança do reservatório, conforme indicado no subitem 7.1.5.

7.1.3 Para os reservatórios tipo 3, quando a base for um anel periférico de concreto, deve-se prever um rebaixo para a chapa de soleira da porta de limpeza.

7.1.4 Quando houver anel periférico o centro da base será em areia adensada com altura mínima de 10 cm e densidade relativa (grau de adensamento) mínima de 70%, sendo sua execução e os testes de responsabilidade da contratada ou fabricante.

Sobre a camada de areia deve ser executada uma camada de argamassa de cimento e areia (traço 1:6) com 3 cm de espessura. Sobre a argamassa, antes da montagem das chapas do fundo do reservatório, deve ser aplicada uma camada de duas demãos cruzadas de emulsão betuminosa impermeabilizante (CM 30 ou similar).

Caso a base seja em concreto, também deve ser aplicada camada de duas demãos cruzadas de emulsão betuminosa impermeabilizante (CM 30 ou similar).

7.1.5 Durante o carregamento do reservatório, para o teste de estanqueidade, deve ser feito o monitoramento dos recalques. Os recalques máximos aceitáveis são:

- a) recalque absoluto em qualquer ponto do reservatório: 25 mm;
- b) recalque diferencial entre dois pontos da periferia: 15 mm em 9000 mm, medido ao longo do perímetro;
- c) recalque diferencial entre dois pontos quaisquer da periferia: 20 mm, respeitando o item b.

7.2 Fundo

7.2.1 O fundo deve ser cônico, com declividade mínima de 1:100 do centro para a periferia com as chapas dispostas no sentido da melhor drenagem.

7.2.2 Para reservatórios tipo 3 com diâmetros superiores a 15 m, as chapas do miolo do fundo devem ser fechadas com um anel de chapas anulares, cujas espessuras devem ser calculadas atendendo aos limites da Tabela 1.

Tabela 1 - Espessura mínima das chapas anulares

Diâmetro nominal do reservatório (m)	Espessura mínima	
	(mm)	(polegada)
menor que 25	6,35	1/4
de 26 a 35	7,94	5/16
de 36 a 55	9,53	3/8
maior que 55	12,50	1/2

7.2.3 A disposição típica do fundo com ou sem chapas anulares devem constar dos desenhos de fabricação.

7.2.4 A espessura mínima das chapas do fundo deve ser de 6,35 mm.

7.2.4.1 Deve ser considerada uma sobre-espessura para corrosão de 1,5 mm para 25 anos de vida útil.

7.2.5 O diâmetro do fundo deve exceder o diâmetro do costado em no mínimo 50 mm, medido a partir da solda do costado ou da solda de qualquer chapa de reforço que exista.

7.2.6 Para reservatórios fabricados com fundo em chapas sobrepostas, o costado deve ser montado a uma distância radial mínima de 100 mm das sobreposições.

7.2.7 Todas as juntas sobrepostas devem ter um transpasse mínimo de 60 mm.

7.2.8 Quando as chapas centrais forem ligadas entre si por solda de topo, deve ser utilizado cobre-junta.

7.2.9 Deve ser apresentado o cálculo hidráulico para o sistema de saída do reservatório.

7.2.10 Para reservatórios tipo 1 ou tipo 2 ($< 500 \text{ m}^3$) deve ser previsto dispositivo antivórtice que garanta o máximo de operacionalidade do reservatório. Para os reservatórios tipos 2 ($\geq 500 \text{ m}^3$) e 3, o poço de saída deve ter o diâmetro mínimo de 1000 mm, garantindo que o nível mínimo operacional será o fundo do reservatório.

7.2.11 Na parte superior deste poço, para evitar acidentes, no mesmo nível do piso do reservatório, deve ser instalada grelha em aço inoxidável tipo AISI 316L com malha 50 x 50 mm, removível, constituída por segmentos que permitam sua passagem pela boca de visita.

7.3 Costado

7.3.1 As espessuras calculadas devem ser acrescidas de sobre-espessura para corrosão bem como das tolerâncias de fabricação e calandragem. A espessura resultante deve ser ajustada para o valor comercial superior mais próximo.

7.3.1.1 Deve ser considerada uma sobre-espessura para corrosão de 1,5 mm para 25 anos de vida útil.

7.3.1.2 A tolerância de fabricação e conformação das chapas é de 12,5% da espessura nominal.

7.3.2 As espessuras nominais mínimas das chapas do costado não devem ser inferiores às da Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 - Espessuras nominais mínimas das chapas do costado

Diâmetro do reservatório (m)	Espessura mínima	
	(mm)	(polegada)
menor que 15	4,76	3/16
de 16 a 35	6,35	1/4
de 36 a 55	7,94	5/16
maior que 55	9,53	3/8

7.3.3 Eventuais cargas aplicadas no costado (caixa e tubulação do extravasor, tubulação de entrada e saída, escada, etc.) devem ser consideradas quando do seu dimensionamento, evitando deformações das chapas.

7.4 Teto

7.4.1 O teto deve ser do tipo autoportante.

Admite-se o teto estruturado sendo que a utilização de coluna, se necessária, fica restrita a reservatórios com volumes a partir de 3000 m³.

7.4.2 As chapas do teto devem ter espessura mínima de 4,7 mm. Deve ser considerada uma sobre-espessura para corrosão de 1,5 mm para 25 anos de vida útil.

7.4.3 As vigas de rafeamento do teto, quando utilizadas, devem ser instaladas na face externa, com solda contínua e não será permitido o uso de vigas treliçadas.

7.4.4 As ligações entre as chapas do teto devem ser feitas com juntas de topo ou sobrepostas com solda em ambos os lados, com transpasse mínimo de 30 mm para as juntas radiais e 40 mm para juntas circunferenciais.

7.4.5 A sobreposição deve ser no sentido da melhor drenagem das águas pluviais.

7.4.6 No projeto do teto deve ser considerado o peso próprio do teto, incluindo acessórios, mais uma sobrecarga de 100 kgf/m².

7.4.7 Para os reservatórios tipo 2 e 3, deve ser apresentado o detalhamento das dimensões bem como das disposições das chapas componentes do teto, ou seja, a paginação.

7.4.8 É obrigatória a existência de dispositivo de ventilação (respiro). Deverá ser compatível com o fluxo de ar e água a que o reservatório será submetido e deve ser instalado, tão próximo quanto possível, do centro do teto, conforme Anexo D.

7.4.9 O teto deve ter declividade mínima de 1:100 do centro para a periferia.

7.4.10 O projeto não deve permitir que existam superfícies, arestas ou locais de difícil acesso para preparação da superfície ou aplicação da pintura.

7.5 Bocais

7.5.1 A quantidade, diâmetro nominal e posição, devem estar de acordo com o Anexo D.

7.5.2 O dimensionamento da chapa do colar de reforço do bocal deve ser conforme NBR 7821. Os bocais e seus respectivos reforços não podem se sobrepor às costuras soldadas das chapas.

A chapa do colar de reforço deve possuir um furo de diâmetro ¼" com rosca cônica conforme norma NBR NM-ISO 7 e *plug* para tamponamento do furo.

7.5.3 Bocais para instalação de respiros no teto não podem ter qualquer prolongamento interno, devendo facear a chapa internamente, com arredondamento de todas as arestas.

7.5.4 Os flanges, onde houver, devem ser conforme Desenho Sabesp 0100-400-E27.

7.5.5 Os parafusos, porcas e arruelas devem ser de aço galvanizado a fogo, conforme ASTM A 153 – classe C, rosca NBR NM-ISO 7-1 paralela e classe de resistência mínima 18.8. Os parafusos e porcas de fixação da tela de aço inox dos respiros, assim como os parafusos, porcas e arruelas dos flanges do tubo de entrada, na parte interna do reservatório, quando houver, devem ser de aço inox tipo AISI 304.

7.6 Boca de visita

7.6.1 O reservatório deverá ser provido de duas bocas de visita (inspeção), sendo uma situada no teto e outra no costado.

7.6.2 A boca de visita do costado deve ser fabricada em chapas do mesmo material das chapas do costado. Qualquer sobre-espessura considerada para o primeiro anel do costado deve ser acrescentada na espessura de todas as partes da boca de visita em contato com a água. Deve ser circular, diâmetro de 800 mm, comprimento do pescoço do bocal de 300 mm, com "braço turco" para sustentação do flange cego. O centro da abertura deve estar a 1,00 m do fundo do reservatório.

7.6.3 A boca de visita situada na cobertura deve possuir um diâmetro de 600 mm, sendo que a tampa deve ser construída conforme detalhe mostrado no Anexo D.

7.6.4 Os reservatórios tipo 3 devem possuir porta de limpeza conforme NBR 7821 (exceto quando dispensada pela Sabesp), provida de junta de vedação em neoprene com 5 mm de espessura.

7.7 Entrada, saída, descarga e extravasor

7.7.1 As tubulações de entrada, saída, descarga e extravasor, entre as caixas e os bocais do costado devem ser fornecidas e montadas pelo fabricante do reservatório.

7.7.2 Nos reservatórios tipos 1 e 2, as entradas, saídas, descarga e extravasor devem obedecer aos valores definidos no projeto hidráulico, não se admitindo valores inferiores aos diâmetros apontados nas Tabelas 3 e 4, podendo ser fabricadas em aço carbono ou ferro fundido flangeados.

7.7.3 Nos reservatórios tipo 2, com volumes a partir de 500 m³ e nos do tipo 3, a tubulação de saída deve ser posicionada na lateral de um poço circular, a uma profundidade mínima de 2,5 **d** (onde **d** é o diâmetro da tubulação de saída) medida entre o eixo dessa tubulação e o fundo do reservatório. No caso de tubulação de saída para sucção de bombas, esta deve ser objeto de estudo e apresentado para aprovação da Sabesp.

7.7.4 Nos reservatórios tipo 3, as tubulações devem ser fabricadas em aço carbono, conforme especificação Sabesp 0100 400 S3. Para diâmetros até 500 mm as tubulações devem ser flangeadas; para diâmetros superiores as juntas poderão ser soldadas.

7.7.5 As tubulações de saída e descarga devem ser contínuas entre o poço do reservatório e a caixa de válvulas. Essas tubulações devem passar com folga em aberturas previamente executadas na parede da caixa, para permitir o deslocamento do tubo, que tende a recalcar durante o ensaio de estanqueidade. Posteriormente deve ser providenciada a vedação desta folga.

Tabela 3 - Reservatório tipo 1

	Volume nominal (m ³)		
	15	30 / 50 / 75	100
	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)
Entrada	80	100	100
Saída	80	100	150
Descarga	80	100	100
Extravasor	80	100	100

Tabela 4 - Reservatório tipo 2

	Volume nominal (m ³)				
	200	300 / 400	500 / 600	700	< 1000
	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)	Φ mínimo (mm)
Entrada	150	150	200	250	300
Saída	150	200	250	300	400
Descarga	100	150	200	200	200
Extravasor	150	150	200	250	300

Obs. Os diâmetros das tubulações de entrada, saída, descarga e extravasor dos reservatórios tipo 3 devem obedecer aos valores definidos no projeto hidráulico.

7.8 Alças de içamento

7.8.1 Os reservatórios do tipo 1 deverão ser providos de alças a cada 120 graus, soldadas no costado, para carga, descarga e colocação sobre a base.

7.8.2 As alças e as soldas para sua fixação deverão ser dimensionadas de tal modo que, para a capacidade adotada, cada alça seja capaz de suportar carga de valor igual a duas vezes o peso do reservatório vazio.

7.9 Escada, plataforma, passadiço e guarda-corpo

7.9.1 A escada deve ser do tipo marinheiro com guarda-corpo, ligada ao costado para acesso ao teto do reservatório, conforme Anexo E. O trecho desse guarda corpo não fechado por chapa lisa deve conter barramentos perpendiculares ao aro da escada. O espaçamento máximo entre barramento deve ser de 250 mm, atendendo ao prescrito na NBR 15708 - 6.

7.9.2 A plataforma e o passadiço, quando necessários, devem permitir o acesso aos acessórios do teto para serviços de operação e manutenção, com facilidade e segurança. Devem ser executados com chapa antiderrapante (chapa xadrez ou piso cartilhado).

Entre a plataforma ou passadiço e o teto do reservatório deve haver um espaço mínimo de 200 mm.

7.9.3 Deve ser instalado um guarda-corpo com 1100 mm de altura em todo o contorno do teto, assim como nas laterais da plataforma e do passadiço, conforme Anexo E. Esse guarda corpo deve atender a todas as prescrições da NTS 282

7.10 Dispositivos para fixação de eletrodutos

7.10.1 Na face externa do costado devem ser previstos dispositivos, do mesmo material utilizado na construção do reservatório, que permitam a fixação de eletrodutos destinados à passagem de cabos elétricos.

7.10.2 Os eletrodutos devem ser de ferro galvanizado a fogo, classe pesada, conforme NBR 5598.

7.11 Dispositivo para passagem de cabos dos reguladores de nível

No pescoço do bocal de visita do teto do reservatório deve existir um dispositivo que permita a passagem dos cabos elétricos dos reguladores de nível para o seu interior. O dispositivo deve impedir a passagem de contaminantes para o interior do reservatório.

7.12 Dispositivo para fixação de cabos dos reguladores de nível

No interior do reservatório, sob a cobertura e próximo à abertura de inspeção, deve existir um dispositivo que permita a fixação de três cabos elétricos dos reguladores de nível.

7.13 Indicador de nível

Os reservatórios com capacidade até 1.000 m³ devem possuir um indicador de nível com escala volumétrica. Não será aceito indicador de nível fabricado com material translúcido.

7.14 Balizamento Noturno

Devem ser instalados luva e suportes para os eletrodutos necessários ao balizamento noturno. Estes dispositivos devem ser fabricados do mesmo material do reservatório.

Deve ser consultado o COMAR (Comando Aéreo Regional) sobre a necessidade de instalação de balizamento noturno no teto do reservatório.

7.15 Proteção catódica

7.15.1 Para reservatório tipo 3, deve ser projetado e instalado sistema de proteção catódica para as superfícies internas (costado e fundo) e externas (fundo, tubulações de entrada e saída, drenos e extravasores) do reservatório.

7.15.2 Deve ser garantida uma diferença de potencial entre o reservatório e o solo de -0,95V a -0,85V, em relação a uma meia célula de cobre/sulfato de cobre.

7.15.3 Caso haja aterramento, esse deve ser isolado do sistema de proteção catódica

7.15.4 Logo após a montagem do reservatório e semestralmente deve ser efetuada uma medição no ponto de teste para verificação da diferença de potencial.

7.16 Aterramento

7.16.1 Todos os reservatórios devem possuir dois dispositivos para fixação do cabo de aterramento (clip), diametralmente opostos.

7.16.2 Os critérios para dimensionamento do sistema de aterramento devem atender a NBR 5419.

8 QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES E DOS PROCEDIMENTOS DE SOLDAGEM

A qualificação de soldadores e dos procedimentos de soldagem deve atender a NTS 034.

9 CONDIÇÕES GERAIS DE MONTAGEM

9.1 Procedimentos da executante

A montagem do reservatório deve seguir a um procedimento escrito pelo fabricante e aprovado pela fiscalização, contendo as condições estabelecidas nesta norma e abrangendo, no mínimo, o seguinte:

9.1.1 Sequência e descrição de cada etapa de montagem, definindo a ocasião em que serão realizados os testes previstos.

9.1.2 Equipamentos, métodos de ajustagem e acessórios a serem utilizados em cada etapa de montagem.

9.1.3 Procedimentos de soldagem incluindo sequência de soldagem de cada etapa, plano de compensação para contração das soldas e equipamentos utilizados.

9.1.4 Apresentação dos certificados de qualificação dos soldadores e inspetores, fornecidos pela Sabesp, empresa ou órgão indicado pela Sabesp.

9.1.5 Procedimentos da execução do tratamento térmico na porta de limpeza.

9.2. Armazenamento e transporte de materiais

9.2.1 O fabricante será responsável pela carga, transporte, descarga e armazenamento de todos os materiais e recursos necessários ao fornecimento e montagem do reservatório, dos locais de origem até a obra.

O fornecedor será responsável pela guarda dos mesmos no canteiro de obras, até a entrega definitiva do reservatório.

9.2.2 As chapas devem ser armazenadas pelo menos a 30 cm acima do nível do solo, sobre berços e protegidas das intempéries.

Para as chapas calandradas, os berços devem ter a mesma curvatura das chapas, e a quantidade máxima por pilha deve ser tal que não deforme as chapas inferiores.

9.2.3 As peças pequenas, tais como flanges, luvas e parafusos devem ser armazenados em caixotes, em locais secos. As superfícies usinadas das peças devem ser protegidas contra a corrosão por meio de graxa e outros compostos adequados. As faces dos flanges devem ser protegidas por discos de madeira.

9.2.4 Os tubos, escadas, plataformas e outras peças de aço de maior dimensão deverão ser estocados sobre berços de madeira, adequadamente espaçados e travados para evitar deformação e deslocamento.

9.3 Verificação da base

Devem ser realizadas todas as verificações das características de projeto da base, atestando sua conformidade, antes da montagem do fundo.

Atenção especial deve ser dada ao nivelamento da base do reservatório.

9.4 Montagem do fundo

9.4.1 A sequência de soldagem deve minimizar os empenos das contrações das juntas soldadas.

9.4.2 As soldas das chapas anulares devem ser de topo, com penetração total e cobre-junta.

9.4.3 As soldas das chapas do miolo devem ser de topo, com penetração total e cobre-junta ou sobrepostas, respeitando o melhor sentido da drenagem.

9.4.4 As soldas do fundo devem ser executadas em dois passes, no mínimo. Qualquer proposta de soldagem diferente deve ser apresentada à Fiscalização, para apreciação.

9.4.5 A solda entre o costado e o fundo deve ser realizada a partir da soldagem do cordão interno. Depois de testada e aprovada, deve ser executado o cordão externo.

9.4.6 Todas as soldas em ângulo devem garantir uma garganta efetiva mínima de 70% da espessura da chapa mais fina da junta, qualquer que seja o processo de soldagem. Na sobreposição de três chapas de fundo, deve ser feito o arredondamento do canto da chapa sobreposta.

9.4.7 Nos reservatórios tipo 3, com porta de limpeza, as soldas das chapas anulares com a chapa de soleira devem ser por junta sobreposta.

9.5 Montagem do costado

9.5.1 A sequência de soldagem deve minimizar os empenos das contrações das juntas soldadas.

9.5.2 O sentido de progressão da solda vertical deve ser ascendente.

9.5.3 As chapas deverão ser calandradas antes da execução da soldagem.

9.5.4 Antes do início da montagem, o raio da chapa deve ser verificado por gabarito.

9.5.5 Deve ser marcado o diâmetro interno do reservatório sobre as chapas anulares.

9.5.6 A montagem do costado deve começar pela porta de limpeza, quando houver.

9.5.7 A soldagem da chapa da soleira da porta de limpeza ao fundo deve ser executada antes de posicionar as chapas adjacentes do costado.

9.5.8 A distribuição das chapas do costado deve garantir a defasagem entre as juntas verticais.

9.5.9 Não será permitida a abertura de furos para auxiliar a montagem. Quaisquer peças provisórias soldadas ao reservatório para facilitar a montagem devem ser removidas sem deixar vestígios.

9.5.10 Os dispositivos auxiliares de montagem devem ser fixados e distribuídos de acordo com o procedimento de montagem da executante. Dispositivos auxiliares de montagem que impedem contração transversal da solda devem estar espaçados no mínimo 500 mm, sendo preferíveis os dispositivos que limitem apenas a deformação anular.

9.5.11 Quando empregado o sistema de ponteamto, os pontos não devem ser espaçados à distância inferiores a 500 mm.

9.5.12 Durante toda a montagem, as chapas do costado devem ser estaiadas para evitar deformações causadas pelo vento.

9.5.13 O nivelamento do topo do primeiro anel deve ser tal que apresente um desnível máximo de 3,0 mm para pontos consecutivos distantes 2000 mm ao longo do perímetro, e desnível máximo de 6,0 mm para pontos não consecutivos.

Eventuais desvios em relação às tolerâncias citadas devem ser corrigidos pelo uso de calço sob a chapa de fundo (não é permitido o uso de cunhas), preenchendo com graute os vazios resultantes.

9.5.14 O desalinhamento máximo permitido das juntas das chapas do costado deve ser inferior a 30% da espessura da chapa mais fina da junta. A verificação será feita com gabarito de 1000 mm, aplicado por dentro e por fora. O afastamento deve ser medido entre os pontos de apoio do gabarito.

9.5.15 A falta de prumo máxima permissível entre o topo e o fundo do costado não deve exceder 1/200 da altura total do reservatório.

9.5.16 As barrigas horizontais ou verticais do costado não devem ultrapassar 15 mm. O gabarito ou régua utilizada deve ter um comprimento de 1000 mm.

9.5.17 A circularidade do costado deve ser medida a partir de 300 mm acima da solda de canto entre o fundo e o costado e não deve exceder as seguintes tolerâncias:

Faixa de diâmetros (m)	Tolerância radial (mm)
$D < 12$	± 15
$12 \leq D < 45$	± 20
$45 \leq D < 75$	± 25

9.5.18 Todas as medições apontadas nos itens 9.5.13 a 9.5.17 devem ser feitas antes do teste hidrostático.

9.5.19 Deve ser emitido um relatório de levantamento dimensional, a cada etapa de montagem, relativo aos assuntos expressos nos itens de 9.5.13 a 9.5.17. A montagem de um anel superior só pode ser feita após a aprovação do relatório pela Fiscalização referente ao anel inferior.

9.5.20 A correção das deformações constatadas só pode ser executada após a apresentação de um procedimento de reparo para aprovação pela Sabesp.

9.5.21 Não é permitido utilizar impacto mecânico ou aquecimento para corrigir deformações no costado.

9.5.22 O alinhamento das chapas do costado deve ser feito pela face externa.

9.5.23 As chapas devem ser esquadrejadas.

9.5.24 Todas as soldas nas chapas do costado e nas seções do reforço devem ser de topo, pelos dois lados, e com penetração total.

9.5.25 As juntas verticais de dois anéis adjacentes não podem ser alinhadas e devem ser afastadas em no mínimo $1/3$ do comprimento de cada chapa. A chapa de fechamento de cada anel deve ser posicionada de modo que o afastamento entre soldas verticais, em nenhum caso, seja inferior a 150 mm. As juntas verticais não devem também se acumular em uma mesma região do costado do reservatório.

Quando existir chapas anulares no fundo, as juntas do primeiro anel do costado e as juntas dessas chapas anulares devem também estar dentro dos requisitos de distância mínima entre as soldas verticais do costado.

9.5.26 Quando houver porta de limpeza, esta deve ser submetida a tratamento térmico e provida de junta de vedação em neoprene com 5 mm de espessura, devendo ser aplicada vaselina sólida quando da sua instalação.

9.6 Montagem do teto

9.6.1 A sequência de soldagem deve minimizar os empenos das contrações das juntas soldadas.

9.6.2 Para a montagem do andaime-suporte do teto, devem ser previstas chapas de reforço sob os pontos de apoio do andaime, para evitar danos às chapas do fundo.

9.6.3 Deve ser evitada qualquer sobrecarga na estrutura do andaime-suporte do teto devido ao empilhamento de chapas em um mesmo local.

9.6.4 Não é permitido o ponteamto de qualquer chapa do teto com a estrutura do andaime-suporte.

9.6.5 Deverá ser utilizado gabarito para verificar se a montagem do teto obedece a curvatura prevista no projeto.

9.6.6 As soldas do anel externo com a chapa de reforço no topo do costado ou a cantoneira de topo devem ser executadas em ambos os lados.

9.7 Montagem dos bocais

9.7.1 Os flanges devem ser instalados de forma que o eixo vertical passe pelo meio do intervalo entre dois furos.

9.7.2 A chapa do colar de reforço do bocal deve ter furo de teste, roscado, de diâmetro de 1/4" e rosca cônica conforme norma NBR NM ISO 7. Após a execução e aprovação das soldas, esse furo deve ser tamponado com *plug*.

9.7.3 Os cantos vivos das chapas do colar de reforço devem ser arredondados.

9.8 Montagem dos acessórios

9.8.1 Sistema de controle de nível

É composto por regulador de nível (bóia) e um sistema de medição de nível através de transmissor de pressão relativa ou medidor ultrassônico ou qualquer outro meio adequado.

Na face externa do costado devem ser previstos dispositivos que permitam a fixação do eletroduto destinado à passagem dos cabos elétricos.

No pescoço da boca de visita do teto deve ser instalada uma luva de 3/4" para passagem dos cabos da bóia.

No primeiro anel do costado, a 300 mm do fundo do tanque, deve ser prevista a instalação de uma luva de 1/2" para ligação de transmissor de pressão relativa.

No caso de uso do medidor ultrassônico, deve ser previsto no teto bocal apropriado para sua instalação.

9.8.2 Sistema de proteção catódica

Na face interna do teto e do fundo devem ser previstos dispositivos para fixação dos cabos e anodos da proteção catódica da superfície interna.

Na parte superior do costado deve ser previsto bocal que permita a passagem dos cabos.

Na face externa do costado devem ser previstos dispositivos que permitam a fixação de eletroduto destinado à passagem dos cabos.

9.8.3 Sistema de aterramento

Todos os reservatórios devem possuir dois dispositivos para fixação do cabo de aterramento (clip), diametralmente opostos, soldados entre a chapa de fundo e a face externa do costado.

9.8.4 Sistema de balizamento noturno

No teto deve ser previsto um dispositivo para fixação da haste para o balizamento noturno.

Na face externa do teto e do costado devem ser previstos dispositivos que permitam a fixação do eletroduto destinado à passagem dos cabos elétricos.

10 GRAUTEAMENTO FINAL

Após a montagem do reservatório e antes do teste de estanqueidade e verificação de recalques, havendo espaço entre a chapa do fundo e a base do reservatório, este deve ser preenchido com graute industrializado.

11 REVESTIMENTO

11.1 A preparação de todas as superfícies metálicas deve ser executada conforme NTS 085. O padrão de jateamento interno deve ser Sa3 para jatos abrasivos ou Sw3 para jatos úmidos. Para superfícies externas, o padrão deve ser Sa 2½ ou Sw 2½, respectivamente.

11.2 Todos os materiais para revestimento devem ser qualificados conforme NTS 036.

11.3 O revestimento interno e externo do reservatório deve ser executado de acordo com as tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Revestimento interno

Tipo de tinta		Número de demãos	Espessura (µm)	
			Por demão	Final
Tinta de fundo	Epóxi de alta espessura	1	125	125
Tinta intermediária	Epóxi poliamida de alta espessura	1	120	120
Tinta de acabamento	Epóxi poliamida de alta espessura	1	120	120
Espessura total				365

Tabela 6 – Revestimento externo

Tipo de tinta		Número de demãos	Espessura (µm)	
			Por demão	Final
Tinta de fundo	Epóxi de alta espessura	1	125	125
Tinta intermediária	Epóxi poliamida de alta espessura	2	120	240
Tinta de acabamento	Poliuretano	2	35	70
Espessura total				435

Obs: A Sabesp se reserva ao direito de aceitar ou rejeitar alternativas ao número de demãos indicados nas tabelas 5 e 6, mantendo-se a espessura total.

11.4 O fabricante deve apresentar certificado, fornecido por laboratório especializado, de reconhecida competência, atestando a adequação dos materiais utilizados na pintura interna do reservatório, para uso em contato com água potável, atendendo a Portaria 2419 do Ministério da Saúde.

11.5 Antes da aplicação do revestimento, toda a superfície deve ser inspecionada e os cordões de solda e eventuais defeitos devem ser preparados por jateamento abrasivo, conforme Sa 2 ½ externo e Sa 3 interno.

11.6 Antes da pintura interna do fundo do reservatório, devem ser retirados todos os andaimes e efetuados exames por caixa de vácuo nas soldas do fundo e na ligação do costado com as chapas anulares.

11.7 As tubulações de entrada e extravasão em aço devem ser revestidas conforme NTS 144 ou desenho padrão 0100 400 E 46. As tubulações de descarga e saída em aço devem ser revestidas conforme desenho padrão 0100 400 E 45.

11.8 A tubulação de entrada instalada na parte interna do reservatório deve ser revestida conforme NTS 144.

11.9 Para as tubulações em ferro fundido não há necessidade de revestimento externo adicional ao de fábrica.

11.10 A face externa das chapas do fundo e do poço de saída deve ser revestida conforme desenho padrão 0100 400 E 46.

11.11 O grafismo da pintura externa do reservatório deverá atender a programação visual de acordo com o Orientador Básico da Marca Sabesp.

12 TESTES

12.1 Testes e inspeções de solda

12.1.1 As soldas das chapas do fundo devem ser testadas por caixa de vácuo. Este teste deve ser realizado após a retirada dos andaimes utilizados na montagem e pintura do reservatório.

12.1.2 Todas as soldas de topo do costado devem ser testadas por ultrassom em 100% de sua extensão, conforme NTS 038.

Caso o laudo de ultrassom não seja conclusivo, a solda deve ser radiografada conforme a ASME VIII. O laudo deve ser apresentado de acordo com a ANSI B 31.3.

12.1.3 A solda interna entre o costado e o fundo deve ser testada por ensaio de capilaridade, antes da execução da solda externa.

12.1.4 As soldas do teto devem ser testadas por ultrassom em 20% de sua extensão escolhidas aleatoriamente a critério da Sabesp.

12.1.5 Em caso de reparos, devem ser seguidos os procedimentos descritos na NTS 038.

12.1.6 Todas as regiões reparadas devem ser reinspecionadas em toda a sua extensão e mais 75 mm para cada lado do reparo.

12.1.7 As soldas da chapa do colar de reforço dos bocais devem ser testadas pneumaticamente, aplicando uma pressão de 1 kgf/cm² (\cong 15 psi) através do furo de teste. As soldas devem ser examinadas com a aplicação de uma solução de água, sabão e glicerina. As soldas estarão aprovadas caso não haja surgimento de bolhas.

12.1.8 Os locais de soldas provisórias devem ser claramente indicados, após a sua remoção por esmerilhamento. Em cada local, deve ser realizado um ensaio com líquido penetrante conforme NTS 040 ou partículas magnéticas.

12.2 Teste de pintura

12.2.1 Aderência: deve ser realizado conforme NTS 041, sendo aprovada a pintura classificada como Xo Yo.

12.2.2 Espessura da película seca: deve ser realizado conforme NTS 039, sendo a pintura aprovada quando a espessura da película medida for superior ao mínimo especificado na NTS 144.

12.2.3 Holiday Detector a baixa tensão: deve ser realizado conforme NTS 042, sendo a pintura aprovada quando não houver detecção de falhas.

12.3 Teste de estanqueidade e verificação de recalques

12.3.1 Antes do teste o reservatório deve ser limpo e na sua base devem ser fixados pinos para controle dos recalques, conforme segue:

- reservatório tipo 1 – no mínimo quatro;
- reservatórios tipos 2 e 3 – no mínimo oito.

12.3.2 O teste deve ser executado da seguinte forma:

- preencher o reservatório adicionando-se um metro de altura de água;
- após 24 horas verificar as cotas dos pinos de recalque e adicionar mais um metro de altura de água;
- o reservatório deve ser preenchido conforme esta sistemática até que se atinja a cota do extravasor;
- deixar o reservatório cheio nesta cota por um período mínimo de dez dias e até que as leituras de recalque se estabilizem;
- no caso de vazamentos, o teste deve ser repetido após os devidos reparos.

Nota 1: Durante a realização do teste, havendo valor de recalque superior ao especificado em 7.1.5, o mesmo deve ser interrompido para verificação da

estabilidade do reservatório, condições das tubulações e a viabilidade da continuidade do teste.

Nota 2: Após a realização do teste, havendo valor de recalque superior ao especificado em 7.1.5, deve ser feito estudo do efeito deste recalque no desempenho da obra.

13 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Devem ser enviadas a Sabesp, duas vias do livro de documentação técnica de fabricação (Data Book), contendo no mínimo os seguintes itens:

- a) procedimentos executivos aprovados;
- b) certificado de qualidade dos materiais empregados, abrangendo: chapas, revestimentos e eletrodos;
- c) certificados de qualificação do procedimento de soldagem e de soldadores e operadores;
- d) certificados de qualificação de inspetores (RX, LP e US);
- e) relatórios de inspeção visual, radiografias, ultrassom e demais testes e ensaios;
- f) lista de identificação de assinaturas;
- g) desenhos certificados e "*As-Built*";
- h) relatórios de ocorrências relevantes.

14 GARANTIA

O reservatório, seus componentes e acessórios devem ser garantidos pelo fornecedor pelo prazo de 60 meses a partir da data de recebimento do reservatório.

Esta garantia deve cobrir qualquer deficiência de projeto ou defeito de fabricação, que devem ser corrigidos imediatamente após a sua constatação, sem qualquer ônus para a Sabesp.

15 ACEITAÇÃO DO FORNECIMENTO

A aceitação final do reservatório está condicionada ao atendimento e aprovação de cada etapa dos processos de fabricação, montagem e pintura, bem como a entrega de toda a documentação técnica à Sabesp, aceitação de campo após aprovação nos testes e limpeza final.

ANEXOS A, B, C, D e E - Desenhos

Obs. Para visualizar os desenhos, clique na palavra ANEXO.

ANEXO A – Desenho esquemático - Reservatório em Chapa de aço tipo “1” capacidade de 10 a 100 m³.

ANEXO B – Desenho esquemático - Reservatório em Chapa de aço tipo “2” capacidade maior de 100 e menor que 900 m³.

ANEXO C – Desenho esquemático - Reservatório em Chapa de aço tipo “3” capacidade igual ou superior a 1000 m³.

ANEXO D – Reservatório em Chapa de aço – detalhes (plantas e cortes).

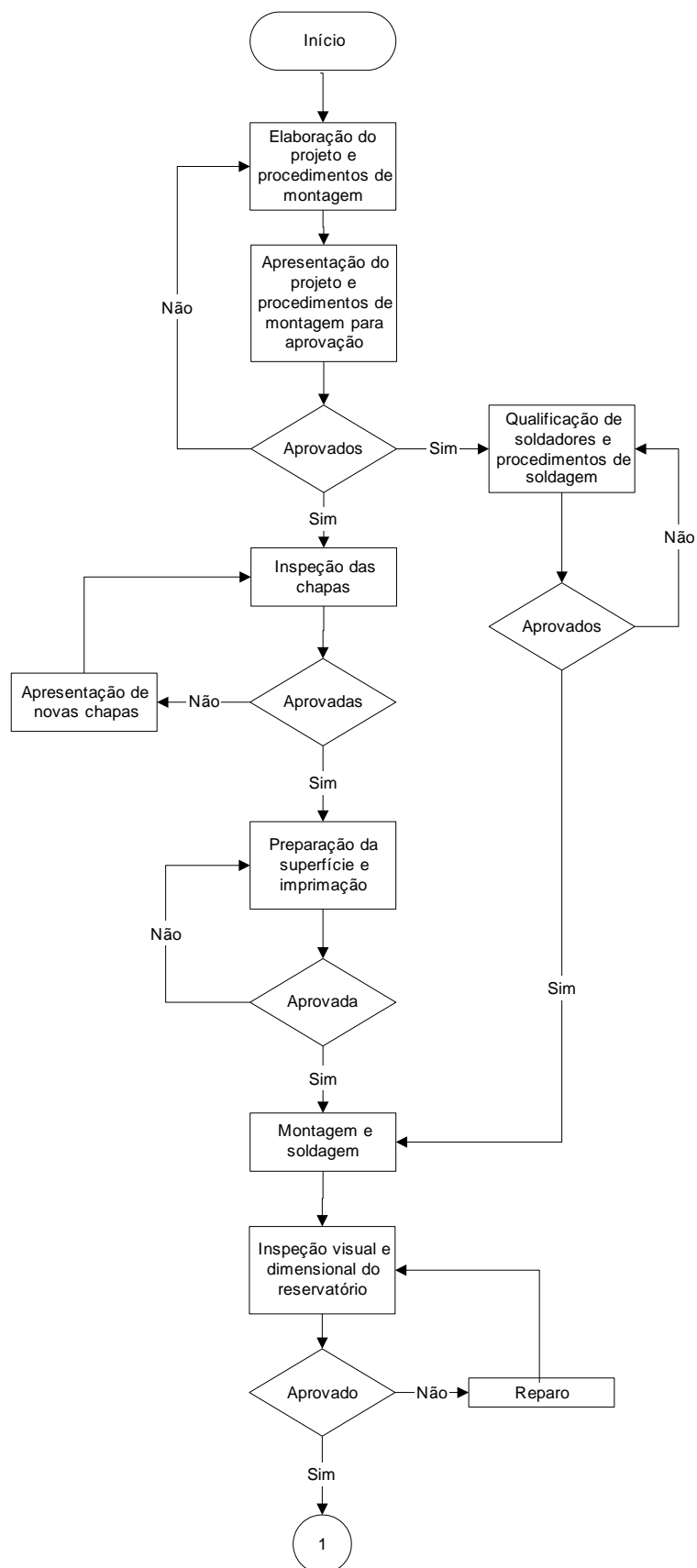
ANEXO E – Escada para reservatórios (plantas, cortes e detalhes).

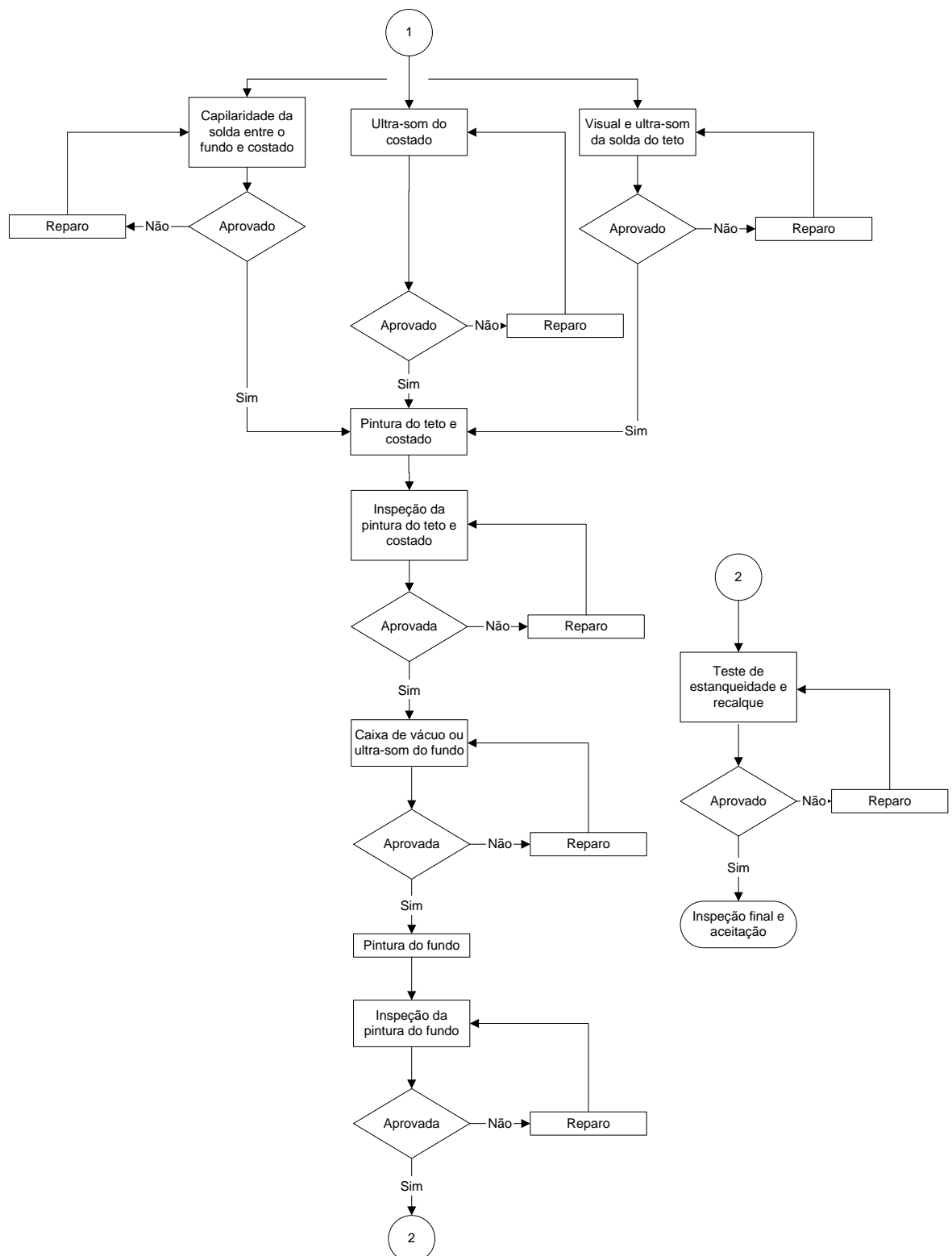
ANEXO 1 – ESCOPO DE CONTRATAÇÃO

A Sabesp fornecerá ao fabricante do reservatório metálico o projeto da fundação e base do reservatório.

O fornecedor é responsável pela fabricação, fornecimento e montagem do reservatório. O fornecimento deve contemplar os seguintes itens:

- projeto mecânico detalhado;
- fabricação e montagem do reservatório;
- fabricação de peças, acessórios e outros elementos constituintes do reservatório;
- tratamento térmico na porta de limpeza;
- transporte, carga e descarga;
- qualificação de soldadores e dos procedimentos de soldagem;
- qualificação dos procedimentos, inspetores e operadores de ensaios não-destrutivos;
- fornecimento e montagem das tubulações de entrada, saída e extravasor;
- equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários à execução da pintura interna e externa;
- equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários para realização dos testes do reservatório;
- limpeza final;
- Data Book.

ANEXO 2 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO

ANEXO 2 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO (continuação)

Reservatório apoiado de aço carbono soldado

Considerações finais:

- 1) Esta norma técnica, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que for necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados ao Departamento de Acervo e Normalização Técnica - TXA;
- 2) Tomaram parte na elaboração desta Norma:

ÁREA	UNIDADE DE TRABALHO	NOME
C	CSQ	Adilson Menegatte Mello Campos
M	MEE	Roberto de Moura Ferrão
M	MME	Douglas Ribeiro dos Santos
R	REQ	Carlos Almir de Carvalho Dias
T	TXA	Marco Aurélio Lima Barbosa
T	TXA	Reinaldo Putvinskis

Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Diretoria de Tecnologia, Empreendimentos e Meio Ambiente - T
Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - TX
Departamento de Acervo e Normalização Técnica - TXA

Rua Costa Carvalho, 300 - CEP 05429-900
São Paulo - SP - Brasil

- Palavras-chave: Reservatório, estrutura de aço, soldado.

- 22 páginas