

MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação
Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT)

Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos

DIRETRIZ SINAT

Nº12

Reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável

Brasília, março de 2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 OBJETO	3
1.2 RESTRIÇÕES DE USO	4
1.3 CAMPO DE APLICAÇÃO	6
1.4 TERMINOLOGIA	6
1.5 DOCUMENTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	11
2. CONCEPÇÃO DO PROJETO DO RESERVATÓRIO MODULAR	13
2.1 CONDIÇÕES GERAIS	13
2.2 PRINCIPAIS ASPECTOS TÉCNICOS DO RESERVATÓRIO E SEUS COMPONENTES	14
2.3 ESPECIFICAÇÃO DOS COMPONENTES CONSTITUINTES DO RESERVATÓRIO MODULAR	15
2.3.1 Tipo de composto de PRFV adotado nas placas de PRFV	15
2.3.2 Placa de PRFV	15
2.3.3 Peças metálicas de fixação e união entre placas	16
2.3.4 Selante	16
2.3.5 Peças metálicas de contraventamento	16
3. CARACTERIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO MODULAR E DOS SEUS COMPONENTES	16
3.1 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PLACAS MODULARES DE PRFV	16
3.1.1 Características do composto de PRFV	17
3.1.2 Características dimensionais e visuais da placa de PRFV	17
3.1.3 Características mecânicas da placa de PRFV	19
3.2 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES METÁLICOS	20
3.3 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS SELANTES	23
4. REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	23
4.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL	24
4.1.1 Resistência à pressão hidrostática	24
4.1.2 Resistência às cargas de vento	24
4.1.3 Resistência às solicitações de montagem e manutenção – impacto de corpo duro	25
4.1.4 Resistência mecânica da cobertura	25
4.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	25
4.3 ESTANQUEIDADE À ÁGUA	25
4.4 DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO	25
4.5 DURABILIDADE E MANUTENABILIDADE	26
4.5.1 Vida útil de projeto do reservatório e dos seus componentes	26
4.5.2 Manutenibilidade dos componentes	27
4.5.3 Resistência à exposição acelerada das placas de PRFV e selantes	27
4.5.4 Resistência à corrosão dos componentes metálicos internos no reservatório	27
4.5.5 Resistência à corrosão dos componentes metálicos externos no reservatório	28
4.5.6 Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas	28
4.5.7 Estanqueidade após exposição acelerada em câmara de intemperismo	28
4.6 SAÚDE E HIGIENE	28
4.6.1 Independência do sistema de água potável	29
4.6.2 Contaminação biológica da água no sistema de água potável	29
4.6.3 Contaminação da água potável do sistema predial	29
4.6.4 Contaminação por refluxo de água	29
4.7 FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE	29
4.7.1 Possibilidade de caminhar sobre a base e cobertura do reservatório	30
5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	30
5.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES DO RESERVATÓRIO	30
5.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO RESERVATÓRIO MODULAR	35
5.2.1 Desempenho estrutural	35
5.2.2 Estanqueidade à água	35
5.2.3 Durabilidade e manutenibilidade	36
5.2.4 Saúde e higiene	37
5.2.5 Funcionalidade e acessibilidade	37
5.2.6 Possibilidade de caminhar sobre a base e cobertura do reservatório	37
6. ANÁLISE GLOBAL DO DESEMPENHO DO PRODUTO	37
7. CONTROLE DA QUALIDADE NA MONTAGEM	37
7.1 CONTROLE DE ACEITAÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES EM CANTEIRO DE OBRAS	39
7.2 CONTROLE DA MONTAGEM EM CANTEIRO DE OBRAS	40

7.3	LIMPEZA E ACABAMENTO	42
ANEXOS.....	43
ANEXO 1 – DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DA PLACA DE PRFV	43
ANEXO 2 – VERIFICAÇÃO DO ASPECTO VISUAL, DA IDENTIFICAÇÃO, DAS DIMENSÕES E DA MASSA DAS PLACAS DE PRFV	45
ANEXO 3 – VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO DAS PLACAS DE PRFV.....	50
ANEXO 4 – VERIFICAÇÃO DA RIGIDEZ DA PLACA DE PRFV DA COBERTURA.....	52
ANEXO 5 – VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À PRESSÃO HIDROSTÁTICA DAS PLACAS DE PRFV.....	53
ANEXO 6 – CARACTERIZAÇÃO DIMENSIONAL DOS COMPONENTES METÁLICOS.....	55
ANEXO 7 – DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TORÇÃO DE PARAFUSOS E PORCAS.....	57
ANEXO 8 – VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À DEFORMAÇÃO EM AMBIENTE COM TEMPERATURA DE 50°C E DA ESTANQUEIDADE À ÁGUA DO RESERVATÓRIO.....	59
ANEXO 9 – VERIFICAÇÃO DA TOXICIDADE DO RESERVATÓRIO	62

DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RESERVATÓRIOS MODULARES DE POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

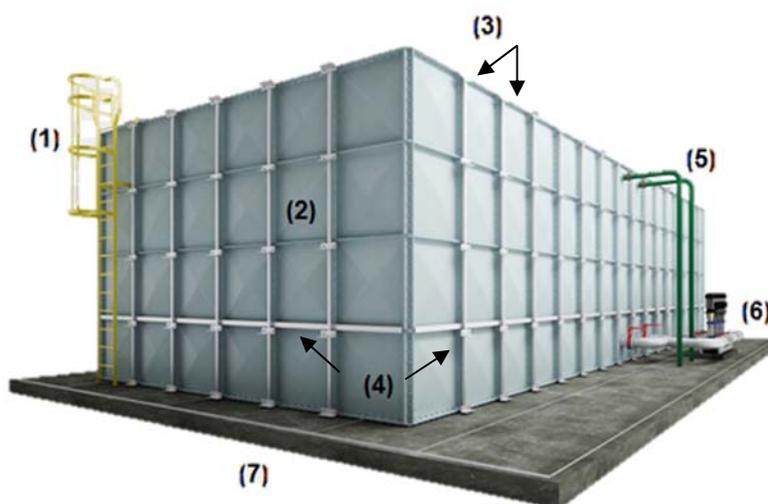
1. Introdução

1.1 Objeto

O objeto desta diretriz refere-se a reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável sob pressão atmosférica e em temperatura ambiente.

Estes reservatórios são constituídos dos seguintes componentes:

- placas modulares de PRFV para base e lateral: placas de poliéster reforçado com fibra de vidro planas ou abauladas de dimensões nominais 1000 x 1000mm e espessura nominal variando de 4 a 12mm.
- placas modulares de PRFV para cobertura: placas de poliéster reforçado com fibra de vidro abauladas de dimensões nominais 2000 x 1000mm e espessura nominal mínima de 4mm;
- peças metálicas de fixação e união das placas: consistem de parafusos, arruelas e porcas em aço galvanizado ou em aço inoxidável utilizadas para a fixação e junção das placas de PRFV entre si. O tipo de aço é definido em função da localização interna ou externa no reservatório, ou seja: aço galvanizado para localização externa e aço inoxidável para localização interna.
- selantes para vedação entre placas de PRFV e dos parafusos de união das placas.
- contraventamentos metálicos vertical e horizontal: consistem de braçadeiras, peças de fixação da braçadeira, reforços, tirantes e acopladores em aço galvanizado ou em aço inoxidável com a função de contraventamento horizontal e vertical do reservatório. O tipo de aço é definido em função da localização interna ou externa no reservatório, ou seja: aço galvanizado para localização externa e aço inoxidável para localização interna.
- Escoramento plástico da cobertura: consiste de tubos de PVC para escoramento da cobertura. Os tubos são fixados na base do reservatório através de dispositivos de fixação.



- | | | | |
|-----|-------------------------------|-----|--------------------------------------|
| (1) | Escada lateral de acesso | (5) | Tubulação de entrada de água |
| (2) | Placa modular de PRFV | (6) | Tubulação de saída de água |
| (3) | Contraventamentos verticais | (7) | Base de assentamento do reservatório |
| (4) | Contraventamentos horizontais | | |

Figura 1 – Esquema ilustrativo de reservatório modular de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável

1.2 Restrições de uso

Esta diretriz se aplica a reservatórios modulares com altura até 4 metros.

As restrições específicas, quando existirem, devem ser consignadas nos respectivos DATec's.

Na elaboração do projeto executivo do reservatório, devem ser realizados detalhamentos específicos do local onde será realizada a montagem do reservatório, visando garantir que:

- ✓ a base de assentamento do reservatório apresente as características necessárias à montagem do reservatório;
- ✓ as distâncias mínimas entre o reservatório e qualquer obstáculo sejam respeitadas para permitir as atividades de manutenção e limpeza do reservatório;
- ✓ as tubulações de entrada de água e de saída de água, e a escada lateral de acesso ao reservatório apresentem as características necessárias para a adequada operação, manutenção e limpeza do reservatório.

Os requisitos básicos a serem seguidos são:

- ➔ A base de assentamento deve ser estável, capaz de resistir aos esforços atuantes e de impedir possíveis deformações. No local que abriga o reservatório devem ser previstos meios para escoar a água extravasada em atividades de manutenção e limpeza.

A base de assentamento pode ser de 2 tipos, conforme itens (a) e (b) e figura 2:

- a) fundação do tipo radier, dimensionada de acordo com a carga final do tanque. A laje deve ser plana e seu nível não pode variar mais que 2 mm a cada metro, ou 6 mm a cada 6 metros. Deve-se prever uma distância mínima de 150 mm entre as paredes laterais do tanque e as bordas da base de assentamento, bem como um espaço ao redor do reservatório conforme figura 3 para permitir o caminhamento do usuário nas atividades de manutenção e limpeza do reservatório e de suas instalações hidráulicas.
- b) vigas em aço com espaçamento (entre eixos) de 1,0 metro e altura mínima de 0,5 metro. As vigas devem ser posicionadas de forma que sua posição coincida com a junção entre as placas no sentido do maior comprimento do tanque. Deve-se prever uma distância mínima de 150 mm entre as paredes laterais do tanque e as bordas superiores da viga em aço.

As vigas em aço devem permanecer alinhadas com desvio máximo de ± 4 mm entre si. O dimensionamento de base deve prever que a deflexão máxima no fundo do reservatório quando cheio até o nível operacional não exceda $L/2000$ mm.

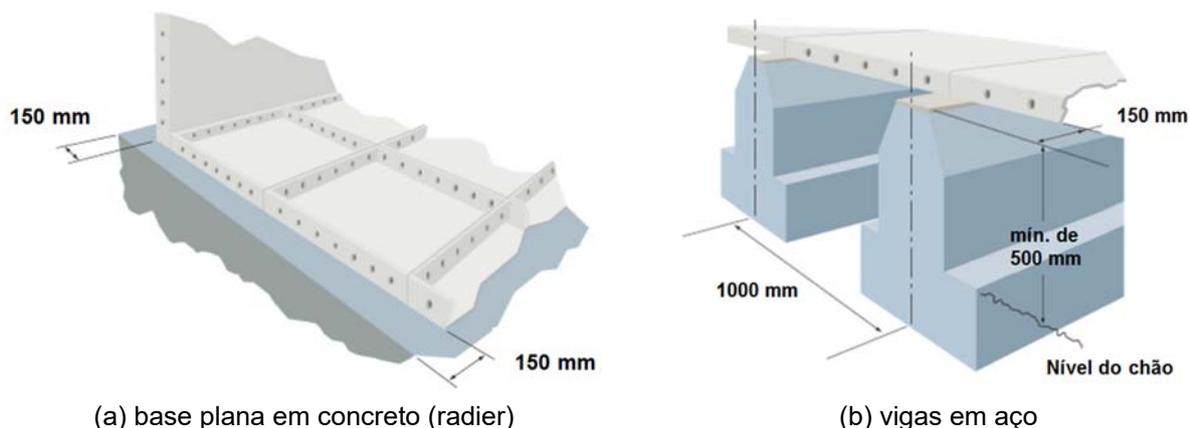


Figura 2 – Tipos de base de assentamento dos reservatórios modulares

- As distâncias mínimas requeridas ao redor do reservatório devem ser de 600mm em relação às laterais do reservatório e de 750mm em relação à cobertura do reservatório, conforme figura 3, que ilustra a vista frontal do reservatório com as indicações das distâncias mínimas.

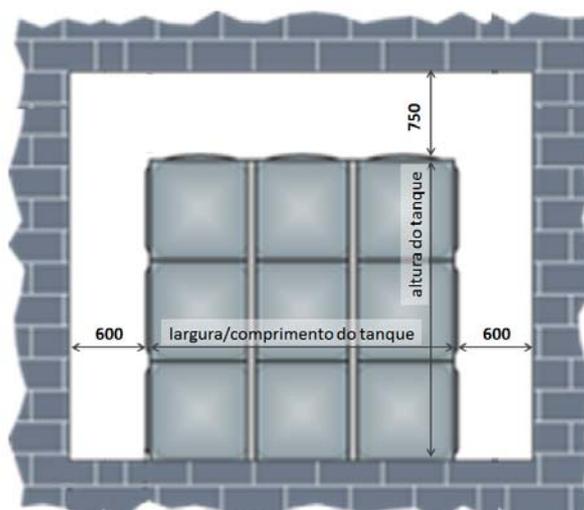


Figura 3 – Vista frontal do reservatório modular com a indicação das distâncias mínimas ao redor do reservatório

- As tubulações de entrada e saída de água no reservatório, bem como as tubulações de limpeza, extravasão e aviso devem atender aos requisitos mínimos previstos na NBR5626 – Instalação predial de água fria.

As tubulações não podem transmitir esforços adicionais às paredes do reservatório. Para tanto, quando da concepção do projeto do reservatório, o responsável deve especificar o tipo de placa de PRFV, incluindo sua espessura, adequada para a instalação do flange, bem como tipos de furação e de vedação, e diâmetro dos flanges adequados à instalação.

Os acessórios e conexões destas tubulações devem estar localizados somente em placas de PRFV planas.

A escada lateral de acesso à cobertura do reservatório deve ser instalada na posição acordada com o cliente, através de fixação pelo topo e pelo fundo utilizando-se flanges com parafusos. A escada lateral de acesso deve apresentar características visual, físicas, mecânicas e de desempenho em atendimento às normas técnicas e legislações brasileiras. Quando da concepção do projeto do reservatório, o responsável deve especificar o tipo de placa de PRFV, incluindo sua espessura, adequada para a instalação da escada, bem como tipos de furação e de vedação adequados à instalação.

1.3 Campo de aplicação

Os reservatórios com profundidade máxima de quatro metros são destinados ao armazenamento de água potável instalados em residências (casas e edifícios), estabelecimentos comerciais, indústrias, hospitais e escolas e em sistema de combate a incêndio por chuveiros automáticos (*sprinklers*). Os reservatórios também podem ser utilizados na agricultura, piscicultura ou qualquer aplicação que necessite de acondicionamento de água potável sob pressão atmosférica e em temperatura ambiente.

1.4 Terminologia

Para efeito desta Diretriz valem as definições constantes nas normas NBR 5626, NBR 13210, NBR 14799 e nos demais documentos técnicos complementares, bem como as seguintes:

- **Placa modular de PRFV:** placa modular de poliéster com fibra de vidro quadrada ou retangular, com aspecto plano ou abaulado, caracterizada por comprimento nominal (em metros), largura nominal (em metros) e espessura nominal (em milímetros). A sua geometria e dimensões dependem da sua posição no reservatório. A placa possui abas/bordas perfuradas que permitem a união e fixação entre placas por meio de peças metálicas e selante.

- **Selante:** componente polimérico elástico com cura à temperatura ambiente aplicado nas abas/bordas de encontro entre placas e nas peças metálicas de fixação e união para vedação entre placas. Este componente possui forma de fita ou cordão adesivo expansivo (quando comprimido).

- **Peças metálicas de fixação e união entre placas de PRFV:** são peças constituídas de parafuso sextavado, porca e duas arruelas, conforme figura 4. As peças metálicas podem ser em aço galvanizado ou em aço inoxidável, em função da sua localização: no exterior ou no interior do reservatório, respectivamente.

O parafuso sextavado, porca e arruela em aço inoxidável são utilizados na união interna entre as placas de PRFV da base do reservatório, através das bordas da placa. Trata-se de parafuso que permanecerá constantemente imerso em água.

O parafuso sextavado, porca e arruela em aço galvanizado são utilizados na união externa entre as placas de PRFV da lateral e da cobertura do reservatório, através de suas bordas. Eles são visualmente foscos, em função do revestimento de zinco que os protege contra a corrosão atmosférica. Trata-se de parafuso que permanecerá constantemente exposto à atmosfera (lado externo do reservatório).

As arruelas devem ser inseridas em ambos os lados da ligação, próximas à porca e à cabeça do parafuso. A porca se localiza na região situada ao final do parafuso após a arruela.

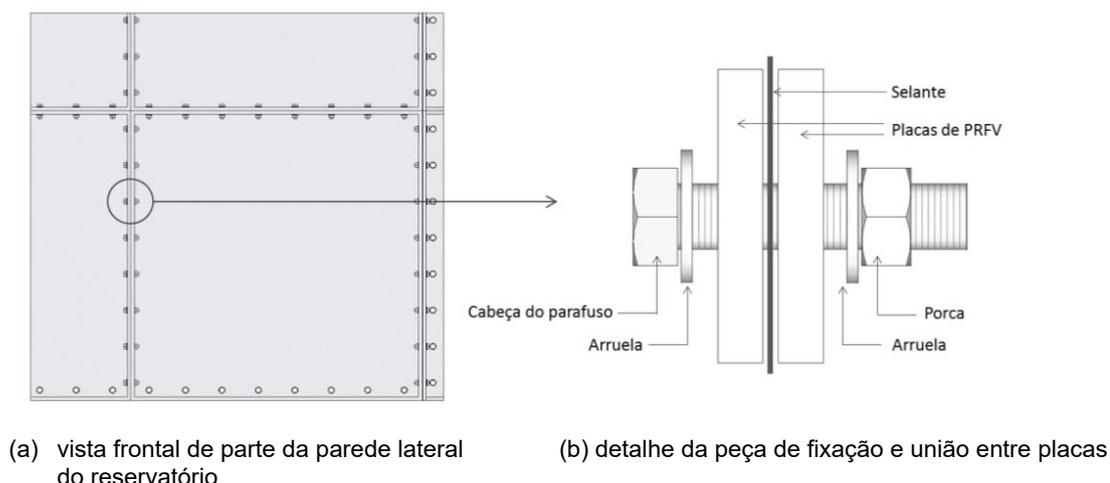


Figura 4 – Peça de fixação entre placas de PRFV (parafuso, arruelas e porca)

- **Fixação e união entre placas de PRFV:** conjunto formado por pelo menos 2 placas de PRFV unidas entre si através de peças metálicas de fixação e união inseridas nos furos das abas/bordas perfuradas e com aplicação de selante para vedação, conforme figura 5.

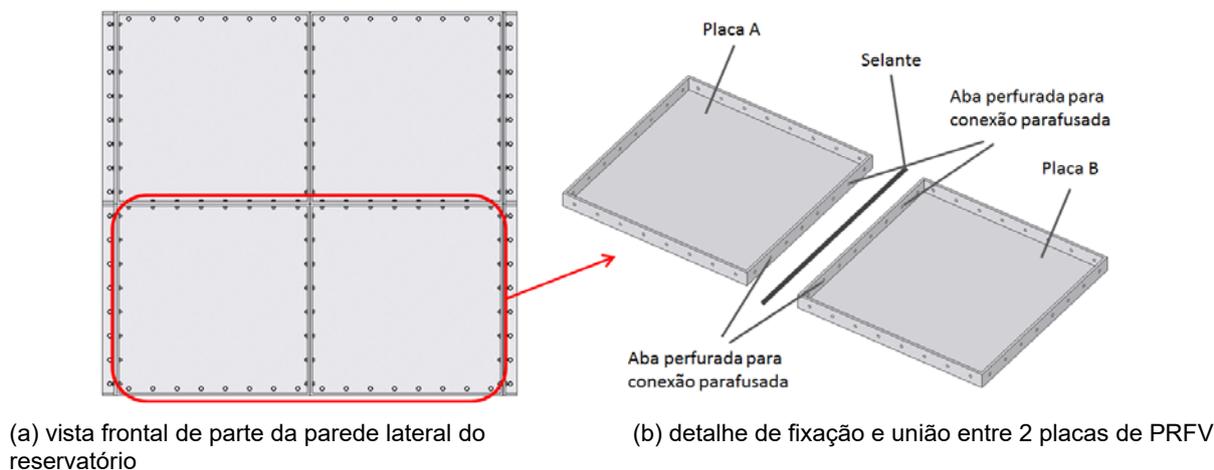


Figura 5 – Fixação e união entre placas de PRFV

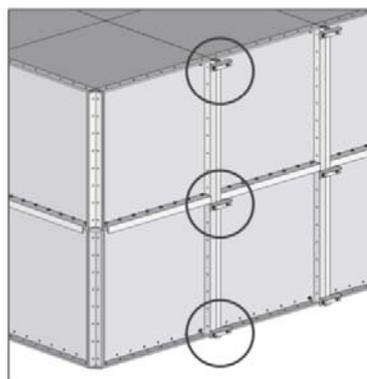
- **Tirante em aço inoxidável:** dispositivo de contraventamento horizontal que funciona tracionado, utilizado a cada 1,0 metro de altura, em reservatório com profundidade superior a 1,0 metro. Ele possui comprimento variável, compatível com as dimensões de cada reservatório, mas com diâmetro padrão de 12 mm. Trata-se de componente que permanecerá constantemente imerso em água.

- **Peça metálica de fixação do tirante:** porca e arruela em aço inoxidável inserida nas extremidades do tirante para sua fixação à peça de travamento da braçadeira.

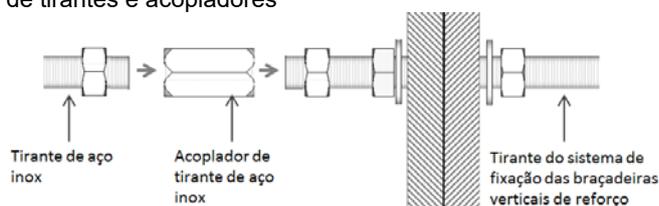
- **Acoplador em aço inoxidável:** dispositivo de conexão que interliga os tirantes para que os mesmos possam vencer os vãos internos do reservatório, alcançando a parede lateral oposta e conseqüentemente a região externa da estrutura, conforme figura 6. Antes e após os acopladores são inseridas porcas em aço inoxidável.



(a) vista interna do reservatório com as fileiras horizontais de tirantes e acopladores



(b) detalhe (indicado pelos círculos) da extremidade do tirante para o lado externo do reservatório



(c) detalhe do tirante e acoplador internos traspassando pelo furo da placa de PRFV para o lado externo do reservatório, com a presença de porcas e arruelas de nylon próximas à placa de PRFV



(d) detalhe do acoplador, porca e tirante em aço inoxidável

Figura 6 - Detalhe do acoplador e do tirante em aço inoxidável

- **Braçadeira vertical de reforço:** peça em aço galvanizado posicionada em todas as junções verticais entre placas de PRFV da lateral do reservatório, conforme figura 7. A peça possui dimensões fixas, com exceção ao comprimento, que varia de acordo com a altura do reservatório a ser construído.

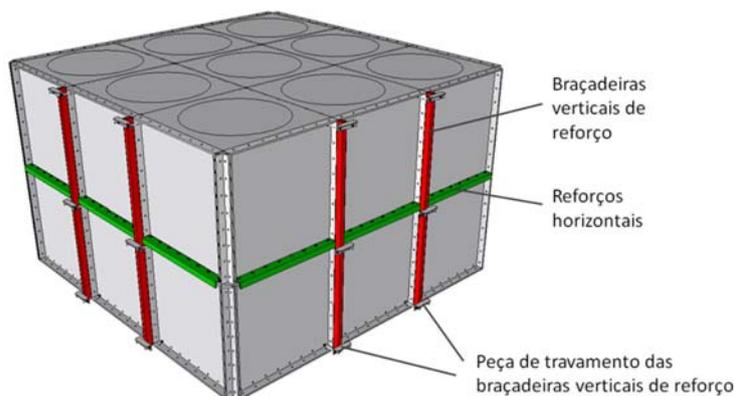
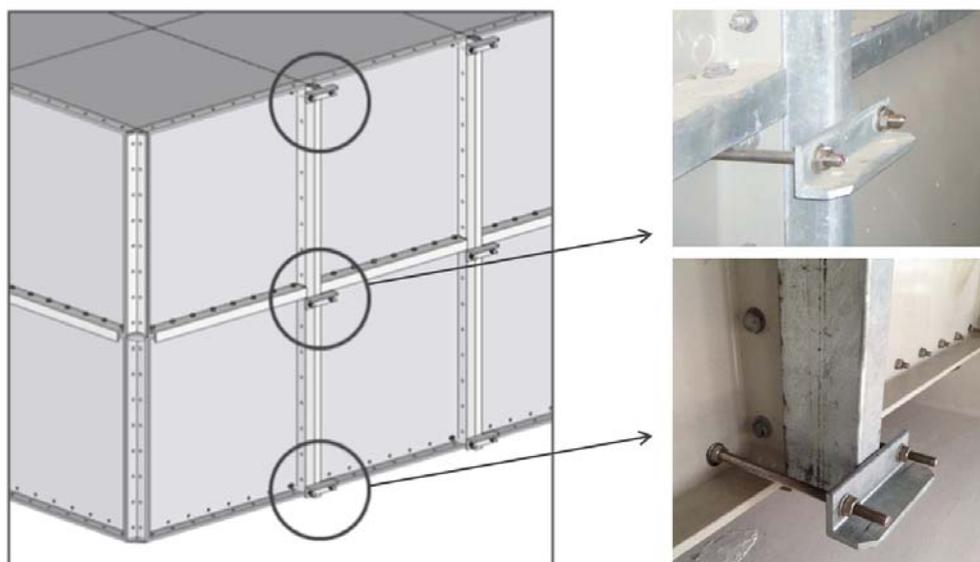


Figura 7 - Braçadeiras verticais de reforço indicadas em “vermelho” na figura

- **Peça de travamento da braçadeira vertical de reforço (contraventamento vertical):** peça em aço galvanizado responsável pelo travamento do tirante em aço inoxidável e da braçadeira vertical de reforço em aço galvanizado aplicados nas junções verticais entre placas de PRFV da lateral do reservatório. Esta peça é inserida na extremidade do tirante localizada no lado externo do reservatório e é fixada através de porca e arruela em aço inoxidável, com a presença de arruela em nylon para isolar os diferentes tipos de aços (aço galvanizado e aço inoxidável), conforme figura 8.



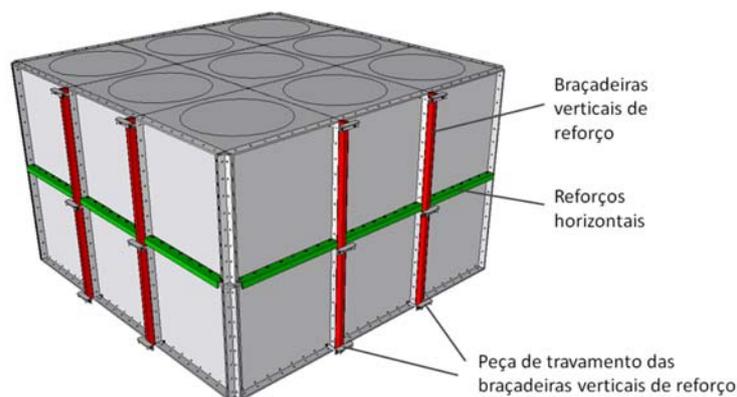
(a) vista frontal de parte da parede lateral do reservatório

(b) fotos do detalhe da peça de travamento da braçadeira vertical de reforço (contraventamento vertical)

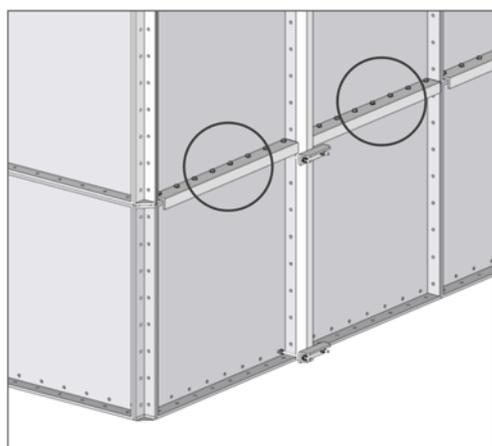
Figura 8 - Detalhe da fixação das braçadeiras verticais de reforço

- **Arruela de nylon:** peça para isolar o contato entre diferentes tipos de metal (aço galvanizado da braçadeira vertical e aço inoxidável do tirante).

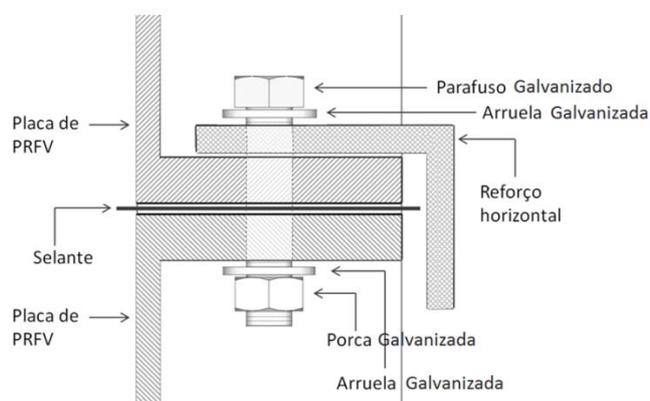
- **Reforço horizontal (contraventamento horizontal):** barra em aço galvanizado utilizada para reforçar a junção horizontal entre as placas de PRFV. O sistema de fixação do contraventamento horizontal é baseado no conjunto de parafusos que conectam duas placas de PRFV. O reforço é posicionado na placa de cima e parafusado em ambas as placas, conforme figura 9.



(a) Reservatório com a indicação em verde dos reforços horizontais



(b) vista da parede lateral do reservatório com a indicação por círculos de partes do reforço horizontal



(c) detalhe do reforço horizontal fixado através de peça de fixação e união entre 2 placas de PRFV

Figura 9 - Detalhe da fixação de reforço horizontal na junção entre as placas de PRFV

- **Coluna interna plástica e apoios de tirante:** tubo de PVC localizado na região interna do reservatório entre a cobertura e a base, e fixado na base no encontro entre quatro placas, conforme figura 10a. A fixação da coluna é feita com o auxílio de uma conexão de encaixe que fixa o tubo na base e na cobertura do reservatório, conforme figura 10b. Na coluna são fixados apoios plásticos dos tirantes internos, conforme figura 10c.



(a) tubo de PVC de sustentação no interior do reservatório



(b) conexão de encaixe na base do reservatório



(c) apoios plásticos fixados no tubo de PVC

Figura 10 – Coluna interna plástica e apoios de tirante

- **Cantoneira de PRFV externa:** peça de poliéster reforçado com fibra de vidro utilizada nas arestas do reservatório para união e vedação das placas. As cantoneiras possuem geometria definida compatível com as dimensões das placas laterais que são conectadas a elas, conforme figura 11.

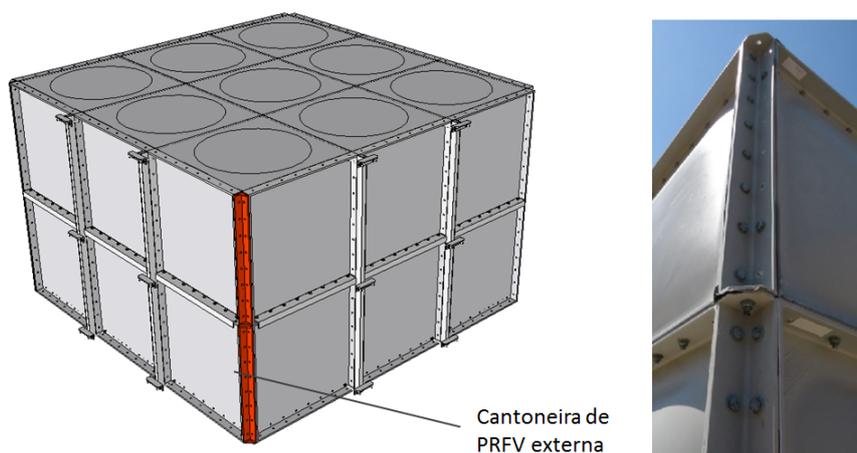


Figura 11 – Cantoneira de PRFV externa

- **Migração de contaminantes**: transferência de elementos contaminantes do reservatório ou de partes dele para a água condicionada por ele.
- **Separação atmosférica**: separação física (cujo meio é preenchido por ar) entre o ponto de utilização ou ponto de suprimento e o nível de transbordamento do reservatório.
- **Retrossifonagem**: refluxo de água servida (proveniente de um reservatório, aparelho sanitário ou qualquer outro recipiente) para o interior de uma tubulação, devido a sua pressão ser inferior à pressão atmosférica.
- **Tubulação**: conjunto de componentes basicamente formado por tubos, conexões, válvulas e registros, destinado a conduzir água potável.
- **Refluxo de água**: escoamento de água ou outros líquidos e substâncias, proveniente de qualquer fonte que não a fonte de abastecimento prevista, para o interior da tubulação destinada a conduzir água desta fonte.
- **Distância mínima de operação para a lateral do reservatório**: distância mínima de 600mm entre qualquer ponto da lateral do reservatório e o eixo de qualquer tubulação próxima, com exceção daquelas diretamente ligadas ao reservatório; entre qualquer ponto da lateral do reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente; e entre o eixo de qualquer tubulação ligada à lateral do reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente.
- **Distância mínima de operação para a cobertura do reservatório**: distância mínima de 750mm entre qualquer ponto da cobertura do reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente, conforme figura 3.

1.5 Documentos técnicos complementares

A seguir listam-se as normas técnicas referenciadas no decorrer desta diretriz.

→ Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 5426:1985 Versão Corrigida:1989 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

NBR 5601:2011 - Aços inoxidáveis — Classificação por composição química.

NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria.

NBR 6123:1988 Versão Corrigida 2:2013 - Forças devidas ao vento em edificações.

NBR 6211:2001 - Corrosão atmosférica - Determinação de cloretos na atmosfera pelo método da vela úmida.

NBR ISO 6892-1:2013 Errata 1:2015 - Materiais metálicos — Ensaio de Tração. Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente.

NBR 7008-1:2012 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente. Parte 1: Requisitos.

NBR 7397:2016 - Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente — Determinação da massa do revestimento por unidade de área — Método de ensaio.

NBR 7972:1983 – Tubo de PRFV – Determinação da dureza Barcol em resinas de poliéster.

NBR 8094:1983 – Material metálico revestido e não revestido: corrosão por exposição a névoa salina.

NBR 13210:2005 – Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável – Requisitos e métodos de ensaio.

NBR 13212:2004 – Posto de serviço – Construção de tanque atmosférico subterrâneo com resina termofixa reforçada com fibra de vidro, de parede simples ou dupla.

NBR 13531:1995 - Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas.

NBR 14799:2011 – Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável, de volume nominal até 2 000 L (inclusive) – Requisitos e métodos de ensaio.

NBR 15575-1:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.

NBR 15575-5:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

NBR 15575-6:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

→ International Organization for Standardization (ISO)

ISO 1460:1992 – Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous materials – Gravimetric determination of the mass per unit area.

ISO 1461:2009 – Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods.

ISO 4071:2014 – Fasteners – Hexagon head screws – Product grades A and B.

ISO 4032:2012 – Hexagon regular nuts (style 1) – Product grades A and B.

→ American Society for Testing Materials (ASTM)

ASTM B117 - 11 – Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.

ASTM D638 - 14 – Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.

ASTM D790 - 15e2 – Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.

ASTM D2583 – 13a – Standard Test Method for Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor.

ASTM E350 - 12 – Standard Test Methods for Chemical Analysis of Carbon Steel, Low-Alloy Steel, Silicon Electrical Steel, Ingot Iron, and Wrought Iron.

ASTM E1019 - 11 – Standard Test Methods for Determination of Carbon, Sulfur, Nitrogen, and Oxygen in Steel, Iron, Nickel, and Cobalt Alloys by Various Combustion and Fusion Techniques.

→ Normas Europeias - EN

EN 13280:2001 – Specifications for glass fiber reinforced cisterns of one-piece and sectional construction, for the storage, above ground, of cold water.

EN ISO 7686:2005 – Plastics pipes and fittings. Determination of opacity.

EN ISO 10666:1999 – Drilling Screws with tapping screw thread – Mechanical and functional properties.

→ Portarias e Resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde

Portaria GM/MS nº 2.914/2011 – Procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Resolução RDC nº 51/2010 - ANVISA – Dispõe sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos.

Resolução RDC nº 52/2010 - ANVISA – Dispõe sobre corantes em embalagens e equipamentos plásticos destinados a estar em contato com alimentos.

Resolução RDC nº 56/2012 – ANVISA – Dispõe sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.

Resolução RDC nº 105/1999 - ANVISA – Aprova o Regulamento Técnico “Disposições Gerais para Embalagens e Equipamentos Plásticos em contato com Alimentos”.

2. Concepção do projeto do reservatório modular

2.1 Condições gerais

A concepção do projeto do reservatório modular de placas de PRFV deve ser realizada por profissional habilitado e adotando-se os detalhes técnicos e premissas técnicas do fornecedor do reservatório modular, em atendimento aos requisitos mínimos da NBR 5626, da NBR 15575-Parte 6 e da NBR 13531.

Deve ser prevista uma lista de verificações compreendendo as seguintes atividades:

- levantamento e análise dos aspectos técnicos do produto;
- levantamento e análise dos condicionantes locais;
- layout do ambiente com dimensões, condições de posicionamento, acesso e circulação de pessoas, tubulações e sistemas técnicos, ventilação dos espaços e outros condicionantes,
- posicionamento das tubulações hidráulicas;
- identificação e solução de interfaces com o projeto do reservatório modular;
- indicação de ajustes necessários no projeto em função das interferências identificadas;
- elaboração de memorial descritivo de cálculo e de especificação dos componentes do reservatório modular, incluindo a elaboração de planilha com o tipo e quantidade de materiais;
- plantas com vistas e cortes dos detalhes de projeto do reservatório;
- detalhes necessários à perfeita compreensão da instalação representada com cortes, vistas e detalhes de montagem, incluindo o posicionamento e discriminação dos componentes, tubulações e seus acessórios;
- elaboração do manual do proprietário, contendo as informações e orientações necessárias para a melhor utilização e preservação do produto pelo proprietário, incluindo descrição das características de cada componente do sistema, forma e cuidados de operação, orientação e programa de manutenção preventiva.

Na elaboração do projeto específico do reservatório, inicialmente deve-se levantar algumas informações da obra e das necessidades do cliente, conforme segue:

- Características do local onde o produto será instalado:
 - tipo, dimensões e características da base de assentamento do produto;
 - área do local e pé direito quando aplicável;
 - condições climáticas aos quais o produto ficará exposto (temperatura, radiação solar, velocidade de vento);
 - no local que abrigará o reservatório devem ser previstos meios para escoar a água porventura extravasada em atividades de manutenção e na eventualidade de possíveis acidentes de extravasão.

- Volume de água máximo requerido de condicionamento de água potável pelo produto. Na definição da capacidade total de reservação de água potável deve ser considerada a frequência e duração de eventuais interrupções de abastecimento de água, bem como reserva de incêndio, a depender do empreendimento.
- Dimensões requeridas para o produto, incluindo altura.
- Posicionamento das tubulações de entrada e saída de água, e das tubulações de limpeza, extravasão e aviso. As tubulações ligadas ao reservatórios não podem transmitir esforços adicionais às suas paredes. Para tanto, quando da concepção do projeto do reservatório, o responsável deve especificar o tipo de placa de PRFV, incluindo sua espessura, adequada para a instalação do flange, bem como tipos de furação e de vedação, e diâmetro dos flanges adequados à instalação.
- Separação atmosférica mínima para evitar retrossifonagem.
- Posicionamento da escada lateral de acesso.
- Acesso lateral para limpeza e manutenção do reservatório.

Para cada tipo de reservatório e para cada local de sua montagem é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico e a especificação de materiais a serem utilizados nos componentes, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo, considerando os esforços atuantes, as condições de potabilidade da água de abastecimento e os requisitos mínimos a serem atendidos pelo reservatório e seus componentes.

2.2 Principais aspectos técnicos do reservatório e seus componentes

A concepção do reservatório modular deve contemplar os seguintes principais aspectos:

- ❖ O reservatório deve ser opaco ou dotado de meios de proteção contra a incidência de luz.
- ❖ O reservatório deve ser instalado de modo a permitir a constatação visual e o reparo de vazamentos e de forma a impossibilitar a contaminação da água potável por qualquer agente externo.
- ❖ O reservatório deve ser um recipiente estanque com tampa ou abertura com porta de acesso opaca, firmemente presa na sua posição fechada. Deve ser impedido o eventual ingresso de líquidos, poeira, insetos e água contaminada no interior do reservatório.
- ❖ Os componentes metálicos do reservatório devem ser resistentes à corrosão. Face à possibilidade de ocorrência de condensação nas superfícies internas das partes do reservatório que não ficam em contato com a água, estas partes não podem liberar substâncias que possam comprometer o padrão de potabilidade da água armazenada e favorecer a proliferação de algas e micro-organismos.
- ❖ O reservatório (incluindo tampa ou porta de acesso) deve atender sua função sem apresentar deformações que comprometam o seu funcionamento ou dos seus componentes quando exposto aos esforços atuantes. As tubulações instaladas no reservatório não podem transmitir esforços adicionais às paredes do reservatório.
- ❖ O reservatório deve ser projetado de forma a garantir sua efetiva operação, verificação e manutenção em atendimento às exigências normativas brasileiras e concessionárias de abastecimento de água.
- ❖ Os componentes em contato com a água não podem afetar a sua potabilidade.

- ❖ O desempenho dos componentes não pode ser comprometido pelas características da água potável, bem como da ação do meio onde se acham inseridos.
- ❖ Os componentes devem apresentar desempenho adequado às solicitações a que ficam submetidos quando em uso.

2.3 Especificação dos componentes constituintes do reservatório modular

A especificação dos componentes constituintes do reservatório modular deve considerar os aspectos abordados nos subitens a seguir.

2.3.1 Tipo de composto de PRFV adotado nas placas de PRFV

O composto de PRFV deve atender a um conjunto de características físicas mínimas a fim de garantir resistência mecânica à placa de PRFV produzida a partir deste composto.

As características que devem ser controladas no composto de PRFV são resistência e módulo na tração e na flexão, teor de fibra de vidro, dureza Barcol, absorção de água e migração de estireno e diclorometano, conforme detalhado no item 3 – tabela 1.

2.3.2 Placa de PRFV

A definição do tipo de placa de PRFV a ser utilizada depende da sua posição no reservatório (cobertura, base, lateral inferior, lateral intermediária e lateral superior), em função da pressão hidrostática requerida e da posição das tubulações de entrada e saída da água. A figura a seguir apresenta um esquema da posição de placas de PRFV.

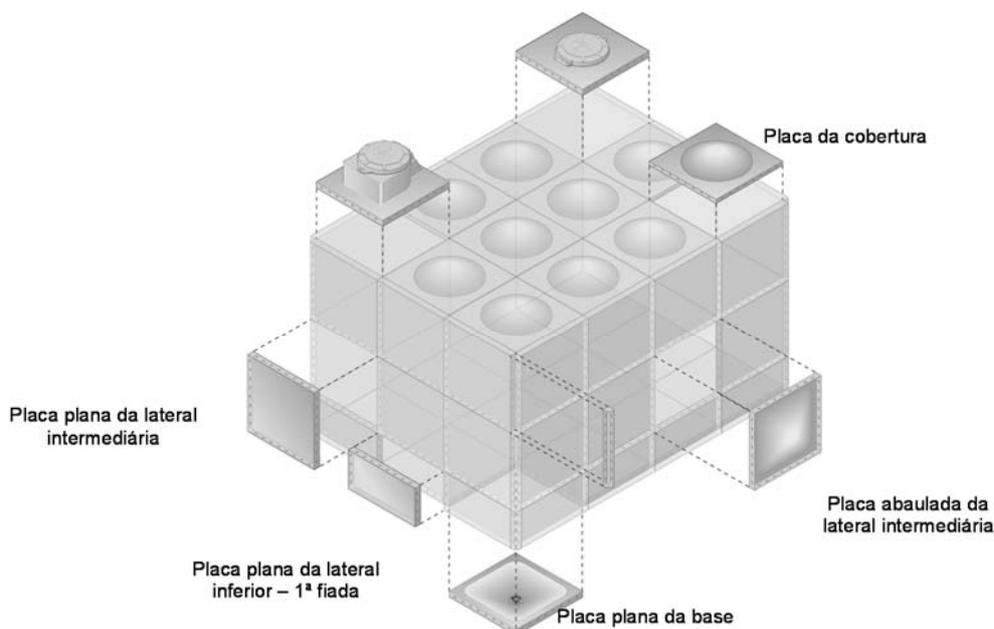


Figura 12 – Esquema ilustrativo da posição das placas de PRFV

Quando da especificação das placas de PRFV, devem ser consideradas as seguintes premissas:

- as placas devem ser constituídas de abas perfuradas para fixação e união por peças metálicas de fixação e união (parafusos, porcas e arruelas), conforme figura 5.

- a espessura mínima das placas de PRFV deve ser de 4mm.
- a instalação das tubulações de entrada e saída da água deve ser realizada em placa plana pela necessidade de vedação adequada na área de contato entre a placa e as conexões das tubulações.
- a posição da placa no reservatório deve estar atrelada a sua resistência à pressão hidrostática, visto que a placa deve apresentar resistência equivalente a 6 (seis) vezes a pressão de serviço a qual ela estará sujeita. Esta pressão de serviço corresponde à altura do nível máximo de água sobre a placa. Exemplificando, uma placa posicionada na lateral inferior (1ª fiada) de um reservatório de 3 metros de altura, estará submetida a uma pressão de serviço equivalente ao nível máximo de água dentro do reservatório.

2.3.3 Peças metálicas de fixação e união entre placas

As peças de fixação devem ser constituídas de parafusos sextavados com diâmetro e comprimento definidos, porcas e arruelas em aço inoxidável quando localizados no interior do reservatório e em aço galvanizado quando localizados no exterior do reservatório.

As peças metálicas devem resistir às solicitações de montagem, manutenção e limpeza do reservatório, considerando os torques necessários nos parafusos.

2.3.4 Selante

O selante para vedação das peças de fixação deve manter suas características físicas na temperatura de serviço não superior a 50°C, e deve manter a função de vedação após a aplicação dos torques nos parafusos de fixação e união entre placas.

2.3.5 Peças metálicas de contraventamento

As peças de contraventamento devem ser em aço inoxidável quando localizadas no interior do reservatório (tirantes e acopladores) e em aço galvanizado quando localizados no exterior do reservatório (reforços e braçadeiras).

As peças devem apresentar dimensões, geometrias e resistência mecânica definidas e atreladas ao seu posicionamento no reservatório.

3. Caracterização do reservatório modular e dos seus componentes

As principais características dos materiais e componentes que formam os reservatórios modulares objetos desta Diretriz, as quais devem constar em projetos e ser objeto de análise são descritas nas tabelas a seguir.

3.1 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PLACAS MODULARES DE PRFV

As tabelas a seguir apresentam o resumo dos requisitos para caracterização das placas modulares de PRFV, incluindo os respectivos métodos de ensaio detalhados nos anexos a essa Diretriz. Os requisitos são divididos em características do composto, visuais/dimensionais e mecânicas.

3.1.1 Características do composto de PRFV

As características do composto são determinadas a partir de avaliação da placa de PRFV conforme tabela a seguir.

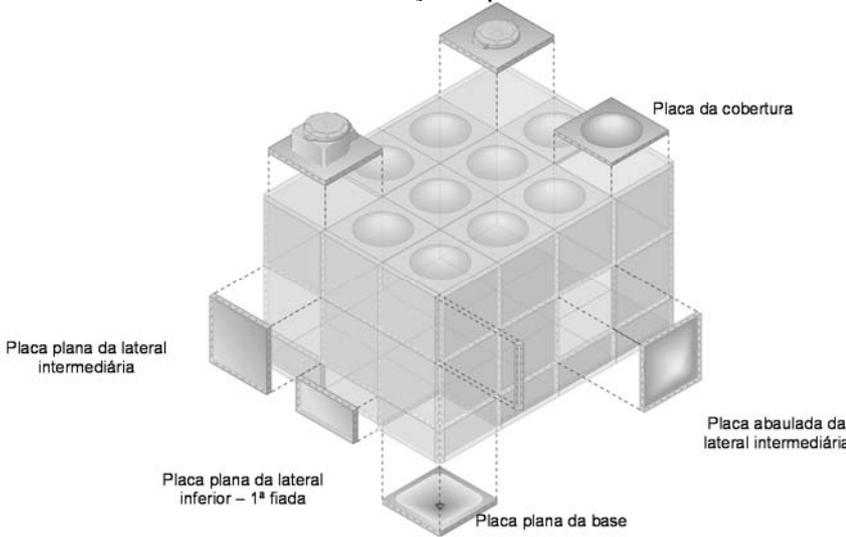
Tabela 1 - Requisitos para caracterização do composto de PRFV

Item	Requisitos	Indicador de conformidade
A.1	Resistência e módulo na tração	Conforme projeto do fabricante
A.2	Resistência e módulo na flexão	Conforme projeto do fabricante
A.3	Determinação do teor de fibra de vidro	Conforme projeto do fabricante
A.4	Dureza Barcol	Conforme projeto do fabricante (≥ 61 umb)
A.5	Absorção de água	Absorção $\leq 0,5$ %, em massa
A.6	Migração de estireno e de diclorometano	Migração de estireno e diclorometano ≤ 20 $\mu\text{g/L}$ após dez dias de contato com água em temperatura de 40°C .

3.1.2 Características dimensionais e visuais da placa de PRFV

As características dimensionais e visuais variam em função da sua geometria e da sua posição no reservatório (cobertura, base, lateral inferior, lateral intermediária e lateral superior).

Tabela 2 - Requisitos para caracterização dimensional e visual de placas modulares de PRFV

Item	Requisitos	Indicador de conformidade			
		Posição da placa			
					
Placa da base	Placa da lateral		Placa da cobertura		
		Lateral Inferior – 1ª fiada	Lateral intermediária		
B.1	Aspecto	Plana	Abaulada Plana	Abaulada Plana	Abaulada
B.2	Identificação	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)
B.3	Espessura no centro da placa (mm)	Mínima 6 mm (-0,5/+1mm)	Abaulada: Mínima 4 mm (-0,5/+1mm) Plana: Mínima 6 mm (-0,5/+1mm)	Abaulada: Mínima 4 mm (-0,5/+1mm) Plana: Mínima 6 mm (-0,5/+1mm)	Mínima 4 mm (-0,5/+1mm)
B.4	Comprimento (mm)	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	2000 ± 1mm
B.5	Largura (mm)	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm
B.6	Esquadro	Varição máxima de ±1mm			
B.7	Massa média (kg)	Conforme projeto do fabricante (-5/+10%)			
B.8	Ângulo entre a parte plana/abaulada e as abas	90° ± 0,1°	90° ± 0,1°	90° ± 0,1°	90° ± 0,1°
B.9	Diâmetro dos furos da aba (mm)	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm
B.10	Distância entre centros de furos adjacentes	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm
B.11	Espessura da aba (mm)	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm
B.12	Altura da aba (mm)	Conforme projeto do fabricante ±1mm			
B.13	Visual	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas

3.1.3 Características mecânicas da placa de PRFV

As características mecânicas podem variar em função da sua geometria e da sua posição no reservatório.

Tabela 3 - Requisitos para caracterização mecânica de placas modulares de PRFV

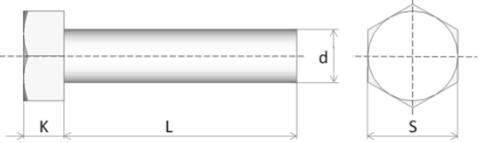
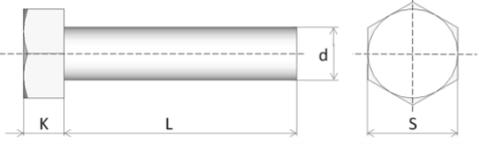
Item	Requisitos	Indicador de conformidade																																							
		Posição da placa																																							
		Placa da base	Placa da lateral		Placa da cobertura																																				
			Lateral Inferior – 1ª fiada	Lateral intermediária																																					
	Aspecto	Plana	Abaulada Plana	Abaulada Plana	Abaulada																																				
B.14	Opacidade	Transmitância luminosa $\leq 0,2\%$ da luz que incide sobre a superfície externa.																																							
B.15	Resistência ao Impacto	Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 20Joules	Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 20Joules	Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 10Joules																																					
B.16	Rigidez da Tampa	-	-	Deformação máxima de 10mm após aplicação de carga de 5 kg numa área de 20x20cm sobre placa da cobertura por um período mínimo de sete dias.																																					
B.17	Resistência à pressão hidrostática	Não ocorrência de ruptura após aplicação de pressão de ensaio igual a 6 vezes a pressão de serviço aplicada sobre a placa* <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Plana</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6mm</td> <td>4,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>12mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table>		Placa Plana		Espessuras	Pressão mínima	6mm	4,5mca	8mm	16,5mca	10mm	16,5mca	12mm	22,5mca	Não ocorrência de ruptura após aplicação de pressão de ensaio igual a 6 vezes a pressão de serviço aplicada sobre a placa* <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Abaulada</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4mm</td> <td>10,5mca</td> </tr> <tr> <td>6mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Plana</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6mm</td> <td>4,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>12mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table>		Placa Abaulada		Espessuras	Pressão mínima	4mm	10,5mca	6mm	16,5mca	8mm	16,5mca	10mm	22,5mca	Placa Plana		Espessuras	Pressão mínima	6mm	4,5mca	8mm	16,5mca	10mm	16,5mca	12mm	22,5mca
Placa Plana																																									
Espessuras	Pressão mínima																																								
6mm	4,5mca																																								
8mm	16,5mca																																								
10mm	16,5mca																																								
12mm	22,5mca																																								
Placa Abaulada																																									
Espessuras	Pressão mínima																																								
4mm	10,5mca																																								
6mm	16,5mca																																								
8mm	16,5mca																																								
10mm	22,5mca																																								
Placa Plana																																									
Espessuras	Pressão mínima																																								
6mm	4,5mca																																								
8mm	16,5mca																																								
10mm	16,5mca																																								
12mm	22,5mca																																								

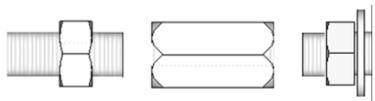
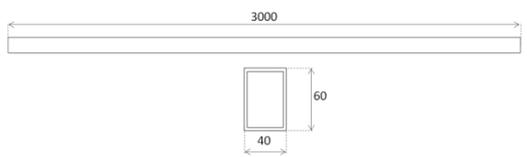
* o cálculo da pressão de ensaio deve ser feito em função da posição da placa de PRFV no reservatório, descontando uma distância padrão de separação atmosférica de 0,25mca. Ou seja: a pressão máxima de serviço de placas de espessura nominal 6mm utilizadas na lateral inferior do reservatório corresponde à altura do nível máximo de lâmina d'água no interior do reservatório (3mca - 0,25mca = 2,75mca). Assim sendo, a pressão de ensaio será de $6 \times 2,75 = 16,5\text{mca}$. Somente no caso de "placa para base plana de 6mm" apoiada totalmente em base de assentamento rígida e nivelada, pode-se considerar o seu uso em alturas de até 3 metros, considerando a pressão mínima de 4,5mca.

3.2 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES METÁLICOS

A tabela 4 apresenta o resumo dos requisitos para caracterização dos componentes metálicos. O material constituinte dos componentes metálicos é definido pela sua posição no reservatório, e se em contato com água clorada ou com a atmosfera.

Tabela 4 Características dos componentes metálicos

Item	Requisitos	Indicador de conformidade	
C			
Parafuso sextavado para uso EXTERNO ao reservatório			
C.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
C.2	Dimensões		Diâmetro d: $12 \pm 0,5$ mm k: $7,5 \pm 0,2$ mm s: $19 \pm 0,5$ mm L: 50 ou $60 \pm 0,5$ mm
C.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	- Para atmosferas rurais e urbanas – mínimo classe Z275: mínimo de 235 g/m^2 para ensaio individual segundo a NBR 7008 - Para atmosferas marinhas (*) - mínimo classe Z350: mínimo de 300 g/m^2 para ensaio individual segundo a NBR 7008 (*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl-). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl-), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos).
C.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas – 360 horas de salt spray sem corrosão do metal base Para atmosferas marinhas (*) - 720 horas de salt spray sem corrosão do metal base	
C.5	Resistência ao torque	Resistência mínima de 43N.m	
D			
Parafuso sextavado para uso INTERNO ao reservatório			
D.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
D.2	Dimensões		Diâmetro d: $12 \pm 0,5$ mm k: $7,5 \pm 0,2$ mm s: $19 \pm 0,5$ mm L: 50 ou $60 \pm 0,5$ mm
D.3	Proteção contra corrosão – tipo de aço	Aço inoxidável	Mínimo classe 316 ou 316 L segundo a ABNT NBR 5601
D.4	Resistência à corrosão	360 horas de salt spray sem ocorrência de corrosão do metal base	
D.5	Resistência ao torque	Resistência mínima de 43N.m	

E		Tirante e acoplador	
E.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
E.2	Dimensões		Tirante: diâmetro $12 \pm 0,5$ mm e comprimento variável Acoplador: Diâmetro: $12 \pm 0,5$ mm Comprimento: $40 \pm 0,5$ mm
E.3	Proteção contra corrosão – tipo de aço	Aço inoxidável	Mínimo classe 316 ou 316 L segundo a ABNT NBR 5601
E.4	Resistência à corrosão	360 horas de salt spray sem ocorrência de corrosão do metal base	
E.5	Resistência à tração do tirante	Resistência mínima de 700 MPa	
F		Braçadeira vertical de reforço	
F.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
F.2	Dimensões		Seção retangular: axb (60x40mm) $\pm 0,5$ mm Esp: e = $3 \pm 0,5$ mm Comprimento: L: 3000 ± 1 mm
F.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	- Para atmosferas rurais e urbanas – mínimo classe Z275: mínimo de 235 g/m^2 para ensaio individual segundo a NBR 7008 - Para atmosferas marinhas (*) - mínimo classe Z350: mínimo de 300 g/m^2 para ensaio individual segundo a NBR 7008 (*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl-). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl-), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos).
F.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas – 360 horas de salt spray sem corrosão do metal base Para atmosferas marinhas (*) - 720 horas de salt spray sem corrosão do metal base	

G		Peça de travamento da braçadeira vertical de reforço	
G.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
G.2	Dimensões	<p>chanfro de 15 x 45° 50 x 50 x 8 furo passante de 14 mm</p> <p>30</p> <p>170 22 126</p>	<p>Seção retangular: axb (50x50)mm ± 0,5mm Esp: e = 8 ± 0,5 mm Comprimento: L: 170 ± 1mm</p>
G.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	<p>- Para atmosferas rurais e urbanas – mínimo classe Z275: mínimo de 235 g/m² para ensaio individual segundo a NBR 7008</p> <p>- Para atmosferas marinhas (*) - mínimo classe Z350: mínimo de 300 g/m² para ensaio individual segundo a NBR 7008 (*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl-). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl-), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos).</p>
G.4	Resistência à corrosão	<p>Para atmosferas rurais e urbanas – 360 horas de salt spray sem corrosão do metal base</p> <p>Para atmosferas marinhas (*) - 720 horas de salt spray sem corrosão do metal base</p>	

H		Reforço horizontal (contraventamento horizontal)	
H.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
H.2	Dimensões	<p>furo passante de 14 mm 55 50 x 50 x 8 935 30 125 125 125 125 125 125 125 30</p>	Seção retangular: axb (60x40mm) ± 0,5 Esp: e=3mm Comprimento: L: 1000 ± 1mm
H.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	- Para atmosferas rurais e urbanas – mínimo classe Z275: mínimo de 235 g/m ² para ensaio individual segundo a NBR 7008 - Para atmosferas marinhas (*) - mínimo classe Z350: mínimo de 300 g/m ² para ensaio individual segundo a NBR 7008 (*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl ⁻). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl ⁻), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos).
H.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas – 360 horas de salt spray sem corrosão do metal base Para atmosferas marinhas (*) - 720 horas de salt spray sem corrosão do metal base	

3.3 REQUISITOS DE CARACTERIZAÇÃO DOS SELANTES

A tabela 5 apresenta o resumo dos requisitos para caracterização dos selantes. O material constituinte dos componentes metálicos é definido pela sua posição no reservatório, e se em contato com água clorada ou com a atmosfera.

I	Selantes – material de vedação entre placas de PRFV	
I.1	Coefficiente de expansão térmica	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico. Condutividade térmica mínima de 0,09 W/mK a 25°C
I.2	Resistência à tração	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico. Resistência à tração mínima de 20MPa
I.3	Verificação da toxicidade	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico. A toxicidade do selante é verificada através de avaliação no reservatório conforme item 4.6.1

4. Requisitos e critérios de desempenho

Os requisitos e critérios a seguir transcritos correspondem àqueles especificados na ABNT NBR 15.575 (partes 1 e 6), ABNT NBR5626 e outras normas pertinentes.

4.1 Desempenho estrutural

Para cada tipo de reservatório modular e para cada local de montagem e instalação é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo.

4.1.1 Resistência à pressão hidrostática

Resistir à pressão hidrostática sem apresentar ruptura, fissura, deslocamento horizontal superior a 10mm, ou perda de estanqueidade à água. Tal pressão deverá ser pelo menos seis vezes o valor máximo de operação.

A pressão hidrostática a qual o reservatório será submetido depende da altura máxima requerida do reservatório, limitada a 4 metros.

A figura abaixo ilustra um exemplo de distribuição da pressão hidrostática em um reservatório de 2 metros de altura, descontando-se a separação atmosférica mínima da medida de proteção contra a retrossifonagem pela tubulação de alimentação.

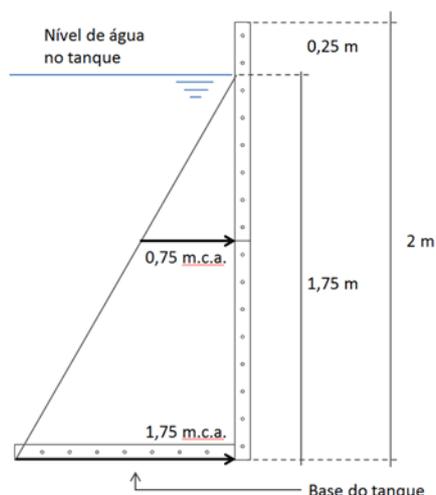


Figura 13 – Exemplo de gráfico de distribuição da pressão hidrostática para reservatório de 2m de altura

4.1.2 Resistência às cargas de vento

As cargas de vento no reservatório devem ser consideradas conforme a ABNT NBR 6123, no caso de reservatório instalado ao ar livre.

As memórias do cálculo de cargas de vento devem apresentar hipóteses de cálculo, pressões de vento, coeficiente de arrasto, resistência mecânica das placas de PRFV em função da sua altura em relação ao solo, dimensionamento dos torques aplicados nos parafusos de fixação e união entre placas de PRFV, dimensionamento das seções transversais e resistência mecânicas dos contraventamentos horizontais e verticais, bem como devem apresentar análises relativas à resistência do reservatório e seus componentes na fase de montagem e quando se encontra vazio, considerando coeficiente de arrasto, risco de tombamento, necessidade de ancoragem sobre a laje ou sobre as vigas, entre outras variáveis pertinentes.

Para cada tipo de reservatório e para cada local de implantação é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo.

4.1.3 Resistência às solicitações de montagem e manutenção – impacto de corpo duro

Resistir aos impactos de utilização, quais sejam: possíveis quedas de ferramentas sobre as placas de PRFV durante a sua montagem ou limpeza, possíveis impactos de objetos na lateral e cobertura durante a operação do reservatório, bem como queda de granizo durante a operação do reservatório.

- Para a base e lateral do reservatório, considera-se como satisfatória a adoção de placas de PRFV que não sofram fissuras ou rupturas visíveis após aplicação de energia de impacto de 20 J, conforme método de ensaio do Anexo 3.

- Para a cobertura do reservatório, considera-se como satisfatória a adoção de placas de PRFV que não sofram fissuras ou rupturas visíveis após aplicação de energia de impacto de 10 J, conforme método de ensaio do Anexo 3.

4.1.4 Resistência mecânica da cobertura

A cobertura e sua tampa ou porta de acesso deve atender sua função sem apresentar deformações que comprometam o seu funcionamento ou dos seus componentes quando exposto aos esforços atuantes.

4.2 Segurança contra incêndio

Por tratar de produto para condicionamento de água potável, os requisitos de segurança contra incêndio não são aplicáveis.

Entretanto, quando do esvaziamento completo do reservatório, devem ser consideradas as medidas de segurança contra incêndio pertinentes constantes das legislações vigentes dos Corpos de Bombeiros Estaduais.

Na concepção do projeto do reservatório modular, o profissional responsável deve prever local adequado para o escoamento da água, porventura extravasada em atividades de manutenção e na eventualidade de possíveis acidentes de extravasão, sem que haja o comprometimento de outros sistemas, por exemplo sistema elétrico, que promovam riscos à segurança contra incêndio.

4.3 Estanqueidade à água

O reservatório deve apresentar estanqueidade à água durante a vida útil de projeto, quando submetido à pressão de serviço e exposto aos diferentes agentes de degradação.

Assim, os seguintes requisitos são previstos para análise da estanqueidade à água:

- Verificação da estanqueidade à água do reservatório, incluindo as uniões entre placas com peças de fixação e selantes, após 30 dias de exposição do reservatório protótipo submetido à pressão de serviço em câmara que simule aquecimento à temperatura de 50°C;

- Verificação da resistência da placa de PRFV quando submetida à pressão de ensaio correspondente a seis vezes a pressão hidrostática de serviço.

4.4 Desempenho térmico e acústico

Não se aplica para reservatório modular para condicionamento de água potável.

4.5 Durabilidade e manutenibilidade

Manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, conforme os períodos especificados na ABNT NBR 15575-1, desde que o reservatório e seus componentes sejam submetidos às intervenções periódicas de manutenção e conservação pré-estabelecidas.

No projeto deve constar o prazo de substituição e manutenções periódicas pertinentes.

O reservatório e seus componentes devem manter sua capacidade funcional durante a vida útil de projeto, quando expostos aos diferentes agentes de degradação, quais sejam:

- radiação solar (raios ultravioleta e temperatura elevada);
- agentes corrosivos atmosféricos;
- agentes corrosivos da água clorada fornecidas pela Companhia de Saneamento dos Estados Brasileiros.

Assim, além da verificação do atendimento das características dos componentes estabelecidas no item 3, os seguintes requisitos são previstos para análise da durabilidade:

- Verificação da existência e coerência de especificações e premissas de projeto que visem atendimento à VUP, conforme ABNT NBR 15575-1;
- Verificação da existência em projeto e no manual de uso, operação e manutenção de orientações que visem a facilidade e qualidade dos serviços de manutenção;
- Resistência à exposição aos raios ultravioletas das placas de PRFV e dos selantes;
- Resistência à corrosão dos componentes metálicos que ficam no interior do reservatório (parafusos, porcas, arruelas, tirantes e acopladores em aço inoxidável);
- Resistência à corrosão dos componentes metálicos que ficam no exterior do reservatório (parafusos, porcas e arruelas, reforços e braçadeiras em aço galvanizado).

Não faz parte desta Diretriz especificar os prazos de garantia, mas sim os prazos de vida útil de projeto (VUP). Os prazos de garantia devem ser estabelecidos pelos fornecedores/fabricantes dos materiais e componentes, segundo legislações ou acordos pertinentes.

4.5.1 Vida útil de projeto do reservatório e dos seus componentes

Considerar que o reservatório e os seus componentes tenham vida útil de projeto (VUP) no mínimo igual aos períodos sugeridos na ABNT NBR 15.575-1 (Anexo C) e transcritos na Tabela a seguir, se submetidos a manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

Tabela 5 – Vida útil de projeto mínima

Componente	VUP anos
	Mínimo
Reservatório	≥ 13
Placas de PRFV	≥ 13
Peças de fixação e união	≥ 13
Selantes	≥ 5
Peças de contraventamento	≥ 13

Premissas de projeto

O proponente do reservatório modular, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção do reservatório modular, especialmente com relação às:

- interfaces entre tubulações e escada de acesso, e demais interfaces que possam comprometer o desempenho da edificação onde estará instalado;
- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização e limpeza inadequadas;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente à limpeza e possíveis substituições de componentes;
- menção às normas aplicáveis.

4.5.2 Manutenibilidade dos componentes

Estabelecer em manual de uso e manutenção do reservatório modular os prazos de Vida Útil de Projeto do reservatório e dos seus componentes, especificando o programa de manutenção a ser adotado, com os procedimentos necessários e materiais a serem empregados em limpezas, serviços de manutenção preventiva e reparos ou substituições de materiais e componentes. Além disso, devem existir informações importantes sobre as condições de uso, como localização da escada de acesso, tampa de inspeção, das instalações hidráulicas, formas de realizar inspeções e manutenções nessas instalações, eventuais restrições de uso, cuidados necessários, entre outras informações pertinentes ao uso desse produto. Deve constar também formas de contatar o fabricante, formas de atender ao cliente bem como o prazo de garantia.

Esse manual deve ser apresentado à ITA (Instituição Técnica Avaliadora) na fase de auditoria técnica, como pré-requisito para a obtenção do DATEC.

As manutenções devem ser realizadas em estrita obediência ao manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo fornecido pelo proponente e/ou executor do reservatório modular. Devem ainda ser respeitadas as distâncias mínimas de acesso e as condições de instalação estabelecidas na presente Diretriz.

4.5.3 Resistência à exposição acelerada das placas de PRFV e selantes

A resistência à exposição acelerada deve ser avaliada mediante exposição do reservatório protótipo em câmara que simule aquecimento à temperatura de 50°C durante 10 dias.

O reservatório deve apresentar estanqueidade à água e resistência à deformação condizentes com a VUP.

4.5.4 Resistência à corrosão dos componentes metálicos internos no reservatório

Para a proteção do aço dos componentes localizados no interior do reservatório (parafusos, porcas, arruelas, tirantes e acopladores) quanto ao aspecto da corrosão, que poderão sofrer a ação do cloro da água armazenada, bem como a ação da corrosão atmosférica no caso da diminuição do nível máximo de água, são feitas as considerações a seguir:

- Os aços devem ser do tipo classe 316 ou 316 L, segundo a ABNT NBR 5601, para prevenir a ocorrência de corrosão do metal base;

- Considera-se como satisfatória a adoção de componentes em aço inoxidável que apresentem no mínimo 360 horas de resistência a corrosão (vermelha do metal base) quando expostos em câmara de névoa salina neutra.

A especificação da proteção do aço deve ser compatível com a agressividade do meio onde estará inserido o reservatório. Os proponentes do reservatório e seus componentes deverão apresentar as condições de durabilidade específicas para cada atmosfera, orientando o usuário, informando os prazos de vida útil de projeto e as condições de manutenção necessárias.

4.5.5 Resistência à corrosão dos componentes metálicos externos no reservatório

Para a proteção do aço dos componentes localizados no exterior do reservatório (parafusos, porcas, arruelas, contraventamentos horizontal e vertical) quanto ao aspecto da corrosão, que sofrerão a ação da corrosão atmosférica, são feitas as considerações a seguir:

- Para atmosferas rurais e urbanas: considera-se como satisfatória a adoção de componentes em aço galvanizado com revestimento de zinco com massa mínima de 235g/m² e que apresentem no mínimo 360 horas de resistência a corrosão quando expostos em câmara de névoa salina neutra.
- Para atmosferas marinhas (*) - : considera-se como satisfatória a adoção de componentes em aço galvanizado com revestimento de zinco com massa mínima de 300g/m² e que apresentem no mínimo 720 horas de resistência a corrosão quando expostos em câmara de névoa salina neutra.

(*) São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000 metros ou com qualquer concentração de cloreto (Cl⁻). Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000 metros da orla marinha e sem concentração de cloreto (Cl⁻), segundo avaliação pelo método da vela úmida, ABNT NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II (ambientes rurais e urbanos).

A especificação da proteção do aço deve ser compatível com a agressividade do meio onde estará inserido o reservatório. Os proponentes do reservatório e seus componentes deverão apresentar as condições de durabilidade específicas para cada atmosfera, orientando o usuário, informando os prazos de vida útil de projeto e as condições de manutenção necessárias.

4.5.6 Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas

Deve ser evitado o desenvolvimento de corrosão galvânica, verificando-se se não há este tipo de risco. Para tanto, deve-se prever a utilização de arruela de nylon para separar diferentes aços (inoxidável e galvanizado).

4.5.7 Estanqueidade após exposição acelerada em câmara de intemperismo

O reservatório, incluindo as uniões entre placas com peças de fixação e selantes, cheio de água até o nível máximo de operação, deve ser submetido até 30 dias de calor sob temperatura de 50°C, e não deve apresentar:

- Perda de estanqueidade à água em nenhum ponto de fixação após 30 dias;
- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que possam comprometer a utilização do reservatório após 30 dias;
- deslocamento horizontal residual máximo de 10mm após 10 dias.

4.6 Saúde e higiene

A preservação da qualidade da água deve ser considerada na especificação e seleção dos materiais e na execução do reservatório. Os componentes do reservatório em contato

permanentemente com água potável não podem alterar o padrão de potabilidade, transmitir gosto, cor, odor ou toxicidade à água e nem promover ou estimular o crescimento de microorganismos.

4.6.1 Independência do sistema de água potável

O sistema de água potável deve ser separado fisicamente de qualquer outra instalação que conduza água não potável de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável.

Os componentes do reservatório e das tubulações a ele conectadas não podem transmitir substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados.

- considera-se como satisfatória a adoção de componentes que quando submetidos em câmara de teste com ação de calor simulada por lâmpadas sob temperatura de 50°C por 30 dias, atendam aos limites de metais pesados previstos pela legislação da ANVISA;
- considera-se como satisfatória a adoção de placa de PRFV que quando submetida em estufa sob temperatura de 40°C por 10 dias, atendam aos limites de estireno e diclorometano previstos pela legislação da ANVISA.

4.6.2 Contaminação biológica da água no sistema de água potável

Não utilizar componente que permita o desenvolvimento de microorganismos potencialmente patogênicos.

A superfície interna dos componentes que ficam em contato com a água potável deve ser lisa e fabricada de material lavável para evitar a formação de aderência de biofilme.

- considera-se como satisfatória a adoção de placas de PRFV com superfície interna lisa e com transmitância luminosa não superior a 0,2%.

4.6.3 Contaminação da água potável do sistema predial

Não pode ser passível de contaminação por qualquer fonte de poluição ou agentes externos.

O reservatório deve ser estanque e evitar a entrada de qualquer contaminante no seu interior.

4.6.4 Contaminação por refluxo de água

Não permitir o refluxo ou retrossifonagem.

O projeto do reservatório deve prever a separação atmosférica em atendimento aos requisitos da NBR 5626.

4.7 Funcionalidade e acessibilidade

O reservatório deve ser dimensionado de forma a atender às necessidades requeridas de abastecimento de água potável, e de forma a permitir as manobras confortáveis e seguras aos usuários nas atividades de instalação, manutenção e limpeza do reservatório.

Premissas de projeto: deve ser obedecida a distância mínima de 600mm entre qualquer ponto do reservatório e o eixo de qualquer tubulação próxima, com exceção daquelas diretamente ligadas ao reservatório; entre qualquer ponto do reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente; e entre o eixo de qualquer tubulação ligada ao reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente

4.7.1 Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre a base e cobertura do reservatório

Em operação de montagem, manutenção ou instalação do reservatório, as placas da base e da cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.

Premissas de projeto: o projeto deve indicar a forma das pessoas deslocarem-se sobre as placas da base e da cobertura.

5. Métodos de avaliação

5.1 Métodos de avaliação das características dos componentes do reservatório

As Tabelas a seguir mostram os requisitos a serem especificados para os componentes, seus parâmetros quantitativos e os métodos de avaliação, sejam ensaios, inspeção ou medição.

Tabela 6 – Método de avaliação das características do composto de PRFV

Item	Requisitos	Indicador de conformidade	Método de avaliação
A.1	Resistência e módulo na tração	Conforme projeto do fabricante	ASTM D 638
A.2	Resistência e módulo na flexão	Conforme projeto do fabricante	ASTM D 790
A.3	Determinação do teor de fibra de vidro	Conforme projeto do fabricante	NBR 13212 (através de estufa e peneira)
A.4	Dureza Barcol	Conforme projeto do fabricante (≥ 61 umb)	NBR 7972
A.5	Absorção de água	Absorção $\leq 0,5$ %, em massa	Anexo 1
A.6	Migração de estireno e de diclorometano	Migração de estireno e diclorometano ≤ 20 $\mu\text{g/L}$ após dez dias de contato com água em temperatura de 40°C.	NBR 13210 ANVISA (Resolução 105 e Portaria 2.914)

Tabela 7 – Método de avaliação das características dimensional e visual de placas modulares de PRFV

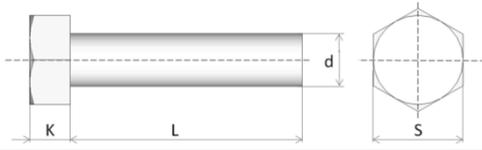
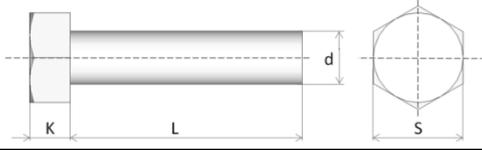
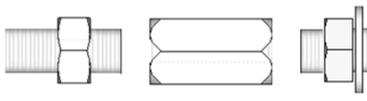
Item	Requisitos	Indicador de conformidade				Método de avaliação
		Posição da placa				
		Placa da base	Placa da lateral		Placa da cobertura	
Lateral Inferior – 1ª fiada	Lateral intermediária					
B.1	Aspecto	Plana	Abaulada Plana	Abaulada Plana	Abaulada	
B.2	Identificação	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Nome ou marca do fabricante, rastreabilidade, dimensões (larg, compr e espessura)	Anexo 2
B.3	Espessura no centro da placa (mm)	Mínima 6 / 8 / 10 / 12 (-0,5/+1mm)	Abaulada: Mínima 4 / 6 / 8 / 10 (-0,5/+1mm) Plana: Mínima 6 / 8 / 10 / 12 (-0,5/+1mm)	Abaulada: Mínima 4 / 6 / 8 (-0,5/+1mm) Plana: Mínima 6 / 8 / 10 (-0,5/+1mm)	Mínima 4 (-0,5/+1mm)	Anexo 2
B.4	Comprimento (mm)	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	2000 ± 1mm	Anexo 2
B.5	Largura (mm)	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	1000 ± 1mm	Anexo 2
B.6	Esquadro	Varição máxima de ±1mm	Anexo 2			
B.7	Massa média (kg)	Conforme projeto do fabricante (-5/+10%)	Anexo 2			
B.8	Ângulo entre a parte plana/abaulada e as abas	90°	90°	90°	90°	Anexo 2
B.9	Diâmetro dos furos da aba (mm)	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm	13,5 ± 0,5mm	Anexo 2
B.10	Distância entre centros de furos adjacentes	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm	125 ± 0,5mm	Anexo 2
B.11	Espessura da aba (mm)	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm	12,5 ± 0,5mm	Anexo 2
B.12	Altura da aba (mm)	Conforme projeto do fabricante ±1mm	Anexo 2			
B.13	Visual	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Cor uniforme, Sem fissuras, bolhas, rebarbas ou furos, ou fibras expostas ou projeções agudas	Anexo 2

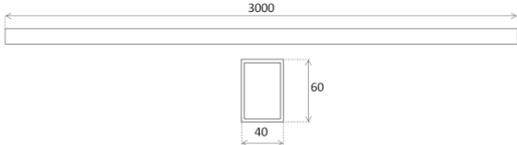
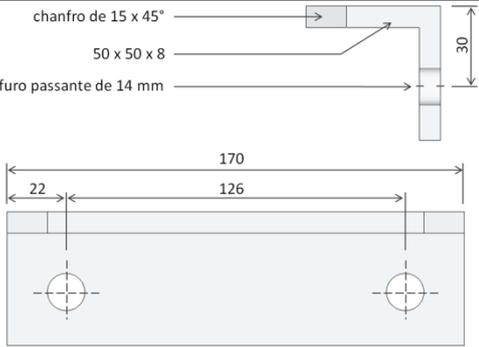
Tabela 8 - Método de avaliação das características mecânicas de placas modulares de PRFV

Item	Requisitos	Indicador de conformidade				Método de avaliação																																					
		Posição da placa																																									
		Placa da base	Placa da lateral		Placa da cobertura																																						
Lateral Inferior – 1ª fiada	Lateral intermediária																																										
-	Aspecto	Plana	Abaulada Plana	Abaulada Plana	Abaulada																																						
B.14	Opacidade	Transmitância luminosa $\leq 0,2\%$ da luz que incide sobre a superfície externa.				NBR 14799 / NBR 13210																																					
B.15	Resistência ao Impacto	Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 20Joules	Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 20Joules		Não ocorrência de fissuras ou rupturas após aplicação de energia de impacto de 10Joules	Anexo 3																																					
B.16	Rigidez da Tampa	-	-		Deformação máxima de 10mm após aplicação de carga de 5 kg numa área de 20x20cm sobre placa da cobertura por um período mínimo de sete dias.	Anexo 4																																					
B.17	Resistência à pressão hidrostática	Não ocorrência de ruptura após aplicação de pressão de ensaio igual a 6 vezes a pressão de serviço aplicada sobre a placa* <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Plana</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6mm</td> <td>4,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>12mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table>		Placa Plana		Espessuras	Pressão mínima	6mm	4,5mca	8mm	16,5mca	10mm	16,5mca	12mm	22,5mca	Não ocorrência de ruptura após aplicação de pressão de ensaio igual a 6 vezes a pressão de serviço aplicada sobre a placa* <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Abaulada</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4mm</td> <td>10,5mca</td> </tr> <tr> <td>6mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Placa Plana</th> </tr> <tr> <th>Espessuras</th> <th>Pressão mínima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6mm</td> <td>4,5mca</td> </tr> <tr> <td>8mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>10mm</td> <td>16,5mca</td> </tr> <tr> <td>12mm</td> <td>22,5mca</td> </tr> </tbody> </table>		Placa Abaulada		Espessuras	Pressão mínima	4mm	10,5mca	6mm	16,5mca	8mm	16,5mca	10mm	22,5mca	Placa Plana		Espessuras	Pressão mínima	6mm	4,5mca	8mm	16,5mca	10mm	16,5mca	12mm	22,5mca	-	Anexo 5
Placa Plana																																											
Espessuras	Pressão mínima																																										
6mm	4,5mca																																										
8mm	16,5mca																																										
10mm	16,5mca																																										
12mm	22,5mca																																										
Placa Abaulada																																											
Espessuras	Pressão mínima																																										
4mm	10,5mca																																										
6mm	16,5mca																																										
8mm	16,5mca																																										
10mm	22,5mca																																										
Placa Plana																																											
Espessuras	Pressão mínima																																										
6mm	4,5mca																																										
8mm	16,5mca																																										
10mm	16,5mca																																										
12mm	22,5mca																																										

* o cálculo da pressão de ensaio deve ser feito em função da posição da placa de PRFV no reservatório, descontando uma distância padrão de separação atmosférica de 0,25mca. Ou seja: a pressão máxima de serviço de placas de espessura nominal 6mm utilizadas na lateral inferior do reservatório corresponde à altura do nível máximo de lâmina d'água no interior do reservatório (3mca - 0,25mca = 2,75mca). Assim sendo, a pressão de ensaio será de $6 \times 2,75 = 16,5mca$. Somente no caso de "placa para base plana de 6mm" apoiada totalmente em base de assentamento rígida e nivelada, pode-se considerar o seu uso em alturas de até 3 metros, considerando a pressão mínima de 4,5mca.

Tabela 9 - Método de avaliação das características dos componentes metálicos

Item	Requisitos	Indicador de conformidade		Método de avaliação
C Parafuso sextavado para uso EXTERNO ao reservatório				
C.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico		-
C.2	Dimensões		Diâmetro d: $12 \pm 0,5$ mm k: $7,5 \pm 0,2$ mm s: $19 \pm 0,5$ mm L: 50 ou $60 \pm 0,5$ mm	Anexo 6
C.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	Para atmosferas rurais e urbanas - mínimo de 235 g/m ² Para atmosferas marinhas - mínimo de 300 g/m ²	NBR 7008/ NBR 7397
C.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas - 360 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base Para atmosferas marinhas - 720 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base		NBR 8094
C.5	Resistência ao torque	Resistência mínima de 43N.m		Anexo 7
D Parafuso sextavado para uso INTERNO ao reservatório				
D.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico		-
D.2	Dimensões		Diâmetro d: $12 \pm 0,5$ mm k: $7,5 \pm 0,2$ mm s: $19 \pm 0,5$ mm L: 50 ou $60 \pm 0,5$ mm	Anexo 6
D.3	Proteção contra corrosão – tipo de aço	Aço inoxidável	Mínimo classe 316 ou 316 L segundo a ABNT NBR 5601	NBR 5601
D.4	Resistência à corrosão	360 horas de salt spray sem ocorrência de corrosão do metal base		NBR 8094
D.5	Resistência ao torque	Resistência mínima de 43N.m		Anexo 7
E Tirante e acoplador				
E.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico		-
E.2	Dimensões		Tirante: diâmetro $12 \pm 0,5$ mm e comprimento variável Acoplador: Diâmetro: $12 \pm 0,5$ mm Comprimento: $40 \pm 0,5$ mm	Anexo 6
E.3	Proteção contra corrosão – tipo de aço	Aço inoxidável	Mínimo classe 316 ou 316 L segundo a ABNT NBR 5601	NBR 5601
E.4	Resistência à corrosão	360 horas de salt spray sem ocorrência de corrosão do metal base		NBR 8094
E.5	Resistência à tração do tirante	Resistência mínima de 700 MPa		NBR ISO 6892

F		Braçadeira vertical de reforço		-
F.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico		-
F.2	Dimensões		Seção retangular: axb (60x40mm) ± 0,5 Esp: e =3 mm Comprimento: L: 3000 ± 1 mm	Anexo 6
F.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	Para atmosferas rurais e urbanas - mínimo de 235 g/m ² Para atmosferas marinhas - mínimo de 300 g/m ²	NBR 7008/ NBR 7397
F.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas - 360 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base Para atmosferas marinhas - 720 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base		
G		Peça de travamento da braçadeira vertical de reforço		-
G.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico		-
G.2	Dimensões		Seção retangular: axb (50x50mm) ± 0,5 Esp: e=8mm Comprimento: L: 170 ± 1mm	Anexo 6
G.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	Para atmosferas rurais e urbanas - mínimo de 235 g/m ² Para atmosferas marinhas - mínimo de 300 g/m ²	NBR 7008/ NBR 7397
G.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas - 360 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base Para atmosferas marinhas - 720 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base		

H		Reforço horizontal (contraventamento horizontal)	
H.1	Descrição/ tipo e uso	Informação que deve constar do projeto e do DATEC específico	
H.2	Dimensões		Seção retangular: axb (60x40mm) ± 0,5 Esp: e=3mm Comprimento: L: 1000 ± 1mm
H.3	Proteção contra corrosão – massa do revestimento por unidade de área	Zincado por imersão a quente	Para atmosferas rurais e urbanas - mínimo de 235 g/m ² Para atmosferas marinhas - mínimo de 300 g/m ²
H.4	Resistência à corrosão	Para atmosferas rurais e urbanas - 360 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base Para atmosferas marinhas - 720 horas de salt spray sem corrosão vermelha do metal base	

5.2 Métodos de avaliação do desempenho do reservatório modular

5.2.1 Desempenho estrutural

Análise do projeto estrutural e memória de cálculo, verificando sua conformidade com as normas brasileiras pertinentes.

5.2.1.1 Resistência à pressão hidrostática

Realização de ensaio em laboratório de acordo com o método de ensaio indicado no Anexo 5 desta Diretriz.

Faz-se o cálculo da pressão de ensaio em função da posição da placa de PRFV no reservatório, que equivale à pressão de serviço na altura correspondente à posição da placa multiplicada por 6 vezes.

5.2.1.2 Resistência às solicitações de montagem e manutenção – impacto de corpo duro

A verificação da resistência às solicitações de montagem e manutenção deve ser feita por meio de ensaios de impacto de corpo duro a serem realizados em laboratório, em protótipo ou em obra. O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do reservatório. Adota-se o método de ensaio indicado no Anexo 3 desta Diretriz.

5.2.1.3 Resistência mecânica da cobertura

A verificação da resistência mecânica da cobertura deve ser feita por meio de ensaios a serem realizados em laboratório, em protótipo ou em obra. O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do reservatório. Adota-se o método de ensaio indicado no Anexo 4 desta Diretriz.

5.2.2 Estanqueidade à água

A verificação da estanqueidade à água deve ser feita por meio de ensaios em laboratório, em protótipo ou em obra. O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do reservatório. Adota-se o método de ensaio indicado no Anexo 8 desta Diretriz.

Considera-se também a avaliação da placa de PRFV através do método de ensaio previsto em 5.2.1.1, cuja pressão de ensaio é 6 vezes a pressão de serviço.

5.2.3 Durabilidade e manutenibilidade

5.2.3.1 Vida útil de projeto do reservatório

Verificação do atendimento aos prazos constantes do Anexo C da ABNT NBR 15.575-1 e verificação das intervenções previstas no manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo proponente do sistema, incorporador e/ou construtora, bem como evidências das correções.

5.2.3.2 Manutenibilidade dos elementos

Análise de projeto e do Manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo.

5.2.3.3 Resistência à exposição acelerada das placas de PRFV e selantes

Verificação através de exposição acelerada de reservatório protótipo cheio de água em câmara com lâmpadas à temperatura de 50°C durante 10 dias, conforme metodologia do Anexo 8.

5.2.3.4 Resistência à corrosão dos componentes metálicos

5.2.3.4.1 Componentes em aço galvanizado

Para componentes metálicos em aço galvanizado para uso externo ao reservatório, fazem-se as seguintes determinações:

- determinação da massa de revestimento de zinco pelo método da ABNT NBR 7397.
- determinação da resistência à corrosão em salt spray sem corrosão vermelha, conforme ABNT NBR 8094.

5.2.3.4.1 Componentes em aço inoxidável

Para componentes metálicos em aço inoxidável para uso interno ao reservatório, faz-se a seguinte determinação:

- Resistência à corrosão em salt spray sem corrosão vermelha e sem ocorrência de corrosão do metal base, conforme ABNT NBR 8094.

5.2.3.5 Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas

Análise de projeto.

5.2.3.6 Estanqueidade após exposição acelerada em câmara de intemperismo

Verificação através de exposição acelerada de reservatório protótipo cheio de água em câmara com lâmpadas à temperatura de 50°C durante 30 dias, conforme metodologia do Anexo 8.

5.2.4 Saúde e higiene

Análise de projeto.

5.2.4.1 Independência do sistema de água potável

- Verificação através de exposição acelerada de reservatório protótipo cheio de água em câmara com lâmpadas à temperatura de 50°C durante 30 dias, conforme metodologia do Anexo 9.
- Verificação através de exposição de placas de PRFV em estufa sob temperatura de 40°C durante 10 dias, conforme metodologia da NBR13210.

5.2.4.2 Contaminação biológica da água no sistema de água potável

Verificação da transmitância luminosa das placas de PRFV conforme metodologia de ensaio da NBR 14799 e NBR 13210.

5.2.4.3 Contaminação da água potável do sistema predial

Análise de projeto.

5.2.4.4 Contaminação por refluxo de água

Análise de projeto.

5.2.5 Funcionalidade e acessibilidade

Análise de projeto.

5.2.6 Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre a base e cobertura do reservatório

Verificação da resistência ao caminhamento das placas de PRFV conforme metodologia de ensaio do Anexo 4 da NBR 15575-5.

6. Análise global do desempenho do produto

Os relatórios específicos de análise e de ensaios são consolidados em um Relatório Técnico de Avaliação, no qual é apresentada uma síntese do desempenho global do produto, considerando a análise de todos os resultados obtidos no processo de avaliação técnica do sistema construtivo, realizado no âmbito do SINAT, incluindo os ensaios de caracterização e de desempenho do sistema, com base nas exigências especificadas nesta Diretriz.

7. Controle da qualidade na montagem

O controle da qualidade deve ser realizado pelo proponente na fase de montagem do reservatório modular no canteiro de obras. O controle de aceitação dos materiais e o controle das etapas de montagem ocorrerão no canteiro de obras.

A auditoria inicial, antes da concessão do DATec será realizada na fase de produção e montagem. As auditorias técnicas, após concessão do DATec, podem ser realizadas na produção, em fase de montagem ou em obras acabadas e serão realizadas no mínimo a cada seis meses.

A tabela 10 mostra as atividades a serem controladas pelo produtor, e as tabelas subsequentes mostram os documentos que devem balizar tal controle e a frequência que esses controles (verificação) devem ocorrer.

A instituição técnica avaliadora ITA pode, a seu critério, solicitar a verificação de resultados de ensaios (realizar ensaios de controle – contra prova) e verificar a conformidade do procedimento de execução com a prática de controle da empresa.

Tabela 10 – Atividades objeto de controle na fase de montagem

Atividade a ser controlada pelo produtor	Procedimentos de controle a serem elaborados pelo produtor e verificados pela ITA
Controle de aceitação de materiais	Procedimento de controle de aceitação de materiais (itens e frequência de controle)
Controle e inspeção das etapas de montagem	Procedimento que conste a verificação das atividades de montagem

7.1 Controle de aceitação de materiais e componentes em canteiro de obras

Tabela 11 – Controle de aceitação de materiais: métodos e frequências de avaliação

Material/ componente	Requisito	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção
Placas modulares de PRFV	Identificação (marcações) da posição e das dimensões das placas	Inspeção visual / Conferência com o projeto	Lote recebido na obra*
	Dimensões das placas, diâmetro e distâncias dos furos	Medição através de paquímetro, régua ou trena	Lote recebido na obra*
	Planicidade das faces / esquadro das faces, ângulo entre a placa e a aba	Medição através de régua ou trena e esquadro	Lote recebido na obra*
	Ausência de rebarbas e imperfeições	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
	Presença de Abas perfuradas	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
Selante	Identificação / Especificação do selante	Verificação da Identificação do selante	Lote recebido na obra*
Peças metálicas de fixação e união entre placas de PRFV	Identificação / Constituição das peças (parafuso, porca e arruela)	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
	Número de peças	Conferência do número de peças com o projeto	Lote recebido na obra*
	Tipo de material indicado na embalagem (aço galvanizado ou aço inoxidável tipo 316/316L)	Conferência com o projeto	Lote recebido na obra*
	Dimensões das peças compatíveis com os furos das abas	Medição através de paquímetro	Lote recebido na obra*
Tirante e acoplador	Identificação / Constituição das peças (tirante, acoplador e porca)	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
	Número de peças	Conferência do número de peças com o projeto	Lote recebido na obra*
	Tipo de material indicado na embalagem (aço inoxidável tipo 316/316L)	Conferência com o projeto	Lote recebido na obra*
	Dimensões	Medição através de paquímetro	Lote recebido na obra*
Braçadeira vertical de reforço	Identificação	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
	Número de peças	Conferência do número de peças com o projeto	Lote recebido na obra*
	Tipo de material indicado na embalagem (aço galvanizado com revestimento Classe Z275)	Conferência com o projeto	Lote recebido na obra*
	Dimensões	Medição através de paquímetro	Lote recebido na obra*
Peças de contraventamento horizontal e vertical	Identificação / Constituição das peças	Inspeção visual	Lote recebido na obra*
	Número de peças	Conferência do número de peças com o projeto	Lote recebido na obra*
	Tipo de material indicado na embalagem (aço galvanizado com revestimento Classe Z275)	Conferência com o projeto	Lote recebido na obra*
	Dimensões	Medição através de paquímetro	Lote recebido na obra*

* o tipo de amostragem deve ser conforme NBR 5426, adotando-se amostragem simples normal, NQA de 6,5 e nível de inspeção S1.

Caso outros materiais diferentes dos que constam da tabela anterior sejam empregados, precisam também ser avaliados antes do seu recebimento em canteiro-de-obras.

7.2 Controle da montagem em canteiro de obras

A montagem do reservatório modular deve ser iniciada por um dos cantos do reservatório para que, no decorrer da montagem, a estrutura possua a maior estabilidade possível. Conforme a montagem do reservatório avança, o canto escolhido ganha o formato de uma pirâmide em crescimento. As fases de montagem podem ser observadas a seguir.

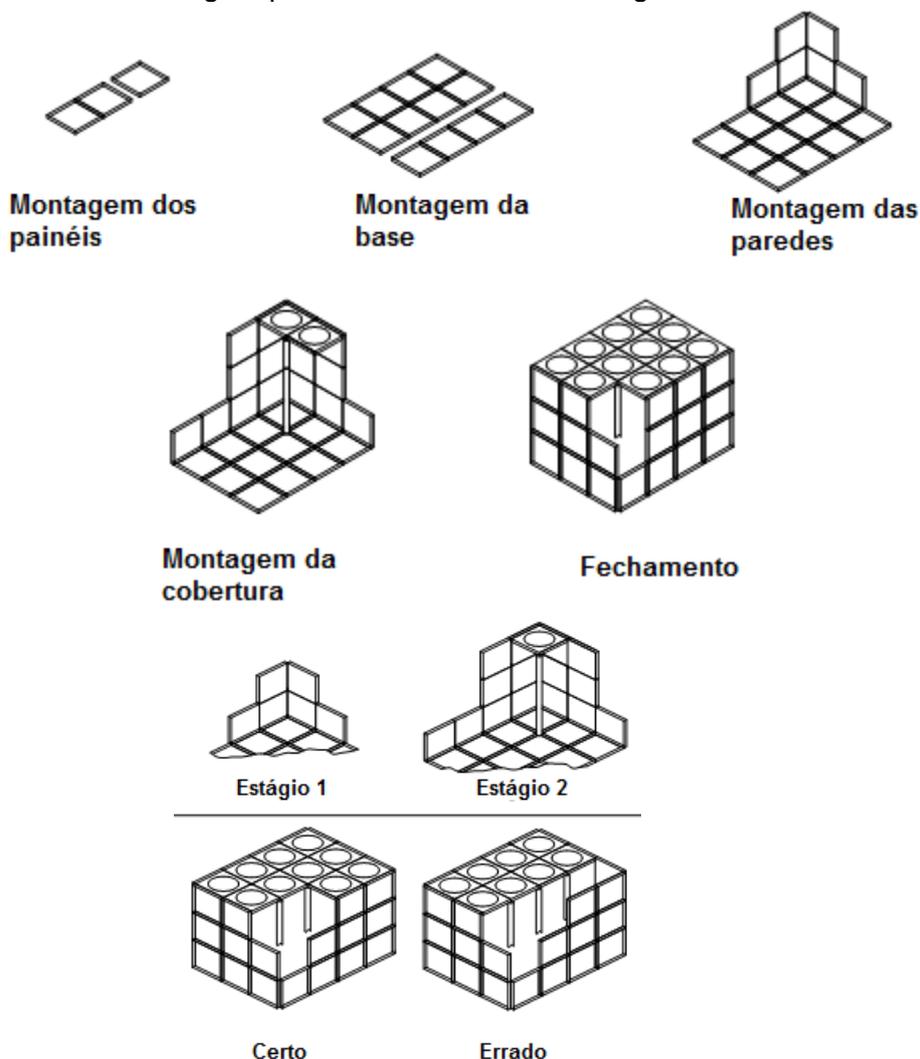


Figura 14 – Sequência de montagem do reservatório

A Tabela 12 exemplifica as principais atividades a serem controladas pelo executor / montador do reservatório modular. Estas atividades devem constar de procedimento de montagem do sistema. A conformidade e aplicação desse procedimento serão verificadas pela ITA. Cada obra deve ter seu procedimento de execução específico.

Quando aplicável, a montagem deve atender à Norma Regulamentadora Nº 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

No projeto para produção deve constar também planejamento de armazenamento das peças e equipamentos de transportes que serão necessários.

As verificações devem ser realizadas por inspeção visual, instrumentos de medição – trena, régua, paquímetro, esquadro, nível de bolha – comparando-se com os documentos de referência do projeto.

As etapas / serviços estão detalhadas a seguir.

Tabela 12 – Exemplo das principais atividades a verificar durante a montagem

Etapa / Serviço	Descrição	Verificações
Local onde o reservatório será instalado	Verificar as condições do local onde o reservatório será instalado	Distâncias mínimas entre o reservatório e quaisquer obstáculos serão atendidas para permitir as atividades de manutenção e limpeza
Fundação / Base de assentamento	A fundação pode ser em base de concreto ou vigas-suporte centralizadas.	Condições do solo (ou do piso) do local
Montagem da base	A base do reservatório deve ser montada a partir da união de fileiras de placas de PRFV previamente conectadas, utilizando selante e peças de fixação e união em aço inoxidável.	Condições, dimensões, alinhamento e desnível máximo da base, seja plana de concreto, sejam de vigas em aço
		Projeção mínima de selante, além da quina da aba
		Alinhamento das placas
		Sobreposição das projeções do selante em forma de cruz no contato de 4 placas.
Montagem das paredes laterais	As paredes laterais devem ser iniciadas sempre por um dos cantos da base. Nunca uma parede deve ser erguida além da terceira fiada sem ser conectada à cobertura.	Aperto dos parafusos através de torquímetro
		Fixação da conexão de encaixe na base do reservatório
		Aplicação do selante no contato das placas da base e da lateral (1ª fiada) e entre fiadas
		Aperto dos parafusos através de torquímetro
Montagem da cobertura	A cobertura se inicia juntamente com a última fiada de placas de PRFV laterais, sempre a partir de um dos cantos.	Sobreposição das projeções do selante em forma de cruz no contato de 4 placas.
		Instalação da cantoneira entre placas de cantos.
		Instalação das colunas de PVC à medida que a montagem da cobertura avança
Montagem dos Tirantes e acopladores	Verificar os procedimentos de instalação dos tirantes e acopladores	Aplicação do selante no contato das placas da lateral e da cobertura e entre placas de cobertura
		Posição da escada de acesso e da tampa de acesso ao reservatório
		Marcação da posição dos tirantes nas placas da parede
Braçadeira vertical de reforço e respectiva peça de travamento	Verificar os procedimentos de instalação das braçadeiras e respectivas peças de travamento	Junção dos tirantes com acopladores e porcas
		Fixação dos apoios colunas de PVC para servirem de apoio aos tirantes
		Traspasse dos tirantes pelas placas de PRFV e ajuste dos tirantes até o lado externo do reservatório
		Adoção de porca e arruela no tirantes antes e depois do traspasse na placa de PRFV
Reforço horizontal	Verificar os procedimentos de instalação dos reforços horizontais	Posicionamento das braçadeiras nas junções entre abas, incluindo o traspasse do tirante pela braçadeira
		Posicionamento das peças de travamento das braçadeiras
Cantoneira	Verificar os procedimentos de instalação das cantoneiras.	Posicionamento da porca e arruela em aço inox e da arruela em nylon após a peça de travamento da braçadeira. Verificar que a peça de travamento e a arruela de aço inox estão separadas por arruela de nylon
		Posicionamento do reforço horizontal na região horizontal de contato entre as abas de fiadas laterais (entre placas de PRFV)
Tubulações, acessórios e conexões	A posição das tubulações deve ser previamente definida. As tubulações devem ser instaladas em placas planas e com espessura adequada para que esforços gerados por superfícies irregulares não	Colocação do parafuso, porca e arruela para fixação e união entre placas e entre o reforço horizontal. Aperto dos parafusos através de torquímetro
		Fixação das cantoneiras e colocação das peças de fixação e união. Aperto dos parafusos através de torquímetro
		Checar as posições das conexões antes de realizar as perfurações
		Marcação da posição das perfurações dos parafusos com gabaritos
Tubulações, acessórios e conexões	A posição das tubulações deve ser previamente definida. As tubulações devem ser instaladas em placas planas e com espessura adequada para que esforços gerados por superfícies irregulares não	Aplicação de selante nos lados interno e externo das conexões
		Vedação dos espaços nas placas da cobertura junto à placa da tampa de acesso

	prejudiquem a qualidade da ligação.	Verificar se as tubulações não transmitem esforços adicionais às suas paredes
Escada lateral de acesso as cobertura	A posição da escada de acesso deve ser previamente definida	Tipo de fixação da escada pelo topo e pelo fundo
		Tipo de flanges utilizados na fixação
Limpeza e acabamento	As sobras de selantes e as embalagens dos componentes devem ser removidas. A poeira pode ser removida com um detergente de baixa concentração.	No momento de fazer a entrega do reservatório deve-se certificar que está limpo, sem sujeiras ou resíduos. Isso deve constar do registro de aceitação do cliente.

Depois de finalizada a montagem, é necessária realizar inspeção visual do reservatório montado para identificar a existência de eventuais não conformidades, tais como: deformações localizadas nas placas; suportes não fixados firmemente; parafusos não corretamente apertados (verificação com torquímetro); selante aparado para fora; falta de espaço disponível para acesso futuro ao tanque para manutenção; tirantes mal tensionados e com porcas não travadas; acessórios mal fixados; área de instalações com sujeira. Caso alguma não-conformidade seja encontrada, é imprescindível a identificação de suas causas e sua correção de forma adequada.

7.3 Limpeza e acabamento

Após o término da montagem do reservatório, antes do seu enchimento com água, deve-se proceder a limpeza. A poeira interna pode ser removida por um aspirador, bem como pode-se utilizar água com detergente de baixa concentração e pano macio para a limpeza interna.

O reservatório deve ser entregue limpo e sem sujeiras ou resíduos, devendo isso constar no registro de aceitação do cliente.

Após o primeiro abastecimento do reservatório, recomenda-se que nos primeiros 30 dias sejam extraídas, após 10, 20 e 30 dias, amostras de água de qualquer aparelho alimentado pelo reservatório, para a avaliação da qualidade da água face aos padrões de potabilidade constantes da legislação pertinente.

Anexos

Anexo 1 – Determinação da absorção de água da placa de PRFV

1 Objetivo

Determinar a absorção de água das placas modulares reforçadas com fibra de vidro para reservatórios de grandes volumes.

2 Aparelhagem

- 2.1 Paquímetro.
- 2.2 Balança com resolução de 0,01 g.
- 2.3 Água deionizada.
- 2.4 Silicone ou esmalte.
- 2.5 Recipiente de plástico.
- 2.6 Pano seco e limpo ou papel toalha.

3 Corpo de prova

Extrair três corpos de prova de regiões distintas da placa modular que atendam às seguintes restrições. Os corpos de prova devem ter forma quadrada, medir (50 ± 1) mm de lado, com superfícies de corte lisas. Nas extremidades dos cortes deve-se aplicar silicone ou esmalte.

4 Procedimento

- 4.1 Retirar, dos corpos de prova, o pó e outras partículas soltas.
- 4.2 Medir a espessura dos corpos de prova.
- 4.3 Determinar a massa de cada corpo de prova seco (m_s) com aproximação de 0,01 g.
- 4.4 Imergir os corpos de prova no recipiente com água deionizada com temperatura controlada de $(23 \pm 0,5)$ °C, de modo que fiquem separados um do outro e não toquem o fundo do recipiente.
- 4.5 Manter os corpos de prova imersos durante (24 ± 1) horas.
- 4.6 Retirar os corpos de prova do recipiente e eliminar o excesso de água por meio de um pano seco e limpo ou papel toalha.
- 4.7 Determinar a massa de cada corpo de prova úmido (m_u) com aproximação de 0,01 g, a não mais de 2 min após sua retirada da água;

5 Resultado

O resultado do ensaio deve apresentar a absorção de água (A) de cada um dos três corpos de prova bem como a média dos três resultados, expressa percentualmente com dois algarismos significativos, calculada pela fórmula:

$$A = \frac{100 (m_u - m_s)}{m_s}$$

Em que:

m_s = massa do corpo de prova seco

m_u = massa do corpo de prova úmido

Anexo 2 – Verificação do aspecto visual, da identificação, das dimensões e da massa das placas de PRFV

1 Objetivo

Verificar o aspecto visual, a identificação, as dimensões e a massa da placa de PRFV.

2 Aparelhagem

- 2.1 Base sólida e plana.
- 2.2 Régua de aço ou trena metálica graduada em milímetros.
- 2.3 Transferidor.
- 2.4 Paquímetro com resolução de 0,01 mm.
- 2.5 Micrômetro.
- 2.6 Balança com resolução mínima de 0,02 kg.

3 Corpo de prova

O corpo de prova consiste de uma placa de poliéster reforçada com fibra de vidro para reservatórios modulares.

4 Procedimento para verificação do aspecto visual e da identificação

- 4.1 Apoiar a placa em uma base sólida e plana.
- 4.2 Verificar, na superfície da placa (superfícies internas e externas lisas), se existem falhas como fissuras, trincas, bolhas, rebarbas ou furos não previstos no projeto.
- 4.3 Verificar se a placa possui formato adequado que evite a retenção de água da chuva em sua superfície externa, evite a entrada de corpos estranhos e evite a passagem de luz solar para o interior do reservatório.
- 4.4 Verificar a existência de alguma marcação indelével, como nome ou marca do fabricante, data de fabricação, dimensões nominais, indicação do material da placa, ou referência a alguma norma técnica.

5 Procedimento para verificação das dimensões

5.1 Determinar as dimensões principais das placas:

- a) comprimento (A);
- b) largura (B);
- c) altura da aba (C);
- d) distância entre os furos da aba (D);
- e) diâmetro dos furos da aba (E);
- f) comprimento das diagonais (F);
- g) espessura da aba (G);
- h) ângulo compreendido entre painel e aba (H);
- i) espessura da placa (I).

5.2 Medir o comprimento (em 2 pontos), a largura (em 2 pontos) e as diagonais utilizando fita métrica, conforme a figura 2.

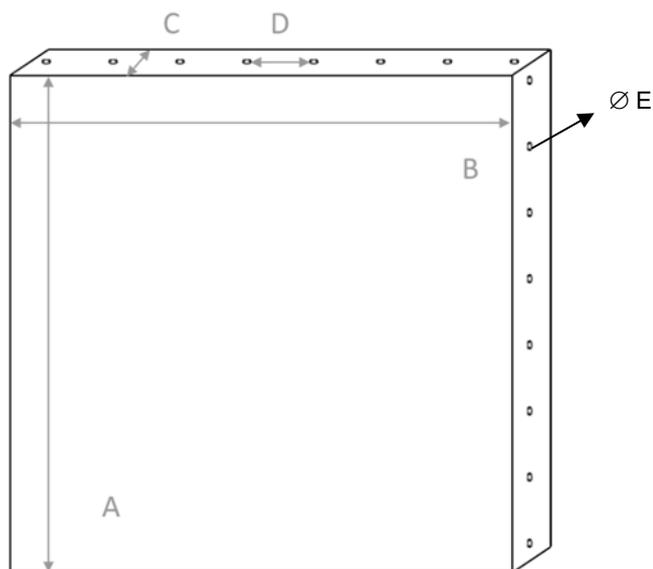


Figura 1 – Comprimento (A), largura (B), altura da aba (C), distância entre furos (D) de uma placa e diâmetro do furo (E)

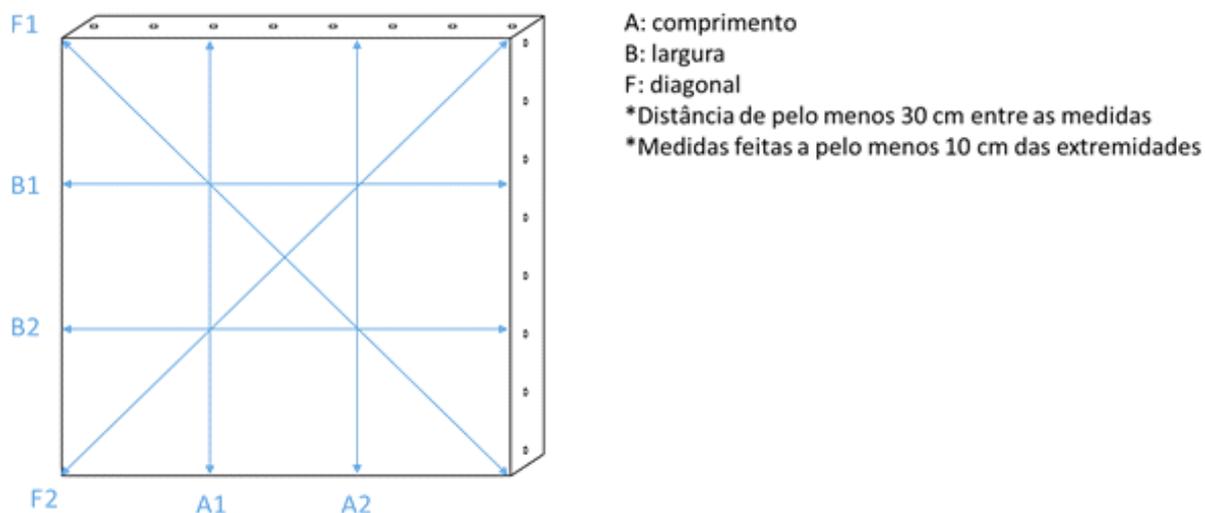


Figura 2 - Comprimentos (A1 e A2), larguras (B1 e B2) e diagonais (F1 e F2)

5.3 Medir, utilizando o paquímetro, o diâmetro dos furos das abas (em 4 pontos) e a distância entre furos, conforme a figura 1. Poderá ser utilizada régua para medir a distância entre furos.

5.4 Medir, utilizando o transferidor, o ângulo entre o painel e a aba (em 4 pontos), conforme a figura 4

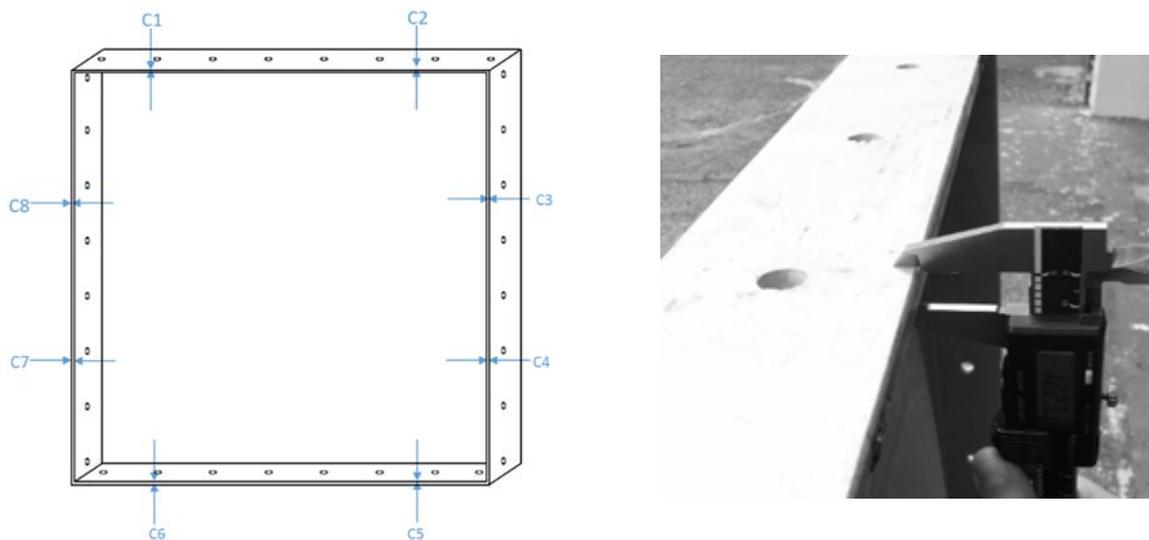


Figura 3 - Espessura da aba (G)



Figura 4 - Ângulo entre o painel e a aba (H)

5.5 Cortar a placa, de modo a permitir a medição de sua espessura com paquímetro ou micrômetro (em 4 pontos), conforme a Figura 5



Figura 5 - Espessura da placa (I)

5.6 Caso tenham sido identificados pontos com dimensões significativamente diferentes do restante da placa, estes devem ser medidos e registrados na planilha de ensaio.

6 Procedimento

6.1 Apoiar a balança sobre base sólida, plana e horizontal, em região sem vento ou qualquer outra interferência que possa alterar o valor indicado.

6.2 Tarar a balança sem o corpo de prova.

6.3 Posicionar a placa do reservatório sobre a balança de modo que fique apoiado apenas na balança, sem qualquer outra interferência.

6.4 Registrar o valor da massa indicado na balança.

7 Resultado

Apresentar qualquer imperfeição encontrada, discriminando a região e/ou o local, marcações indeléveis tais como aparecem nos corpos de prova e quaisquer outras informações julgadas importantes.

Devem ser registrados os valores medidos, assim como a média aritmética de cada dimensão e da massa. Expressar o resultado de massa, com aproximação de 0,02kg.

Anexo 3 – Verificação da resistência ao impacto das placas de PRFV

1 Objetivo

Determinar a resistência de placas de PRFV ao impacto de um percussor com massa definida. As condições de ensaio são diferentes para placas laterais e para placas de cobertura.

2 Aparelhagem

- 2.1 Percursor de impacto com massa de 1,0kg e ponta semiesférica com diâmetro de 50mm.
- 2.2 Percursor de impacto com massa de 2,0kg e ponta semiesférica com diâmetro de 50mm.
- 2.3 Paquímetro com resolução mínima de 0,1 mm.
- 2.4 Papel carbono.
- 2.5 Tubo de PVC (ou dispositivo equivalente) para guiar o percussor, com marcações para alturas de impacto de 0,5m e 2,0m.
- 2.6 Suporte horizontal para placas laterais ou de base. Podem ser utilizadas outras placas como suporte

3 Corpo de prova

O corpo de prova é uma placa de poliéster reforçada com fibra de vidro (PRFV) para reservatório modular. Para ensaios em placas de cobertura, deve-se utilizar um reservatório modular com dimensões apropriadas, sendo adotados os detalhes construtivos indicados no manual de instalação do fabricante quanto à distância máxima entre os acessórios e a distribuição de dispositivos de fixação.

4 Procedimento

- 4.1 Placas de cobertura:
 - a) posicionar o reservatório montado em local apropriado e rígido, de modo que seja possível realizar os impactos;
 - b) colocar papel carbono sobre o centro da placa a ser impactada, para evidenciar a região de impacto;
 - c) posicionar o tubo guia sobre o centro da placa;
 - d) elevar o percussor de 2,0 kg a altura de 0,5 m e soltá-lo, sem que lhe seja imprimido impulso adicional.
 - e) verificar se ocorreram fissuras, falhas dos sistemas de fixação ou ruptura do corpo de prova.
 - f) repetir o procedimento para três pontos de impacto adicionais, o mais próximo de 3 cantos distintos da placa que for possível.

4.2 Placas laterais e placas de base:

- a) a placa a ser ensaiada deve ser aparafusada em um suporte horizontal que simule sua fixação em um reservatório;
- b) colocar papel carbono sobre o centro da placa a ser impactada, para evidenciar a região de impacto;
- c) posicionar o tubo guia sobre o centro da placa;
- d) elevar o cursor de 1,0 kg a altura de 2,0 m e soltá-lo, sem que lhe seja imprimido impulso adicional;
- e) verificar se ocorreram fissuras, falhas dos sistemas de fixação ou ruptura do corpo de prova. Eventuais danos devem ser registrados, sendo registrada a profundidade de eventuais deformações superficiais. Caso haja dúvidas sobre a estanqueidade da placa, deve-se apoiá-la em uma superfície plana e enchê-la de água para verificar se há vazamentos.
- f) Após realizar o procedimento para todas as placas laterais e placas de base, e não sendo constatadas rupturas nos corpos de prova, realizar novo impacto no lado oposto de cada placa, impactando-se o lado oposto. Devem ser utilizado o mesmo procedimento.

5 Resultado

Reportar qualquer ruptura ocorrida nas placas.

Anexo 4 – Verificação da rigidez da placa de PRFV da cobertura

1 Objetivo

Verificar a rigidez das placas de PRFV usadas para cobertura do reservatório modular.

2 Aparelhagem

- 2.1 Base sólida e plana para apoiar a placa ou o reservatório.
- 2.2 Perfil rígido e plano com nível de bolha.
- 2.3 Relógio Comparador.
- 2.4 Pesos metálicos totalizando 5 kg.

3 Corpo de prova

O corpo de prova consiste de uma placa de cobertura instalada em um protótipo de reservatório modular de poliéster reforçado com fibra de vidro montado e instalado com todos os componentes e detalhes relevantes do sistema sendo avaliado.

4 Procedimento

- 4.1 Montar a placa de cobertura no reservatório. O reservatório deve estar apoiado sobre uma base plana.
- 4.2 Realizar a medição da distância entre o centro da placa de cobertura do reservatório e uma referência fixa, plana e horizontal, posicionada acima da placa, utilizando-se o perfil rígido com nível de bolha como referência. Usar um relógio comparador posicionado no centro da placa. Zerar o relógio comparador neste ponto.
- 4.3 Aplicar a massa de 5 kg (pesos metálicos), em uma área máxima de 200 mm x 200 mm, acima do centro da placa, por um período de 7 dias, anotando as deformações mostradas no relógio comparador, a cada 24 horas.
- 4.4 Após os 7 dias, remover os pesos de 5 kg e medir novamente a distância entre o ponto central da placa e a mesma referência anterior.
- 4.5 Verificar visualmente se a superfície da placa da cobertura sofreu qualquer tipo de abaulamento que permita a retenção de água em sua superfície externa.

5 Resultado

Obter o valor do deslocamento no centro da placa (variação em relação ao valor inicial).

Anexo 5 – Verificação da resistência à pressão hidrostática das placas de PRFV

1 Objetivo

Verificar se a placa de PRFV resiste à pressão 6 vezes superior à pressão hidrostática para a qual foi projetada.

2 Aparelhagem

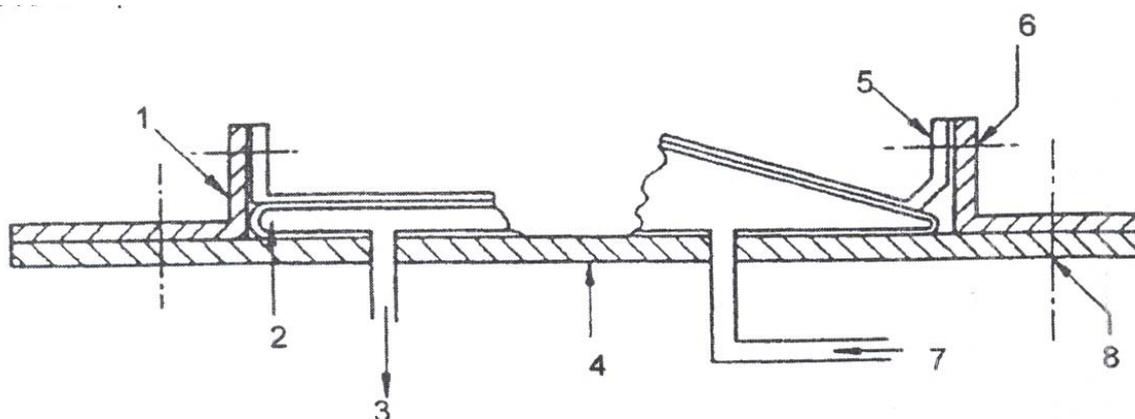
2.1 Mesa de teste rígida com as seguintes características:

- resistência superior às pressões de ensaio;
- capacidade de apoiar o corpo de prova, fixando-o pelas suas abas laterais de forma a impedir o seu deslocamento;
- capacidade de instalar o balão inflável (ou outro dispositivo similar) sob o corpo de prova.

2.2 Balão inflável ou outro dispositivo similar capaz de aplicar a pressão de ensaio uniformemente distribuída por toda a face inferior do corpo de prova.

2.3 Manômetro e pressurizador/alimentador de pressão de ensaio sob velocidade constante de 5 kN/m² por minuto.

A figura 1 mostra um desenho esquemático da aparelhagem.



1 Apoio lateral da mesa de teste para a fixação da aba do corpo de prova
2 Balão inflável ou outro dispositivo similar para aplicação da pressão
3 Manômetro

4 Base da mesa de teste
5 Corpo de prova com a indicação da aba lateral
6 Fixação da aba do corpo de prova à mesa de teste

7 Pressurizador / alimentador de pressão ao balão inflável
8 Fixação da mesa de teste

Figura 1 – Figura ilustrativa da aparelhagem

3 Corpo de prova

Os corpos de prova são constituídos por três placas de PRFV inteiras e iguais.

4 Procedimento

4.1 Durante o ensaio, a temperatura ambiente deve ser no máximo de 30 °C.

4.2 Fixar o primeiro corpo de prova na mesa de teste, conforme esquema mostrado na figura 1. A face do corpo de prova que ficará em contato com o balão inflável deverá ser aquela voltada para o interior do reservatório.

4.3 Calcular a pressão de ensaio, considerando que ela deve ser 6 vezes o valor da pressão de serviço ao qual o corpo de prova ficará sujeito no reservatório, descontando-se 0,25mca.

4.3 Aplicar a pressão de ensaio uniformemente e distribuída numa velocidade de 5 kN/m² por minuto.

4.4 Detectar visualmente o aparecimento de lascamentos, fissuras ou rupturas na face superior do corpo de prova.

4,5 O ensaio deve ser paralisado após atingir a pressão de ensaio ou no caso de aparecimento de lascamentos, fissuras ou rupturas no corpo de prova.

4.6 Despressurizar o balão inflável e retirar o corpo de prova da mesa de teste.

4.7 Repetir os procedimentos anteriores com o segundo e terceiro corpo de prova.

4,8 O resultado do ensaio será satisfatório se as 3 placas de PRFV ensaiadas não apresentarem avarias, tais como lascamentos, fissuras ou rupturas. Deformações são admitidas.

5 Relatório de ensaio

Registrar se houve a ocorrência de lascamentos, fissuras ou rupturas em cada um dos três corpos de prova ensaiados.

Anexo 6 – Caracterização dimensional dos componentes metálicos

1 Objetivo

Determinar as dimensões dos componentes metálicos.

2 Aparelhagem

2.1 Paquímetro para a determinação do diâmetro, com resolução mínima 0,1 mm.

2.2 Escala graduada com resolução de 1 mm.

3 Corpo de prova

O corpo de prova é um componente metálico utilizado no reservatório modular.

4 Procedimento

4.1 Parafuso: utilizando o paquímetro, medir o diâmetro externo da rosca (d), o diâmetro do círculo circunscrito pela cabeça (s), o comprimento do parafuso (l) e o comprimento da cabeça (k), conforme a Figura 1.

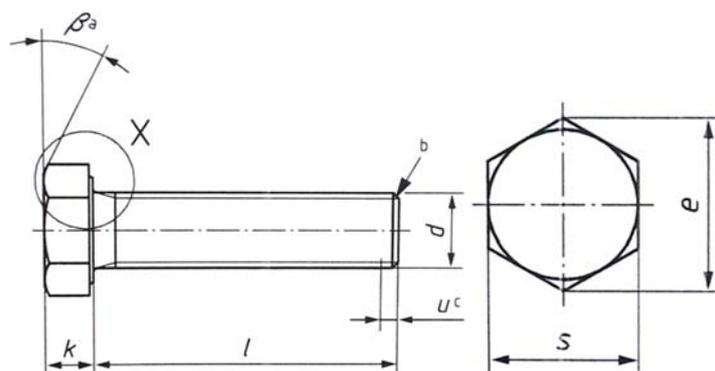


Figura 1 – Dimensões do parafuso

4.2 Porca: utilizando o paquímetro, medir o comprimento total (m) e o diâmetro do círculo circunscrito pelo sextavado da porca (s), conforme a Figura 2.

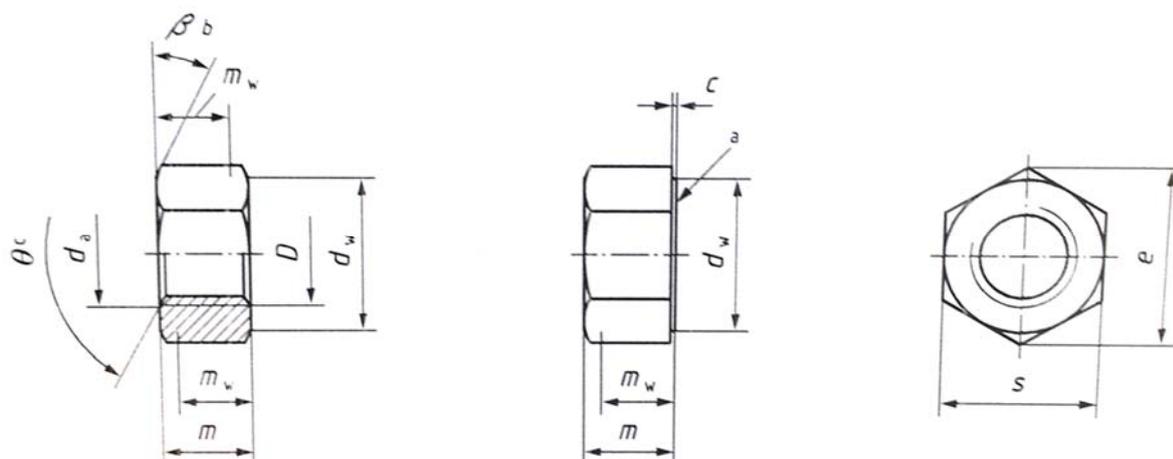


Figura 2 – Dimensões da porca

4.3 Tirante: utilizando o paquímetro, medir o diâmetro externo da rosca e o comprimento total do tirante. Caso necessário, utilizar a escala graduada para a medição do comprimento.

4.4 Acoplador: utilizando o paquímetro, medir o diâmetro externo da rosca e o comprimento total do acoplador.

4.5 Braçadeira vertical e peça de travamento: utilizando o paquímetro, medir a seção retangular e espessura. Utilizar a escala graduada para a medição do comprimento.

4.6 Reforço horizontal: utilizando o paquímetro, medir a seção retangular e espessura. Utilizar a escala graduada para a medição do comprimento.

5 Resultado

As medidas realizadas com o paquímetro devem ser expressas com aproximação de 0,1 mm, e aquelas realizadas com a escala graduada com aproximação de 1 mm.

Anexo 7 – Determinação da resistência à torção de parafusos e porcas

1 Objetivo

Determinar a resistência ao torque de parafusos utilizados nas ligações mecânicas entre placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para reservatórios modulares.

2 Aparelhagem

2.1 Torquímetro com escala até pelo menos 110N.m com resolução de mínima de 1N.m.

2.2 Morsa de bancada

3 Corpo de prova

3.1 O corpo de prova consiste de um parafuso com duas porcas e uma arruela. Devem ser ensaiados oito parafusos por amostra.

3.2 Rosquear duas porcas no parafuso, com uma arruela no meio, como mostra a Figura 1. Com as mãos, apertar firmemente as porcas contra a arruela.

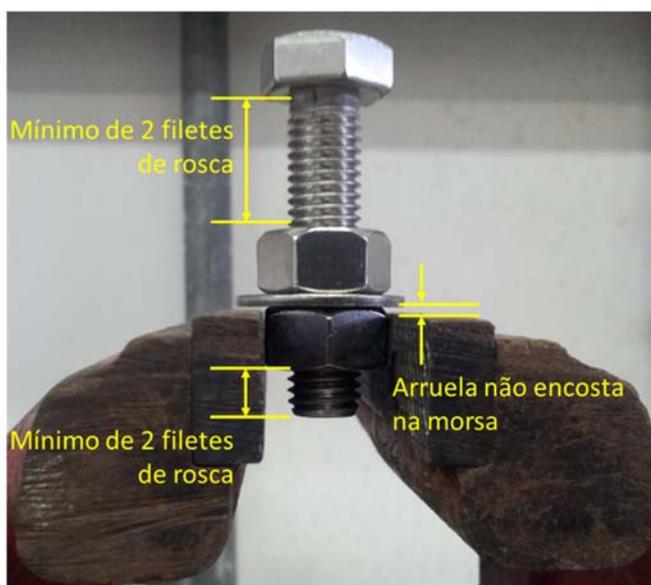


Figura 1 – Preparação dos parafusos com porcas

4 Procedimento

4.1 A porca mais externa no parafuso deve ser fixada na morsa de forma a impossibilitar sua rotação, mas sem segurar a porca mais interna.

4.2 Utilizando o torquímetro, aplicar gradativamente um torque de aperto na cabeça do parafuso até a ruptura de algum componente ou até se atingir o torque de 100N.m (Figura 2). Caso a porca mais interna gire no parafuso, reapertar as porcas contra a arruela e tentar novamente.



Figura 2 – Aplicação do torque na cabeça do parafuso

5 Resultado

Para cada corpo de prova, deve ser anotado o torque de ruptura do parafuso ou porca e a região da falha.

Anexo 8 – Verificação da resistência à deformação em ambiente com temperatura de 50°C e da estanqueidade à água do reservatório

1 Objetivo

Determinar a deformação sofrida pelo reservatório modular de PRFV após exposição acelerada por 30 dias e verificar sua estanqueidade à água após exposição acelerada por 10 dias.

1 Aparelhagem

2.1 Câmara de ensaio com as seguintes características:

- a) base sólida e plana para apoiar o reservatório ao longo de sua base;
- b) paredes e forro isolante térmico;
- c) sistema de aquecimento adequado com lâmpadas para manter a temperatura do interior da câmara em $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$ e que não provoque aquecimento excessivo da parede e da tampa do reservatório.

2.2 Ponto para abastecimento de água potável.

2.3 Nível de bolha grande.

2.4 Paquímetro com resolução de 0,01 mm.

2.5 Dispositivo para medir a temperatura em quatro pontos no interior da câmara: dois pontos em regiões opostas na parte superior da câmara próximo à tampa do reservatório e outros dois pontos, também em regiões opostas e perpendiculares aos primeiros, na parte inferior da câmara próximo à base do reservatório.

3 Corpo de prova

O corpo de prova consiste de um protótipo de reservatório modular de poliéster reforçado com fibra de vidro montado e instalado com todos os componentes e detalhes relevantes do sistema sendo avaliado.

4 Procedimento

4.1 Apoiar o reservatório sobre a base plana e sólida da câmara de ensaio. As placas da tampa devem estar acopladas às placas do corpo do reservatório, conforme recomendações do fabricante.

4.2 As placas laterais do tanque possuem três pontos de referência cada, indicados na Figura 1. Os pontos são distantes entre si aproximadamente 25 cm. Deve-se medir a distância entre cada ponto a um referencial externo adotado, que terá suas extremidades apoiadas nas abas de cada placa, sempre na vertical.

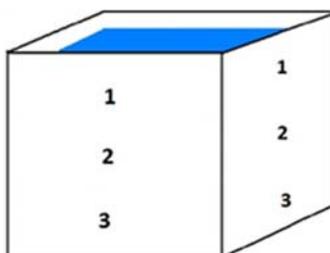


Figura 1 - Vista em perspectiva: pontos para medição da deformação

4.3 Encher o reservatório com água de forma que o nível máximo da água esteja a uma distância vertical de 25 mm abaixo da cobertura.

4.4 Acionar o sistema de aquecimento da câmara de forma que a temperatura medida no interior da câmara se mantenha em $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$ e que não provoque aquecimento excessivo das paredes externas do reservatório.

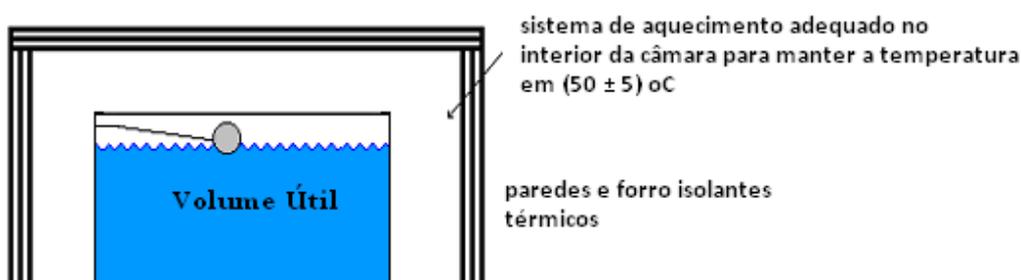


Figura 2 - Vista lateral: câmara de ensaio com o reservatório cheio de água até o volume útil

4.5 Durante o ensaio, medir e registrar a temperatura no interior da câmara em quatro pontos quaisquer, sendo dois deles em pontos opostos na parte superior da câmara próximo à tampa do reservatório e os outros dois em pontos opostos e perpendiculares aos primeiros na parte inferior da câmara próximo à base do reservatório.

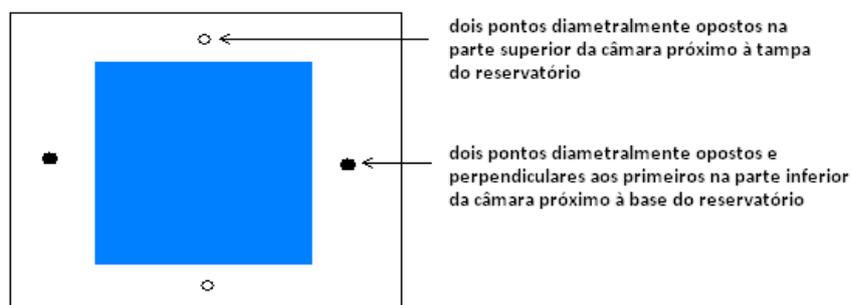


Figura 3 - Vista superior: posição em planta baixa para medição da temperatura no interior da câmara

4.6 Manter a temperatura de $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$ por 30 dias.

4.7 Decorridos os primeiros 10 dias a partir do início do ensaio:

- desligar o sistema de aquecimento da estufa até a sua temperatura interna atingir 25°C ;
- realizar medição conforme item 4.2, e registrar as distâncias medidas;
- verificar visualmente se a superfície das placas da tampa sofreu qualquer tipo de abaulamento que permita a retenção de água em sua superfície externa;
- verificar visualmente se há indícios de vazamento em qualquer região do reservatório, incluindo juntas e parafusos;
- abrir o reservatório através de sua tampa e verificar se o fechamento do reservatório é efetuado sem esforço adicional;
- registrar todas as observações e medidas de distâncias em planilha de ensaio.

4.11 Prosseguir o ensaio por mais 20 dias, completando 30 dias.

4.12 Após 30 dias, verificar visualmente se há indícios de vazamento em qualquer região do reservatório, incluindo juntas e parafusos.

5 Resultados

5.1 Registrar as medidas das distâncias entre os pontos de referência antes e após o procedimento.

5.2 Registrar indícios de vazamento ou outras ocorrências relevantes no reservatório.

Anexo 9 – Verificação da toxicidade do reservatório

1 Objetivo

Verificar se o reservatório transmite metais pesados à água armazenada, elementos indesejáveis, tóxicos ou contaminantes, que representem um risco à saúde humana, bem como alterações nas características sensoriais da água como coloração visível, odor ou sabor estranhos.

NOTA: os metais pesados e elementos tóxicos a serem determinados constam da legislação vigente da ANVISA.

2 Aparelhagem

2.1 Câmara de ensaio com as seguintes características:

- a) base sólida e plana para apoiar o reservatório ao longo de sua base;
- b) paredes e forro isolante térmico;
- c) sistema de aquecimento adequado para manter a temperatura do interior da câmara em $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$ e que não provoque aquecimento excessivo das paredes externas do reservatório.

2.2 Espectrofotômetro de absorção atômica ou outro equipamento equivalente.

2.3 Ponto para abastecimento de água potável.

2.4 Dispositivo para medir a temperatura em quatro pontos no interior da câmara: dois pontos em regiões opostas na parte superior da câmara próximo à tampa do reservatório e outros dois pontos, também em regiões opostas e perpendiculares aos primeiros, na parte inferior da câmara próximo à base do reservatório.

2.5 Frascos de coleta de amostras.

3 Corpo de prova

O corpo de prova consiste de um protótipo de reservatório modular de PRFV montado e instalado com todos os componentes e detalhes relevantes do sistema sendo avaliado.

4 Procedimento

4.1 O reservatório deve ser instalado sobre a base plana e sólida da câmara de ensaio, seguindo as instruções do fabricante.

4.2 Encher o reservatório com água de forma que o nível máximo da água esteja a uma distância vertical de 25 mm abaixo da cobertura.

4.3 Preparar um ensaio em branco, enchendo um frasco de coleta com água de mesma origem daquela utilizada para encher o reservatório.

4.4 Posicionar o frasco do ensaio em branco dentro da câmara de ensaio, próximo ao reservatório.

4.5 Acionar o sistema de aquecimento da câmara de forma que a temperatura medida no interior da câmara se mantenha em $(50 \pm 5) ^\circ\text{C}$ e que não provoque aquecimento excessivo das paredes externas do reservatório.

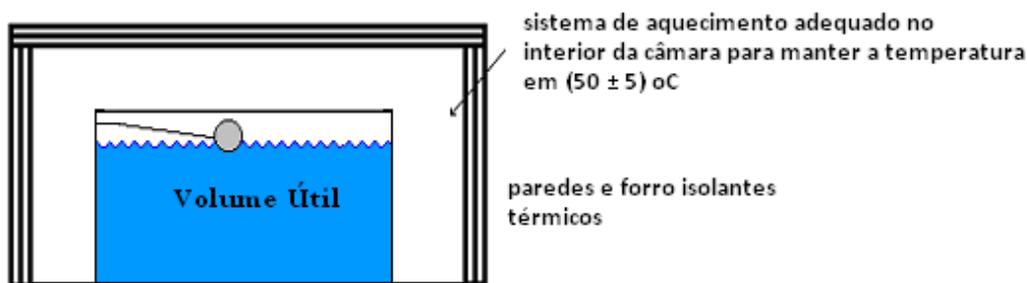


Figura 1 - Vista lateral: câmara de ensaio com o reservatório cheio de água até o volume útil

4.6 Durante o ensaio, medir e registrar a temperatura no interior da câmara em quatro pontos quaisquer, sendo dois deles em pontos opostos na parte superior da câmara próximo à tampa do reservatório e os outros dois em pontos opostos e perpendiculares aos primeiros na parte inferior da câmara próximo à base do reservatório.

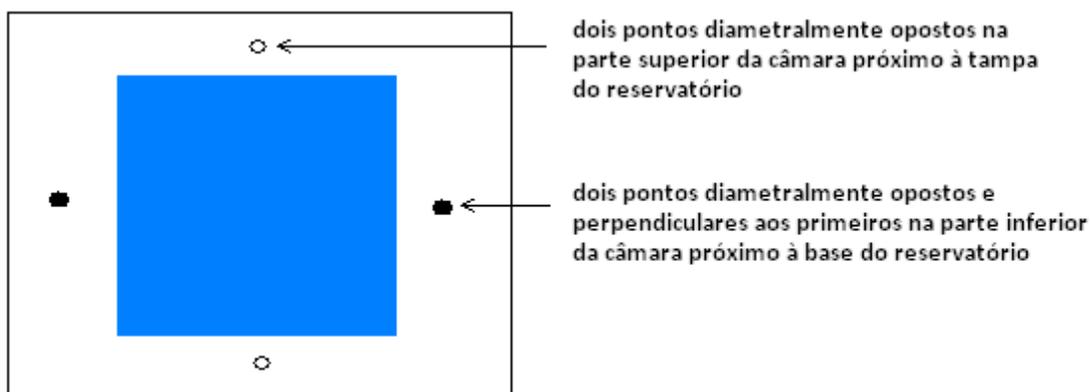


Figura 2 - Vista superior: posição em planta baixa para medição da temperatura no interior da câmara

4.7 Manter a temperatura de $(50 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ por 30 dias.

4.8 Após 10, 20 e 30 dias, contados a partir da data de início do ensaio:

- desligar o sistema de aquecimento da estufa até a sua temperatura interna atingir 25°C ;
- transferir água do reservatório para os frascos de coleta que serão enviados para análise;
- caso ainda não se tenha completado a duração total do ensaio, religar o sistema de aquecimento da câmara.

4.9 Realizar nas amostras dos frascos, com o espectrofotômetro ou outro equipamento equivalente, a quantidade dos elementos especificados a seguir: alumínio (Al), antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), boro (B), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), flúor(F)/fluoreto (F^-), estanho (Sn), mercúrio (Hg), prata (Ag), zinco (Zn).

NOTA: os metais pesados e elementos tóxicos a serem determinados constam da legislação vigente da ANVISA.

5 Resultados

5.1 Quantidade dos elementos especificados em 4.9.

5.2 Alteração ou não nas características sensoriais da água, tais como coloração visível, sabor ou odor estranhos.