Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH

Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP

Diretoria de Planejamento e Controle de Empreendimentos – DPLC-SD

Gerência de Normas e Padrões Técnicos – GENPA-SD

CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

CAPÍTULO 10

INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

4ª EDIÇÃO

PUBLICAÇÃO: 07/11/2019

ATUALIZAÇÃO: 17/11/2025

SUMÁRIO

10 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS 2

10.1 OBJETIVO 2

10.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES 2

10.3 CONDIÇÕES GERAIS 4

10.4 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA 10

10.5 INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE 16

10.6 ESGOTO SANITÁRIO 19

10.7 ÁGUAS PLUVIAIS 24

10.8 BEBEDOUROS E APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS 26

10.9 INSTALAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO 35

10.10 GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP) 37

10.11 GÁS NATURAL (GN) 39

10.12 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR 41

10.13 CAIXAS 44

10.14 REFERÊNCIAS 52

Este documento faz parte do Caderno de Encargos SUDECAP disponível no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte todos os direitos autorais. Desde que o documento seja referenciado, é permitida a reprodução do seu conteúdo. A violação dos direitos autorais sujeita os responsáveis às sanções cíveis, administrativas e criminais previstas da legislação.

10 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

10.1 OBJETIVO

O Caderno de Encargos SUDECAP tem como objetivo estabelecer as diretrizes gerais para a execução de serviços de instalações hidrossanitárias de água fria, de água quente, de aquecimento solar, de drenagem das águas pluviais superficiais e de esgotos sanitários, assim como das medidas de segurança contra incêndio e pânico e das instalações de gás liquefeito de petróleo, em respeito às prescrições contidas nas normas técnicas da ABNT e às exigências e recomendações da COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais - concessionária dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Belo Horizonte.

10.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

Lei nº 2060 do Governo do Estado de Minas Gerais de 27/04/72

NBR 5419/15 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 1 a 4

NBR 5580/15 - Tubos de aço-carbono para usos comuns na condução de fluidos - Especificação

NBR 5590/15 - Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Requisitos

NBR 5626/20 - Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção

NBR 5648/18 - Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria - Requisitos

NBR 5667/06 - Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil - Partes 1 a 3

NBR 5680/77 - Dimensões de tubos de PVC rígido

NBR 6925/25 - Conexão de ferro fundido maleável classes 150 e 300, com rosca NPT para tubulação

NBR 6943/25 - Conexões de ferro fundido maleável, com rosca ABNT NBR NM ISO 7-1, para tubulações

NBR 7417/82 -Tubo extra leve de cobre, sem costura, para condução de água e outros fluidos

NBR 8160/99 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução

NBR 8220/15 - Reservatório de poliéster reforçado com fibra de vidro para água potável para abastecimento de comunidades de pequeno porte - Especificação

NBR 8613/99 - Mangueiras de PVC plastificado para instalações domésticas de gás liquefeito de petróleo (GLP)

NBR 9050/20 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

NBR 9077/25 - Projeto de saídas de emergência

NBR 10185/18 - Reservatórios térmossolares para líquidos destinados a sistemas de energia solar - Método de ensaio para desempenho térmico

NBR 10281/24 - Torneiras - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 10283/18 - Revestimentos de superfícies de metais e plásticos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 10355/15 - Reservatórios de poliéster reforçado com fibra de vidro - Capacidades nominais e diâmetros internos - Requisitos

NBR 10844/89 - Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento

NBR 10897/20 - Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - Requisitos

NBR 10898/23 - Sistema de iluminação de emergência

NBR 11720/10 - Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar - Requisitos

NBR 11742/18 - Porta corta-fogo para saída de emergência

NBR 11861/98 - Mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 12483/15 - Chuveiros elétricos - Requisitos gerais

NBR 12693/21 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio

NBR 13103/24 - Instalação de aparelhos a gás - Requisitos

NBR 13206/10 - Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos - Requisitos

NBR 13523/19 - Central de gás liquefeito de petróleo - GLP

NBR 13714/00 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

NBR 14534/15 - Torneira de boia para reservatórios prediais de água potável - Requisitos

NBR 14799/18 - Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável de volume nominal até 3000 l (inclusive) - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 14800/18 - Reservatório com corpo em polietileno, com tampa em polietileno ou em polipropileno, para água potável de volume nominal até 3000 l (inclusive) - Transporte, manuseio, instalação, operação, manutenção e limpeza

NBR 15358/20 - Rede de distribuição interna para gás combustível em instalações de uso não residencial de até 400 KPa - Projeto e execução

NBR 15490/07 - Ensaio de efeito mola (spring back) em folhas laminadas de aço-carbono duplamente reduzidas, revestidas eletroliticamente com estanho ou cromo, ou não revestidas - Método de ensaio

NBR 15491/10 - Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 15526/12 - Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução

NBR 15569/21 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Requisitos de projeto e instalação

NBR 15704/15 - Registro - Requisitos e métodos de ensaio - Parte 1 e Parte 2

NBR 15705/09 - Instalações hidráulicas prediais - Registro de gaveta - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 15813/18 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Partes 1 a 3

NBR 15884/10 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Policloreto de vinila clorado (CPVC) - Parte 1 a 3

NBR 15902/10 - Qualificação de pessoas no processo construtivo de edificações - Perfil profissional do instalador convertedor e mantenedor de aparelhos a gás.

NBR 15903/13 - Qualificação de pessoas no processo construtivo de edificações - Perfil profissional do instalador predial e de manutenção de tubulações de gás.

NBR 15923/11 - Inspeção de rede de distribuição interna de gases combustíveis em instalações residenciais e instalação de aparelhos a gás para uso residencial - Procedimento

NBR 16098/12 - Aparelho para melhoria da qualidade da água para consumo humano - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 16236/13 - Aparelho de fornecimento de água para consumo humano com refrigeração incorporada - Requisitos de desempenho

NBR 16400/22 - Chuveiros automáticos para controle e supressão de incêndios - Especificações e métodos de ensaio

NBR 16641/23 - Reservatórios termossolares - requisitos específicos para utilização em sistemas de acumulação de energia solar térmica - Segurança mecânica e elétrica

NBR 16749/19 - Aparelhos sanitários - Misturadores - Requisitos e métodos de ensaio

NBR 16824/20 - Sistemas de distribuição de água em edificações - prevenção de legionelose - Princípios gerais e orientações

NBR 17076/24 - Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos

NBR 17240/10 - Sistemas de detecção e alarme de incêndio - Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio - Requisitos

NBR NM-ISO7-1/00 - Rosca para tubos onde a junta de vedação sob pressão é feita pela rosca - Parte 1: Dimensões, tolerâncias e designação

10.3 CONDIÇÕES GERAIS

10.3.1 Fiscalização

A instalação será executada rigorosamente de acordo com o projeto hidrossanitário, conforme as diretrizes descritas nas normas da ABNT, as exigências e/ou recomendações das CONCESSIONÁRIAS e as prescrições contidas neste Caderno de Encargos.

A necessidade de extensão de rede pública de água fria e esgoto, quando houver, deverá ser comunicada às CONCESSIONÁRIAS pela FISCALIZAÇÃO. Os custos de tal extensão serão assumidos pelo convênio PBH/CONCESSIONÁRIA.

A FISCALIZAÇÃO deverá realizar, ainda, as seguintes atividades específicas:

- Liberar a utilização dos materiais e equipamentos entregues na obra, após comprovar que as características e qualidades satisfazem às recomendações contidas nas especificações técnicas no projeto;
- Acompanhar a instalação das diversas redes de água fria, seus componentes e equipamentos, conferindo se as posições e os diâmetros correspondem aos determinados em projeto;
- Permitir a alteração do traçado das redes, quando for necessário, devido à modificação na posição das alvenarias ou na estrutura, desde que não interfiram nos cálculos aprovados. Caso haja dúvida, a FISCALIZAÇÃO deverá solicitar ao FISCAL DE PROJETOS a confirmação por escrito do responsável técnico pelo projeto de instalações hidrossanitárias;
- Não permitir em hipótese alguma a execução ou perfuração de orifícios em elementos estruturais para a passagem de redes sem que estes estejam previstos em projeto sendo dimensionado e detalhado pelo RESPONSAVEL TÉCNICO de projeto;
- A FISCALIZAÇÂO deverá acompanhar a execução dos testes do conjunto motobomba, inspecionar cuidadosamente a casa de bombas, comprovando com a CONTRATADA, responsável pela execução, o seu funcionamento;
- A FISCALIZAÇÂO deverá acompanhar a execução dos testes das redes de água para os diversos sistemas e proteção contra incendio comprovando com a CONTRATADA, responsável pela execução, o seu funcionamento;
- A FISCALIZAÇÃO deverá exigir que todas as tubulações embutidas sejam devidamente testadas sob pressão, antes da execução do revestimento;
- A FISCALIZAÇÃO deverá acompanhar a realização de todos os testes previstos nas instalações de água fria, GN e GLP, analisando os seus resultados;
- Observar se durante a execução dos serviços são obedecidas as instruções contidas no projeto.

10.3.2 Critério de medição e pagamento

10.3.2.1 Medição

No caso das tubulações, e em função do material e do diâmetro das mesmas, o serviço será medido por metro de tubulação instalada, incluindo conexões e mão de obra. Em relação às louças, peças sanitárias, trituradores, acessórios, caixas, válvulas especiais (de descarga ou de retenção) serão medidos por unidade instalada.

10.3.2.2 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, contemplando o fornecimento e instalação das peças, acessórios, conexões, válvulas e registros necessários à execução dos mesmos, de acordo com as prescrições construtivas indicadas no projeto.

10.3.3 Recebimento e estocagem dos materiais

O recebimento dos elementos e peças, necessários para a execução das instalações hidrossanitárias, de proteção contra incêndio, GN e GLP em obra, deverão ser acompanhados de conferências qualitativas e quantitativas, de modo a observar os seguintes aspectos:

- Material e quantidades entregues de acordo com as solicitações de compras;
- Existência de avarias, deformações, fissuras ou trincas provenientes do processo de fabricação ou transporte, e que possam prejudicar o desempenho do material em uso;
- Obediência aos critérios e parâmetros mínimos de fabricação recomendadas pelas suas respectivas

normas técnicas vigentes.

A estocagem dos elementos e das peças hidrossanitárias (exemplo Tubos - Figura 1) sempre deve ser realizada de acordo com seus materiais de composição, dimensões e recomendações dos fabricantes, de modo a preservar as propriedades físicas e químicas de cada elemento, além de facilitar o controle dos fluxos de saída e entrada destes na obra.

10.3.3.1 Tubos

- Estocar no almoxarifado da obra. Na impossibilidade de armazenagem neste local, estocar em locais de fácil acesso, livres da exposição direta ao sol, da umidade direta e da passagem de pessoas e equipamentos;
- A estocagem deverá ser feita em pilhas, com altura máxima de 1,50 metros, de modo que as pontas e as bolsas dos tubos fiquem alternadas;
- A primeira camada de tubos terá que estar totalmente apoiada sobre tablado de madeira ou caibros (em nível) distanciados de 150 milímetros colocados transversalmente à pilha de tubos.

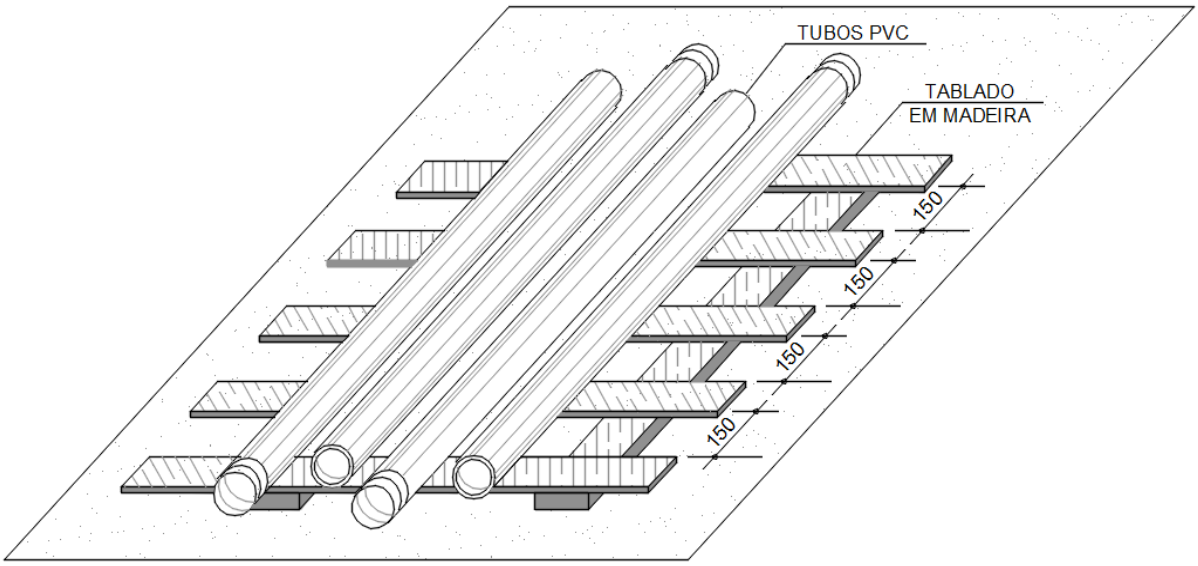


Figura 1 - Detalhe armazenamento de tubos. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.3.3.2 Conexões, metais (e acessórios de instalação)

- Estocar no almoxarifado da obra, em locais que permitam a separação por materiais e por dimensões, devidamente identificados pelas suas especificações técnicas;
- A especificação técnica deve ser composta pela seguinte sequência: nome da peça, material de composição e diâmetros nominais compatíveis com o tipo das juntas (em “mm” no caso de peças soldáveis e em “polegadas” no caso de peças roscáveis).

10.3.3.3 Reservatórios em polietileno

- Estocar no almoxarifado da obra. Na impossibilidade de armazenagem neste local, estocar em locais de fácil acesso, livres da exposição direta ao sol, da umidade direta e da passagem de pessoas e equipamentos;
- Estocar as peças em bases niveladas, como tablados de madeira elevados no mínimo 10 cm do piso;
- Em casos onde houver mais de um reservatório a ser estocado, e quando os formatos destes permitirem, os mesmos podem ser armazenados em pilhas, de modo que um reservatório se encaixe no interior do outro, a fim de economizar espaço de estocagem.

10.3.4 Locação das redes e interferências com demais sistemas

10.3.4.1 Tubulação passando através de paredes ou pisos

Nos casos onde há necessidade de atravessar paredes ou pisos através de sua espessura, devem ser estudadas formas de permitir a movimentação da tubulação, em relação às próprias paredes ou pisos, pelo uso de camisas ou outro meio, igualmente eficaz.

No caso de uso de camisas, estas devem:

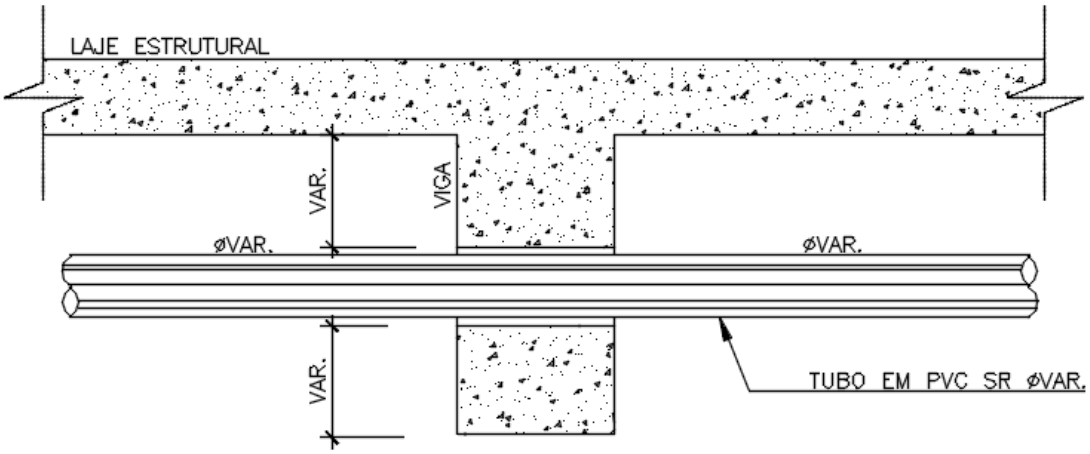
- Apresentar a necessária resistência aos esforços a que é submetida, de forma a garantir a integridade da tubulação devendo ser ancorada à parede ou piso que atravessa;
- Conter apenas a tubulação que a ela se destina, não sendo permitida, inclusive, a passagem de elementos de outras instalações, como é o caso de cabos elétricos.

O espaço existente entre a tubulação e a camisa (ou outro meio utilizado) deve ser selado, visando garantir a estanqueidade à água, evitar passagem de insetos e impedir a passagem de fumaça. O selo deve ser permanentemente flexível para permitir a movimentação da tubulação.

10.3.4.2 Interação com elementos estruturais

A tubulação não deve ser embutida ou solidarizada longitudinalmente às paredes, pisos e demais elementos estruturais do edifício, de forma a não ser prejudicada pela movimentação destes e também para possibilitar a sua movimentação. No caso em que a tubulação corre paralela a elementos estruturais, a sua fixação poderá ser feita através de abraçadeiras ou outras peças que permitam a necessária movimentação e facilitem a manutenção. Na eventual necessidade de atravessar elementos estruturais de forma perpendicular à sua espessura, deverá haver consulta específica ao projetista de estruturas para que a abertura necessária seja adequadamente dimensionada. As travessias de tubos em paredes deverão ser efetuadas, de preferência, perpendicularmente às mesmas.

A Figura 2 apresenta detalhe padrão de passagem de tubos horizontais em vigas de concreto armado.



FUROS EM VIGAS
SEM ESCALA

ø TUBO (mm)	DIMENSÕES DOS FUROS	
	CIRCULAR	QUADRADO
ATÉ ø32	ø50	50 x 50mm
ø40	ø60	60 x 60mm
ø50	ø75	75 x 75mm
ø75	ø100	100 x 100mm
ø100	ø130	130 x 130mm

OBS: É VEDADA A EXECUÇÃO DE FUROS EM VIGAS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO DO R.T. DE ESTRUTURAS

Figura 2 - Passagem de tubos horizontais em vigas de concreto armado. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

Admite-se a instalação de tubulação no interior de parede de alvenaria estrutural, desde que seja tubulação recoberta em duto especialmente projetado para tal fim. Neste caso, o projeto da estrutura do edifício deve contemplar, como parte integrante deste, a solução adotada para as instalações.

A montagem das tubulações deverá ser executada com as dimensões indicadas no projeto e confirmadas no local da obra. É recomendado que as tubulações de água fria sejam instaladas com ligeira declividade, para se evitar a indesejável presença de ar aprisionado na rede.

10.3.4.3 Tubulação instalada dentro de paredes ou pisos (não estruturais)

A instalação de tubulações no interior de paredes ou pisos (tubulação recoberta ou embutida) deve considerar duas questões básicas: a manutenção e a movimentação das tubulações em relação às paredes ou aos pisos. No que se refere à movimentação, em especial, há que se preservar a integridade física e funcional das tubulações frente aos deslocamentos previstos das paredes ou dos pisos.

Os espaços livres existentes (como, por exemplo: pisos elevados, paredes duplas, etc.), destinados a outros fins que não o da passagem de tubulações, não devem ser aproveitados de forma improvisada. O aproveitamento de tais espaços só é permitido quando considerados de forma integrada no desenvolvimento do projeto.

As tubulações recobertas, instaladas em dutos, devem ser fixadas ou posicionadas através da utilização de anéis, abraçadeiras, grampos ou outros dispositivos.

Para as tubulações embutidas em alvenaria de tijolos cerâmicos, o corte deverá ser iniciado com serra elétrica portátil e cuidadosamente concluído com talhadeira, conforme marcação prévia dos limites de corte.

Os custos para execução do corte e recomposição deverão ser levantados e medidos em itens específicos.

No caso de blocos de concreto deverão ser utilizadas apenas as serras elétricas portáteis, apropriadas para essa finalidade.

As tubulações embutidas em paredes de alvenaria serão fixadas com argamassa de cimento e areia. Deverá ser eliminado qualquer agente que mantenha ou provoque tensões nos tubos e conexões.

10.3.4.4 Tubulação aparente

Qualquer tubulação aparente deve ser posicionada de forma a minimizar o risco de impactos danosos à sua integridade. Situações de maior risco requerem a adoção de medidas complementares de proteção contra impactos.

O espaçamento entre suportes, ancoragens ou apoios deve ser adequado, de modo a garantir níveis de deformação compatíveis com os materiais empregados.

Os materiais utilizados na fabricação de suportes, ancoragens e apoios, bem como os seus formatos, devem ser escolhidos de forma a não propiciar efeitos deletérios sobre as tubulações por eles suportadas. Devem ser considerados as possibilidades de corrosão, as exigências de estabilidade mecânica, as necessidades de movimentação e o espaço necessário para inserção de isolantes.

As tubulações aparentes serão sempre fixadas nas alvenarias ou estrutura por meio de braçadeiras ou suportes, conforme detalhes e especificações do projeto. Todas as linhas verticais deverão estar no prumo e as horizontais correrão paralelas às paredes dos prédios, devendo estar alinhadas. As tubulações serão contínuas entre as conexões, sendo os desvios de elementos estruturais e de outras instalações executados por conexões.

Para os apoios das tubulações horizontais observarem o seguinte (Figuras 3, 4 e 5):

- Os apoios (braçadeiras e/ou suportes) deverão ter comprimento de contato mínimo de 5 cm e ângulo de abraçamento de 180º, isto é, envolvendo a metade inferior do tubo (inclusive acompanhando a sua forma), e estando espaçados de acordo com as especificações do projeto;
- Os apoios deverão estar posicionados de acordo com as diretrizes descritas em projeto levando em consideração o tipo de rede, material utilizado e caminhamento;
- Em um sistema de diversos apoios apenas um poderá ser fixo, os demais deverão estar livres, permitindo o deslocamento longitudinal dos tubos, causado pelo efeito da dilatação térmica;
- Quando houver pesos concentrados, devido à presença de registros, estes deverão ser apoiados independentemente do sistema de tubos.

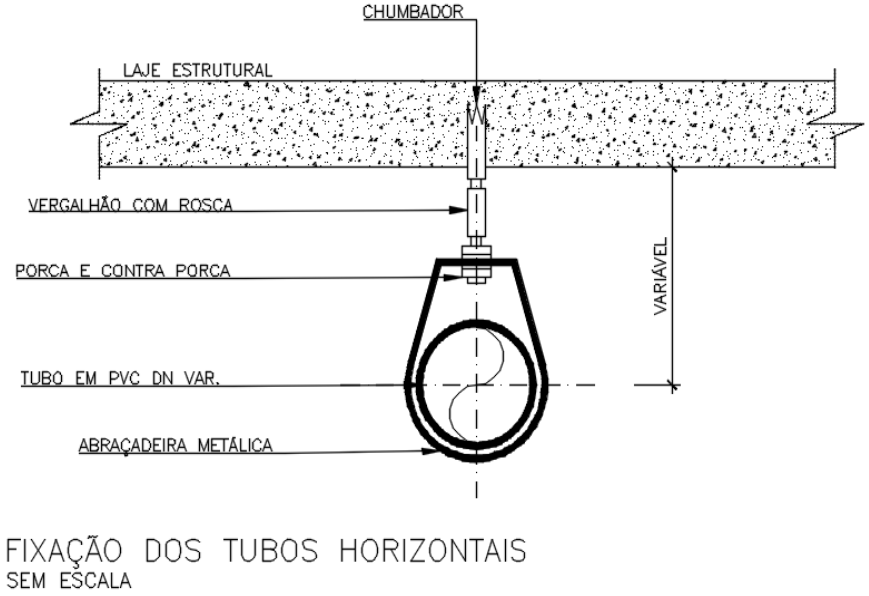


Figura 3 - Detalhe da fixação de tubos em laje. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

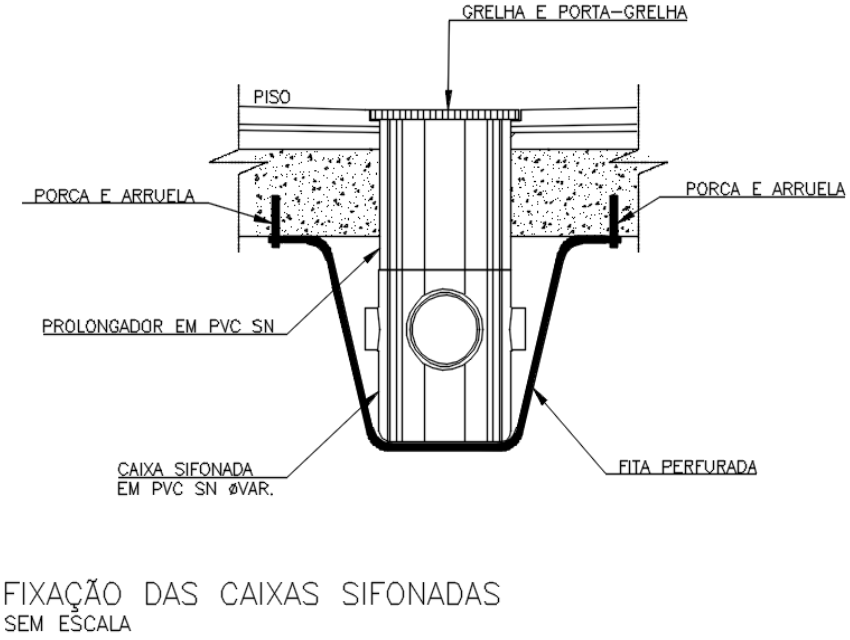


Figura 4 - Detalhe da fixação de tubos em laje. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

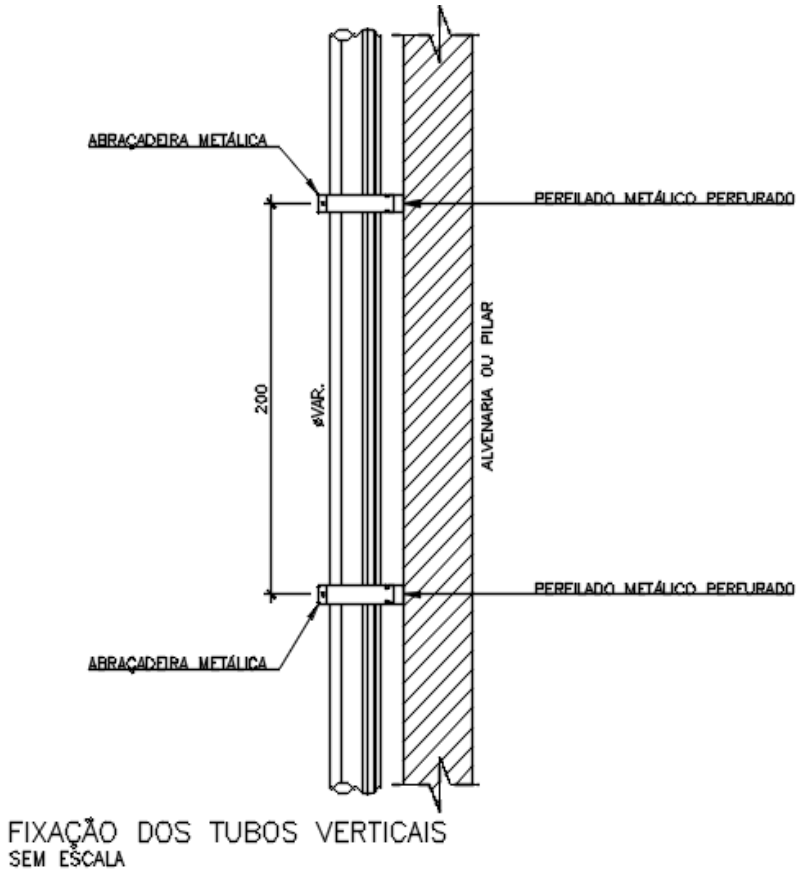


Figura 5 - Detalhe da fixação de tubos em alvenaria ou pilar. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.3.4.5 Tubulações enterradas

A tubulação enterrada deve resistir à ação dos esforços solicitantes resultantes de cargas de tráfego, bem como ser protegida contra corrosão e ser instalada de modo a evitar deformações prejudiciais decorrentes de recalques do solo. Quando houver piso ao nível da superfície do solo recomenda-se que a tubulação enterrada seja instalada em duto, para garantir a acessibilidade à manutenção. A Tabela 1 apresenta o recobrimento mínimo recomendado para tubos enterrados.

Tabela 1 - Recobrimento mínimo para tubos enterrados. Fonte: Elaboração própria.

Cargas	h mínimo recomendado (m)
Interior de lotes	0,30
Passeio	0,60
Tráfego de veículos leves	0,80

Conforme indicado na NBR 5626, para resguardar a segurança de fundações e outros elementos estruturais e facilitar a manutenção das tubulações, é recomendável manter um distanciamento entre as valas de assentamento e a referida estrutura impedindo que interceptem o bulbo de tensões no caso de fundações diretas. A Figura 6 apresenta detalhe do reaterro e proteção da vala para instalação da tubulação.

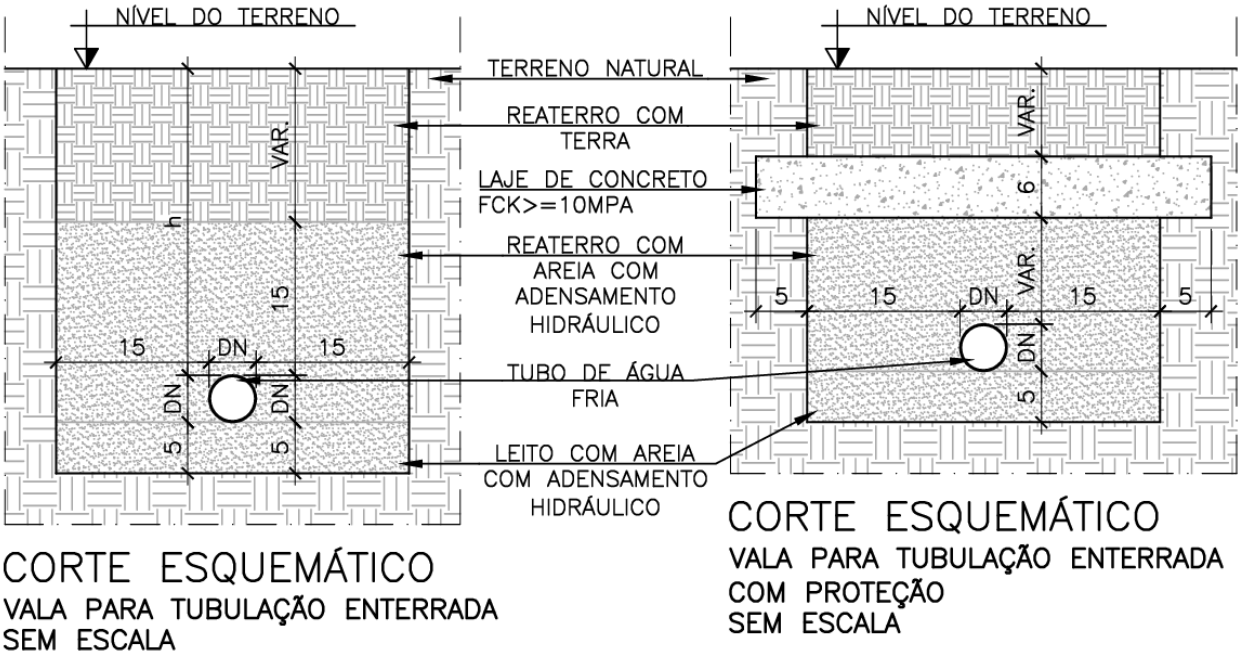


Figura 6 - Detalhe do reaterro e proteção da vala para instalação da tubulação. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 07/11/2019.

Todos os tubos serão assentados de acordo com o alinhamento e a elevação indicados no projeto. Para o assentamento de tubulações em valas, observar o seguinte:

- Nenhuma tubulação deve ser instalada enterrada em solos contaminados. Na impossibilidade de atendimento medidas eficazes de proteção devem ser adotadas;
- As tubulações não devem ser instaladas dentro ou através de: caixas de inspeção, poços de visita, fossas, sumidouros, valas de infiltração, coletores de esgoto sanitário ou pluvial, tanque séptico, filtro anaeróbio, leito de secagem de lodo, aterro sanitário e depósito de lixo;
- A largura das valas deve seguir as diretrizes de projeto, ou seja, ser suficiente para permitir o assentamento, a montagem e o preenchimento das mesmas, sob condições adequadas de trabalho;
- O fundo das valas deve ser cuidadosamente preparado de forma a criar uma superfície firme e contínua para suporte das tubulações. O leito deve ser constituído de material granulado fino, livre de descontinuidades, como pontas de rochas ou outros materiais perfurantes. No reaterro das valas, o material que envolve a tubulação também deve ser granulado fino e a espessura das camadas de compactação deve ser definida segundo o tipo de material de reaterro e o tipo de tubulação;
- As tubulações deverão ser mantidas limpas, inclusive internamente, antes do seu assentamento, mantendo as extremidades tamponadas até que a montagem seja realizada;

10.4 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA

10.4.1 Ligação de entrada de água

O padrão de entrada de água deve localizar-se no interior do terreno do empreendimento e deverá ser fixado junto ao muro da testada do lote.

Para a montagem e assentamento do padrão de ligação de água deverão ser seguidas as prescrições do projeto e da COPASA (disponíveis em: *http://www.copasa.com.br*).

A composição de custo unitário SUDECAP deste serviço inclui mão de obra, ferramentas, além de todas as peças relacionadas em projeto necessárias à execução do serviço.

A medição do serviço só se dará quando o padrão tiver sido testado hidrostaticamente e não apresentar vazamentos.

10.4.2 Execução das redes de água fria

Não será permitido o encurvamento de tubos e a execução de bolsas nas suas extremidades.

10.4.2.1 Tubulações de PVC rosqueadas

Para a execução de juntas rosqueadas devem ser observadas as seguintes orientações, juntamente com aquelas recomendadas pelo FABRICANTE:

- Para efetuar o corte no tubo fixe-o em uma morsa. Evite que ele seja ovalizado, pois a rosca ficará imperfeita;
- Corte o tubo no esquadro e remova as rebarbas. Em seguida, meça o comprimento máximo da rosca a ser feita, para evitar que fique grande;
- Encaixe o tubo na tarraxa pelo lado da guia, girando 1 volta para a direita e 1/4 de volta para a esquerda; repita a operação até que a ponta do tubo alcance o final do cossinete. Dessa forma, se obtém o comprimento de rosca ideal;
- Limpe o tubo e aplique a fita para vedação de roscas sobre os filetes, em favor da rosca, de tal modo que cada volta transpasse a outra em meio centímetro, num total de 3 a 4 voltas em média. Recomenda-se que o material vedante a ser utilizado seja fita de PTFE (politetrafluoretileno) ou outro material indicado pelo FABRICANTE de tubos ou conexões.

10.4.2.2 Tubulações de PVC soldadas

Para a execução de juntas rosqueadas devem ser observadas as seguintes orientações, juntamente com aquelas recomendadas pelo FABRICANTE:

- Corte o tubo no esquadro e lixe as superfícies a serem soldadas. Observe que o encaixe deve ser bastante justo, quase impraticável sem o adesivo, pois sem pressão não se estabelece a soldagem;
- Limpe as superfícies lixadas, eliminando impurezas e gorduras;
- Distribua uniformemente o adesivo com um pincel ou com o bico da própria bisnaga nas bolsas e nas pontas a serem soldadas. Evite excesso de adesivo;
- Encaixe de uma vez as extremidades a serem soldadas, promovendo, enquanto encaixar, um leve movimento de rotação de 1/4 de volta entre as peças, até que estas atinjam a posição definitiva. Remova o excesso de adesivo e espere 1 hora para encher a tubulação de água e 12 horas para fazer o teste de pressão.

Para fazer a transição entre as tubulações plásticas e as peças metálicas deverão ser utilizadas conexões com bucha de latão, identificáveis visualmente por sua cor azul. Geralmente são utilizadas nos acoplamentos com registros, nos pontos de consumo, válvulas e chuveiros. A conexão com bucha de latão mantém integridade da rosca interna e guia a rosca macho metálica.

10.4.3 Sistemas de bombeamento

A instalação da bomba d'água deverá obedecer às indicações e características constantes do projeto de instalações elétricas e hidráulicas, o equipamento deverá incluir todos os dispositivos necessários à proteção e o acionamento: chaves térmicas, acessórios para comando automático de boia, etc. Atenção especial deve ser dada às diretrizes de ligação e operação dos dispositivos de bombeamento utilizados nos sistemas de Prevenção e Combate a Incêndio.

Para correta operação, a bomba d'água será firmemente assentada sobre base solidamente construída e nivelada.

Não obstante, o conjunto base/motor/bomba deverá estar rigorosamente alinhado. Será absolutamente necessária a verificação do desalinhamento angular (não deverá ultrapassar a medida especificada pelo FABRICANTE) e do deslocamento - alinhamento horizontal e vertical - entre os eixos da bomba e do motor. O acoplamento flexível não compensa o desalinhamento. Também devem ser observadas às seguintes orientações:

- Evitar conexões na instalação, dando preferência a curvas no lugar de joelhos;
- Instalar uniões na canalização de sucção e recalque próximas à bomba para facilitar sua montagem e desmontagem;
- Executar apoios para a canalização de sucção e recalque, evitando-se, assim, que a bomba d'água suporte o peso da mesma;
- Garantir pequeno declive para a canalização de sucção, no sentido da bomba d'água ao local de captação. A Figura 7 apresenta detalha padrão da base para fixação da bomda d'água;

- Instalar a válvula de pé (fundo de poço) no mínimo a 30 cm do fundo do local da captação.

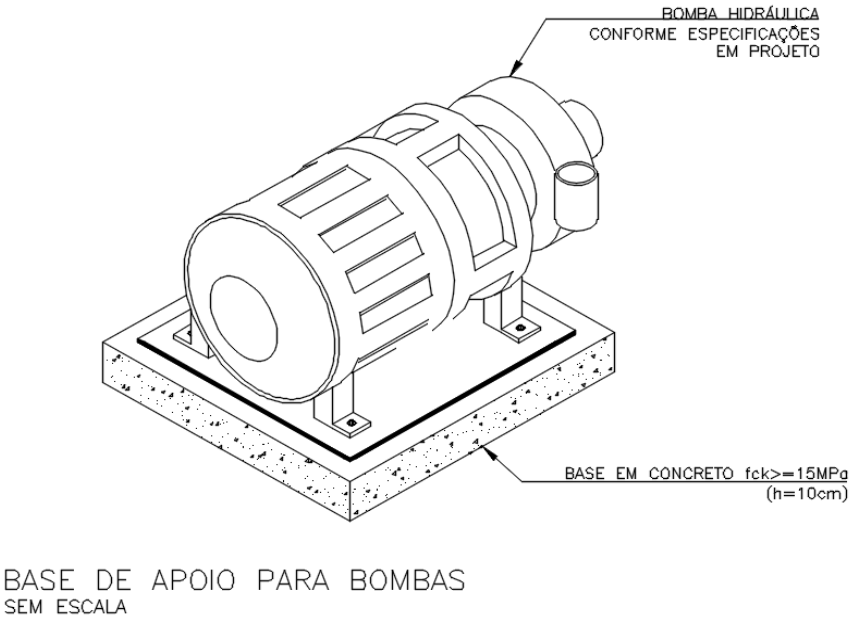


Figura 7 - Detalhe da base de fixação da bomba d' água. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.4.4 Instalação dos reservatórios

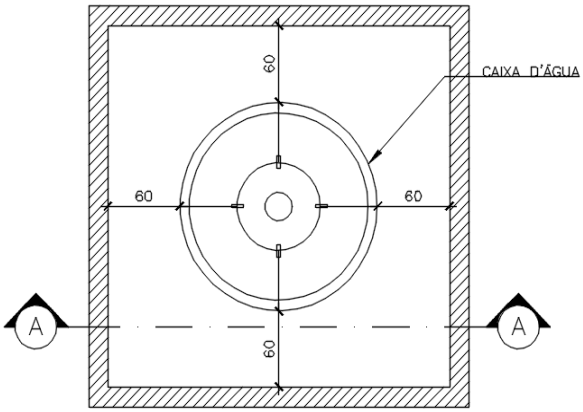
O reservatório deve ser instalado visando sua efetiva operação e manutenção, de forma mais simples e econômica possível. A Figura 8 apresenta planta baixa do abrigo da caixa d'água e a Figura 9 uma vista em corte.

O acesso ao interior do reservatório, para inspeção e limpeza, deve ser garantido através de abertura com dimensão mínima de 60 cm, em qualquer direção. No caso de reservatório inferior, a abertura deve ser dotada de rebordo com altura mínima de 100 mm para evitar a entrada de água de lavagem de piso e outras.

O espaço em torno do reservatório deve ser suficiente para permitir a realização das atividades de manutenção, bem como de movimentação segura da pessoa encarregada. Tais atividades incluem: regulagem da torneira de boia, manobra de registros, montagem e desmontagem de trechos de tubulações, remoção e disposição da tampa e outras.

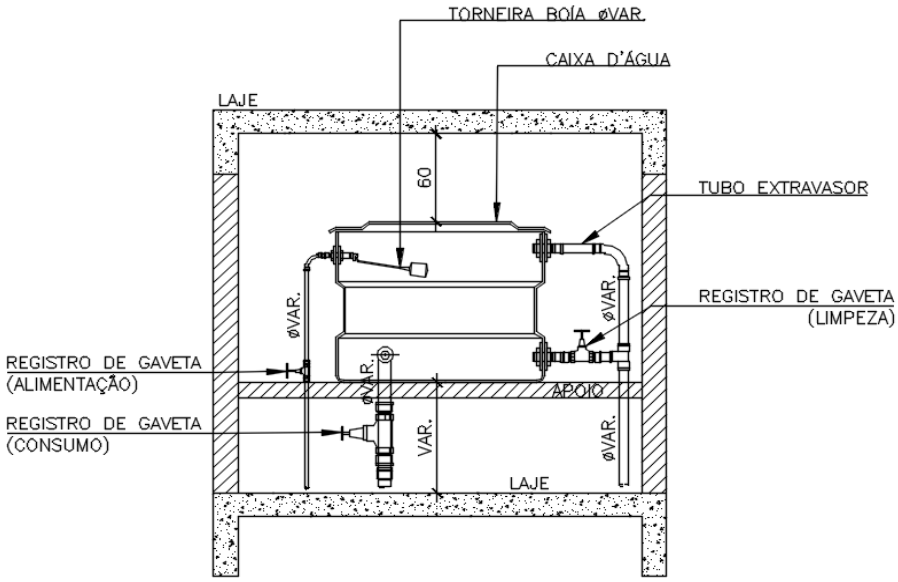
Recomenda-se observar uma distância mínima de 60 cm (que pode ser reduzida até 45 cm, no caso de reservatório de capacidade até 1000 litros):

- 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;
- Entre o eixo de qualquer tubulação ligada ao reservatório e qualquer componente utilizado na edificação que possa ser considerado um obstáculo permanente.



PLANTA BAIXA – ESPAÇO MÍNIMO PARA CAIXA D'ÁGUA
SEM ESCALA

Figura 8 - Planta baixa do abrigo da caixa d'água. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.



CORTE AA – ESPAÇO MÍNIMO PARA CAIXA D'ÁGUA
SEM ESCALA

Figura 9 - Vista em corte do abrigo da caixa d'água. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.4.5 Recomendações quando da execução e montagem hidráulica dos reservatórios de água potável:

- O reservatório deve ser um recipiente estanque que possua tampa ou porta de acesso opaca, firmemente presa na sua posição, com vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior;
- Qualquer abertura na parede do reservatório, situada no espaço compreendido entre a superfície livre da água no seu interior e a sua cobertura, que se comunica com o meio externo direta ou indiretamente (através de tubulação), deve ser protegida de forma a impedir a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior;
- Os registros do barrilete de água potável deverão estar identificados de modo a permitir a sua operação e manutenção. Tal identificação deverá estar definida no projeto hidráulico e transcrita para o barrilete pela CONTRATADA;
- As ligações hidráulicas dos reservatórios fabricados em material plástico ou executados em concreto deverão ser executadas com o emprego de adaptador flangeado do tipo dotado de junta adequada à

tubulação a que estará ligado. Atenção especial deverá ser dada à estanqueidade da ligação hidráulica e, para tanto, recomenda-se o emprego de vedação constituída por anéis de material plástico ou elástico na face externa do reservatório;

- O reservatório de polietileno deve estar em conformidade com a NBR 14799 e as caixas de fibra devem estar de acordo com a NBR 13210;
- As passagens das tubulações pelas paredes/fundo do reservatório em concreto deverão ser executadas após a concretagem do mesmo, com perfuratriz apropriada, obedecendo aos diâmetros especificados no projeto.

10.4.6 Realização dos testes hidráulicos

10.4.6.1 Verificação da estanqueidade da tubulação

O ensaio de estanqueidade deve ser realizado de modo a submeter às tubulações a uma pressão hidráulica superior àquela que se verificará durante o uso. O valor da pressão de ensaio, em cada seção da tubulação, deve ser no mínimo 1,5 vezes o valor da pressão prevista em projeto para ocorrer nessa mesma seção em condições estáticas (sem escoamento).

Alcançado o valor da pressão de ensaio, as tubulações deverão ser inspecionadas visualmente, bem como ser observada a eventual queda de pressão no manômetro. Após um período de pressurização de 1 h, a parte da instalação ensaiada pode ser considerada estanque, se não for detectado vazamento e não ocorrer queda de pressão. No caso de ser detectado vazamento, este deve ser reparado e o procedimento repetido.

10.4.6.2 Verificação da estanqueidade de reservatórios e peças de utilização

O ensaio deve ser realizado após a execução da instalação predial de água fria, com a instalação totalmente cheia de água; dessa forma as peças de utilização estarão sob condições normais de uso.

Todas as peças de utilização devem estar fechadas e mantidas sob carga, durante o período de uma hora. Os registros de fechamento devem estar todos abertos. Os reservatórios domiciliares devem estar preenchidos até o nível operacional. Deve-se observar se ocorrem vazamentos nas juntas das peças de utilização e dos registros de fechamento. Da mesma forma, devem-se observar as ligações hidráulicas e os reservatórios.

Deve-se observar se ocorrem vazamentos nas peças de utilização, quando estas são manobradas, a fim de se obter o escoamento próprio da condição de uso. As peças de utilização e os reservatórios domiciliares podem ser considerados estanques se não for detectado vazamento. No caso de ser detectado vazamento, este deve ser reparado e o procedimento para verificação de estanqueidade repetido.

10.4.7 Recomendações para a verificação do sistema de água fria

É recomendado que durante a execução das obras de instalação das redes de água fria, itens específicos sejam verificados, conforme às seguintes orientações:

10.4.7.1 Alimentador predial e medição de água

- Alimentador predial enterrado, observando a distância mínima horizontal de 3,0 m de qualquer fonte potencialmente poluidora, como fossas negras, sumidouros, valas de infiltração, entre outras;
- Alimentador predial posicionado acima do nível do lençol freático;
- Hidrômetro executado conforme padrão de instalação da COPASA.

10.4.7.2 Tubos e conexões (execução das fundações)

- Instalação de dutos para passagem de tubulações enterradas no pavimento térreo, quanto ao nível da superfície do solo, a fim de garantir a acessibilidade à manutenção;
- Instalação de berços especiais de assentamento (quando as tubulações estiverem assentes em solos moles, sujeitos a recalques, ou em terrenos de características diferenciadas, bem como com presença de tráfego de veículos sobre a tubulação);
- Distanciamento mínimo de 50 cm entre a vala de assentamento e as fundações e outros elementos estruturais, a fim de resguardar a segurança das referidas estruturas e facilitar a manutenção das tubulações;
- Instalação de caixa de proteção e canaleta, ou outra forma conveniente de acesso para manobras na superfície, devendo esse elemento contar com tampa ou portinhola de fácil operação, concordante com o acabamento da superfície e resistente aos esforços que irão atuar sobre ela.

10.4.7.3 Tubos e conexões (execução da estrutura)

- Execução de rasgos e furos necessários à passagem, nas lajes e vigas, das colunas de distribuição (colunas de água fria - AF), de acordo com o dimensionamento e localização previstos em projeto;
- Existência de passagem (dutos verticais ou shafts) para as colunas de distribuição (quando não houver previsão de rasgos ou furos de passagem nos elementos estruturais), devidamente selados;
- Correta fixação, nas formas, dos dispositivos necessários à passagem das colunas de distribuição;
- Instalação de devida fixação por braçadeiras dos tubos horizontais e verticais nos elementos estruturais ou de vedação da edificação.

10.4.7.4 Tubos e conexões (execução das alvenarias)

- Execução dos rasgos nas alvenarias para as passagens das tubulações (colunas de distribuição, ramais e sub-ramais) em conformidade com o projeto, quando o sistema construtivo assim permitir;
- Execução das descidas das tubulações sem interferências com as aberturas de vãos da edificação, esquadrias e elementos estruturais;
- Instalação de conexões com bucha de latão nos pontos de utilização onde serão instalados os aparelhos hidráulicos (torneiras, registros, misturadores, chuveiros, entre outros);
- Instalação correta (localização, fixação, altura e nivelamento) dos pontos de utilização, conforme estabelecido em projeto, inclusive de registros de gaveta e/ou pressão, quando necessários;
- Instalação de curvas de transposição nos cruzamentos das tubulações (vedada a dobragem dos tubos), quando não for possível executar as mesmas em diferentes posições;
- Execução de tamponamento das conexões utilizadas nos pontos de utilização por meio de tampões ou bujões, a fim de evitar a entrada de nata ou argamassa.

10.4.7.5 Reservatórios e barrilete

- Tubulações do barrilete foram instaladas de modo a não comprometer o acesso futuro as instalações dos reservatórios;
- Execução das colunas de distribuição com seus registros devidamente identificados;
- O reservatório superior foi instalado sobre base nivelada compatível com seu peso e na altura mínima (nível de fundo) especificada em projeto;
- Os reservatórios, tubos, conexões e registros foram instalados de acordo com os materiais e dimensões presentes no projeto;
- Instalação do reservatório superior foi executada de modo a preservar pelo menos 60 cm ao seu redor e 60 cm acima do nível de sua tampa, de modo a facilitar futuras limpezas e manutenções;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos para alimentação do reservatório (vindos do hidrômetro e/ou demais reservatórios) com torneira boia e com registro de acionamento/fechamento devidamente locados;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos para consumo de água fria, com registro de acionamento/fechamento devidamente locado;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo exclusivo ao consumo de água fria por válvulas de descarga, com registro de acionamento devidamente locado;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo extravasor no reservatório desaguando em local visível aos usuários da edificação;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo para limpeza do reservatório, com registro de acionamento devidamente locado;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo para alimentação do boiler (água quente), com registro de acionamento e com a presença de sifão ou válvula de retenção devidamente locados;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos destinados a reserva de incêndio;
- Instalação, na laje de apoio do reservatório, de ralo devidamente encaminhado a rede de água pluvial.

10.4.7.6 Reservatório inferior e sistemas de bombeamento

- Instalação de duas unidades independentes de bombeamento (ou pressurização), a fim de garantir o abastecimento de água no caso de falha de uma das unidades;
- Nos sistemas de bombeamento (ou pressurização) consta a utilização de comando liga/desliga automático, condicionado ao nível de água nos reservatórios. Consta também o comando que permite acionamento manual para operações de manutenção;
- Instalação correta (dimensões e locação) de válvula de retenção na tubulação entre o sistema de bombeamento e demais reservatórios ou pontos de utilização;
- O reservatório inferior e sistemas de bombeamento (ou pressurização) foram instalados de acordo com os materiais, dimensões e níveis de instalação discriminados em projeto;
- Instalação do reservatório inferior foi executada de modo que sua abertura seja elevada no mínimo 10 cm acima do nível de piso;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos para alimentação do reservatório (vindos do hidrômetro e/ou demais reservatórios) com torneira boia e com registro de acionamento/fechamento devidamente locados;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo extravasor no reservatório, desaguando, sempre que possível, em local visível aos usuários da edificação;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo para limpeza do reservatório, com registro de acionamento devidamente locado;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubo relativo ao consumo de água fria ou alimentação de demais reservatórios, com registro de acionamento e sistema de bombeamento (quando necessário) devidamente locados.

10.5 INSTALAÇÕES DE ÁGUA QUENTE

10.5.1 Execução das redes de água quente

10.5.2 Apoio das tubulações

Deverão ser respeitadas todas as recomendações constantes no projeto de instalações de água quente. O espaçamento mínimo recomendado para apoios de tubos de água quente deve estar de acordo com as especificações de projeto. A Figura 10 apresenta detalhe padrão da base de concreto para apoio de tubulações horizontais.

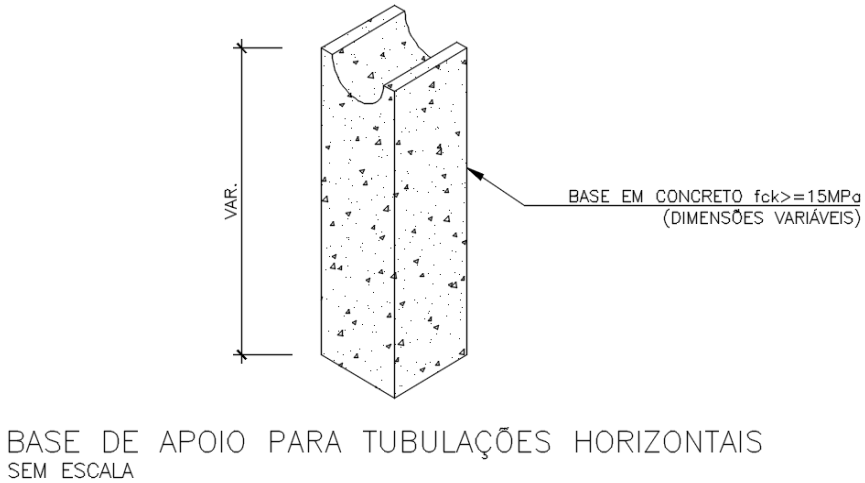


Figura 10 - Detalhe da base de concreto para apoio de tubulações horizontais. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.5.3 Dilatação térmica

Quando indicado no projeto, as tubulações serão providas de juntas de expansão ou lira térmica, a fim de absorver os efeitos da dilatação térmica.

Para a instalação das juntas de expansão deve-se observar as recomendações do projeto. A Figura 11 apresenta detalhe padrão de junta de expansão.

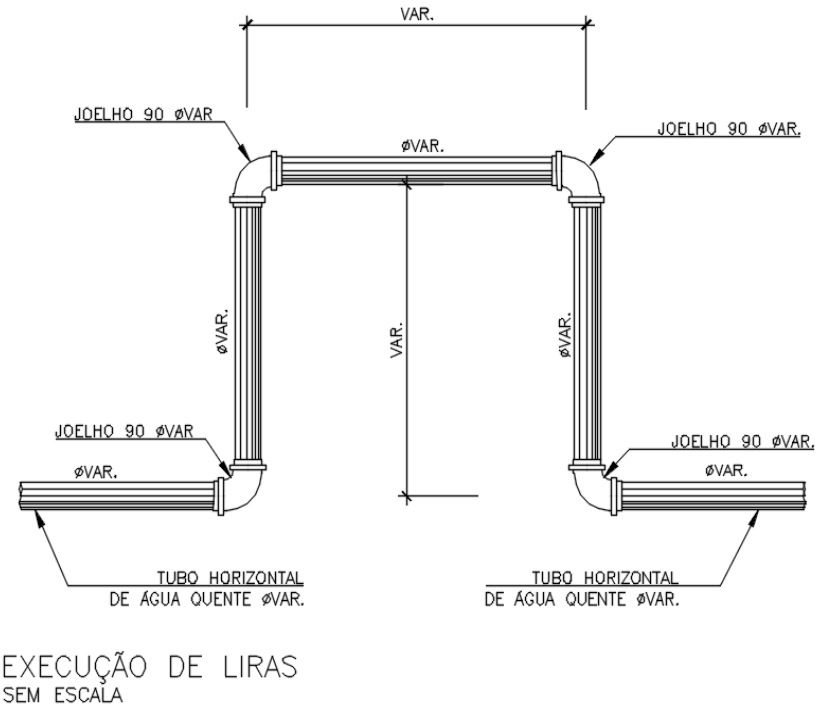


Figura 11 - Detalhe padrão de junta de expansão. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.5.4 Isolamento das tubulações

Toda a tubulação de cobre de água quente, embutida, aparente ou em canaleta deverá ter isolamento térmico externo.

O isolamento deverá ser aplicado sobre a superfície metálica, limpa, sem ferrugem, óleo, graxa ou qualquer outra impureza.

O isolamento térmico da tubulação deverá ser adequado ao local, de maneira a manter a temperatura da água constante ao longo da mesma. O tipo do material de isolamento e o modo de sua aplicação deverão obedecer às especificações de materiais e serviços constantes no memorial de projeto das instalações.

O isolamento da tubulação aparente deverá ser protegido contra infiltração de água, por meio de um invólucro impermeável adequado.

O uso de isolamento térmico nos tubos de CPVC é geralmente recomendado nos casos onde as distâncias entre o aquecedor e o ponto de consumo estiverem acima de 20 metros ao ar livre, ou onde a perda for mais significativa, de forma que deverão ser seguidas as recomendações especificadas em projeto.

10.5.5 Tubulações em cobre

Para a execução das juntas soldadas de canalizações de cobre e suas ligas, deve-se:

- Cortar o tubo no esquadro, escariar a extremidade retirando as rebarbas internas e externas;
- Limpar com escova de aço, lixa fina ou palhinha de aço, a bolsa da conexão e a ponta do tubo;
- Aplicar a pasta de solda na ponta do tubo e na bolsa de conexão, de modo que a parte a ser soldada fique completamente coberta pela pasta e remover o excesso;
- Aquecer o tubo e a conexão, afastar o maçarico e colocar o fio de solda de estanho, o qual deverá fundir e encher a folga existente entre o tubo e a conexão;
- Remover o excesso de solda com uma escova ou com uma flanela, deixando um filete em volta da união.

Atenção especial deverá ser tomada durante a execução, impedindo o contato direto com materiais de aço, como: braçadeiras, pregos, tubos e eletrodutos, a fim de evitar o processo de corrosão eletrolítica.

10.5.6 Tubulações em CPVC

Os tubos e conexões fabricados em CPVC (policloreto de vinila clorado) dispensam equipamentos específicos

e mão de obra especializada, além de geralmente não demandarem isolantes térmicos quando utilizados embutidos ou em trechos aparentes. Porém o CPVC não é indicado para condução de vapor, o que obriga o uso de uma válvula térmica.

As extremidades das conexões de CPVC foram dimensionadas para admitir o uso de juntas soldadas com adesivo, que proporciona uniões seguras e estanques.

Para a execução das juntas soldadas a frio de canalizações de CPVC, deve-se:

- Cortar o tubo no esquadro, escariar e retirar as rebarbas interna e externamente;
- Com ajuda de um pincel, distribuir uniformemente o adesivo na bolsa da conexão e, em seguida, na ponta do tubo;
- Encaixe de uma vez as extremidades a serem soldadas e em seguida dê ¼ de volta e mantenha as juntas sobre pressão manual por cerca de 30 segundos;
- Os excessos de adesivo devem ser retirados com auxílio de uma estopa;
- Não interferir na junta soldada nos primeiros 15 minutos. Esperar mínimo de 4 horas para fazer o teste de pressão.

10.5.7 Realização dos testes hidráulicos

O recebimento das instalações e o teste de estanqueidade de água quente deverão ocorrer conforme descrito no item inerente às instalações de água fria. Considerando-se que a temperatura da água deverá estar a 60°C.

Para a instalação de aquecedores, válvulas, dispositivos de proteção e demais componentes que envolvam fontes de energia - eletricidade ou gás - a CONTRATADA deverá atender às prescrições dos FABRICANTES dos equipamentos quanto à instalação e ensaios.

10.5.8 Recomendações para a verificação do sistema de água quente

É recomendado que durante a execução das obras de instalação das redes de água quente itens específicos sejam verificados, entre eles:

10.5.8.1 Isolamento, fixação e apoios

- As tubulações de água quente instaladas com o devido isolamento térmico, quando necessário, conforme indicado no projeto;
- Nos longos trechos da rede de água quente tenham sido instalados dispositivos acerca da dilatação térmica dos tubos, como válvulas de dilatação ou liras;
- A instalação da rede de água quente executada conforme projeto (materiais, caminhamento e diâmetros);
- Os apoios para tubos horizontais de água quente tenham sido devidamente executados.

10.5.8.2 Tubos e conexões (execução das fundações)

- Instalação de dutos para passagem de tubulações enterradas no pavimento térreo, quanto ao nível da superfície do solo, a fim de garantir a acessibilidade à manutenção;
- Instalação de berços especiais de assentamento (quando as tubulações estiverem assentes em solos moles, sujeitos a recalques, ou em terrenos de características diferenciadas, bem como com presença de tráfego de veículos sobre a tubulação);
- Distanciamento mínimo de 50 cm entre a vala de assentamento e as fundações e outros elementos estruturais, a fim de resguardar a segurança das referidas estruturas e facilitar a manutenção das tubulações;
- Instalação de caixa de proteção e canaleta, ou outra forma conveniente de acesso para manobras na superfície, devendo esse elemento contar com tampa ou portinhola de fácil operação, concordante com o acabamento da superfície e resistente aos esforços que irão atuar sobre ela.

10.5.8.3 Tubos e conexões (execução da estrutura)

- Execução de rasgos e furos necessários à passagem, nas lajes e vigas, das colunas de distribuição (colunas de água fria - AQ), de acordo com o dimensionamento e localização previstos em projeto;
- Existência de passagem (dutos verticais ou shafts) para as colunas de distribuição (quando não houver previsão de rasgos ou furos de passagem nos elementos estruturais), devidamente selados;

- Correta fixação, nas formas, dos dispositivos necessários à passagem das colunas de distribuição;
- Instalação de devida fixação por braçadeiras dos tubos horizontais e verticais nos elementos estruturais ou de vedação da edificação.

10.5.8.4 Tubos e conexões (execução das alvenarias)

- Execução dos rasgos nas alvenarias para as passagens das tubulações (colunas de distribuição, ramais e sub-ramais) em conformidade com o projeto, quando o sistema construtivo assim permitir;
- Execução das descidas das tubulações sem interferências com as aberturas de vãos da edificação, esquadrias e elementos estruturais;
- Instalação de conexões de transição nos pontos de utilização onde serão instalados os aparelhos hidráulicos (torneiras, registros, misturadores, chuveiros, entre outros);
- Instalação correta (localização, fixação, altura e nivelamento) dos pontos de utilização, conforme estabelecido em projeto, inclusive de registros de gaveta e/ou pressão, quando necessários. Pontos de alimentação de água quente instalados a esquerda do usuário da peça hidráulica;
- Instalação de curvas de transposição nos cruzamentos das tubulações (vedada a dobragem dos tubos), quando não for possível executar as mesmas em diferentes posições;
- Execução de tamponamento das conexões utilizadas nos pontos de utilização por meio de tampões ou bujões, a fim de evitar a entrada de nata ou argamassa.

10.5.8.5 Reservatórios e barrilete

- Tubulações do barrilete foram instaladas de modo a não comprometer o acesso futuro as instalações dos reservatórios;
- Execução das colunas de distribuição com seus registros devidamente identificados;
- O reservatório térmico (boiler) foi instalado sobre base nivelada compatível com seu peso e na altura mínima (nível de fundo) especificada em projeto;
- Os reservatórios, tubos, conexões e registros foram instalados de acordo com os materiais e dimensões presentes no projeto;
- Instalação do reservatório térmico (boiler) foi executada de modo a preservar pelo menos 60 cm ao seu redor;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos para alimentação de AF do reservatório térmico (boiler) dotados de registro de acionamento/fechamento e sifão ou válvula de retenção devidamente locados;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos para consumo de água quente, com registro de acionamento/fechamento devidamente locado e presença de tubos para suspiro e/ou válvulas de segurança, conforme projeto de aquecimento solar;
- Instalação correta (diâmetro e locação) de tubos interligados as placas solares, dotados de registros de acionamento/fechamento devidamente locados;
- Instalação correta de drenos para placas solares e reservatório, conforme projeto de aquecimento solar;
- Instalação correta das redes de recirculação solar, quando for o caso, devidamente interligadas ao sistema, conforme projeto de aquecimento solar;
- Instalação correta das interligações dos sistemas de apoio (gás, elétrico ou outros) ao sistema de aquecimento solar, conforme projeto.

10.6 ESGOTO SANITÁRIO

10.6.1 Ligação da rede interna de esgoto na rede pública de coleta

Toda a rede interna de esgoto sanitário do tipo doméstico deve ser interligada à rede de coleta de esgoto, através do poço luminar público, responsabilidade da COPASA mediante previa solicitação da obra.

Antes de solicitar a interligação na rede pública junto à COPASA, caberá ainda à obra o correto direcionamento da rede interna, observando a instalação de caixas separadoras de gordura e de espuma, quando necessário, além da locação do tubo de espera para interligação na rede pública conforme normas específicas do órgão citado (disponíveis em: *http://www.copasa.com.br*).

A medição do serviço só se dará quando a rede interna de esgoto estiver corretamente ligada à rede pública de esgoto sanitário.

Nos casos de edificações com efluentes sanitários não domésticos, estes devem ser encaminhados para tratamento exclusivo, conforme projeto específico e com total separação da rede de efluentes sanitários domésticos.

Em nenhuma hipótese será permitida a interligação entre as redes de esgoto sanitário e de águas pluviais.

10.6.2 Execução das redes de esgoto

Todos os trechos horizontais de esgoto devem possibilitar o escoamento dos efluentes por gravidade, devendo, para isso, apresentar uma inclinação constante, exceto quando indicado o contrário pelo projeto.

A Tabela 2 apresenta definições de declividades mínimas dos trechos horizontais, conforme o diâmetro da tubulação a ser instalada, de acordo com as recomendações da NBR 8160.

Tabela 2 - Declividade mínima para tubos horizontais. Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES	DECLIVIDADE MÍNIMA
Tubos com DN menor ou igual a 75 mm	2%
Tubos com DN maior ou igual a 100 mm	1%

A declividade executada em obra para trechos horizontais de esgoto deve observar ainda fatores construtivos, como a altura disponível nos entre forros e sancas para a passagem das tubulações, além da altura de elementos estruturais, como vigas e nervuras, a fim de impedir ou minimizar furos em tais elementos. Ressalta-se que qualquer intervenção em elementos estruturais deve ser previamente autorizada pelo engenheiro calculista da obra.

Os tubos sempre serão assentados com a bolsa voltada em sentido contrário ao do escoamento.

Para as tubulações aparentes horizontais a distância máxima entre os apoios deve ser executada conforme recomendação do FABRICANTE.

As tubulações verticais horizontais devem ser fixadas através de braçadeiras conforme item específico deste documento.

As aberturas nas tubulações deverão ser devidamente protegidas por peças (tampões de PVC) ou meios adequados e assim permanecerem durante toda a execução da obra, sendo vedado o emprego de buchas de papel ou madeira para tal fim.

Serão tomadas todas as precauções para se evitar infiltrações em paredes e tetos, bem como obstruções de ralos, caixas, condutores, ramais ou redes coletoras.

Todo cuidado deve ser tomado para proteger as tubulações, aparelhos e acessórios sanitários durante a execução da obra.

No acoplamento de tubos e conexões de esgoto a vedação deve ser efetuada com anel de borracha (rede de esgoto primária), ou por soldagem com adesivo (rede de esgoto secundário).

Sob hipótese nenhuma será permitida a confecção de juntas que deformem ou venham a deformar fisicamente os tubos ou aparelhos sanitários na região de junção entre as partes, como, por exemplo, fazer bolsa alargando o diâmetro do tubo por meio de aquecimento. Devem ser utilizadas as conexões apropriadas para tal, como, por exemplo, luvas duplas ou luvas de correr.

Todas as juntas executadas nas tubulações, e entre as tubulações e os aparelhos sanitários, devem ser estanques ao ar e à água devendo assim permanecer durante toda a vida útil das instalações.

Nenhum material utilizado na execução de juntas deve adentrar nas tubulações de forma a diminuir a seção de passagem destas tubulações.

10.6.2.1 Tubulações de PVC soldadas

Para a execução das juntas soldáveis deve-se observar os seguintes procedimentos:

- Limpar cuidadosamente a bolsa da conexão e a ponta do tubo com estopa branca;
- Lixar a bolsa da conexão e a ponta do tubo até tirar todo o brilho do material;
- Sendo necessário serrar um tubo, a ponta deve ser chanfrada com uma lima, para facilitar o encaixe na bolsa.

- Limpar as superfícies lixadas com estopa branca embebida em solução limpadora apropriada, removendo todo e qualquer vestígio de sujeira e gordura;
- Marcar na ponta do tubo a profundidade da bolsa;
- Aplicar o adesivo, primeiro na bolsa e depois na ponta do tubo, em quantidade uniforme, distribuindo adequadamente com um pincel ou com a própria bisnaga;
- Imediatamente após a aplicação do adesivo proceder a montagem, introduzindo a ponta até fundo da bolsa, observando a posição da marca feita na ponta.

10.6.2.2 Tubulações de PVC com juntas elásticas

Para a execução das juntas elásticas deve-se observar os seguintes procedimentos:

- Quando houver necessidade de cortar um tubo, esta operação deverá ser perpendicular ao eixo do mesmo. Após o corte, remover as rebarbas e chanfrar a ponta do tubo;
- Limpar a ponta do tubo e a bolsa da conexão, com especial cuidado na virola, onde será alojado o anel de borracha, com auxílio de estopa comum;
- Acomodar o anel de borracha na virola da bolsa;
- Marcar a profundidade da bolsa na ponta do tubo;
- Aplicar pasta lubrificante no anel e na ponta do tubo. Não usar óleo ou graxa, que poderão atacar o anel de borracha;
- Encaixar a ponta chanfrada do tubo no fundo da bolsa, recuar 5mm no caso de canalizações expostas e 2 mm para canalizações embutidas, tendo como referência a marca previamente feita na ponta do tubo. Esta folga se faz necessária para a dilatação da junta.

10.6.3 Execução das redes de ventilação

Para que a ventilação funcione com eficiência, durante a execução da instalação de esgoto deverão ser observados os seguintes cuidados:

- Declividade mínima de 1%, de modo que qualquer líquido que porventura nela venha a ingressar possa escoar totalmente por gravidade para dentro do ramal de descarga ou de esgoto em que tenha origem.
- A ligação do ramal de ventilação com o ramal de descarga deverá ser efetuada acima do eixo do mesmo, por meio de tê 90º. Nos casos em que não houver altura suficiente, a ligação poderá ser efetuada com tê 90º e joelho 45°.
- A ligação do ramal de ventilação ao tubo ventilado primário (quando esta ventilação atender a mais de um banheiro) deverá ser executada com junção 45°, elevando-se a uma distância de até 0,15 m ou mais, acima do nível de transbordamento da água do mais elevado dos aparelhos sanitários por ele ventilados.
- A distância entre a saída do aparelho sanitário e a inserção do ramal de ventilação deve ser igual a, no mínimo, duas vezes o diâmetro do ramal de descarga.
- Toda prumada de ventilação deverá ser prolongada, no mínimo, 30 cm acima do nível final de cobertura da edificação (laje plana impermeabilizada ou telhados) e finalizada em sua extremidade inferior com um terminal de ventilação em PVC SN de mesmo diâmetro da tubulação instalada. Esta peça permite a livre saída dos gases para atmosfera e impede a entrada de águas pluviais no interior da coluna de ventilação.

As Figuras 12, 13, 14 e 15 ilustram os procedimentos descritos acima acerca da execução da rede de ventilação no sistema de esgoto sanitário.

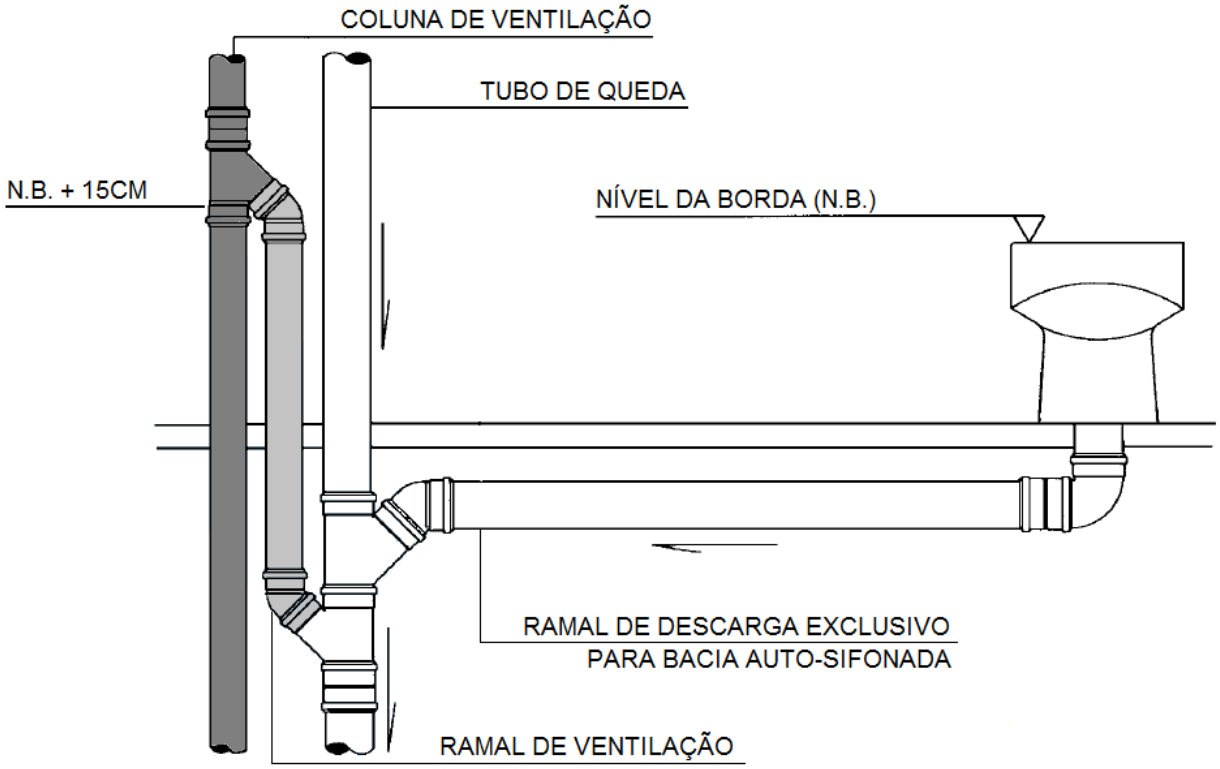


Figura 12 - Ventilação pelo tubo de queda apresentado na NBR 8160. Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

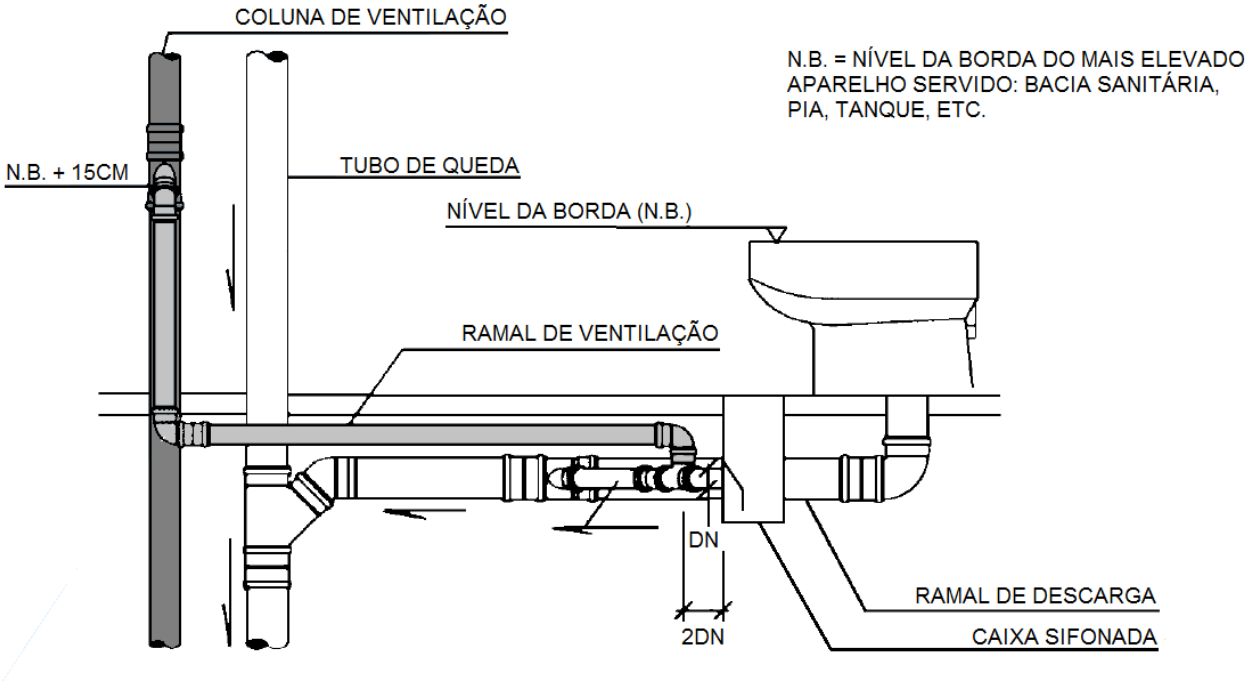


Figura 13 - Ventilação de bacias sifonadas e caixas sanitárias apresentado na NBR 8160. Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

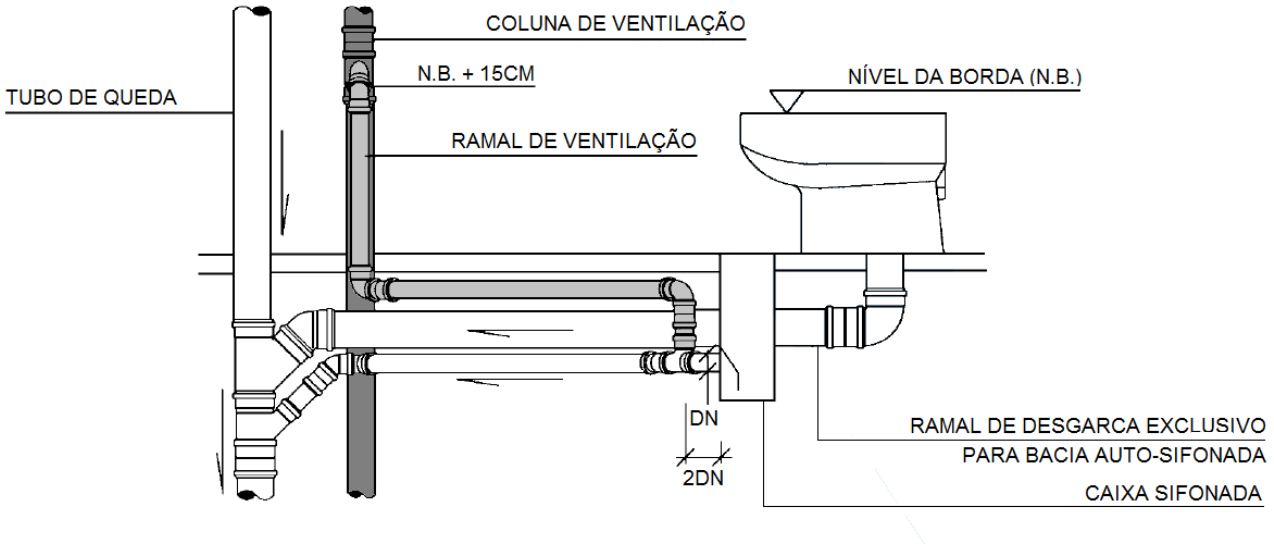


Figura 14 - Ventilação exclusivas de caixas sifonadas apresentado na NBR 8160. Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

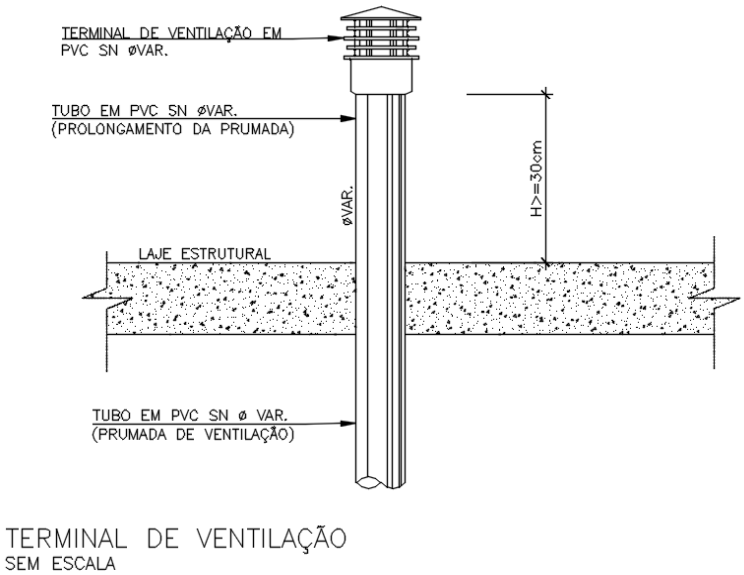


Figura 15 - Terminal de ventilação do ramal de ventilação. Fonte: Elaboração própria.
Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.6.4 Ensaios

Após a conclusão dos trabalhos das instalações sanitárias e antes do fechamento das tubulações embutidas e enterradas, todo o sistema de esgoto sanitário, inclusive ventilação, seja novo ou existente, que tenha sofrido modificações ou acréscimos, deverá ser inspecionado e ensaiado.

Antes do início dos ensaios deverá ser efetuada a inspeção final em toda a canalização, verificando se todo o sistema se encontra adequadamente fixado e se existe algum material estranho no seu interior.

Após a inspeção final, e antes da colocação dos aparelhos sanitários, a tubulação deverá passar pelos ensaios com água (conforme NBR 8160) e de estanquiedade (conforme NBR 5620), não devendo apresentar nenhum vazamento.

10.6.5 Recomendações para a verificação do sistema de esgotamento sanitário

É recomendado que durante a execução das obras de instalação das redes de esgotamento sanitário itens específicos sejam verificados, entre eles:

10.6.5.1 Aspectos gerais

- As tubulações de esgoto em forros e alvenarias envolvidas com material que promova isolamento acústico, de modo a evitar ruídos oriundos da passagem dos fluidos no interior das tubulações;
- As tubulações horizontais e verticais de esgoto devidamente fixadas nos elementos adjacentes, obedecendo aos intervalos mínimos e critérios de fixação;
- A instalação da rede de esgoto sanitário executada conforme projeto (materiais, caminhamento e diâmetros);
- Todos os tubos horizontais executados com a declividade mínima recomendada e de acordo com o DN das tubulações;
- As juntas (soldadas ou elásticas) executadas observando as boas práticas de execução e sem vazamentos;
- A rede interna de esgoto sanitário devidamente interligada à rede pública de coleta ou direcionada para tratamento exclusivo, conforme projeto específico.

10.6.5.2 Coleta do esgoto sanitário

- Instalação de berços especiais de assentamento (quando as tubulações estiverem assentes em solos moles, sujeitos a recalques, ou em terrenos de características diferenciadas, bem como com presença de tráfego de veículos sobre a tubulação);
- Distanciamento mínimo de 50 cm entre a vala de assentamento e as fundações e outros elementos estruturais, a fim de resguardar a segurança das referidas estruturas e facilitar a manutenção das tubulações;
- Todos os banheiros da edificação encaminhados às caixas de inspeção com tampa removível e fácil acesso, seguindo os preceitos definidos em projeto (material e dimensões);
- Todas as peças que recebem gordura com seus efluentes encaminhados de forma direta às caixas de gordura com tampa removível e fácil acesso, seguindo os preceitos definidos em projeto (material e dimensões);
- Todas as peças que recebem alto volume de espuma com seus efluentes encaminhados de forma direta às caixas sifonadas especiais com tampa removível e fácil acesso, seguindo os preceitos definidos em projeto (material e dimensões);
- Todas as peças que necessitam de desconector, como lavatórios, ralos, bebedouros, drenos, entre outras, encaminhados a caixas sifonadas de suas instalações sanitárias e não interligadas diretamente a rede primária de esgoto;
- Todos os mictórios diretamente encaminhados a caixas sifonadas com tampa cega, exclusivas para recebimento dos mesmos.

10.6.5.3 Rede de ventilação

- Todos os tubos horizontais de ventilação com declividade mínima de 1% em direção aos elementos ventilados e toda a rede de ventilação foi instalada em nível acima da rede de esgoto;
- Todas as caixas sifonadas e vasos sanitários ventilados observando-se a distância máxima para instalação dos ramais de ventilação;
- Todas as caixas sifonadas e vasos sanitários ventilados em nível acima de seus ramais de descarga;
- A ventilação pelo tubo de queda executada observando-se o nível correto de interligação entre o tubo de queda e a prumada de ventilação;
- Todas as prumadas de ventilação prolongadas em nível acima da cobertura e finalizadas com terminal de ventilação, obedecendo-se o prolongamento mínimo;

10.7 ÁGUAS PLUVIAIS

10.7.1 Ligação da rede interna de água pluvial na rede pública de coleta

Toda a rede interna de água de chuva deve ser interligada à rede de coleta pública de água pluvial (bocas de lobo ou sarjetas) existente próxima a edificação. Os níveis destes elementos de drenagem devem ser aferidos pela equipe de obra antes da execução das redes.

A medição do serviço só se dará quando a rede interna de água pluvial estiver corretamente ligada à rede

pública de coleta.

Em nenhuma hipótese será permitida a interligação entre as redes de esgoto sanitário e de águas pluviais.

10.7.2 Drenagem das coberturas e pisos

A execução das calhas de águas pluviais (em caso de telhados) e de ralos hemisféricos (em caso de lajes planas impermeabilizadas ou nas saídas das calhas) deverão obedecer às prescrições relacionadas no projeto hidrossanitário, no que diz respeito ao tipo de material, dimensões e declividade.

As contribuições coletadas pelas calhas serão conduzidas aos condutores verticais sendo que as extremidades superiores dos mesmos também deverão receber ralos hemisféricos. Neste caso, ralos hemisféricos, também chamados “cogumelo” ou “abacaxi”, são destinados à proteção contra entupimento dos condutores, devendo ser dispostos no local de conexão dos mesmos. Em casos onde a cobertura esteja próxima de árvores, a utilização de ralos hemisféricos se torna indispensável.

As especificações e critérios de medição e pagamento para ralos, calhas, rufos e contra rufos se encontram no Capítulo 8 - Coberturas e Forros, deste Caderno de Encargos.

10.7.3 Execução das redes pluviais

Deverão ser observadas todas as recomendações indicadas nos itens referentes às instalações prediais de esgotos sanitários, além das recomendações descritas a seguir:

- As juntas serão executadas com bolsa e anel de borracha;
- Para a abertura da vala em trechos que contenham mais de um condutor de água pluvial, considerar a largura e a profundidade, ou seja, a largura (L) deverá ser de 15 cm para cada lado da canalização, mais os diâmetros (D) dos tubos, e o reaterro com terra será definido no projeto;
- As declividades da rede de água pluvial deverão ser definidas no projeto, não podendo ser menor do que aquelas apresentadas na Tabela 2 - Declividade mínima para tubos horizontais, no item de esgotos sanitários;

10.7.4 Recomendações para a verificação das redes de águas pluviais

É recomendado que durante a execução das obras de instalação das redes de águas pluviais, itens específicos sejam verificados, entre eles:

10.7.4.1 Aspectos gerais

- As tubulações de água pluvial em forros e alvenarias tenham sido envolvidas com material que promova isolamento acústico, de modo a evitar ruídos oriundos da passagem dos fluidos no interior das tubulações;
- As tubulações horizontais e verticais de água pluvial tenham sido devidamente fixadas nos elementos adjacentes, obedecendo aos intervalos mínimos e critérios de fixação;
- A instalação da rede de água pluvial executada conforme projeto (materiais, caminhamento e diâmetros);
- Todos os tubos horizontais executados com a declividade mínima recomendada e de acordo com o DN das tubulações;
- As juntas elásticas executadas observando as boas práticas de execução e sem vazamentos;
- A rede interna de água pluvial devidamente interligada à rede pública de coleta ou direcionada para local adequado exclusivo, conforme projeto específico.

10.7.4.2 Redes de água pluvial

- Instalação de berços especiais de assentamento (quando as tubulações estiverem assentes em solos moles, sujeitos a recalques, ou em terrenos de características diferenciadas, bem como com presença de tráfego de veículos sobre a tubulação).
- Distanciamento mínimo de 50 cm entre a vala de assentamento e as fundações e outros elementos estruturais, a fim de resguardar a segurança das referidas estruturas e facilitar a manutenção das tubulações.
- Todas as prumadas pluviais diretamente encaminhadas às caixas de areia com tampa removível e de fácil acesso, seguindo os preceitos definidos em projeto (material e dimensões).
- Varandas, terraços e pisos pavimentados devidamente drenados, conforme projeto.

10.7.4.3 Coberturas

- Todas as águas de telhado coletadas por calhas seguindo os preceitos definidos em projeto (material, dimensões e declividade);
- Todas as saídas de calhas dotadas de ralos hemisféricos antes do condutor pluvial;
- Todas as coberturas em laje plana impermeabilizada drenadas por ralos hemisféricos distribuídos de modo a possibilitar o correto caimento do piso e seguindo os preceitos definidos em projeto (material, dimensões e declividades).

10.8 BEBEDOUROS E APARELHOS HIDROSSANITÁRIOS

10.8.1 Bebedouros e filtros

10.8.1.1 Bebedouros internos com refrigeração

Será utilizado bebedouro elétrico automático, com refrigeração, auto filtrante, dotado de reservatório de água refrigerada e tampo em aço inox.

- Inspeção e recebimento
  - O material deverá atender às especificações da NBR 16236.
- Armazenamento
  - O material deverá ser armazenado em local protegido das intempéries e embalado em caixa com protação de impacto.
- Especificações técnicas
  - Gabinete feito em chapa de aço carbono galvanizada com espessura mínima 0,65 mm, acabamento em pintura eletrostática ou em chapa de aço inox escovada;
  - Tampa pia em aço inox polido com relevos contra respingos;
  - Torneira copo e jato com alavanca para controle do fluxo de água confeccionada em metal ou liga metálica;
  - Nos modelos conjugados, fonte anexa para crianças e portadores de necessidades especiais;
  - Hermético, para evitar contaminação da água com o ar ambiente e dotado de dreno de limpeza;
  - Termostato blindado para manutenção da temperatura da água entre 6º e 10º graus. Gás refrigerante que atenda a legislação ambiental vigente.

10.8.1.2 Bebedouros internos sem refrigeração

- Inspeção e recebimento

O material deverá atender às recomendações da NBR 16098.

- Armazenamento

O material deverá ser armazenado em local protegido das intempéries e embalado em caixa com proteção de impacto.

- Especificações técnicas
  - Fonte do tipo pressão de parede, sem refrigeração, fixado através de buchas e parafusos.
  - Pia em aço inoxidável polido. Filtro de água com carvão ativado;
  - A Figura 16 apresenta detalhe padrão para a instalação de bebedouro fixado em parede.

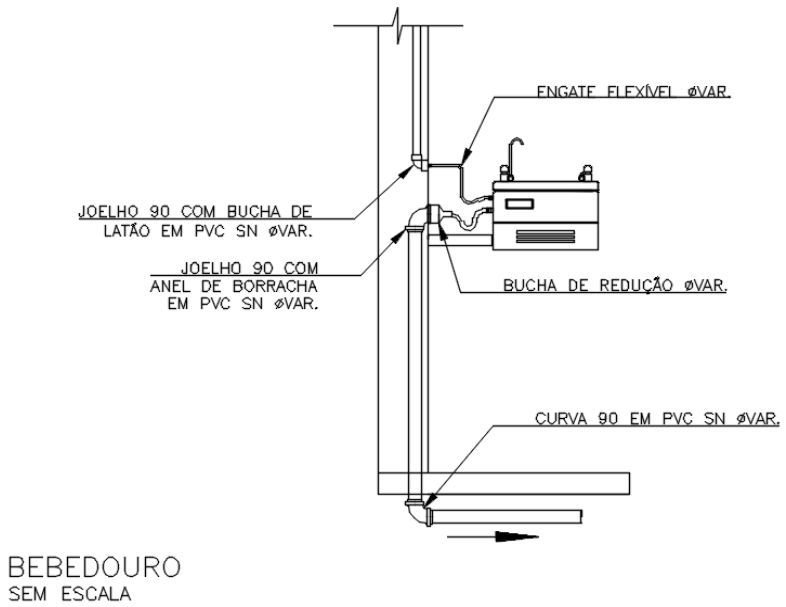


Figura 16 - Instalação hidráulica de bebedouro fixado em parede. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.8.1.3 Bebedouros para espaços públicos

Será utilizado bebedouro de alvenaria sem refrigeração, com três opções: bica simples, bica dupla e acessível. Os desenhos padronizados estão nas figuras 17 a 21 e as principais características listadas a seguir:

- Alvenaria com ou sem revestimento de granito;
- Elemento auto filtrante;
- Grelha de concreto pré fabricada no piso;
- Esgoto com sumidouro,
- Bica e botão acionador anti-vandalismo.

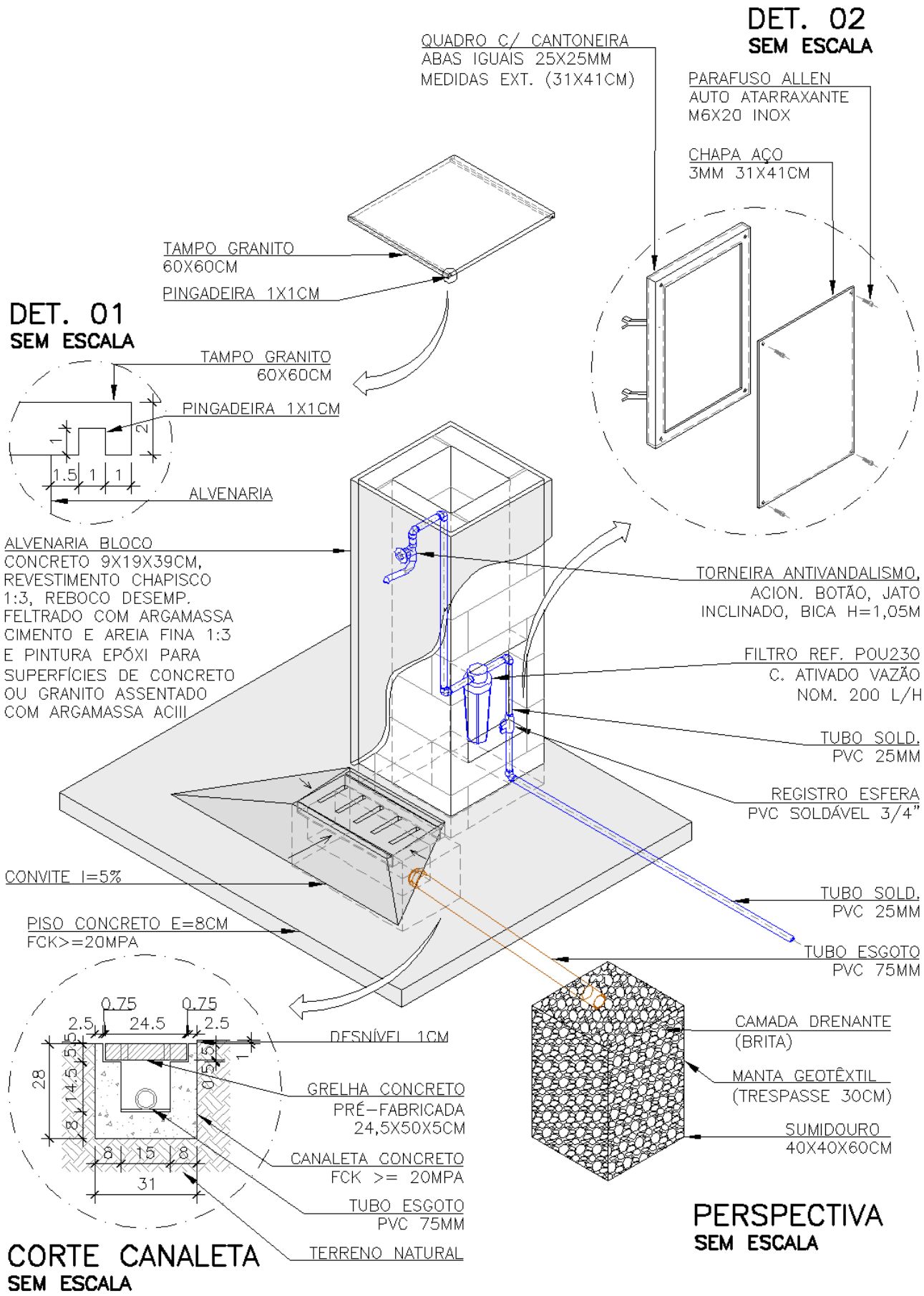


Figura 17 - Bebedouro acessível para espaços públicos com uma bica. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 17/11/2025.

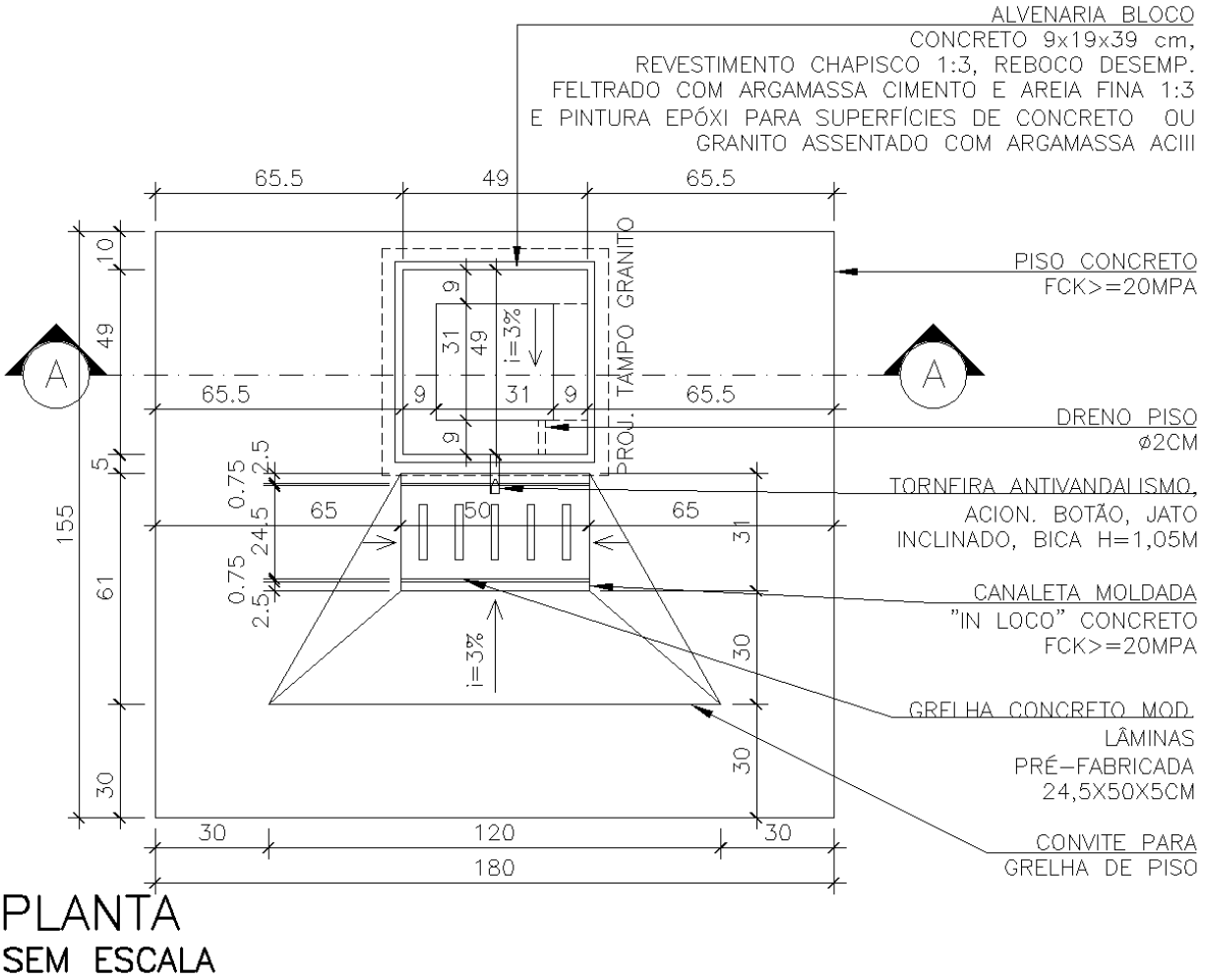


Figura 18 - Planta bebedouro acessível para espaços públicos com uma bica. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 17/11/2025.

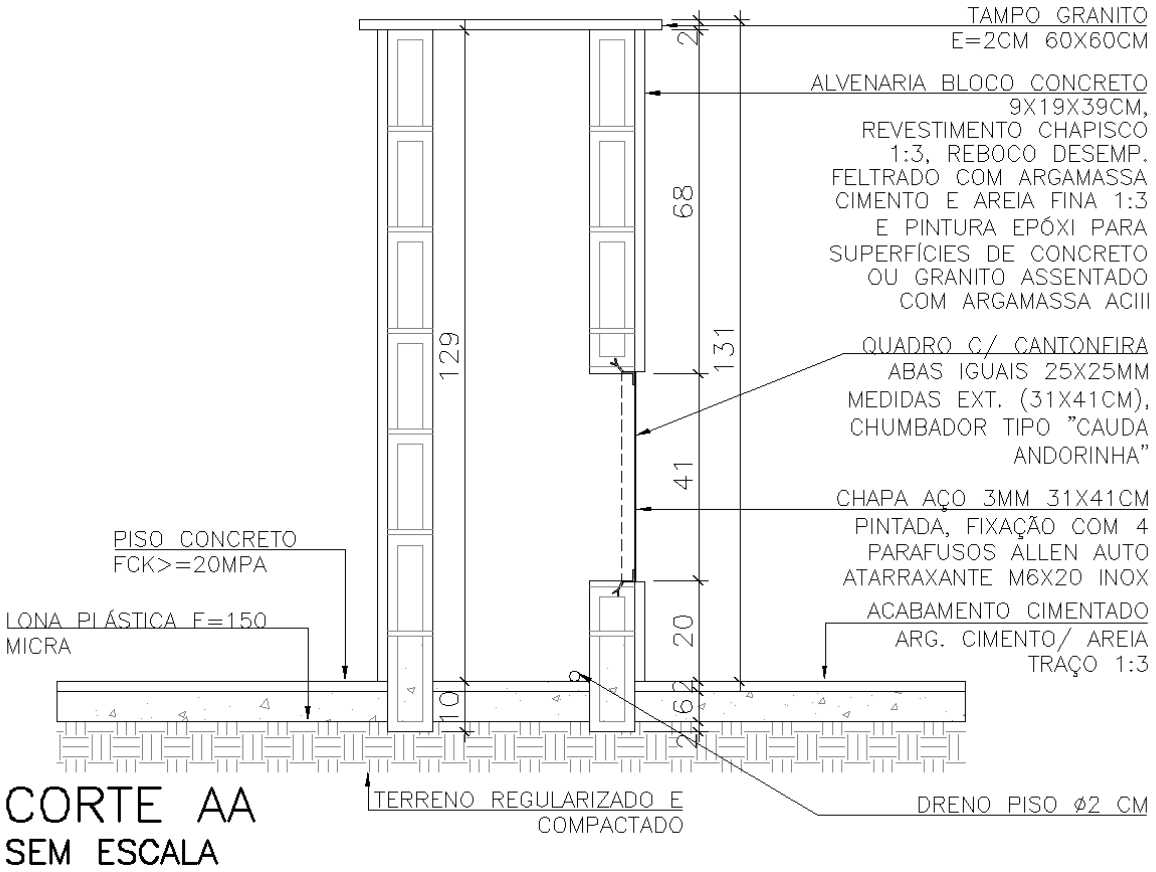


Figura 19 - Corte bebedouro acessível para espaços públicos com uma ou com duas bicas. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 17/11/2025.

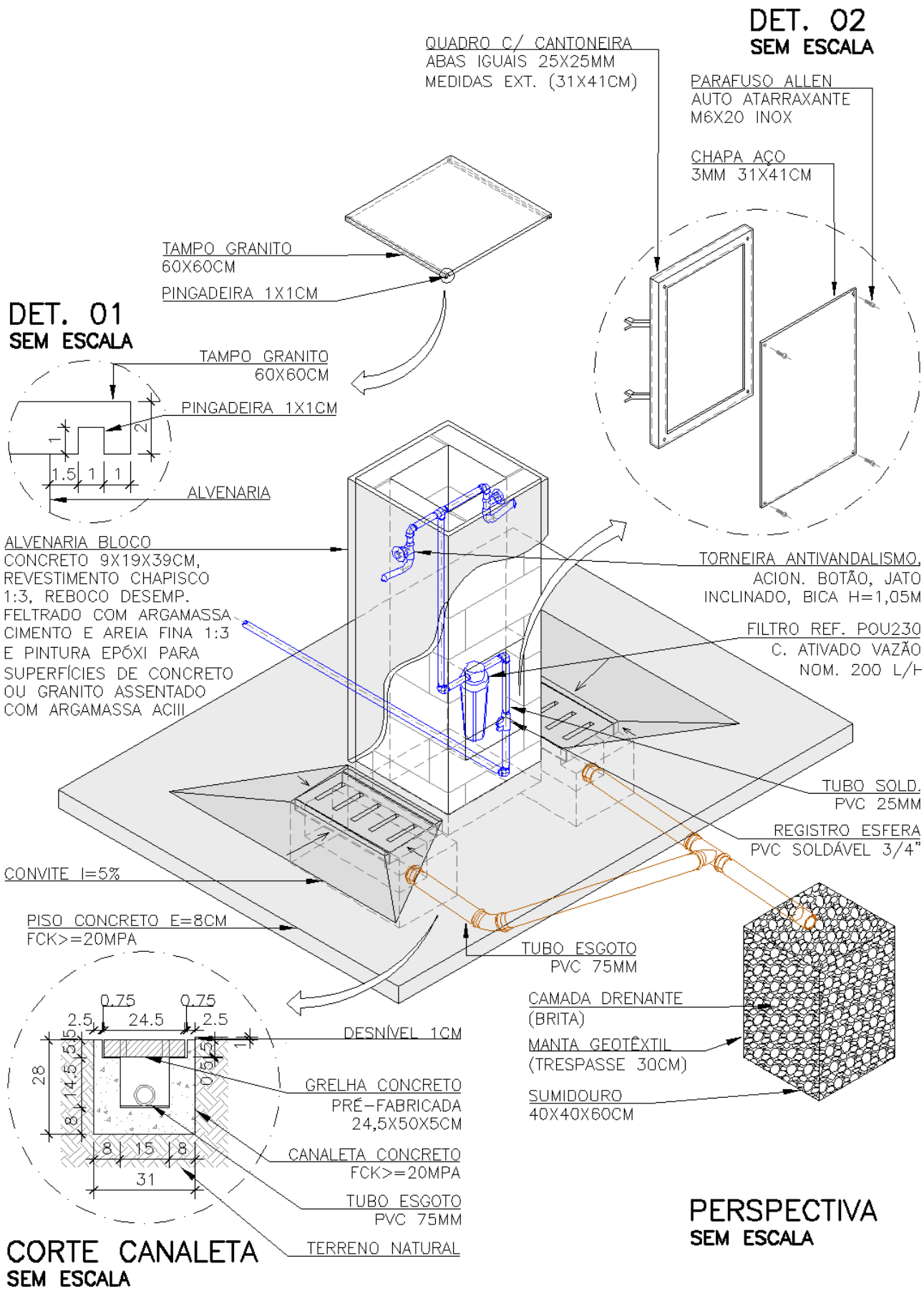


Figura 20 - Bebedouro acessível para espaços públicos com duas bicas. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 17/11/2025.

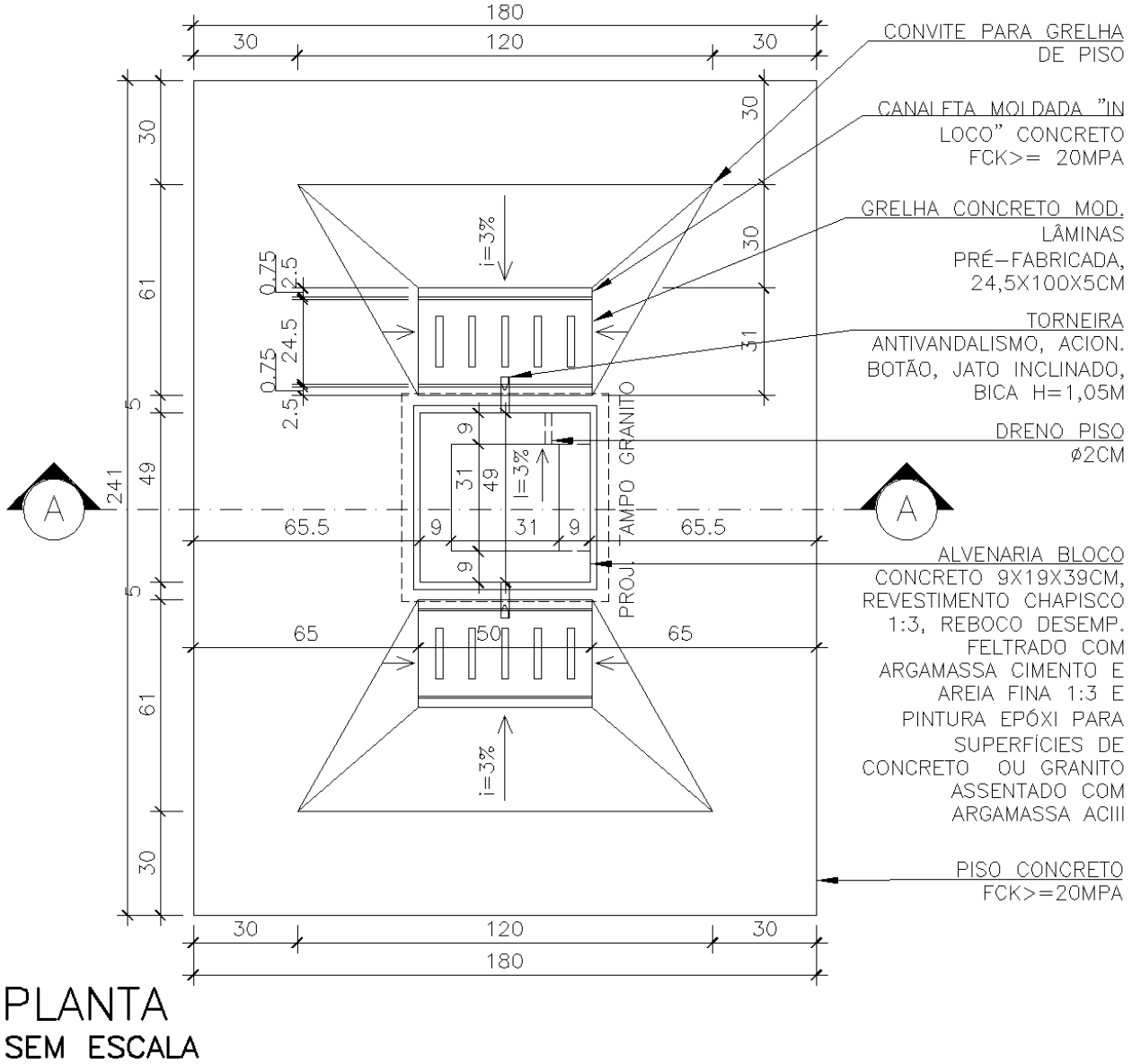


Figura 21 - Planta bebedouro acessível para espaços públicos com duas bicas. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 17/11/2025.

10.8.2 Aparelhos hidrossanitários

10.8.2.1 Procedimentos para inspeção das instalações dos aparelhos hidrossanitários

- Verificar o nivelamento do aparelho sanitário com um nível de bolha;
- O aparelho sanitário não pode se movimentar quando submetido a forças aplicadas em suas extremidades;
- Os pontos de estanqueidade visíveis no aparelho sanitário não podem apresentar vazamentos ou exsudações. Os pontos ocultos, como algumas conexões com ponto de esgoto ou saída d'água, devem ser verificados enchendo o aparelho sanitário de água e observando se aparecem vazamentos ou exsudações;
- Executar a inspeção visual no aparelho sanitário instalado para verificar a existência de irregularidades, como, por exemplo, a ocorrência de fissuras ou quebras e se a fixação do aparelho sanitário está adequada e perfeitamente segura.

10.8.2.2 Vasos sanitários

As louças sanitárias serão brancas, salvo especificação em contrário no projeto, deverão estar em conformidade com a NBR 16727-1 e serem executadas conforme a NBR 16727-2.

O encontro do vaso sanitário com o piso deverá ser devidamente rejuntado, com rejunte na cor da bacia

sanitária. A caixa acoplada também será cerâmica, da mesma linha e cor do vaso sanitário. A Figura 22 apresenta detalhe padrão para instalação de bacia sanitária com caixa acoplada.

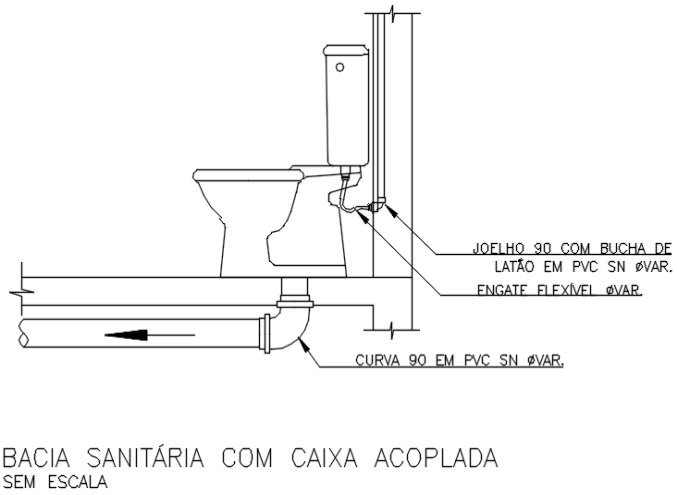


Figura 22 - Instalação de bacia sanitária com caixa acoplada. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.8.2.3 Mictórios

Serão em louça branca ou aço inoxidável, com válvula de escoamento universal, tubo de ligação de água metálico cromado flexível e válvula para mictório com fechamento hermético de descarga, seguindo as especificações do projeto e executados conforme a NBR 16731-2. A Figura 23 apresenta detalhe padrão para instalação de água fria e esgoto sanitário em mictórios.

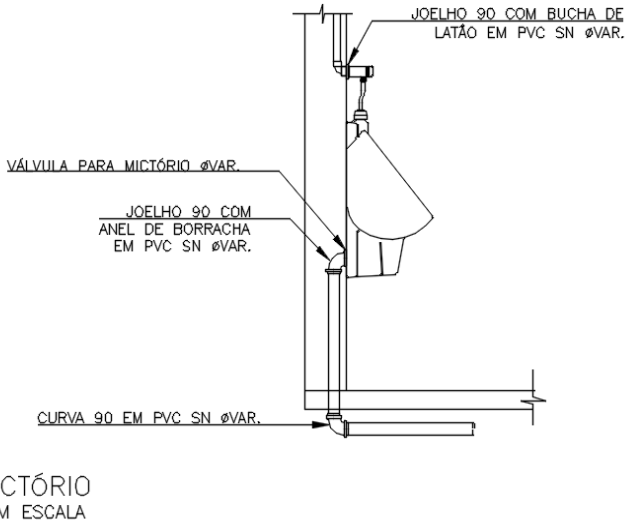


Figura 23 - Instalação de água fria e esgoto sanitário em mictórios. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.8.2.4 Tanques, Pias e lavatórios

Serão em cubas de aço inoxidável, louça branca ou de outro tipo especificado em projeto e executados conforme a NBR 16728-2. A Figura 24 apresenta detalhe padrão para a instalação de água fria e esgoto sanitário em pias e lavatórios com torneira de parede e a Figura 25, por sua vez, para a instalação de água fria e esgoto sanitário em pias e lavatórios com torneira de bancada.

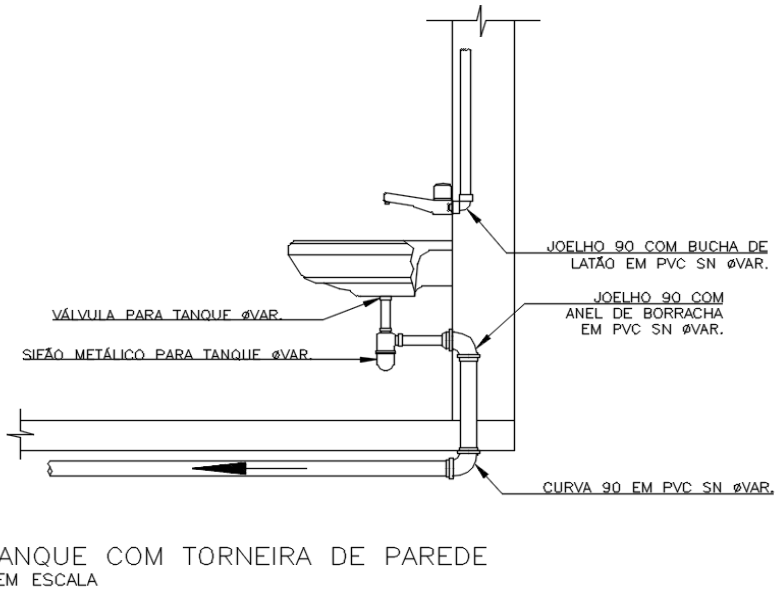


Figura 24 - Instalação de água fria e esgoto sanitário em pias e lavatórios com torneira de parede. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

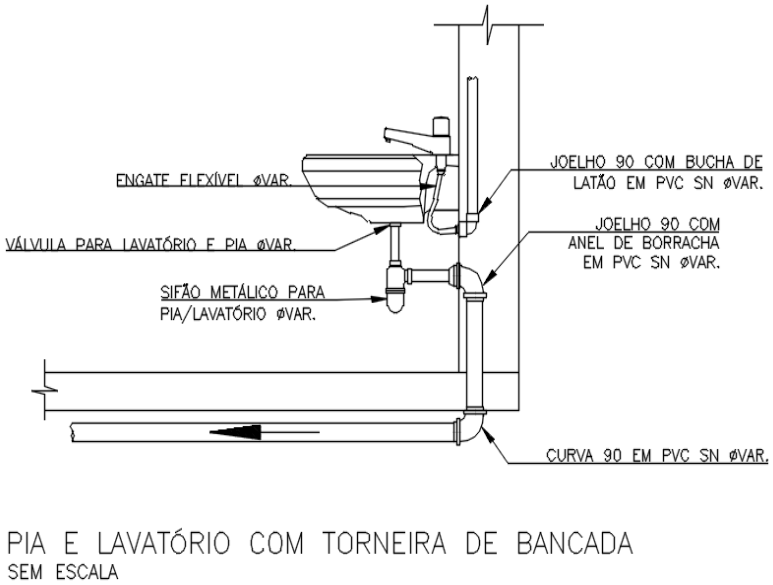


Figura 25 - Instalação de água fria e esgoto sanitário em pias e lavatórios com torneira de bancada. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 12/09/2022.

10.8.3 Critério de medição e pagamento

10.8.3.1 Medição

Para obras novas, deverá ser medido por unidade a instalada considerando o item de planilha para a peça sanitária completa, onde estarão incluídos todos os acessórios necessários à sua instalação.

Para obras de reforma, onde ocorrer a necessidade de substituição de determinada peça e/ou acessórios, estes deverão ser medidos separadamente.

As peças serão medidas por unidade efetivamente instalada, após serem devidamente testadas e liberadas pela FISCALIZAÇÃO.

10.8.3.2 Pagamento

A planilha de composição de preços SUDECAP, disponível no portal da PBH, detalha os itens que estão sendo remunerados nas instalações (louças, metais e acessórios) e deverá ser consultada. Os demais itens serão pagos por preço unitário, preconizado na planilha, o qual remunera o fornecimento e o assentamento,

com todos os cuidados necessários para tal, recomendados pelo FABRICANTE.

10.9 INSTALAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

10.9.1 Condições gerais

A instalação será executada rigorosamente de acordo com as normas da ABNT, com o respectivo projeto e com as exigências e/ou recomendações da Legislação Municipal de Belo Horizonte - Lei n.º 2060 de abril de 1972 assim como as prescrições do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG).

A instalação e manutenção de sistemas de prevenção e combate a incêndio e pânicos deverão ser executados por profissionais liberais ou empresas habilitadas junto ao CREA para esse fim.

A instalação será perfeitamente estanque e executada de maneira a permitir rápido, fácil e efetivo funcionamento.

A proteção contra incêndio e pânico é assegurada pelos sistemas a seguir indicados:

- Sistema sob comando (aqueles em que a defesa só se estabelece mediante a manobra de dispositivos adequados);
- Sistema automatizado (aqueles em que a defesa se estabelece independentemente de qualquer intervenção de um operador, quando são atingidas condições pré-estabelecidas).

Após a conclusão dos trabalhos e antes do revestimento, a instalação deve ser testada pela CONTRATADA, com o acompanhamento da FISCALIZAÇÃO, a fim de verificar possíveis pontos de vazamentos ou falhas nas juntas.

As canalizações da instalação deverão suportar uma pressão não inferior à de trabalho, acrescida de 0,5 MPa, sendo que a pressão mínima de ensaio será de 1,0 MPa, de acordo com a NBR 13714. A duração dos ensaios será de 1 hora, no mínimo.

A CONTRATADA deverá atualizar os desenhos do projeto à medida em que os serviços forem executados, devendo entregar, no final dos serviços e obras, um jogo completo de desenhos e detalhes conforme executado (projeto "*As Built*").

A FISCALIZAÇÃO deverá verificar, além das atividades mencionadas na NBR 13714, as prescrições do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG).

Conforme a legislação vigente no Estado de Minas Gerais, toda edificação de uso coletivo, seja residencial, comercial, industrial, etc., deve possuir o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros - AVCB, documento que comprova que o prédio possui condições seguras para abandono em caso de pânico, acesso fácil para os integrantes do Corpo de Bombeiros, além de equipamentos para combate a incêndio. Para conseguir o documento, o proprietário ou responsável deverá providenciar o Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico, elaborado por engenheiro legalmente habilitado, o qual, após aprovado pelo Corpo de Bombeiros, deve ser totalmente executado. Ao final da execução, deve ser solicitada a vistoria da Corporação. Sendo verificada a conformidade, o AVCB será emitido.

10.9.2 Execução

10.9.2.1 Tubulações embutidas, aparentes, enterradas e execução

Seguir as mesmas instruções e procedimentos do item de instalações hidráulicas para tubulações embutidas, aparentes, enterradas e execução.

Todos os equipamentos com bases ou fundações próprias deverão ser instalados antes de iniciada a montagem das tubulações neles conectadas. Os demais equipamentos poderão ser instalados durante a montagem das tubulações.

Durante a instalação dos equipamentos deverão ser tomados cuidados especiais para o seu perfeito alinhamento e nivelamento.

10.9.2.2 Bombas

As bombas devem recalcar a água diretamente na rede de alimentação do sistema de incêndio. As bombas não poderão ser usadas para outros fins que não os de combate a incêndio.

A instalação elétrica para funcionamento das bombas e demais equipamentos do sistema de hidrantes deverá ser independente do restante da instalação, ou ser executada de modo que se possa desligar a instalação geral sem interromper a sua alimentação.

A ligação da bomba deverá ser executada após o Padrão de Entrada e Medição e antes do Quadro Geral de Distribuição, possibilitando assim o desligamento da energia elétrica da edificação pelo CBMMG, mantendo

a bomba com energia constante.

É proibida a interposição de fusíveis no circuito de alimentação do motor. Dentro da área protegida as linhas de alimentação e de comando dos motores elétricos devem ser protegidas contra eventuais danos mecânicos, intempéries, agentes químicos, fogo e umidade. É permitido o uso de linhas aéreas fora da área protegida.

Quando a bomba não estiver situada abaixo do nível de tomada de água deve ser previsto, no reservatório de alimentação, um dispositivo de escorva automática, de fonte independente e permanente.

10.9.2.3 Hidrante

O hidrante será constituído de uma tomada de água munida de dispositivo de manobra colocado em lugar de fácil acesso e mantido permanentemente desobstruído.

10.9.2.4 Abrigos (caixas de incêndio)

Serão executados com chapa de ferro nº 16. Os abrigos terão ventilação permanente e o fechamento da porta será efetuado, preferencialmente, por trinco, podendo ser aceita fechadura desde que uma das chaves permaneça junto os mesmos ou em seu interior, caso em que deverá existir uma viseira de material transparente, de fácil violação.

Os abrigos, inclusive respectivos hidrantes, serão pintados com tinta vermelha, de forma a serem localizados facilmente.

10.9.2.5 Esguichos

Os esguichos devem ser indeformáveis e confeccionados com materiais não sujeitos à corrosão, no ambiente de guarda ou trabalho. Devem resistir à pressão indicada para as mangueiras.

10.9.2.6 Extintores

Serão utilizados extintores de acordo com a categoria do incêndio e conforme indicado no projeto.

Os extintores não poderão ser colocados nas paredes das escadas e rampas.

10.9.2.7 Meios de ligação

Admite-se a utilização de tubulações de aço galvanizado rosqueadas e com as seguintes recomendações:

- O corte de tubulações de aço deverá ser efetuado em seção reta, por meio de serra própria para corte de tubos. As porções rosqueadas deverão apresentar filetes bem limpos que se ajustarão perfeitamente às conexões, de maneira a garantir perfeita estanqueidade das juntas;
- As roscas dos tubos deverão ser abertas com tarraxas apropriadas, devendo dar-se ao acréscimo do comprimento na rosca que deverá ficar dentro das conexões, válvulas ou equipamentos. As juntas rosqueadas de tubos e conexões deverão ser vedadas com fita à base de resina sintética própria para vedação ou outros materiais, conforme especificação do projeto;
- O aperto das roscas deverá ser feito com chaves apropriadas, sem interrupção e sem retornar, visando a preservação da vedação das juntas.

10.9.2.8 Pintura em tubulações metálicas

Todas as tubulações metálicas aéreas, inclusive as galvanizadas, deverão receber proteção e pintura. A espessura da película de tinta necessária para isolar o metal do contato com a atmosfera deverá obedecerá a especificação de projeto.

10.9.2.9 Sprinklers

Sistema constituído de uma canalização fixa onde serão colocados regularmente os chuveiros, ligado permanentemente a um abastecimento d'água, de forma a possibilitar, em caso de sinistro, que a água de extinção seja aplicada diretamente no local afetado, acionando, simultaneamente, o respectivo dispositivo de alarme.

Todo o equipamento a ser utilizado, tal como: "sprinklers" (aspersores), válvulas de comando, bombas (booster) etc., será definido nas especificações e/ou projeto.

10.9.3 Critério de medição e pagamento

10.9.3.1 Medição

Para as tubulações, e em função do material e do diâmetro das mesmas, o serviço será medido por metro de

tubulação instalada, considerando o comprimento de tubulação sem perdas.

Os equipamentos e demais componentes do sistema como bombas, hidrantes, abrigos (caixas de hidrantes), esguichos e extintores devem ser medidos por unidade instalada, de acordo com as especificações de projeto.

A pintura de tubulação deve ser medido em metro quadrado (m²), e calculado a partir do produto entre o perímetro e o comprimento total das tubulações, ambos expressos em metro, conforme as especificações de projeto.

Deve ser considerado os quantitativos efetivamente realizados, estando estes testados pela Contratada e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

10.9.3.2 Pagamento

O serviço será pago de acordo com os preços unitários contratuais, contemplando o fornecimento e instalação das peças, acessórios, tubos e conexões (inclusive suas perdas), válvulas e registros necessários à execução dos mesmos, de acordo com as prescrições construtivas indicadas no projeto.

10.10 GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)

10.10.1 Condições gerais

Os serviços inerentes a instalação e operação do sistema de distribuição de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) requerem o desenvolvimento de projetos específicos elaborados por profissionais devidamente habilitados. O comissionamento da rede assim com a execução dos ensaios de estanqueidade deverá ser realizado com o acompanhamento do profissional habilitado, sendo necessária para este último, a emissão de Laudo Técnico e ART.

Para melhor orientação consultar NBR 5419, NBR 13523 e NBR 15526.

Será proibida a passagem do ramal interno (tubulação) em locais que não possam oferecer segurança, tais como:

- Compartimentos de equipamentos elétricos;
- No interior de reservatórios d'água, de esgotos pluviais, de esgotos sanitários e de incineradores de lixo;
- Tubos de lixo, de ar condicionado e outros;
- Compartimentos destinados a dormitórios;
- Poços de ventilação capazes de confinar o gás proveniente de eventual vazamento;
- Qualquer vazio ou parede contígua a qualquer vão formado pela estrutura ou alvenaria ou por estas e o solo, sem a devida ventilação.

Será permitida a passagem das tubulações de gás no interior de "*shafts*" que deverão conter, além dessas, as tubulações de líquidos não inflamáveis e demais acessórios, com ventilação adequada nas partes superior e inferior, sendo que estes vazios devem ser sempre visitáveis e prevista em área de ventilação permanente e garantida.

- Qualquer tipo de forro falso ou compartimento não ventilado, exceto quando utilizado tubo-luva;
- Locais de captação de ar para sistema de ventilação;
- Todo e qualquer local que propicie o acúmulo de gás vazado. As tubulações aparentes devem:
    - Ter afastamento das demais tubulações o suficiente para ser realizada a manutenção das mesmas;
    - Em caso de superposição de tubulação, a tubulação de GLP deve ficar abaixo das outras. As tubulações embutidas deverão ser protegidas com cobertura de argamassa, com espessura mínima de 5 cm.

As tubulações não devem passar por pontos que a sujeitem a tensões inerentes à estrutura da edificação. Os registros, válvulas e reguladores de pressão devem ser instalados de maneira a permitir fácil conservação e substituição.

A ligação dos aparelhos de utilização à rede secundária deverá ser efetuada por meio de conexões rígidas.

Todos os pontos de alimentação deverão ter roscas internas e permanecerão fechados com plugue durante a montagem, bem como em todo o período em que ficarem sem uso até a ligação do aparelho de utilização.

Quando o aparelho de utilização for deslocável ou a ligação for submetida a vibrações, é permitido o uso de

mangueiras flexíveis para a ligação, desde que:

- A mangueira permaneça com as extremidades rigidamente fixadas;
- A mangueira não atravesse paredes, pisos ou outras divisões de compartimentos, permanecendo suas extremidades no mesmo local ou compartimento em que forem empregadas.

10.10.2 Execução

A execução da instalação de GLP deve ser executada conforme projeto técnico especifico e de acordo com a à Legislação Municipal, as instruções do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, bem como as normativas técnicas vigentes.

Serão observadas, para a instalação de gás, as normas de execução constantes no item referente às instalações de água fria, no que for aplicável.

10.10.2.1 Central de gás

Área específica para conter os recipientes interligados ao coletor e acessórios, destinados ao recebimento, armazenamento, controle e suprimentos de GLP para consumo.

Para a execução da Central de Gás (também denominado “Abrigo para Gás”), deverão ser observadas as diretrizes da NBR 13523 e os seguintes procedimentos:

- Executar conforme indicado nos projetos arquitetônico e hidráulico;
- A base da Central de Gás para assentamento dos recipientes deverá estar em nível superior ao do piso circundante, não sendo permitida a instalação em rebaixos e recessos;
- Junto à Central, em lugar visível, deverá ser instalado um extintor de pó químico;
- Na parte interna da Central não poderá haver qualquer ponto de energia elétrica, seja interruptor, lâmpada, tomada, etc., ou qualquer aparelho que possa produzir faísca;
- A Central deverá ser ventilada (conforme detalhado no Projeto Padrão do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais) e estar afastada em, pelo menos, 1,50 m de caixas enterradas com tampa, canaletas e aberturas em geral. Além disso, torneiras, grelhas e aparelhos elétricos devem ser instalados a uma distância mínima de 3 m do abrigo de gás.

10.10.3 Controle

Após a conclusão dos trabalhos e antes de ser revestida, a instalação deverá ser testada pela CONTRATADA com o acompanhamento da FISCALIZAÇÃO, a fim de verificar possíveis pontos de vazamentos ou falhas nas juntas. Deverá ser verificada a inexistência de vazamentos de gás, sendo proibido o emprego de chamas para essa finalidade.

10.10.4 Recomendações para a verificação das instalações de gás canalizado (GLP)

É recomendado que durante a execução das obras de instalação dos sistemas de gás canalizado (GLP) itens específicos sejam verificados, entre eles:

- Se não foram instaladas redes de gás em ambientes com equipamentos elétricos, poços de ventilação, dutos de ar condicionado e espaços destinados a dormitórios;
- Se nos trechos de cruzamento com demais sistemas os tubos destinados a canalização de gás foram instalados em nível inferior aos demais;
- Se as tubulações embutidas foram protegidas com cobertura de argamassa com espessura mínima de 5 cm;
- Se todos os registros, válvulas e reguladores de pressão foram instalados conforme projeto (locação, material e dimensões);
- Se o abrigo de gás foi executado seguindo o local e dimensões estabelecidos no projeto arquitetônico;
- Se o abrigo de gás foi executado respeitando os afastamentos mínimos de 1,5 m em relação às caixas hidrossanitárias e elétricas, canaletas e aberturas em geral e de 3,0 m em relação às grelhas, torneiras e aparelhos elétricos;
- Se o abrigo de gás foi executado sem obstruções, de modo que o ambiente interno permaneça ventilado durante todo o dia;
- Se não foi executada nenhuma instalação elétrica no interior do abrigo de gás.

10.10.5 Critério de medição e pagamento

10.10.5.1 Medição

No caso das tubulações e em função do material e diâmetro das mesmas, o serviço será medido por (m) metro de tubulação instalada, incluindo peças, conexões, mão de obra e procedimentos anteriormente listados. Em relação às válvulas, registros especiais, etc., estes serão medidos por unidade instalada.

10.10.5.2 Pagamento

O serviço será pago, aos preços unitários contratuais, contemplando mão de obra e encargos, fornecimento e instalação das peças, acessórios, conexões, conduítes, tampas necessárias, de acordo com as prescrições construtivas referenciadas no projeto.

10.11 GÁS NATURAL (GN)

10.11.1 Condições Gerais

O serviço inerente a instalação e operação do sistema de distribuição interna de GN (Gás Natural) requer o desenvolvimento de projetos específicos, elaborados por profissionais devidamente habilitados. O comissionamento do sistema assim como a execução dos ensaios de estanqueidade, obrigatórios para a sua operação, deverão ser realizados com o acompanhamento do profissional habilitado, sendo necessária a emissão de Laudo Técnico e respectiva ART.

Regulamentações legais tais como leis, decretos e portarias; estando estas no âmbito federal, estadual (Instruções Técnicas do CBMMG por exemplo) ou legislação municipal aplicáveis, deverão ser observadas tanto na fase de desenvolvimento do projeto quanto na fase de execução, inspeção e manutenção das redes de distribuição interna de GN.

10.11.1.1 Execução

A execução da instalação de GN deve ser executada conforme projeto técnico especifico e de acordo com a Legislação Municipal, bem como as normativas técnicas vigentes.

10.11.1.2 Controle

Antes da operação do sistema deverá ser realizado ensaio de estanqueidade com o objetivo de detectar possíveis falhas ou vazamentos assim como a resistência da rede a pressões de operação.

O ensaio deve ser realizado em duas etapas sendo:

- A primeira após a montagem da rede, estando está ainda exposta, em toda a sua extensão, seguindo as determinações normativas, principalmente no que se refere a pressão aplicada durante o teste e a pressão de operação;
- A segunda etapa, após a instalação de todos os equipamentos, na extensão total.

Após a conclusão dos trabalhos e antes de ser revestida, a instalação deverá ser ensaiada pelo Responsável Técnico da CONTRATADA, se possível com o acompanhamento da FISCALIZAÇÃO, a fim de verificar se existe qualquer intercorrência podendo ser pontos de vazamentos, falhas nas conexões, acessórios ou equipamentos de forma que Laudo Técnico será emitido.

10.11.1.3 Recomendações para a verificação das instalações de gás canalizado (GN)

É recomendado que durante a execução das obras de instalação dos sistemas de gás canalizado (GN) itens específicos sejam verificados, sendo eles:

- Se os materiais e equipamentos possuem conformidade atestada com relação aos requisitos de suas respectivas normas de especificação;
- Se a qualificação da pessoa física ou jurídica prestadora de serviço (projeto e execução), no tocante aos requisitos técnicos, de qualidade, segurança e meio ambiente, bem como da mão-de-obra empregada na realização de cada tipo de serviço executado, possua conformidade atestada;
- Se foi elaborado programa de manutenção contendo diretrizes para que seja realizada inspeções periódicas na rede de distribuição interna em períodos máximos de cinco anos, ou de acordo com definição do Responsável Técnico, podendo este prazo variar para menos em função de riscos decorrentes das situações construtivas, das condições ambientais (em especial aquelas sujeitas a atmosfera corrosiva) e de uso, de acordo com avaliação e registros realizados pelo responsável da inspeção;
- Se os materiais, equipamentos e dispositivos utilizados na rede de distribuição interna possuem resistência físico-química adequada à sua aplicação e compatível com o gás utilizado bem como ser

resistentes ou estar adequadamente protegidos contra agressões do meio.

Será proibida a passagem do ramal interno (tubulação) em locais que não possam oferecer segurança, tais como:

- Compartimentos de equipamentos elétricos;
- No interior de reservatórios d'água, caixas de drenagem de águas pluviais, caixas de esgotos sanitários e de incineradores de lixo;
- Tubulação condutora de lixo, de ar condicionado e outros;
- Compartimentos destinados a dormitórios;
- Poços de ventilação capazes de confinar o gás proveniente de um eventual vazamento;
- Qualquer vazio ou parede contígua a qualquer vão formado pela estrutura ou alvenaria ou por estas e o solo, sem a devida ventilação;
- Qualquer tipo de forro falso ou compartimento não ventilado, exceto quando utilizado tubo-luva;
- Locais de captação de ar para sistema de ventilação;
- Todo e qualquer local que propicie o acúmulo de gás vazado.

As tubulações aparentes devem:

- Ter afastamento das demais tubulações o suficiente para ser realizada a manutenção das mesmas;
- Em caso de superposição de tubulação, a tubulação de GN deve ficar abaixo das outras. As tubulações embutidas deverão ser protegidas com cobertura de argamassa, com espessura mínima de 5 cm;
- As tubulações não devem passar por pontos que a sujeitem a tensões inerentes à estrutura da edificação. Os registros, válvulas e reguladores de pressão devem ser instalados de maneira a permitir fácil conservação e substituição;
- A ligação dos aparelhos de utilização à rede secundária deverá ser efetuada por meio de conexões rígidas;
- Todos os pontos de alimentação deverão ter roscas internas e permanecerão fechados com plugue durante a montagem, bem como em todo o período em que ficarem sem uso até a ligação do aparelho de utilização;

Quando o aparelho de utilização for deslocável ou a ligação for submetida a vibrações, é permitido o uso de mangueiras flexíveis para a ligação, desde que:

- A mangueira permaneça com as extremidades rigidamente fixadas;
- A mangueira não atravesse paredes, pisos ou outras divisões de compartimentos, permanecendo suas extremidades no mesmo local ou compartimento em que forem empregadas;
- Os registros, as válvulas e os reguladores de pressão devem ser instalados de modo a permanecer protegidos contra danos físicos e a permitir fácil acesso, conservação e substituição a qualquer tempo;
- As tubulações, quando aparentes, devem ser protegidas contra choques mecânicos;
- Os abrigos, internos ou externos, devem permanecer limpos e não podem ser utilizados como depósito ou outro fim que não aquele a que se destinam.

Ventilação dos abrigos das prumadas internas:

- Os abrigos internos à edificação deverão ser dotados de tubulação específica para ventilação;
- O tubo utilizado para ventilação (escape do gás), com saída na cobertura da edificação e com o dobro do diâmetro da tubulação de gás da prumada;
- O tubo que interliga o shaft ao tubo de ventilação, com bocal situado junto ao fechamento da parte superior do shaft, comprimento superior a 50 cm e ter sua junção com o tubo de ventilaçãoformando um ângulo fechado de 45 graus.
- Quando a tubulação for interna à edificação e os abrigos nos andares forem adjacentes a uma parede externa, poderá ser prevista uma abertura na parte superior deste, dispensando-se a exigência do

item anterior, com tamanho equivalente a, no mínimo, duas vezes o da seção da tubulação, devendo ainda tal abertura ter distância de 1,20 m de qualquer outra.

Por ocasião da solicitação de vistoria junto ao Corpo de Bombeiros, deverão ser apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica referentes à instalação / manutenção do sistema de gás natural e estanqueidade da rede.

10.11.1.3.1 Inspeção periódica

A inspeção periódica tem o objetivo de manter as condições de operação e segurança da rede de distribuição interna de gás, verificando no mínimo se:

- A tubulação e os acessórios encontram-se com acesso desobstruído e devidamente sinalizado;
- As válvulas e dispositivos de regulagem funcionam normalmente;
- Tubos, conexões e interligações com equipamentos e aparelhos não apresentam vazamento;
- As tubulações estão pintadas sem qualquer dano, inclusive com relação aos suportes empregados;
- A identificação está conforme o especificado;
- Os dispositivos de controle de pressão usados nas tubulações estão funcionando de forma adequada.

Em caso de indícios de vazamento de gás, deve ser realizada inspeção imediata da rede de distribuição interna e tomadas as providências necessárias para sua eliminação.

O resultado da inspeção deve ser registrado e deve estar disponível para verificação junto à documentação da rede de distribuição interna.

10.11.2 Critério de medição e pagamento

10.11.2.1 Medição

No caso das tubulações e em função do material e diâmetro das mesmas, o serviço será medido por (m) metro de tubulação instalada, incluindo peças, conexões, mão de obra e procedimentos anteriormente listados. Em relação às válvulas, registros especiais, etc., estes serão medidos por unidade instalada. Todos os itens utilizados devem estar devidamente especificados e quantificados no projeto.

10.11.2.2 Pagamento

O serviço será pago, aos preços unitários contratuais, contemplando mão de obra e encargos, fornecimento e instalação das peças, acessórios, conexões, conduítes, tampas necessárias, de acordo com as prescrições construtivas referenciadas no projeto.

10.12 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

10.12.1 Condições gerais

Quanto à instalação dos sistemas de aquecimento solar, deverão ser observados os seguintes aspectos:

- A instalação do aquecimento solar somente deverá ser iniciada após haver total disponibilidade de água para abastecer o sistema, pois o mesmo não poderá ficar sem água depois de instalado, sob o risco de danificar seus componentes;
- As tubulações do sistema de aquecimento solar devem suportar temperatura máxima de até 95°C e devem ser compostas pelo material e diâmetros especificados pelo projeto e/ou FABRICANTE;
- Todos os trechos das tubulações do sistema devem ser executados sem curvaturas adicionais àquelas previstas pelo projeto e/ou FABRICANTE. Tais curvaturas ocasionam o surgimento de bolhas de ar no interior das tubulações, prejudicando o funcionamento do sistema;
- A instalação do aquecimento solar deverá seguir as orientações contidas nas NBR 15569, NBR 5626, NBR 6118, NBR 16641, NBR 16824, NBR 5410, nos manuais do FABRICANTE e no projeto específico de aquecimento solar;
- Nos casos onde a água para consumo ultrapassar a temperatura de 40ºC, deverão ser instaladas válvulas misturadoras para evitar acidentes futuros durante o uso das instalações;
- Todo o dimensionamento, o detalhamento e a instalação do sistema devem ser realizados por empresas especializadas;
- A locação, material e dimensões dos componentes do sistema sempre deverão ser previamente compatibilizados com as instalações hidrossanitárias da edificação.

10.12.2 Componentes das instalações

10.12.2.1 Coletores

Quanto à instalação das placas solares, deverão ser observados ainda os seguintes aspectos:

- A aquisição dos coletores deve ser feita em função das curvas de eficiência, que podem ser obtidas com os dados fornecidos pela Tabela de Eficiência dos coletores solares do INMETRO. Todos os coletores utilizados devem ser classificados na Classe A (INMETRO);
- O número de coletores instalados deve seguir os preceitos estabelecidos pelo projeto e/ou FABRICANTE, de modo a atender a área mínima de captação solar necessária ao consumo da edificação. É vedada a instalação de placas com área de captação total mínima inferior àquela estipulada pelo projeto e/ou FABRICANTE;
- Sendo viável usar a inclinação do telhado para a instalação dos coletores, poderá ser confeccionada uma estrutura metálica alinhada ao telhado ou, se necessário, realizar uma pequena correção aumentando a inclinação. Quando os coletores forem instalados em telhados com irregularidades para seus apoios, é obrigatória a instalação de uma estrutura que garanta o alinhamento dos coletores, evitando patologias futuras, como a quebra de vidros e queda no desempenho do sistema por surgimento de bolhas de ar nas tubulações;
- Nos casos onde a instalação dos coletores seja feita sobre lajes planas impermeabilizadas, é necessário a construção de uma estrutura (em alvenaria ou em perfis metálicos) para posicionar os coletores na inclinação correta;
- Os coletores solares devem ser instalados expostos diretamente ao sol de tal forma que a incidência da radiação solar atinja o coletor o mais perpendicularmente possível, respeitando a inclinação mínima descrita em projeto em relação a base de instalação. Deve-se considerar ainda a formação de sombras durante o dia devido a outras seções do telhado, por edificações vizinhas ou por árvores;
- Recomenda-se que a instalação possua uma inclinação equivalente à latitude da região onde será instalado o sistema, acrescida de 10°. A inclinação dos coletores em relação à base não deve ser inferior a 20°, a fim de não prejudicar o fluxo de água do sistema;
- Todos os coletores deverão ser instalados com inclinação direcionada ao Norte Geográfico, obtendo-se, assim, o melhor aproveitamento da incidência solar;
- Os coletores solares poderão ser interligados entre si através de associações em série, paralela ou mista, conforme orientação do FABRICANTE e/ou do projeto de aquecimento solar, devendo ser verificado o sentido da água, além da composição total do sistema;
- Na extremidade inferior do conjunto de placas solares, deve ser instalado tubo para dreno dotado de registro de gaveta para acionamento, no material e diâmetro especificado pelo projeto e/ou FABRICANTE.

10.12.2.2 Reservatórios térmicos

A capacidade de armazenamento dos reservatórios térmicos instalados deve ser verificada, não sendo permitida a instalação de reservatórios com capacidade total menor que aquela prevista em projeto, a qual depende diretamente da população do empreendimento e das peças onde haverá necessidade de água quente.

Devem ser instalados reservatórios compatíveis com o tipo de sistema de aquecimento solar projetado para a edificação (boiler de alta ou baixa pressão).

Os reservatórios térmicos devem ser instalados no local definido em projeto, respeitando os níveis de instalação em relação aos demais componentes hidrossanitários e de aquecimento, de acordo com o tipo de circulação adotada para o empreendimento (circulação natural ou circulação forçada). Em nenhuma hipótese será permitida a instalação de reservatórios térmicos em níveis diferentes àqueles definidos em projeto e/ou pelo FABRICANTE, sem a prévia autorização dos mesmos.

Assim como para os reservatórios de água fria, é necessário um espaço útil livre ao redor do boiler, de forma a possibilitar futuras manutenções e limpezas. Recomenda-se, no mínimo, um espaço livre de 60 cm para tal fim.

A alimentação do reservatório (de baixa e alta pressão) em hipótese alguma deverá ser realizada com água diretamente da rede pública, devido a variação de pressão, o que pode comprometer o reservatório e acarretar na perda da garantia do sistema junto ao seu FABRICANTE.

Todos os reservatórios térmicos devem ser devidamente conectados aos seguintes componentes:

- Tubo de alimentação da fonte de água fria, composto por material resistente as temperaturas do sistema e dotado de registro de gaveta e demais dispositivos que impeçam o retorno da água quente, como sifões ou válvulas de retenção, nos materiais e diâmetros especificados pelo projeto;
- Tubo para dreno locado no tubo de alimentação antes da entrada do reservatório, dotado de registro de gaveta para acionamento, no material e diâmetro especificado pelo projeto;
- Tubo de alimentação dos coletores (em direção as placas solares), composto por cobre e dotado de registro de gaveta para acionamento, nos diâmetros especificados pelo projeto e/ou;
- Tubo de retorno dos coletores (vindo das placas solares), composto por cobre e dotado de registro de gaveta para acionamento, nos diâmetros especificados pelo projeto;
- Tubo de saída de água quente para consumo, dotado de registro de gaveta e válvula reguladora de temperatura para acionamento, nos materiais e diâmetros especificados pelo projeto;
- Tubo de apoio solar vindo do sistema de backup (elétrico e/ou gás) projetado, nos materiais e diâmetros especificados pelo projeto;
- No caso de utilização da resistência elétrica como apoio do sistema, deve-se obrigatoriamente fazer o aterramento do reservatório;
- Equipamentos e acessórios a serem instalados na rede conforme tipo de circulação adotada (circulação natural ou forçada), tais como bombas, pressurizadores, válvulas de segurança, tubos de respiro, sensores, entre outros, em conformidade com os locais, materiais e diâmetros especificados pelo projeto.

10.12.3 Recomendações para a verificação do sistema aquecimento solar

É recomendado que durante a execução das obras de instalação dos sistemas de aquecimento solar itens específicos sejam verificados, entre eles:

10.12.3.1 Reservatórios térmicos

- O reservatório térmico instalado em local que possibilita seu acesso para futuras manutenções e limpeza;
- O reservatório térmico (boiler) instalado sobre base nivelada compatível com seu peso e nos níveis especificados pelo projeto;
- A capacidade instalada do reservatório compatível a capacidade mínima necessária a edificação conforme descrito em projeto;
- Instalação do reservatório térmico (boiler) executada de modo a preservar, pelo menos 60 cm ao seu redor;
- O reservatório térmico instalado com tubo de alimentação de água fria dotado de registro de gaveta, seguindo os critérios especificados pelo projeto e/ou fabricante (material e dimensões);
- O reservatório térmico devidamente interligado às placas solares (alimentação e retorno) com tubos dotados de registros de gaveta, seguindo os critérios especificados pelo projeto e/ou fabricante (material e dimensões);
- O reservatório térmico instalado com tubo para dreno antes da entrada de água fria, dotado de registro de gaveta, seguindo os critérios especificados pelo projeto (material e dimensões);
- O reservatório térmico devidamente interligado aos sistemas de apoio/backup, seguindo os critérios especificados pelo projeto (material e dimensões);
- Todos os equipamentos, dispositivos e acessórios do sistema tenham sido instalados nos locais e com as especificações técnicas definidas pelo projeto;
- O reservatório térmico devidamente aterrado (somente para casos de apoio por resistência elétrica).

10.12.3.2 Coletores solares

- Todas as placas solares instaladas possuem eficiência com classificação A (INMETRO);
- Foram adotadas placas solares com as dimensões (comprimento, largura e espessura) especificadas em projeto, atendendo a área mínima necessária para o consumo da edificação;
- Todas as placas solares devidamente apoiadas e fixadas em estruturas metálicas ou de alvenaria destinadas para este fim, em área com incidência direta de raios solares;

- Todas as placas solares corretamente interligadas em associações (série, paralela ou mista), conforme definido pelo projeto e/ou fabricante;
- Todas as placas solares com inclinação direcionada ao norte geográfico;
- Todas as placas instaladas seguindo a inclinação recomendada pelo projeto e/ou fabricante, atendendo a inclinação mínima de 20° em relação à sua base de apoio;
- O conjunto de placas devidamente interligado ao reservatório térmico (alimentação e retorno) com tubos dotados de registros de gaveta, seguindo os critérios especificados pelo projeto (material e dimensões);
- Foi instalado tubo para dreno na extremidade inferior do conjunto de placas solares, dotado de registro de gaveta, no material e diâmetros estabelecidos pelo projeto.

10.12.3.3 Condições gerais do sistema aquecimento solar

- Todo o sistema de aquecimento solar instalado de forma compatibilizada com as instalações hidrossanitárias;
- Todos os materiais empregados nas instalações de aquecimento solar são resistentes a temperatura de trabalho do sistema;
- Todas as tubulações do sistema instaladas de modo a evitar curvaturas adicionais na rede, além daquelas previstas pelo projeto.

10.12.4 Critério de medição e pagamento

10.12.4.1 Medição

Para as tubulações, e em função do material e do diâmetro das mesmas, o serviço deve ser medido por metro de tubulação instalada, considerando o comprimento de tubulação sem perdas, incluindo conexões e mão de obra.

Os equipamentos e demais componentes do sistema como coletor, reservatório térmico e demais dispositivo tais como válvulas, aquecedores e etc., devem ser medidos por unidade instalada, de acordo com as especificações de projeto.

A pintura de tubulação deve ser medida em metro quadrado, e calculado a partir do produto entre o perímetro e o comprimento total das tubulações, ambos expressos em metro, conforme as especificações de projeto.

10.12.4.2 Pagamento

O serviço será pago aos preços unitários contratuais, contemplando o fornecimento e instalação das peças, acessórios, conexões, válvulas e registros necessários à execução dos mesmos, de acordo com as prescrições construtivas indicadas no projeto.

10.13 CAIXAS

10.13.1 Condições gerais

- Caixas pré-fabricadas (concreto ou plástico) são muito utilizadas nas obras devido à praticidade, estanqueidade e até mesmo ao baixo custo;
- Caixas para instalação sanitária (caixa de gordura, passagem de esgoto, etc.) devem ser aprovadas pela COPASA. No mercado existem modelos de caixas que não atendem às normas da COPASA (Norma Técnica T 180/2, e outras), portanto a CONTRATADA deverá verificar sempre as instruções disponíveis no site www.copasa.com.br;
- Caixas para sistema pluvial ou instalações hidráulicas deverão atender às especificações do projeto, normas da ABNT e recomendações deste Caderno de Encargos.

10.13.2 Caixas executadas no canteiro de obra

Com relação às caixas de alvenaria executadas no canteiro de obra, determina-se que:

- As dimensões das caixas de alvenaria, constantes da Tabela de Preços SUDECAP, referem-se às medidas internas das mesmas. Todas as caixas sejam quadradas de lados L e altura H. Exceto as caixas para registros ou hidrômetro que são retangulares com dimensões H (altura), L (largura) e C (comprimento).
- As caixas sejam confeccionadas:

- Em alvenaria de bloco de concreto;
- Com declividade de 5 % no fundo, no sentido do escoamento;
- Concreto com f_{ck} 20 Mpa.

- As tampas de concreto sejam executadas obrigatoriamente, com o uso de requadro de cantoneira de aço, conforme detalhe e especificações da Figura 30;
- As caixas tenham em qualquer situação a placa de identificação com o nome da PBH e o tipo de caixa (esgoto, água pluvial, etc.).
- As tampas devem ficar rigorosamente niveladas com o piso adjacente.

10.13.2.1 Caixa de alvenaria para registro no piso

Quando especificada no projeto hidráulico, será utilizada a caixa de alvenaria para acomodação de um registro ou hidrômetro.

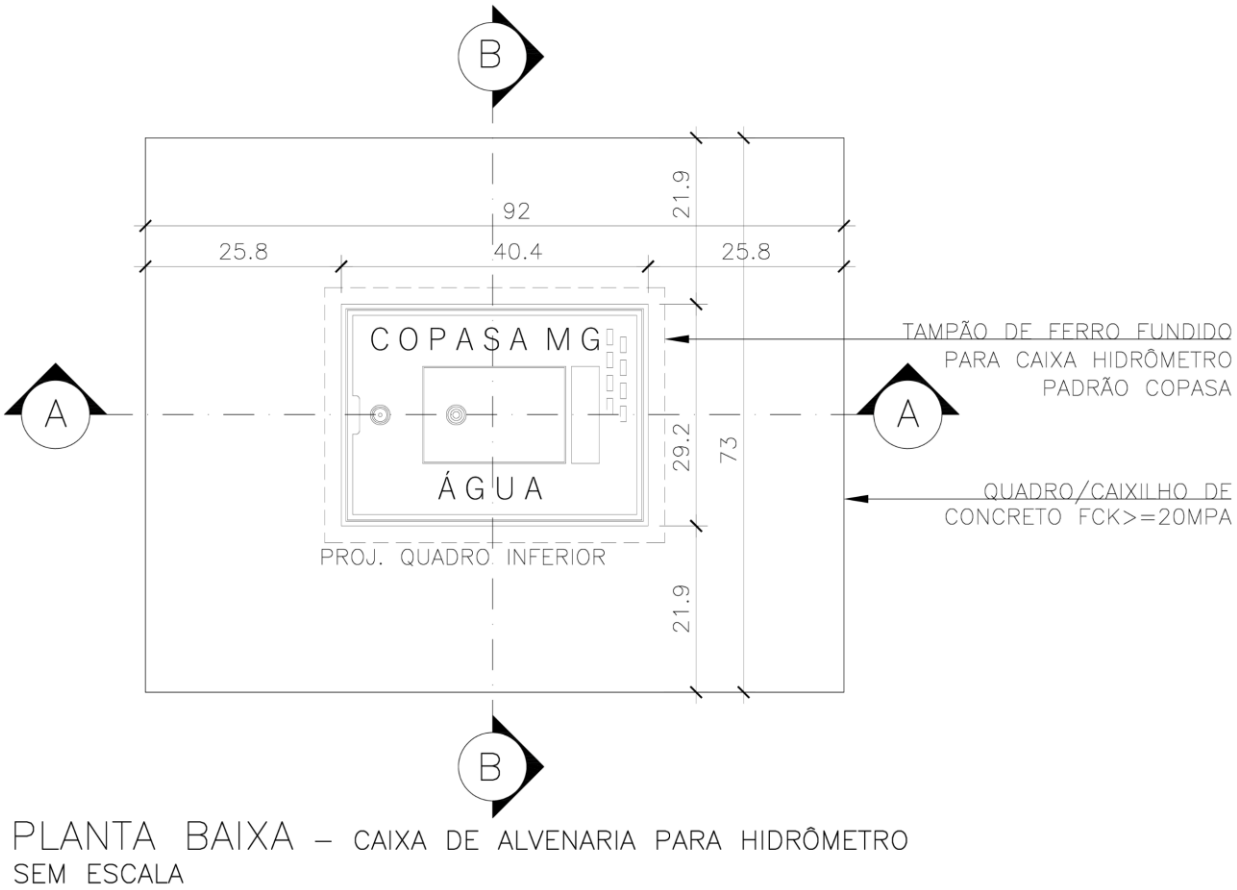
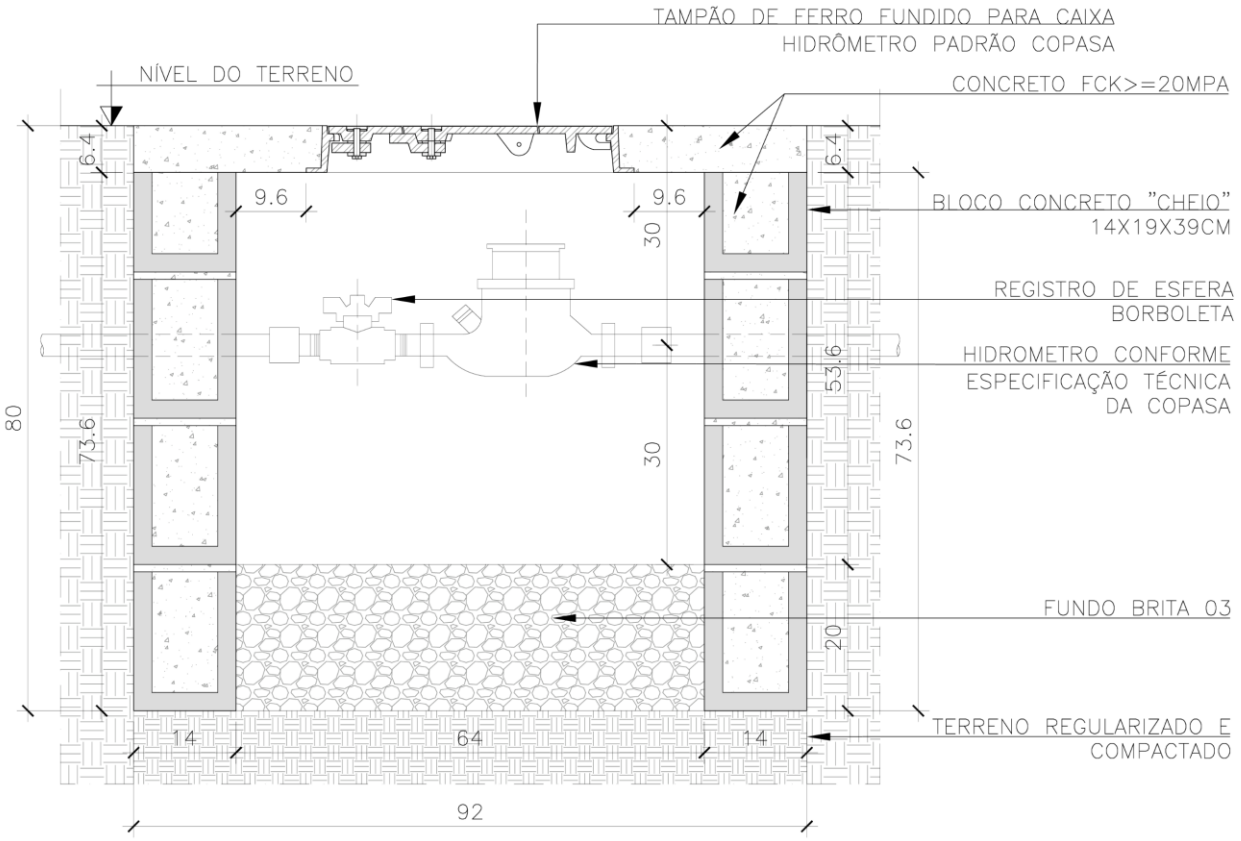
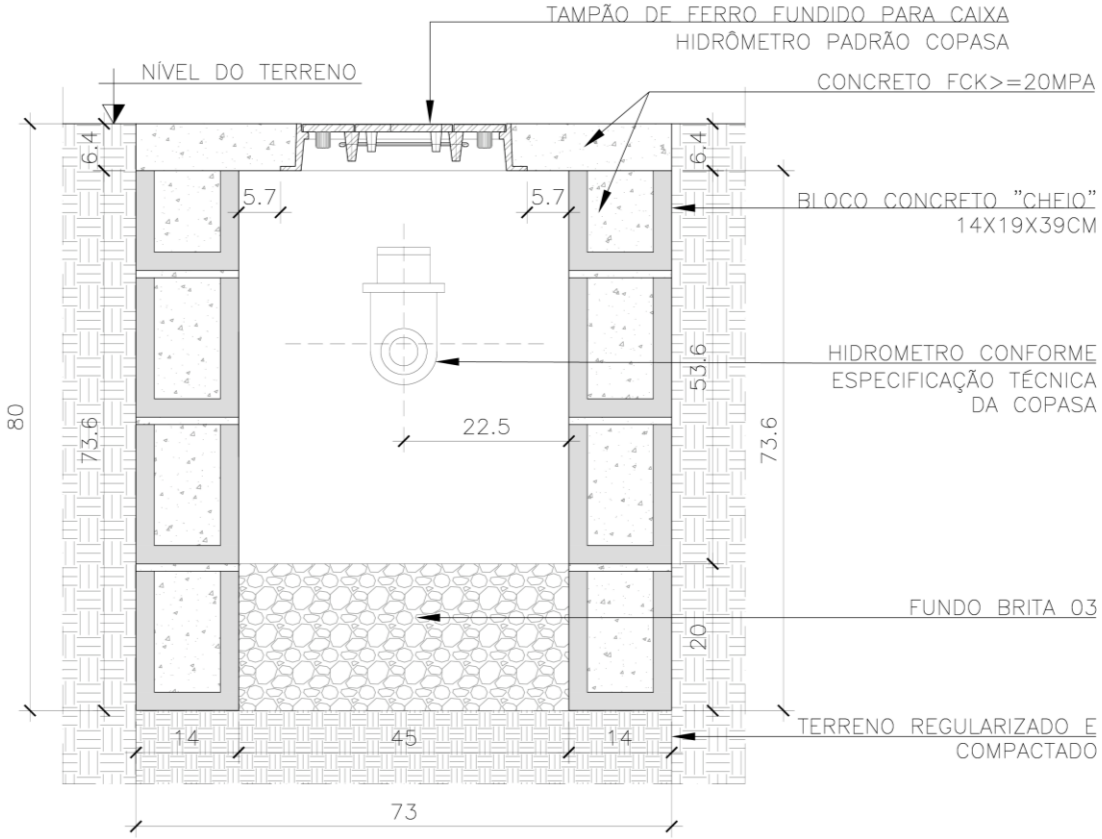


Figura 26 - Caixa de alvenaria para registro ou hidrômetro - Planta. Fonte: Elaboração própria.
Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.



CORTE AA – CAIXA DE ALVENARIA PARA HIDRÔMETRO
SEM ESCALA



CORTE BB – CAIXA DE ALVENARIA PARA HIDRÔMETRO
SEM ESCALA

Figura 27 - Caixa de alvenaria para registro ou hidrômetro - Cortes. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.

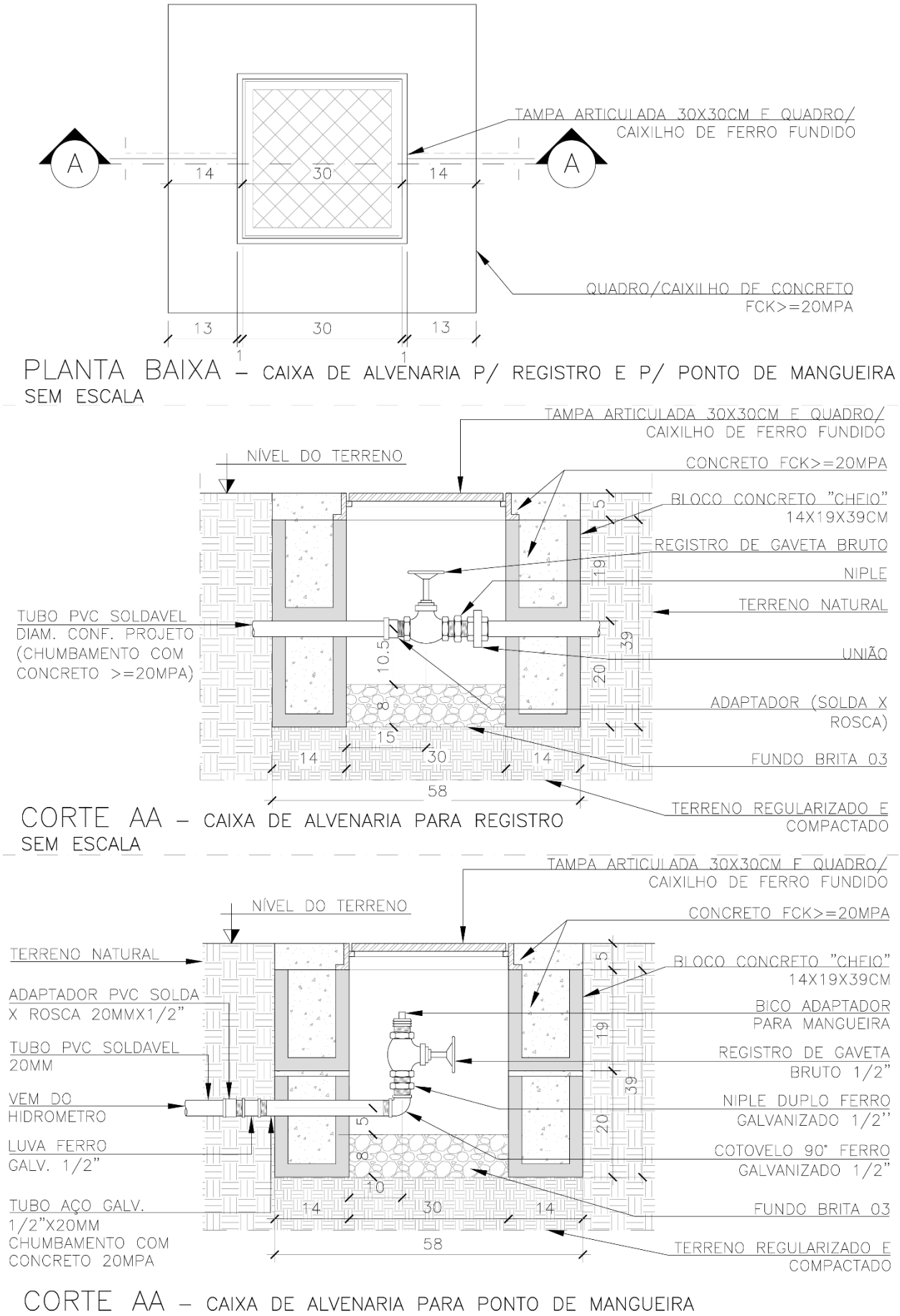


Figura 28 - Planta e cortes da caixa de alvenaria para registro ou hidrômetro. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.

10.13.2.2 Caixa de gordura

Caixa destinada, exclusivamente, à retenção de gordura. É classificada pela NBR 8160 em quatro tipos distintos, em função do número de usuários, a saber: caixa de gordura simples, pequena, dupla e especial. Ao ser construída na própria obra deverá possuir paredes em alvenaria e fundo e tampa em concreto. Por ser uma caixa do sistema sanitário deve atender às dimensões e diretrizes da COPASA.

10.13.2.3 Caixa sifonada

Peça da instalação de esgotos que recebe as águas servidas de lavatórios, banheiras, box, tanques e pias, ao mesmo tempo em que impede o retorno dos gases contidos nos esgotos para os ambientes internos dos compartimentos. Além disso, permite recolher as águas provenientes de lavagem de pisos e protege a instalação contra a entrada de insetos e roedores devido ao fecho hídrico. Os detritos, porventura existentes, se depositam no fundo, o que permite a sua inspeção e limpeza com certa facilidade. Por ser uma caixa do sistema sanitário deve atender às dimensões e diretrizes da COPASA.

Para a instalação da caixa deve-se observar o seguinte:

- As aberturas para as tubulações de entrada das caixas serão realizadas com serra copo no diâmetro de entrada da caixa;
- Fazer o arremate final com uma lima meia-cana. Os furos não podem ser abertos através de pancadas de martelo ou uso de fogo sob o risco de danificar o produto;
- Soldar os tubos de esgoto nestas aberturas, com utilização de adesivo plástico. Posteriormente, instalar a tubulação de saída da caixa, através de junta soldável ou elástica.

10.13.2.4 Caixa de passagem / Caixa de inspeção

Objetiva a mudança de direção e inclinação da rede, proporcionando a correta inspeção, manutenção e desobstrução das linhas.

Toda caixa referente ao sistema sanitário deve atender às dimensões e diretrizes da COPASA.

As Figura 29 e 30 apresentam detalhes da caixa de alvenaria com tampa de concreto moldada *in loco* para caixa de esgoto sanitário.

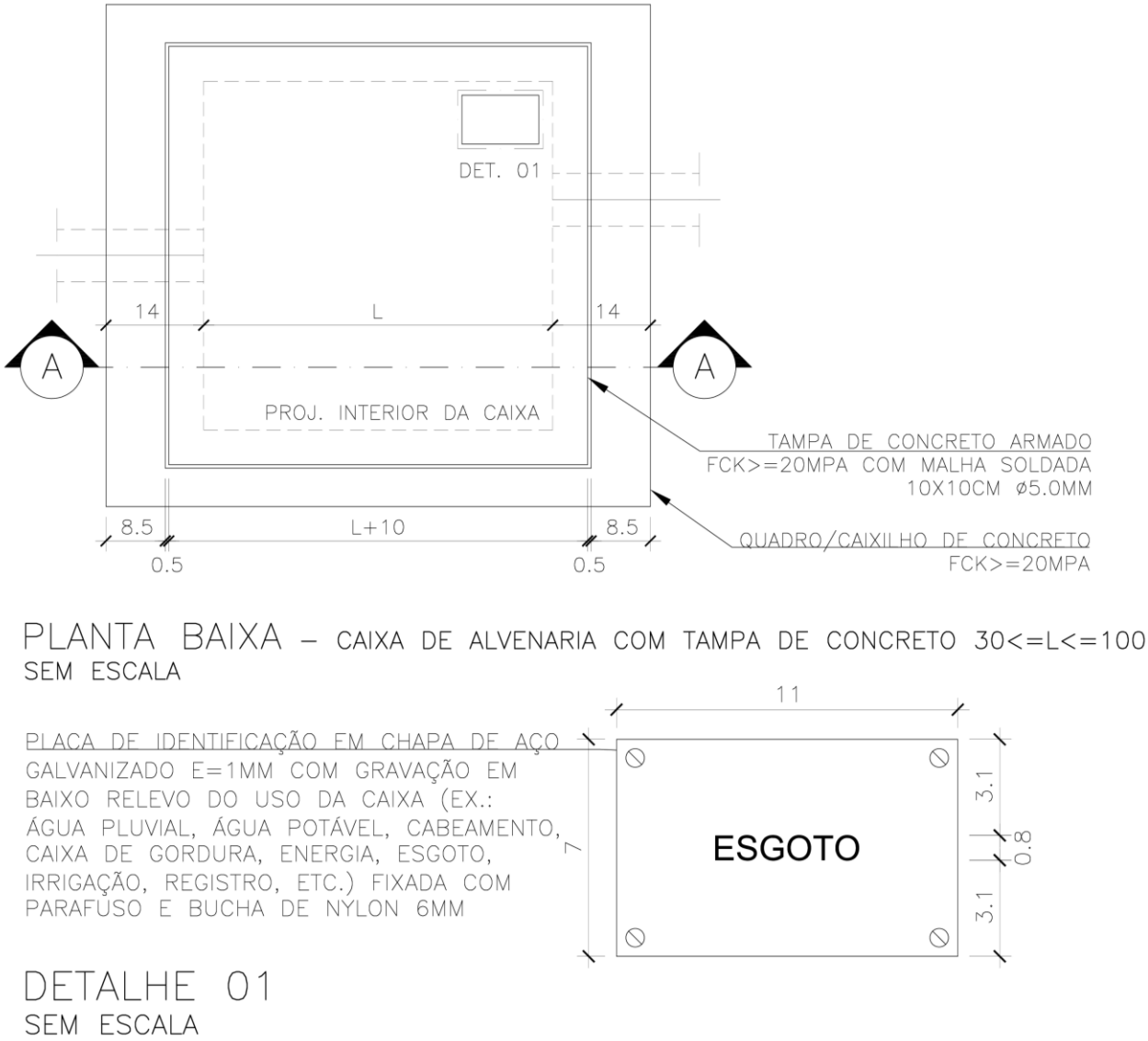


Figura 29 - Planta caixa de alvenaria para registro ou hidrômetro e detalhe da placa de identificação. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.

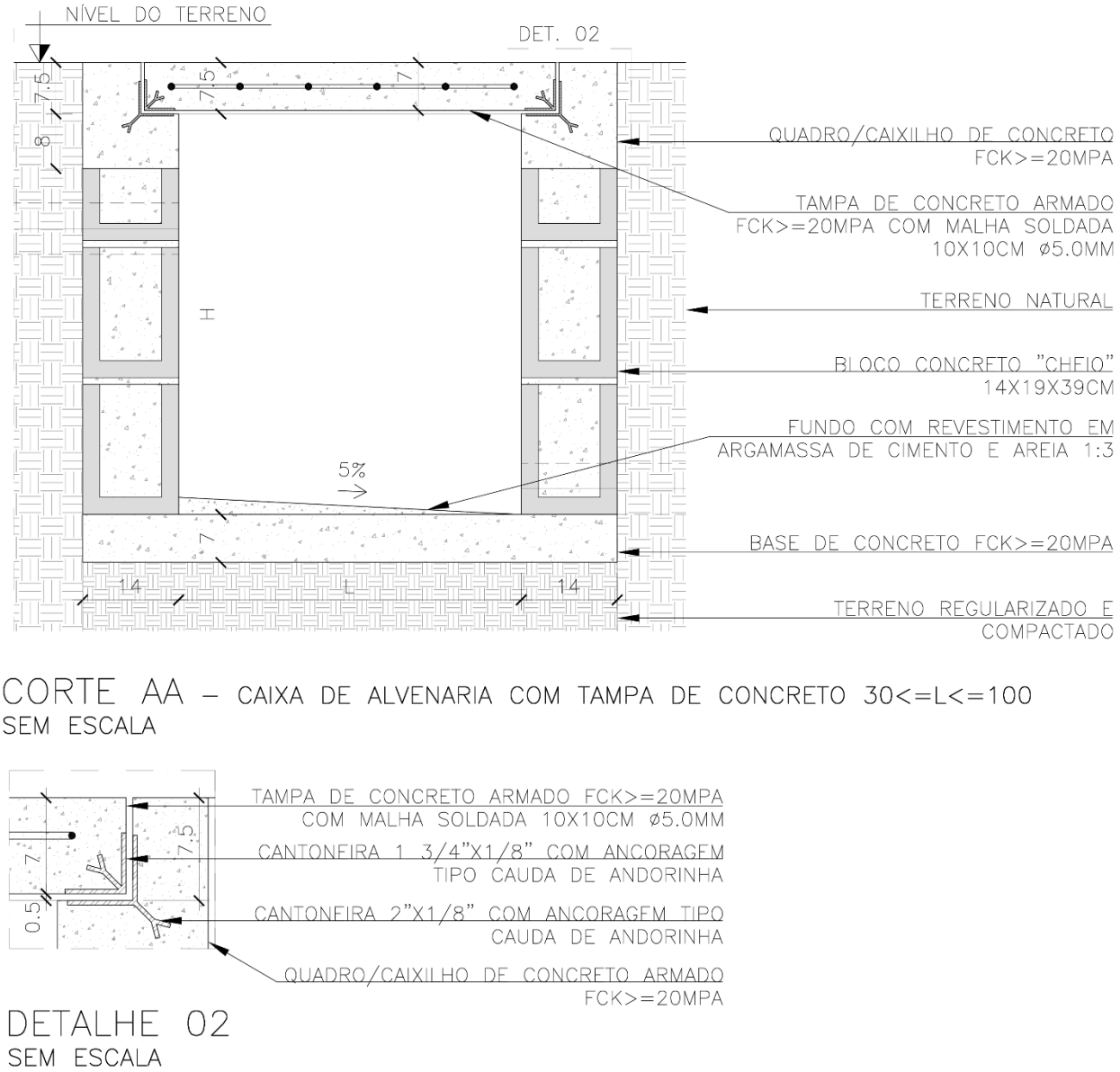
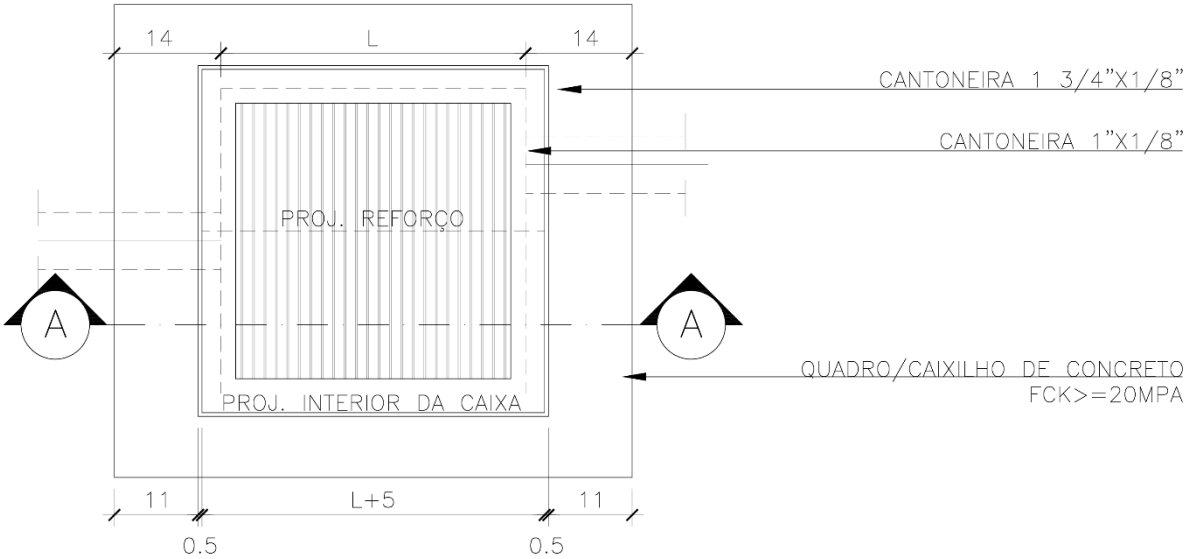


Figura 30 - Detalhe da caixa de alvenaria com tampa de concreto 30 ≤ L ≤ 100 cm. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.

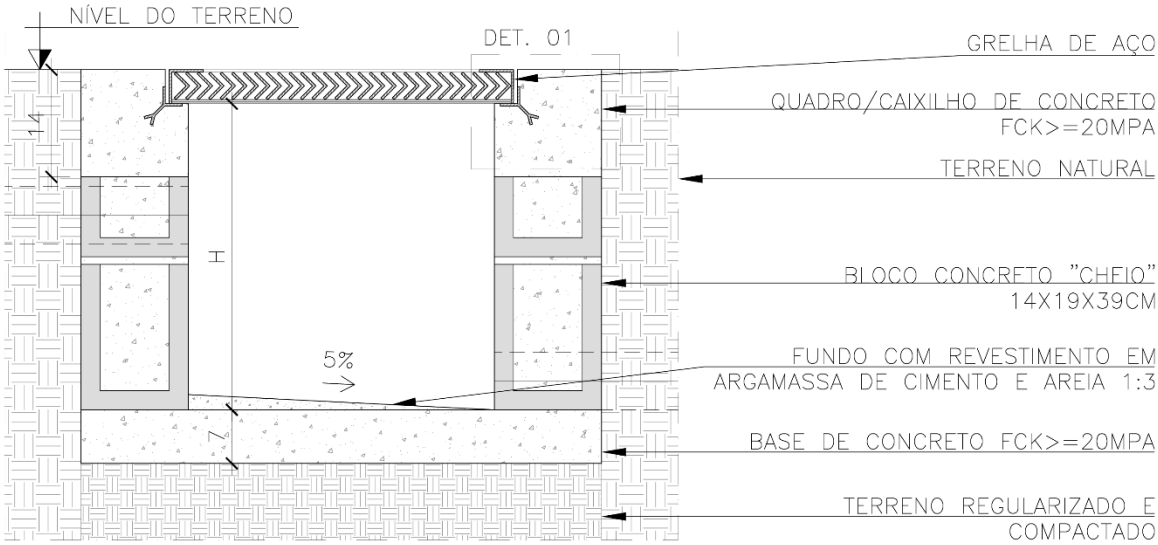
10.13.2.5 Caixa para água pluvial

A caixa de alvenaria do sistema de coleta de águas pluviais deve ser utilizada nas mudanças de direção e declividade e na coleta das redes de água pluvial. Além de permitir a correta inspeção, oferece a possibilidade de manutenção, limpeza e desobstrução das linhas. As figuras a seguir apresentam detalhes da execução de caixa moldada *in loco* para água pluvial.

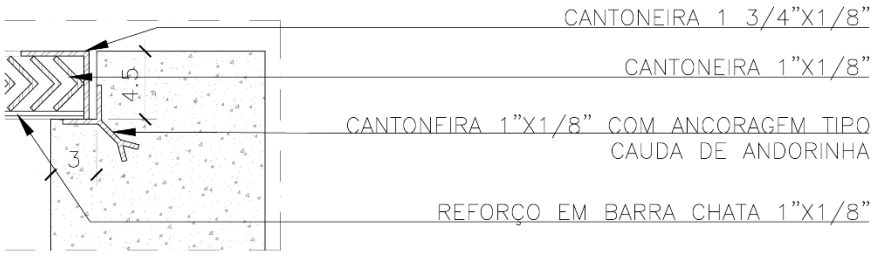


PLANTA BAIXA – CAIXA DE ALVENARIA COM GRELHA DE AÇO
SEM ESCALA

Figura 31 - Planta da caixa de alvenaria para água pluvial. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.



CORTE AA – CAIXA DE ALVENARIA COM GRELHA DE AÇO
SEM ESCALA



DETALHE 01
SEM ESCALA

Figura 32 - Detalhe de caixa de alvenaria para água pluvial. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 06/11/2024.

10.13.3 Critério de medição e pagamento

10.13.3.1 Medição

As caixas serão medidas em unidades conforme sua execução que, por sua vez, deve atender as indicações do projeto. No caso de caixas em alvenaria, a composição de custo contempla a escavação, regularização e compactação do terreno, assim como os demais materiais necessários à sua construção, excluindo-se a placa de identificação.

Para sua medição, o funcionamento das mesmas deve ser verificado.

10.13.3.2 Pagamento

O serviço será pago, aos preços unitários contratuais, contemplando mão de obra e encargos, fornecimento e instalação/execução inclusive com as tampas necessárias, de acordo com as prescrições construtivas descritas no projeto.

10.14 REFERÊNCIAS

BRASIL. Norma Regulamentadora 23 - Proteção Contra Incêndios. (Disponível em: *http://www.mte.gov.br/.* Acesso em: 08/10/2019).

CORPO DE BOMBEIROS DE MINAS GERAIS. IT 02 - Terminologia de Proteção Contra Incêndio e Pânico, Minas Gerais. (Disponível em: *http://www.bombeiros.mg.gov.br/*. Acesso em: 24/10/2022).

CORPO DE BOMBEIROS DE MINAS GERAIS. IT 16 - Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio, Minas Gerais. (Disponível em: *http://www.bombeiros.mg.gov.br*/. Acesso em: 24/10/2022).

CORPO DE BOMBEIROS DE MINAS GERAIS. IT 24 - Comercialização, distribuição e utilização de gás natural, Minas Gerais. (Disponível em: *http://www.bombeiros.mg.gov.br/normastecnicas*. Acesso em: 20/10/2022).

GASMIG. RIP - Regulamento de Instalações Prediais, Minas Gerais. (Disponível em: http://www.gasmig.com.br/Documents/Manual%20do%20Consumidor%202020.pdf/. Acesso em: 24/10/22).

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC-IBR-EDIF-051-2015. Verificar a qualidade e a quantidade dos serviços na execução de instalações prediais de água fria. Florianópolis, 2015. 6p.

NBR 8160:1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.

NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento.