

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

Projeto Executivo para Licitação e Execução de Obra

Tabela 1 – Identificação do documento

Campo	Conteúdo
Obra	Sede Administrativa do CONDER – Centro de Educação Ambiental
Proprietário / Contratante	CONDER – Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Regional CNPJ 23.773.012/0001-54
Endereço da obra	BR-282, km 640,810 – Linha Nossa Senhora Aparecida, Secção Estrada Geral Veado São Miguel do Oeste/SC – CEP 89.900-000
Imóvel	Parte do Lote Rural n.º 11 – Matrícula n.º 60.918 Área total 38.571,24 m ² Área útil edificável 29.788,96 m ²
Objeto do memorial	Sistema de drenagem pluvial do lote: valas grelhadas, caixas coletoras/bocas de lobo, rede de condutos de concreto e estrutura de dissipação de energia no ponto de lançamento
Prancha de referência	PLANTA BAIXA – PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL DO LOTE – Prancha 1/1 – Esc. indicada – 17/09/2026
Área construída total	1.193,33 m ² (conforme pranchas ARQ 1/8 a 5/8)
Área de coleta de precipitação adotada	1.500,00 m ² (indicada em projeto)
Responsáveis técnicos	Arq. Urb. Charles Dall Orsoletta – CAU A164709-1 Eng.ª Civil Deise Mara Weth – CREA/SC 157017-2 Arq. Urb. Bruna Kelly Fontana – CAU A96973-7
Empresa	AUTORES PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. CNPJ 36.177.001/0001-53 – CAU/SC PJ49023-1

1. APRESENTAÇÃO E OBJETO

1.1 Objeto

O presente Memorial Descritivo e de Cálculo tem por objeto a definição completa dos critérios de projeto, do dimensionamento hidráulico, das especificações de materiais, dos procedimentos de execução, dos ensaios de aceitação e das rotinas de operação e manutenção do SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL do lote onde se implanta a Sede Administrativa do CONDER – Centro de Educação Ambiental, situada na BR-282, km 640,810, Linha Nossa Senhora Aparecida, Seção Estrada Geral Veado, no município de São Miguel do Oeste, Estado de Santa Catarina.

Este documento integra o projeto executivo e é parte indissociável da prancha “PLANTA BAIXA – PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL DO LOTE”, escala indicada, datada de 17/09/2026. Foi redigido com o grau de detalhamento exigido para instruir procedimento licitatório regido pela Lei Federal n.º 14.133, de 1.º de abril de 2021, de modo que o licitante disponha de todos os elementos necessários à correta composição de preços e que o executante disponha de todos os elementos necessários à execução da obra sem dúvidas de interpretação.

Nos termos do art. 6.º, inciso XXV, da Lei n.º 14.133/2021, o projeto executivo deve conter os elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas da ABNT. Onde a prancha gráfica, por sua natureza sintética, não puder esgotar a descrição de um serviço, prevalece a descrição contida neste memorial, que a complementa e a detalha.

1.2 Justificativa da elaboração do sistema

A edificação implanta-se em lote rural de topografia inclinada, com área útil edificável de 29.788,96 m², em região de precipitação pluviométrica elevada e bem distribuída ao longo do ano. A concentração das águas pluviais provenientes das coberturas, dos pavimentos, das calçadas, do estacionamento coberto e das áreas de aterro, se lançada de forma difusa e sem controle de velocidade, produziria erosão progressiva do solo, solapamento de aterros, carreamento de sedimentos e comprometimento da estabilidade das áreas lindeiras e da faixa de domínio da rodovia federal.

O sistema ora memorializado destina-se, portanto, a: (i) interceptar as águas pluviais na origem, junto às coberturas e aos pavimentos; (ii) conduzi-las de forma confinada e controlada por rede de condutos de concreto; e (iii) lançá-las em ponto único, previamente definido, através de estrutura de dissipação de energia que reduz a velocidade do escoamento a valores não erosivos antes da devolução das águas ao terreno natural.

1.3 Responsabilidade técnica

Tabela 2 – Equipe técnica responsável

Profissional	Formação / Registro	Atribuição no projeto
Charles Dall Orsoletta	Arquiteto e Urbanista – CAU A164709-1	Responsável técnico geral; concepção e coordenação

Profissional	Formação / Registro	Atribuição no projeto
Deise Mara Weth	Engenheira Civil – CREA/SC 157017-2	Dimensionamento hidráulico e estrutural dos dispositivos
Bruna Kelly Fontana	Arquiteta e Urbanista – CAU A96973-7	Desenvolvimento de projeto e compatibilização
Andrea Costa	Designer de Interiores	Compatibilização de acabamentos e interfaces

A responsabilidade técnica está formalizada por meio do RRT n.º 17078136 (Sl17078136R01CT001), registrado junto ao CAU/SC, e pelas ARTs correspondentes às atribuições de engenharia civil. A execução da obra exigirá ART/RRT próprios de execução, a cargo da empresa contratada, nos termos da Lei n.º 5.194/1966, da Lei n.º 12.378/2010 e das resoluções do CONFEA e do CAU/BR.

1.4 Documentos de referência

Constituem documentos de referência obrigatória, a serem lidos em conjunto com este memorial:

- **Prancha de drenagem pluvial 1/1** – planta baixa do lote, detalhe da grelha e boca de lobo, DETALHAMENTO ESTRUTURAL ESQUEMÁTICO DA CAIXA COLETORA / BOCA DE LOBO (corte A-A, planta, armadura da laje superior, armadura da laje de fundo, armadura das paredes, detalhe do grelhado, resumo das armaduras e notas) e detalhamento da estrutura de dissipação para saída pluvial;
- **Projeto arquitetônico** – pranchas ARQ 1/8 a 8/8, datadas de 29/07/2026, das quais decorrem as áreas de cobertura, os pavimentos e as cotas de implantação;
- **Projeto de movimentação de terra** – projeto específico que define os três aterros da gleba (sede, Jardim das Bandeiras e entrada), suas cotas finais, taludes e critérios de compactação;
- **Projeto hidrossanitário** – pranchas HIDRÁ e SANI, que definem as descidas pluviais das coberturas pelo shaft, as duas cisternas de 15.000 L de reaproveitamento e o sistema de tratamento de esgoto, o qual não se comunica com a rede pluvial;
- **Projeto estrutural** – que define as fundações, os blocos e as interferências enterradas a serem respeitadas pela rede de drenagem;
- **Projeto paisagístico** – que define as áreas vegetadas, a irrigação superficial e o tratamento de superfície das áreas de infiltração;
- **Projeto elétrico** – que define os eletrodutos enterrados, o aterramento e as interferências a serem respeitadas.

1.5 Limites de responsabilidade dos projetistas

Cláusula de limite de responsabilidade

A responsabilidade dos projetistas subscritores restringe-se estritamente ao conteúdo expresso nas pranchas do projeto e neste memorial. Não se estende a: serviços, soluções, materiais ou métodos construtivos não previstos nestes documentos; alterações executadas em obra sem prévia autorização escrita dos projetistas; execução em desacordo com as especificações aqui estabelecidas; condições de subsolo, lençol freático, rocha ou interferências não reveladas nos levantamentos disponíveis; obras, projetos ou intervenções situados na faixa de domínio do DNIT, os quais, quando elaborados, o foram a pedido e por solicitação expressa do CONDER, sem que os projetistas respondam por sua aprovação ou execução. QUALQUER ALTERAÇÃO

SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO, POR ESCRITO, DOS PROJETISTAS, EXIME-OS DE QUALQUER RESPONSABILIDADE. Em caso de dúvida quanto à interpretação de qualquer item do projeto ou deste memorial, a consulta prévia aos projetistas e à fiscalização da obra é OBRIGATÓRIA, antes da execução do serviço.

1.6 Conferência de níveis e hierarquia dos documentos

Conferência obrigatória de níveis em campo

TODAS as cotas, níveis, profundidades, declividades e distâncias indicadas no projeto e neste memorial DEVEM SER CONFERIDAS NO LOCAL antes do início de cada serviço, por levantamento topográfico executado pela contratada e aprovado pela fiscalização. Constatada qualquer divergência entre o projeto e a realidade de campo — em especial nas cotas de fundo de vala, nas cotas de soleira das caixas, na declividade dos trechos e na cota de lançamento no dissipador — o serviço DEVE SER PARALISADO no trecho afetado e os projetistas e a fiscalização DEVEM SER IMEDIATAMENTE CONSULTADOS, por escrito, para definição da solução. É vedado ao executante adotar solução própria.

Em caso de divergência entre documentos, prevalece a seguinte ordem hierárquica: (1) determinação escrita superveniente dos projetistas, emitida no curso da obra; (2) este memorial descritivo e de cálculo; (3) desenhos de detalhe em escala maior; (4) desenhos gerais em escala menor; (5) cotas escritas sobre medidas escalimetradas — as cotas escritas prevalecem sempre sobre a medição gráfica do desenho.

2. NORMAS, LEIS E REFERÊNCIAS TÉCNICAS APLICÁVEIS

A execução de todos os serviços objeto deste memorial subordina-se integralmente às normas e à legislação a seguir relacionadas, em suas edições vigentes na data da licitação. A relação não é exaustiva: aplicam-se subsidiariamente todas as demais normas da ABNT pertinentes aos serviços contratados.

2.1 Normas técnicas brasileiras – projeto e dimensionamento hidráulico

Tabela 3 – Normas de projeto hidráulico e de drenagem

Norma	Título / objeto	Aplicação neste projeto
ABNT NBR 10844	Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento	Intensidade de projeto, período de retorno, coeficiente de escoamento, vazões de contribuição das coberturas, calhas e condutores
ABNT NBR 15645	Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubulações de concreto	Execução de valas, berço, assentamento, juntas, reaterro e ensaios da rede
ABNT NBR 8890	Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários – Requisitos e métodos de ensaio	Especificação, classe de resistência e recebimento dos tubos de concreto
ABNT NBR 12266	Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana	Geometria das valas, escoramento, largura mínima, reaterro
ABNT NBR 9814	Execução de rede coletora de esgoto sanitário	Procedimentos gerais de assentamento aplicáveis por analogia
ABNT NBR 9649	Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário	Critérios de velocidade, recobrimento e traçado aplicáveis por analogia
ABNT NBR 12207	Projeto de interceptores de esgoto sanitário	Critérios de escoamento em condutos livres
ABNT NBR 9050	Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	Grelhas em rotas acessíveis: vãos máximos e orientação das barras
ABNT NBR 16416	Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos	Aplicável caso a fiscalização opte por superfícies permeáveis complementares
ABNT NBR 15527	Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis	Interface com as cisternas de 15.000 L previstas em projeto hidráulico

2.2 Normas técnicas brasileiras – materiais, estruturas e geotecnia

Tabela 4 – Normas de materiais, concreto, aço e geotecnia

Norma	Título / objeto	Aplicação neste projeto
ABNT NBR 6118	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento	Caixas coletoras, valas grelhadas, muros e laje do dissipador de energia
ABNT NBR 12655	Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação	Dosagem, controle tecnológico e aceitação dos concretos
ABNT NBR 14931	Execução de estruturas de concreto – Procedimento	Fôrmas, armação, lançamento, adensamento e cura
ABNT NBR 7211	Agregados para concreto – Especificação	Recebimento de areia e brita
ABNT NBR 5738 / NBR 5739	Moldagem e cura de corpos de prova / Ensaio de compressão	Controle tecnológico do concreto
ABNT NBR 7480	Aço destinado a armaduras para concreto armado	Armaduras CA-50 e CA-60
ABNT NBR 6122	Projeto e execução de fundações	Apoio das estruturas do dissipador e das caixas sobre solo ou aterro

Norma	Título / objeto	Aplicação neste projeto
ABNT NBR 5681	Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações	Aterros sob e ao redor da rede de drenagem
ABNT NBR 7182	Solo – Ensaio de compactação (Proctor)	Definição da massa específica aparente seca máxima de referência
ABNT NBR 7185 / NBR 9813	Determinação da massa específica aparente in situ (frasco de areia / cilindro de cravação)	Verificação do grau de compactação do reaterro
ABNT NBR 6459 / 7180 / 7181	Limite de liquidez / limite de plasticidade / análise granulométrica	Caracterização e aceitação do solo de reaterro
ABNT NBR 9061	Segurança de escavação a céu aberto	Escavação de valas e cavas, taludamento e escoramento
ABNT NBR 11682	Estabilidade de encostas	Taludes do aterro e área a jusante do dissipador
ABNT NBR 8800 / NBR 8261 / NBR 6355	Projeto de estruturas de aço / perfis tubulares / perfis formados a frio	Gradis, grelhas e requadros metálicos
ABNT NBR 6323	Galvanização por imersão a quente	Proteção anticorrosiva das grelhas e gradis
ABNT NBR 12716 / ISO 12944	Proteção de estruturas de aço contra corrosão por sistemas de pintura	Sistema de pintura anticorrosiva alternativa à galvanização

2.3 Legislação aplicável

Tabela 5 – Legislação federal, estadual e municipal

Diploma legal	Objeto e incidência
Lei Federal n.º 14.133/2021	Licitações e contratos administrativos. Define o conteúdo mínimo do projeto básico e executivo (art. 6.º, XXV), a obrigatoriedade de especificação completa dos serviços e o regime de garantia da obra
Lei Federal n.º 11.445/2007 (alterada pela Lei n.º 14.026/2020)	Diretrizes nacionais do saneamento básico; define a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas como componente do saneamento básico
Lei Federal n.º 12.651/2012	Código Florestal. Observância das Áreas de Preservação Permanente na definição do ponto de lançamento e da faixa non aedificandi
Lei Federal n.º 9.503/1997 e normativos do DNIT	Faixa de domínio da BR-282; Resolução DG/DNIT n.º 07/2021 quanto a acessos; vedação de lançamento não autorizado de águas pluviais na faixa de domínio
Lei Federal n.º 6.938/1981 e Resolução CONAMA n.º 237/1997	Política Nacional do Meio Ambiente e licenciamento ambiental
Resolução CONAMA n.º 307/2002	Gestão dos resíduos da construção civil gerados na obra
Lei Complementar Municipal n.º 002/2011 – São Miguel do Oeste	Plano Diretor, parâmetros urbanísticos, taxa de permeabilidade mínima e Estudo de Impacto de Vizinhança
Código de Obras e Posturas do Município de São Miguel do Oeste	Condições de lançamento de águas pluviais e obrigações do proprietário quanto ao escoamento superficial
Lei Federal n.º 5.194/1966 e Lei n.º 12.378/2010	Regulamentação do exercício profissional da Engenharia e da Arquitetura; ART e RRT de projeto e de execução
Lei Federal n.º 8.078/1990 – Código de Defesa do Consumidor e Lei n.º 10.406/2002 – Código Civil (art. 618)	Garantia quinquenal da solidez e segurança da obra

2.4 Normas regulamentadoras de segurança e saúde do trabalho

- **NR-1** – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais (PGR);
- **NR-6** – Equipamentos de proteção individual;
- **NR-10** – Segurança em instalações e serviços em eletricidade, quando houver interferência com a rede elétrica enterrada;

- **NR-11** – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais — aplicável à manobra dos tubos de concreto;
- **NR-12** – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos;
- **NR-18** – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, com ênfase nos itens relativos a escavações, fundações e desmonte;
- **NR-33** – Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados — obrigatória para qualquer entrada em caixa coletora, poço de visita ou trecho de galeria;
- **NR-35** – Trabalho em altura — aplicável às bordas de vala com profundidade superior a 2,00 m e aos taludes.

2.5 Referências técnicas complementares

- BACK, Á. J. Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense, Epagri, 2021 — fonte da precipitação máxima diária anual adotada para São Miguel do Oeste;
- BACK, Á. J. Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri;
- CETESB. Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo — método de desagregação da chuva de um dia;
- DAEE/CETESB. Equações de chuvas intensas e critérios de microdrenagem;
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais — critérios de velocidade, recobrimento e dispositivos de dissipação;
- DNIT. Manual de Drenagem de Rodovias, Publicação IPR-724 — dimensionamento de bueiros, dissipadores de energia e bacias de amortecimento;
- DNIT. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem, Publicação IPR-715;
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/ABRH;
- Epagri/Ciram. Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina — normais climatológicas do Oeste catarinense.

3. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE DRENAGEM

3.1 Concepção adotada

O sistema foi concebido segundo o princípio do controle na origem com condução confinada e lançamento único controlado. As águas pluviais são captadas o mais próximo possível do ponto onde são geradas — junto às faces da edificação, das calçadas e dos pavimentos — por meio de valas grelhadas contínuas; são conduzidas a caixas coletoras que funcionam simultaneamente como bocas de lobo e caixas de inspeção; destas seguem, por rede de tubos de concreto enterrados, até a estrutura de dissipação de energia localizada no extremo sul do lote, onde a energia cinética do escoamento é quebrada por blocos de concreto antes da devolução das águas ao terreno natural.

A nota constante da prancha é parte integrante desta concepção e é aqui reproduzida com força normativa: “Toda a água pluvial captada no lote deverá ser direcionada, por meio das tubulações e dispositivos de drenagem previstos em projeto, até o dissipador, garantindo o lançamento controlado das águas pluviais e reduzindo a velocidade do escoamento, de forma a evitar erosões e danos no ponto de descarga.”

As águas captadas são de duas origens, conforme expressamente consignado em projeto: (i) águas provenientes da EDIFICAÇÃO — coberturas, coberturas metálicas do estacionamento, pergolados e pavimentos — e (ii) águas provenientes do SOLO, isto é, o escoamento superficial das áreas de aterro, dos taludes e das áreas vegetadas a montante das valas grelhadas.

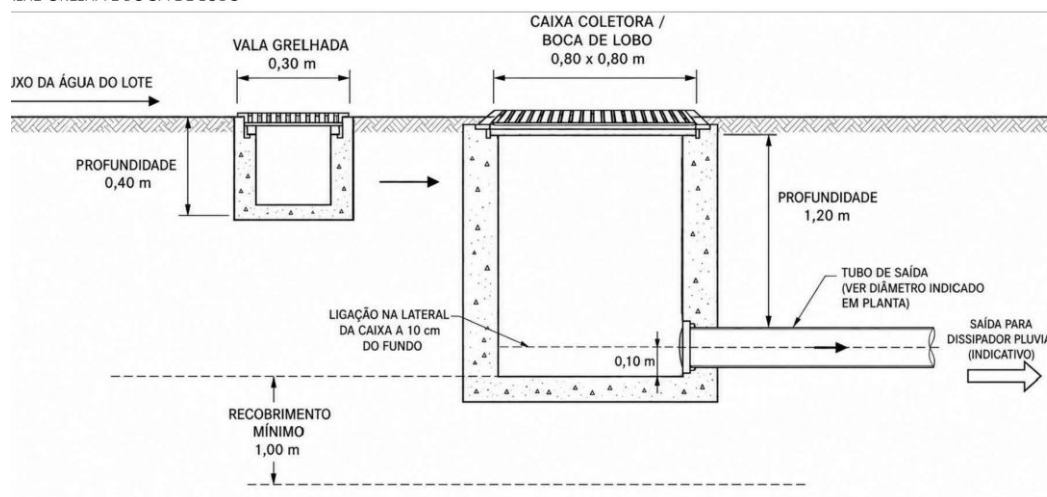
3.2 Componentes do sistema

Tabela 6 – Componentes do sistema de drenagem pluvial

Componente	Características geométricas	Função
Vala grelhada (canaleta de captação)	Seção interna 0,30 m de largura x 0,40 m de profundidade (0,30 x 0,30 m em planta), em concreto armado moldado in loco, com laje de fundo e laje superior armadas conforme o detalhamento estrutural esquemático da prancha, coberta por grelhado em barras chatas de aço	Captação linear contínua do escoamento superficial das coberturas e dos pavimentos junto às faces da edificação
Caixa coletora / boca de lobo	Dimensões internas 0,80 m x 0,80 m; profundidade 1,20 m; paredes, laje de fundo e laje superior em concreto armado conforme o detalhamento estrutural esquemático da prancha; tampa em grelhado de barras chatas de aço; saída lateral a 0,10 m do fundo, com diâmetro conforme indicado em planta	Recepção do escoamento das valas, retenção de sedimentos na caixa de areia formada pelos 0,10 m inferiores, inspeção e manutenção da rede
Rede de condutos	Tubos de concreto DN 600 e DN 800, assentados com declividade de 3%, conforme indicado em planta	Condução confinada das águas até o ponto único de lançamento
Poços de visita / caixas intermediárias	Caixas 0,80 m x 0,80 m nos pontos de mudança de direção, de declividade e de diâmetro, e nos alinhamentos retos a cada 50 m	Inspeção, desobstrução e manutenção da rede
Estrutura de dissipação de energia	Comprimento total 7,50 m; largura interna 4,00 m; altura total 2,20 m; muros laterais em concreto armado; 12 blocos dissipadores de	Quebra da energia cinética do escoamento e proteção do terreno natural contra erosão no ponto de descarga

Componente	Características geométricas	Função
	concreto maciço 0,40 x 0,40 x 0,40 m; tubo de entrada de concreto Ø 1,00 m	
Revestimento de proteção a jusante	Enrocamento em pedra de mão / rachão sobre manta geotêxtil, conforme item 8.13	Proteção do terreno natural imediatamente a jusante da saída livre do dissipador

ALHE GRELHA E BOCA DE LOBO



ESCALA

Figura 1 – Detalhe da vala grelhada e da caixa coletora / boca de lobo — recorte da prancha de drenagem pluvial. Observar a vala de 0,30 m de largura e 0,40 m de profundidade, a caixa de 0,80 x 0,80 m com 1,20 m de profundidade, a saída posicionada a 0,10 m do fundo (caixa de areia), com diâmetro conforme indicado em planta, e o recobrimento mínimo de 1,00 m sobre a geratriz superior do tubo.

3.3 Sequência do escoamento

1. Precipitação sobre as coberturas → calhas e condutores verticais (descidas pelo shaft, conforme projeto hidráulico) → parcela derivada às duas cisternas de 15.000 L para reúso → extravasor das cisternas e excedente lançados nas valas grelhadas;
2. Precipitação sobre pavimentos, calçadas, estacionamento coberto e áreas de aterro → escoamento superficial dirigido pelas declividades de piso → valas grelhadas longitudinais nas duas faces longitudinais da edificação;
3. Valas grelhadas → caixas coletoras / bocas de lobo 0,80 x 0,80 m posicionadas nas extremidades e nos pontos de convergência;
4. Caixas coletoras → rede de tubos de concreto DN 600 / DN 800, com declividade de 3%, em direção ao sul do lote;
5. Rede de condutos → caixas intermediárias de inspeção ao longo do traçado;
6. Trecho final da rede → tubo de entrada Ø 1,00 m da estrutura de dissipação;
7. Estrutura de dissipação (blocos de concreto) → saída livre para o terreno natural, com velocidade reduzida a valor não erosivo.

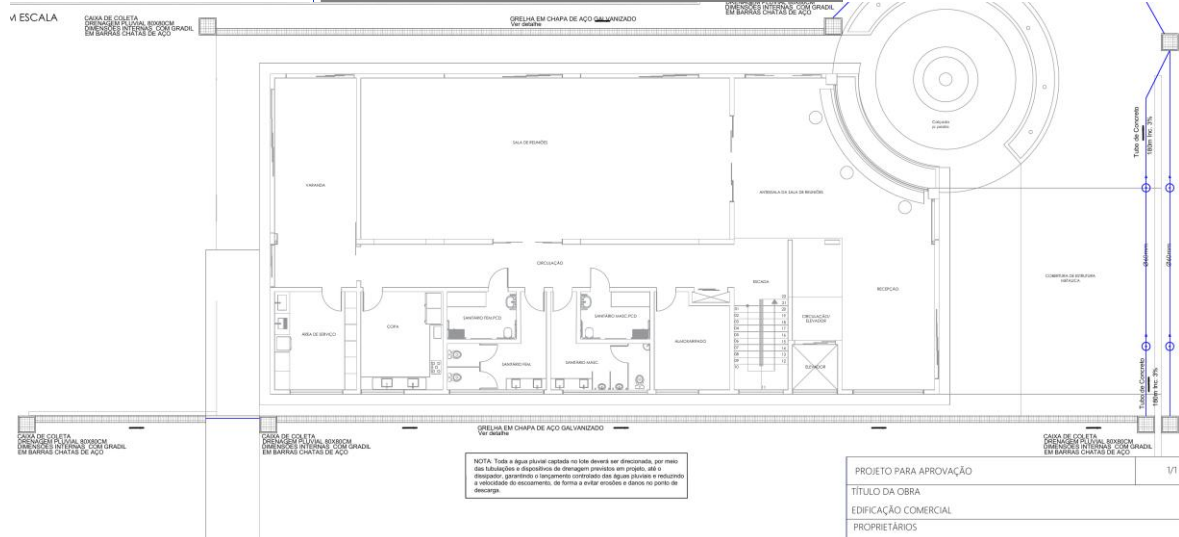


Figura 2 – Planta baixa do térreo com o traçado da drenagem pluvial — recorte da prancha de referência. Observar as valas grelhadas longitudinais nas duas faces da edificação, as caixas coletoras 0,80 x 0,80 m nas extremidades e o encaminhamento dos condutos para o tronco principal, à direita.

3.4 Interface com o aterro e com a movimentação de terra

A edificação implanta-se sobre área objeto de aterro, definido em projeto específico de movimentação de terra. Essa condição impõe cuidados que são CONDIÇÃO DE ACEITAÇÃO dos serviços de drenagem e cujo descumprimento acarreta recalque diferencial da rede, desalinhamento de juntas, ruptura de tubos e infiltração concentrada na massa de aterro, com risco de instabilização.

Regra de precedência entre aterro e drenagem

O aterro deve estar **INTEGRALMENTE CONCLUÍDO, COMPACTADO E APROVADO** — com laudos de grau de compactação emitidos e aceitos pela fiscalização, conforme a ABNT NBR 5681 — **ANTES** da escavação das valas e do assentamento da rede de drenagem no trecho correspondente. É **EXPRESSAMENTE VEDADO** assentar tubulação sobre aterro em execução, sobre aterro não compactado, sobre solo em bota-fora ou sobre material orgânico. É igualmente vedado utilizar a vala de drenagem como caminho de serviço para tráfego de equipamentos de terraplenagem.

Onde a rede cruzar a transição entre terreno natural e aterro, ou entre solo e rocha — condição prevista neste terreno, descrito como rochoso, com camada de solo da ordem de 0,40 m em alguns pontos e rocha aparente em outros —, deverá ser executada transição gradual do berço de assentamento em extensão mínima de 3,00 m para cada lado do ponto de mudança, conforme item 8.6, de modo a evitar concentração de tensões e recalque diferencial na tubulação. Nessa situação, a consulta prévia aos projetistas é obrigatória.

Nos trechos em que não houver profundidade de solo suficiente para a abertura da vala na cota de projeto, admite-se o desmonte de rocha, por processo mecânico ou por detonação controlada, este último somente mediante projeto específico de desmonte, blaster habilitado, plano de fogo, licenciamento junto ao Exército Brasileiro (Sistema de Fiscalização de Produtos Controlados) e comunicação prévia à fiscalização e aos vizinhos, com monitoramento de vibração conforme ABNT NBR 9653.

3.5 Interfaces com os demais projetos

Tabela 7 – Interfaces e cuidados de compatibilização

Projeto / sistema	Interface	Cuidado exigido em obra
Hidráulico – águas pluviais da cobertura	Descidas pelo shaft e extravasores das cisternas	Conferir cotas de chegada dos condutores nas valas grelhadas; impedir lançamento sobre o piso acabado
Hidráulico – cisternas de reúso	Duas cisternas de 15.000 L	O extravasor da cisterna deve ser conectado à vala grelhada mais próxima, com dispositivo que impeça retorno
Sanitário – ETE	Fossas, filtros, clorador e valas de infiltração, a cerca de 116 m da edificação	É ABSOLUTAMENTE VEDADA qualquer interligação entre a rede pluvial e a rede de esgoto. Manter afastamento horizontal mínimo de 3,00 m entre as valas de infiltração e a rede pluvial
Estrutural	Fundações, blocos e vigas baldrame	Nenhuma vala de drenagem pode ser escavada dentro do bulbo de tensões das fundações sem verificação prévia do projetista estrutural
Elétrico	Eletrodutos enterrados e malha de aterramento	Cadastrar as interferências antes da escavação; manter afastamento vertical mínimo de 0,20 m nos cruzamentos, com proteção mecânica
Paisagismo	Áreas vegetadas e irrigação superficial	Vedado o plantio de espécies de raiz agressiva a menos de 2,00 m do eixo da rede
Movimentação de terra	Três aterros da gleba	Precedência obrigatória conforme item 3.4
Pavimentação e calçadas	Declividades de piso	As declividades de piso devem direcionar o escoamento para as valas grelhadas, com caimento mínimo de 0,5%

3.6 Possibilidade de relocação dos dispositivos

A locação dos dispositivos indicada em planta é a solução tecnicamente recomendada pelos projetistas. Reconhece-se, contudo, que a conformação final do terreno, a execução dos aterros, a ocorrência de rocha e as necessidades operacionais do empreendimento podem, em campo, recomendar posição diversa. Ficam, por isso, expressamente admitidas as relocações a seguir.

Relocação da estrutura de dissipação

A ESTRUTURA DE DISSIPÇÃO PODERÁ SER REALOCADA, conforme critérios do fiscal da obra ou do CONDER. A relocação deve preservar: o lançamento em ponto único e controlado; a integralidade da geometria da estrutura definida no item 8.12; a proteção do terreno natural a jusante conforme o item 8.13; e a localização do lançamento dentro do imóvel, fora da faixa de domínio do DNIT, da faixa não edificável de 35,00 m da BR-282 e da área de reserva legal. Definida a nova posição, a rede deve ser reconduzida até ela com declividade e recobrimento compatíveis com os critérios do item 6.1, mediante comunicação prévia aos projetistas.

Relocação das bocas de lobo e caixas coletoras

AS BOCAS DE LOBO E CAIXAS COLETORAS PODERÃO SER REALOCADAS, dependendo do fiscal da obra e do CONDER, de modo a acompanhar as declividades reais de piso e os pontos de concentração de escoamento verificados em campo. A relocação deve preservar: a quantidade mínima de dispositivos prevista em projeto; o afastamento máximo de 50,00 m entre caixas de inspeção; a posição das caixas em todos os pontos de mudança de direção, de declividade e de diâmetro; e a capacidade de engolimento total verificada no item 6.3. A posição efetivamente executada deve ser registrada e comunicada à fiscalização.

Em ambos os casos a relocação NÃO autoriza alteração das dimensões, dos materiais, das declividades mínimas nem dos critérios de dimensionamento estabelecidos neste memorial. Havendo ampliação da área de contribuição em decorrência da nova locação, aplica-se o limite do item 6.6.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO – PRECIPITAÇÃO MÉDIA DA REGIÃO

4.1 Caracterização climática de São Miguel do Oeste

O município de São Miguel do Oeste localiza-se no extremo-oeste de Santa Catarina, em clima subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen), caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano, sem estação seca definida. A precipitação média anual da região é da ordem de 1.873 mm, com temperatura média anual de 19,7 °C.

Tabela 8 – Precipitação média mensal e anual – São Miguel do Oeste/SC

Mês	P (mm)	Mês	P (mm)	Mês	P (mm)
Janeiro	168	Maio	148	Setembro	177
Fevereiro	157	Junho	146	Outubro	218
Março	150	Julho	131	Novembro	160
Abril	138	Agosto	106	Dezembro	174
—	—	—	—	TOTAL ANUAL	1.873

O mês mais chuvoso é outubro (218 mm) e o menos chuvoso é agosto (106 mm). Ainda o mês menos chuvoso apresenta precipitação superior a 100 mm, o que caracteriza a região como de solicitação hidráulica permanente sobre o sistema de drenagem, sem período de estiagem que permita relaxamento das rotinas de manutenção.

A precipitação média mensal e anual caracteriza o regime pluviométrico e justifica a concepção do sistema, mas NÃO É a grandeza utilizada no dimensionamento hidráulico. O dimensionamento de dispositivos de drenagem emprega a CHUVA INTENSA DE PROJETO, isto é, a intensidade máxima associada a uma duração e a um período de retorno determinados, obtida conforme os itens 4.2 a 4.6 a seguir.

4.2 Precipitação máxima diária anual e período de retorno

Adota-se como grandeza de partida a precipitação máxima diária anual associada ao período de retorno de 10 anos, obtida do estudo de chuvas intensas do Estado de Santa Catarina desenvolvido pela Epagri a partir das séries históricas das estações pluviométricas estaduais, com ajuste pela distribuição de Gumbel. Para o município de São Miguel do Oeste o estudo fornece:

$$P_{1dia} (TR = 10 \text{ anos}) = 140,7 \text{ mm}$$

Fonte: BACK, Á. J. Chuvas intensas para projetos de conservação do solo e da água no estado de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense / Epagri. Valores de referência das estações vizinhas: Dionísio Cerqueira 141,1 mm; São José do Cedro 141,3 mm; Itapiranga 139,6 mm; Mondai 137,9 mm; Chapecó 132,2 mm.

A convergência dos valores das estações vizinhas — todos entre 132 e 142 mm — confirma a homogeneidade hidrológica regional e a representatividade do valor adotado.

Justificativa do período de retorno

Adota-se TR = 10 anos para o dimensionamento da rede de microdrenagem, período de retorno usual e consagrado para redes de drenagem de lotes, vias locais e áreas urbanizadas, conforme a prática técnica brasileira consolidada nos manuais de drenagem urbana. Adicionalmente, procede-se à verificação da capacidade do sistema para TR = 25

anos, período de retorno compatível com a classificação da edificação como institucional de uso público, onde o alagamento representa risco à continuidade do serviço prestado. A ABNT NBR 10844 admite $TR = 25$ anos para áreas onde o empoçamento ou o transbordamento não podem ser tolerados.

4.3 Desagregação da chuva de um dia

A partir da precipitação máxima diária são obtidas as precipitações de durações inferiores pelo método da desagregação, com os coeficientes de relação entre durações consagrados na prática brasileira (CETESB/DAEE), cuja aplicabilidade ao Estado de Santa Catarina é confirmada pelos estudos regionais de relações entre precipitações intensas de diferentes durações.

Tabela 9 – Coeficientes de desagregação adotados

Relação	Coeficiente	Relação	Coeficiente
24 h / 1 dia	1,14	20 min / 30 min	0,81
1 h / 24 h	0,42	15 min / 30 min	0,70
30 min / 1 h	0,74	10 min / 30 min	0,54
25 min / 30 min	0,91	5 min / 30 min	0,34

Desenvolvimento do cálculo ($TR = 10$ anos)

$$P_{24h} = 1,14 \times P_{1dia} = 1,14 \times 140,7 = 160,4 \text{ mm}$$

$$P_{1h} = 0,42 \times P_{24h} = 0,42 \times 160,4 = 67,4 \text{ mm}$$

$$P_{30min} = 0,74 \times P_{1h} = 0,74 \times 67,4 = 49,9 \text{ mm}$$

$$P_{10min} = 0,54 \times P_{30min} = 0,54 \times 49,9 = 26,9 \text{ mm}$$

$$P_{5min} = 0,34 \times P_{30min} = 0,34 \times 49,9 = 17,0 \text{ mm}$$

4.4 Curva intensidade–duração–frequência resultante

As intensidades são obtidas dividindo-se a altura precipitada pela duração correspondente, expressa em horas:

$$i = P / t \text{ [mm/h]}, \text{ com } t \text{ em horas}$$

Tabela 10 – Curva IDF para São Miguel do Oeste/SC – períodos de retorno de 2 a 50 anos (mm/h)

Duração t (min)	TR = 2 anos	TR = 5 anos	TR = 10 anos	TR = 25 anos	TR = 50 anos
5	112,5	157,6	203,4	285,0	367,7
10	89,3	125,2	161,5	226,3	292,0
15	77,2	108,2	139,6	195,6	252,4
20	67,0	93,8	121,1	169,7	218,9
25	60,2	84,4	108,9	152,6	196,9
30	55,1	77,3	99,7	139,7	180,3
60	37,3	52,2	67,4	94,4	121,8

Os valores para períodos de retorno distintos de 10 anos foram obtidos pela aplicação do fator de frequência $(TR/10)^{0,368}$, cujo expoente decorre do ajuste regional das equações de chuvas intensas para o Oeste de Santa Catarina. Para $TR = 25$ anos o fator é 1,401 e para $TR = 50$ anos é 1,808.

4.5 Verificação por equação regional publicada

Como aferição independente, compara-se o resultado obtido com a equação de chuvas intensas ajustada para Chapecó/SC — estação de maior série histórica da região e município de mesma unidade climática —, cujos parâmetros publicados são $K = 1.324,606$; $a = 0,368$; $b = 15,074$ e $c = 1,027$, na forma:

$$i = K \cdot TR^a / (t + b)^c \text{ [mm/h]}$$

Tabela 11 – Comparação entre métodos – TR = 10 anos

Duração	Desagregação da chuva diária local (mm/h)	Equação regional de Chapecó (mm/h)	Relação	Valor adotado
5 min	203,4	142,0	1,43	203,4
10 min	161,5	113,0	1,43	161,5
30 min	99,7	61,9	1,61	99,7
60 min	67,4	36,6	1,84	67,4

O método da desagregação conduz sistematicamente a intensidades superiores às da equação regional de Chapecó. ADOTAM-SE OS VALORES DA DESAGREGAÇÃO, por três razões: (i) partem da precipitação máxima diária do próprio município de São Miguel do Oeste, e não de município vizinho; (ii) são a favor da segurança; e (iii) incorporam margem que absorve a tendência de intensificação de eventos extremos observada nas séries recentes.

4.6 Chuva de projeto adotada

Chuva de projeto

Período de retorno de dimensionamento: TR = 10 anos.
 Duração adotada (igual ao tempo de concentração): t = 10 minutos.
 INTENSIDADE DE PROJETO: i = 161,5 mm/h.
 Verificação de capacidade em condição excepcional: TR = 25 anos, t = 10 min, i = 226,3 mm/h.
 Verificação das contribuições de cobertura conforme NBR 10844: t = 5 min, TR = 10 anos, i = 203,4 mm/h.

5. MEMORIAL DE CÁLCULO – VAZÕES DE PROJETO

5.1 Método adotado

Adota-se o Método Racional, aplicável a bacias de contribuição de pequena extensão — inferiores a 200 ha, condição amplamente satisfeita neste caso —, no qual a vazão de pico é proporcional à intensidade da chuva de duração igual ao tempo de concentração:

$$Q = C \cdot i \cdot A / 3.600 \text{ [L/s]}$$

Q = vazão de projeto (L/s); C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional); i = intensidade da chuva de projeto (mm/h); A = área de contribuição (m²)

5.2 Área de contribuição

A prancha de projeto consigna expressamente que “a área de coleta de precipitação é de 1.500 m²” e que “a água da drenagem é oriunda da edificação e do solo”. Adota-se, portanto, $A = 1.500,00 \text{ m}^2$, assim composta:

Tabela 12 – Composição da área de contribuição e do coeficiente de escoamento

Superfície	Área (m²)	C adotado	C × A	Justificativa do coeficiente
Coberturas da edificação, estacionamento coberto, pergolados e coberturas metálicas	910,00	0,95	864,50	Superfícies impermeáveis lisas — NBR 10844
Calçadas, pavimentos e pátios	400,00	0,90	360,00	Pavimentos impermeáveis
Áreas de aterro compactado, taludes e áreas gramadas contribuintes	190,00	0,40	76,00	Solo compactado com cobertura vegetal, declividade acentuada
TOTAL	1.500,00	0,87	1.300,50	Coefficiente ponderado

$$C \text{ ponderado} = 1.300,50 / 1.500,00 = 0,867 \rightarrow C \text{ adotado} = 0,90$$

Adota-se, a favor da segurança, $C = 0,90$, valor superior ao ponderado, em razão de: (i) o aterro recém-executado apresentar, nos primeiros ciclos hidrológicos, capacidade de infiltração reduzida em relação ao solo natural; (ii) a possibilidade de ampliação futura das áreas pavimentadas; e (iii) o aumento do coeficiente de escoamento com a intensidade e a duração da chuva.

5.3 Tempo de concentração

Para bacias urbanas de pequena extensão, com escoamento superficial curto e captação linear contínua junto às áreas geradoras, adota-se o tempo de concentração mínimo consagrado na prática de microdrenagem:

$$t_c = 10 \text{ minutos}$$

O valor é compatível com os percursos reais do escoamento neste lote: a maior distância entre um ponto de cobertura e a vala grelhada mais próxima, somado o percurso vertical pelos condutores, não excede alguns minutos. A ABNT NBR 10844 admite, para o cálculo de contribuição de coberturas, duração de 5 minutos; essa condição é verificada

separadamente no item 5.5, sendo mais desfavorável em intensidade, porém restrita à parcela de área de cobertura.

5.4 Vazões de projeto

Condição de dimensionamento — TR = 10 anos, t = 10 min

$$Q_{10} = 0,90 \times 161,5 \times 1.500 / 3.600 = 60,6 \text{ L/s}$$

Condição de verificação — TR = 25 anos, t = 10 min

$$Q_{25} = 0,90 \times 226,3 \times 1.500 / 3.600 = 84,9 \text{ L/s}$$

Condição de verificação — TR = 10 anos, t = 5 min

$$Q_5 = 0,90 \times 203,4 \times 1.500 / 3.600 = 76,3 \text{ L/s}$$

Tabela 13 – Resumo das vazões de projeto

Condição	TR (anos)	t (min)	i (mm/h)	C	A (m²)	Q (L/s)	Q (m³/s)
Dimensionamento da rede	10	10	161,5	0,90	1.500	60,6	0,0606
Verificação – chuva de curta duração	10	5	203,4	0,90	1.500	76,3	0,0763
Verificação – evento excepcional	25	10	226,3	0,90	1.500	84,9	0,0849

Vazão de projeto adotada

$Q_{\text{projeto}} = 85 \text{ L/s}$ (0,085 m³/s), correspondente ao evento de TR = 25 anos, adotada por segurança como vazão de referência para todas as verificações de capacidade deste memorial, embora o período de retorno de dimensionamento da rede seja de 10 anos.

5.5 Verificação da contribuição das coberturas – NBR 10844

Para as coberturas, a ABNT NBR 10844 define a vazão de projeto por:

$$Q = i \times A / 60 \text{ [L/min]}, \text{ com } A = \text{área de contribuição em m}^2$$

Considerando a área total de coberturas de 910,00 m², intensidade de 203,4 mm/h (TR = 10 anos, t = 5 min) e coeficiente de escoamento unitário para superfícies impermeáveis:

$$Q_{\text{cobertura}} = 203,4 \times 910 / 3.600 = 51,4 \text{ L/s}$$

Esta parcela está integralmente contida na vazão de projeto adotada e é conduzida pelos condutores verticais definidos no projeto hidráulico, com derivação para as duas cisternas de 10.000 L e lançamento do excedente nas valas grelhadas. O dimensionamento de calhas, condutores verticais e condutores horizontais internos à edificação é objeto do projeto hidráulico e não se repete neste memorial.

5.6 Consideração sobre a ampliação da área de contribuição

A prancha de projeto consigna que “a drenagem pode abranger mais áreas, isso poderá ser modificado, a depender do fiscal da obra e do CONDER; caso isso ocorra deverá ser redimensionado o sistema de drenagem”. Em atenção a essa previsão, o item 6.6 deste

memorial apresenta o cálculo da ÁREA MÁXIMA DE CONTRIBUIÇÃO que a rede projetada é capaz de atender sem alteração de diâmetros, de modo a permitir à fiscalização decidir, com base quantitativa, sobre a incorporação de novas áreas ao sistema.

Condição para ampliação da área drenada

Qualquer ampliação da área de contribuição além do limite calculado no item 6.6, bem como qualquer alteração de traçado, de diâmetro, de declividade ou do ponto de lançamento, EXIGE CONSULTA PRÉVIA E FORMAL AOS PROJETISTAS e o correspondente redimensionamento do sistema, com emissão de revisão do projeto e deste memorial. É VEDADA a execução de ampliação sem esse procedimento.

6. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS DISPOSITIVOS

6.1 Critérios e formulação

O escoamento em todos os dispositivos do sistema — valas grelhadas e condutos — ocorre como conduto livre, em regime permanente e uniforme, sendo dimensionado pela fórmula de Manning:

$$V = (1/n) \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)} \quad \text{e} \quad Q = V \cdot A$$

V = velocidade média (m/s); n = coeficiente de rugosidade de Manning; R = raio hidráulico (m); S = declividade longitudinal (m/m); A = área molhada (m²); Q = vazão (m³/s)

Tabela 14 – Critérios hidráulicos adotados

Parâmetro	Critério adotado	Fundamento
Coeficiente de Manning – tubo de concreto	$n = 0,013$	Valor usual para tubo de concreto de boa execução; adota-se valor conservador para tubo novo
Coeficiente de Manning – vala em concreto com grelha	$n = 0,015$	Acréscimo de rugosidade devido à grelha e à possibilidade de depósitos
Velocidade mínima (autolimpeza)	$V \geq 0,60 \text{ m/s}$	Evita sedimentação de partículas carregadas
Velocidade máxima em tubo de concreto	$V \leq 5,00 \text{ m/s}$	Limite para evitar abrasão do concreto (manuais de drenagem urbana)
Lâmina máxima de projeto em conduto	$y/D \leq 0,85$	Garante ventilação e absorve variações de vazão
Recobrimento mínimo sobre a geratriz superior	1,00 m	Indicado no detalhe do projeto; protege o tubo dos esforços de tráfego
Diâmetro mínimo de rede	DN 400	Prática de microdrenagem; adotado DN 600 em projeto
Declividade mínima	0,5%	Garante autolimpeza nos diâmetros adotados
Afastamento máximo entre caixas de inspeção	50,00 m	Alcance dos equipamentos de desobstrução

6.2 Verificação das valas grelhadas

A vala grelhada apresenta seção interna retangular de 0,30 m de largura por 0,40 m de profundidade, conforme detalhe de projeto. Verifica-se a capacidade para lâmina de 0,30 m, mantendo-se borda livre de 0,10 m sob a grelha:

$$A = 0,30 \times 0,30 = 0,0900 \text{ m}^2 \quad ; \quad P = 0,30 + 2 \times 0,30 = 0,90 \text{ m} \quad ; \quad R = A/P = 0,100 \text{ m}$$

Tabela 15 – Capacidade hidráulica da vala grelhada (seção 0,30 × 0,40 m, n = 0,015)

Declividade S	Velocidade V (m/s)	Vazão Q (L/s)	Situação
0,5%	1,02	91	Atende – margem de 7% sobre Q_{10} e superior a Q_{25}
1,0%	1,44	129	Atende com folga

A declividade longitudinal MÍNIMA das valas grelhadas é de 0,5%, devendo ser conferida no local e ajustada para valor superior sempre que a topografia o permitir. A vazão captada por cada vala é inferior ao total do lote, uma vez que a captação é dividida entre as duas

valas longitudinais; a verificação acima, feita com a vazão total, é portanto duplamente conservadora.

Atenção – acessibilidade das grelhas (NBR 9050)

As grelhas e gradis instalados em rotas acessíveis, calçadas e áreas de circulação de pedestres devem apresentar vãos de no máximo 15 mm e as barras devem ser dispostas TRANSVERSALMENTE ao sentido de caminamento. O espaçamento entre barras indicado em projeto é de 1,5 cm (15 mm), atendendo ao limite normativo; a orientação das barras deve ser conferida em obra trecho a trecho, em conjunto com o projeto de acessibilidade.

6.3 Verificação das caixas coletoras / bocas de lobo

As caixas apresentam dimensões internas de 0,80 m × 0,80 m e profundidade de 1,20 m, com saída lateral posicionada a 0,10 m do fundo — configurando caixa de areia destinada à retenção de sedimentos —, com diâmetro do tubo de saída conforme indicado em planta. A capacidade de engolimento de uma boca de lobo com grelha é verificada pela equação de vertedor de soleira livre aplicada ao perímetro efetivo da grelha:

$$Q = 1,655 \cdot P \cdot h^{(3/2)} \text{ [m}^3/\text{s]}$$

P = perímetro efetivo de captação da grelha (m), descontada a obstrução das barras; h = carga hidráulica sobre a grelha (m)

Considerando grelha de 0,80 × 0,80 m, perímetro de captação de 3,20 m, redução de 50% por obstrução das barras e por segurança quanto a detritos ($P_{\text{efetivo}} = 1,60 \text{ m}$), e carga de 0,05 m:

$$Q = 1,655 \times 1,60 \times 0,05^{(3/2)} = 0,0296 \text{ m}^3/\text{s} = 29,6 \text{ L/s por caixa}$$

O projeto prevê 5 (cinco) caixas coletoras, além das caixas de inspeção intermediárias, resultando em capacidade total de engolimento superior a 148 L/s, muito superior à vazão de projeto de 85 L/s. Ainda que uma das caixas venha a ser obstruída por detritos, o sistema mantém capacidade de captação superior à demanda, condição essencial de segurança operacional.

A profundidade útil de retenção de sedimentos de cada caixa é de 0,10 m, correspondente a um volume de $0,80 \times 0,80 \times 0,10 = 0,064 \text{ m}^3 = 64 \text{ litros}$ por caixa. Esse volume define a periodicidade de limpeza estabelecida no item 11.

6.4 Verificação da rede de condutos

Os condutos são tubos de concreto DN 600 e DN 800 assentados com declividade de 3%, conforme indicado em planta. Verifica-se, na sequência, a capacidade a seção plena e as condições reais de escoamento sob a vazão de projeto.

Tabela 16 – Capacidade a seção plena dos condutos (n = 0,013)

Diâmetro	S = 0,5%		S = 1,0%		S = 3,0%	
	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)
DN 400	1,17	147	1,66	208	2,87	361
DN 600	1,54	434	2,17	614	3,76	1.063
DN 800	1,86	935	2,63	1.322	4,56	2.290

Diâmetro	S = 0,5%		S = 1,0%		S = 3,0%	
DN 1000	2,16	1.695	3,05	2.398	5,29	4.153

A menor tubulação da rede — DN 600 — apresenta, na declividade de projeto de 3%, capacidade a seção plena de 1.063 L/s, equivalente a 12,5 vezes a vazão de projeto de 85 L/s. O sistema opera, portanto, com folga hidráulica muito ampla, condição deliberadamente adotada em razão de: (i) a rede receber também o escoamento do solo e das áreas de aterro a montante, de difícil delimitação precisa; (ii) a possibilidade de ampliação futura da área drenada, expressamente prevista em projeto; e (iii) a necessidade de absorver obstrução parcial por sedimentos entre intervenções de manutenção.

Condições reais de escoamento sob a vazão de projeto

Tabela 17 – Escoamento a seção parcial no DN 600

Vazão	Declividade	Lâmina y (cm)	Relação y/D	Velocidade (m/s)	Verificação
60,6 L/s (TR 10)	3,0%	9,7	0,16	2,04	V entre 0,60 e 5,00 m/s – ATENDE
84,9 L/s (TR 25)	3,0%	11,5	0,19	2,25	V entre 0,60 e 5,00 m/s – ATENDE
60,6 L/s (TR 10)	0,5%	15,1	0,25	1,08	V entre 0,60 e 5,00 m/s – ATENDE
84,9 L/s (TR 25)	0,5%	18,0	0,30	1,19	V entre 0,60 e 5,00 m/s – ATENDE

Em todas as condições verificadas a velocidade situa-se acima do limite de autolimpeza (0,60 m/s) e abaixo do limite de abrasão (5,00 m/s), e a lâmina permanece muito inferior ao limite de 0,85 D. O escoamento é, portanto, hidráulicamente adequado.

6.5 Verificação de velocidade nos trechos de forte declividade

Alerta de execução – declividade de 3%

A declividade de 3% indicada em planta produz, em condição de seção plena, velocidades de 3,76 m/s no DN 600 e de 4,56 m/s no DN 800. São velocidades elevadas, embora inferiores ao limite normativo de 5,00 m/s. Em consequência, são OBRIGATÓRIOS: (a) ancoragem dos tubos por blocos de concreto nos trechos com declividade superior a 5%, se houver; (b) execução rigorosa das juntas, de modo a impedir desencaixe por empuxo dinâmico; (c) execução do dissipador de energia previsto, sem o qual o lançamento produzirá erosão imediata do terreno natural; e (d) proibição absoluta de lançamento provisório da rede no terreno durante a obra sem proteção do ponto de descarga. A declividade real de cada trecho DEVE SER CONFERIDA E CONFIRMADA EM CAMPO por levantamento topográfico antes do assentamento.

Observa-se que, no DN 1000, a declividade de 3% conduziria a velocidade de 5,29 m/s, superior ao limite normativo. Caso a fiscalização determine a adoção do tubo Ø 1,00 m em extensão significativa a montante do dissipador — e não apenas como peça de entrada da estrutura —, a declividade desse trecho deverá ser reduzida para valor não superior a 2,5%, mediante consulta prévia aos projetistas.

6.6 Capacidade residual e área máxima de contribuição admissível

Considerando a capacidade a seção plena do trecho mais restritivo (DN 600 com 3% de declividade), a intensidade de projeto de 161,5 mm/h e o coeficiente de escoamento de 0,90, a área máxima de contribuição que a rede projetada é capaz de atender, sem alteração de diâmetros, é:

$$A_{\text{máx}} = Q_{\text{plena}} \times 3.600 / (C \times i) = 1.063 \times 3.600 / (0,90 \times 161,5) = 26.324 \text{ m}^2$$

Ou seja, aproximadamente 2,63 hectares, valor que corresponde a praticamente toda a área útil edificável do imóvel (29.788,96 m²). Considerando a declividade mínima admissível de 0,5%, a área máxima atendida reduz-se para 10.747 m².

Tabela 18 – Área máxima de contribuição admissível sem alteração de diâmetro

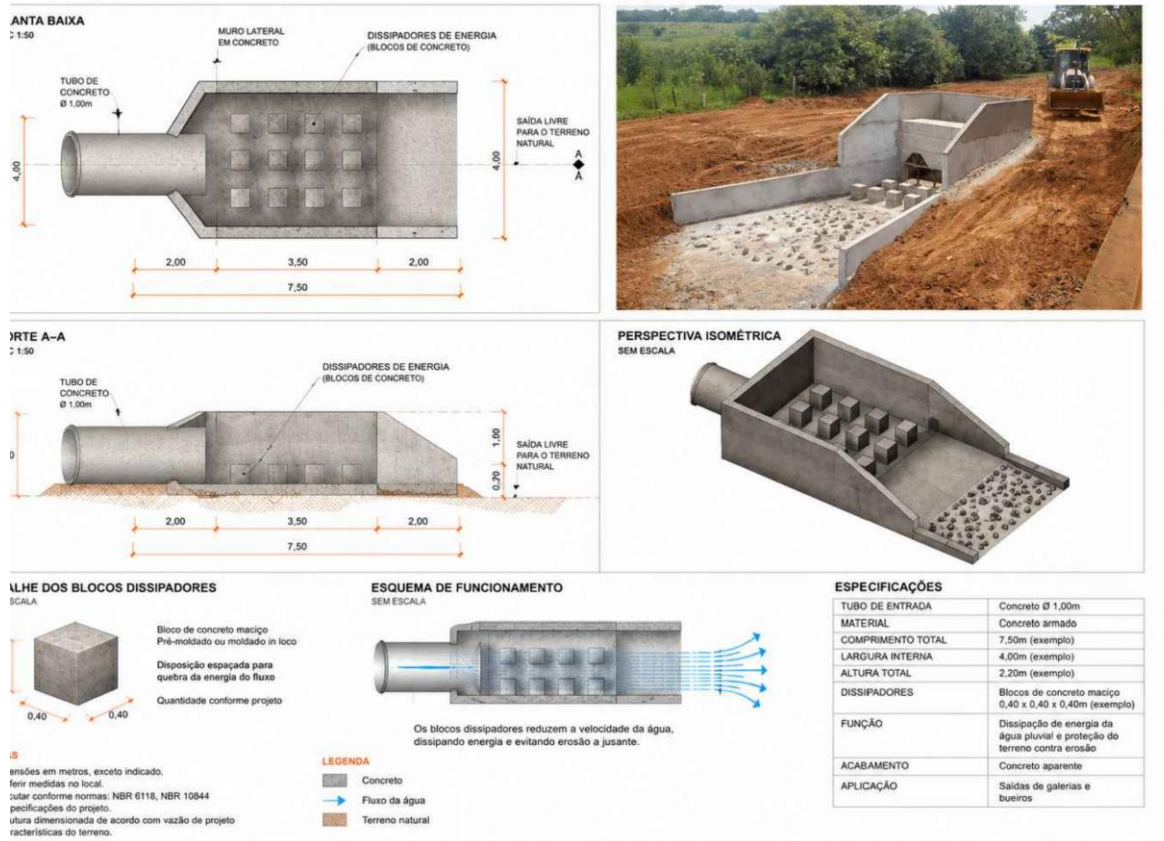
Trecho de referência	Declividade	Q a seção plena	Área máxima admissível	Relação com a área de projeto (1.500 m ²)
DN 600	3,0%	1.063 L/s	26.324 m ²	17,5 ×
DN 600	1,0%	614 L/s	15.207 m ²	10,1 ×
DN 600	0,5%	434 L/s	10.747 m ²	7,2 ×
DN 800	3,0%	2.290 L/s	56.716 m ²	37,8 ×

Este quadro fornece à fiscalização e ao CONDER a base quantitativa para decidir sobre a incorporação de novas áreas ao sistema, conforme previsto na nota de projeto. Reitera-se que qualquer ampliação exige consulta prévia e formal aos projetistas.

6.7 Verificação da estrutura de dissipação de energia

A estrutura de dissipação tem por função converter a energia cinética do escoamento em turbulência, reduzindo a velocidade de saída a valores não erosivos para o terreno natural. É constituída por bacia de concreto armado com 7,50 m de comprimento total, 4,00 m de largura interna e 2,20 m de altura total, dotada de muros laterais em concreto, tubo de entrada de concreto Ø 1,00 m e 12 blocos dissipadores de concreto maciço de 0,40 × 0,40 × 0,40 m dispostos em 3 fileiras de 4 unidades, em arranjo alternado.

STRUTURA DE DISSIPACÃO PARA SAÍDA PLUVIAL
E CONTROLE DE VELOCIDADE E PROTEÇÃO DO TERRENO



SCALA

Figura 3 – Estrutura de dissipação para saída pluvial com controle de velocidade e proteção do terreno — recorte da prancha de drenagem pluvial: planta baixa, corte A-A, perspectiva isométrica, detalhe dos blocos dissipadores, esquema de funcionamento e quadro de especificações.

Verificação da velocidade de saída

A verificação é feita na seção de saída livre para o terreno natural, com largura de 4,00 m, considerando a vazão de projeto e, adicionalmente, a vazão correspondente à capacidade plena do conduto, que representa o limite superior fisicamente possível de solicitação da estrutura:

Tabela 19 – Velocidade na seção de saída do dissipador (largura 4,00 m)

Condição	Vazão	Lâmina estimada	Velocidade de saída	Verificação
Vazão de projeto TR ₁₀	60,6 L/s	0,05 m	0,30 m/s	Não erosiva para solo vegetado – ATENDE
Vazão de projeto TR ₂₅	84,9 L/s	0,06 m	0,35 m/s	Não erosiva – ATENDE
Capacidade plena do DN 600 a 3%	1.063 L/s	0,20 m	1,33 m/s	Inferior a 1,50 m/s, limite para solo com cobertura vegetal consolidada – ATENDE

Ainda na hipótese extrema de solicitação da rede em sua capacidade plena, a velocidade de saída permanece abaixo do limite erosivo para terreno com cobertura vegetal consolidada. A estrutura está, portanto, adequadamente dimensionada para a sua função.

A geometria da estrutura obedece às proporções consagradas para bacias de dissipação por blocos de impacto: largura da bacia entre 3 e 4 vezes o diâmetro do tubo de entrada ($4,00 \text{ m} \div 1,00 \text{ m} = 4,0$), altura dos blocos da ordem de 0,4 vez o diâmetro ($0,40 \text{ m} \div 1,00 \text{ m} = 0,40$) e comprimento da bacia superior a 3 vezes a altura dos blocos. As dimensões constantes do quadro de especificações da prancha, ali identificadas como “exemplo”, são por este memorial CONFIRMADAS E FIXADAS como dimensões de execução, conforme o Anexo A.

6.8 Quadro-resumo do dimensionamento

Tabela 20 – Quadro-resumo do dimensionamento hidráulico – todos os dispositivos

Item	Dispositivo	Dimensão adotada	Q de projeto	Capacidade	Folga	Situação
D-01	Vala grelhada longitudinal 01	$0,30 \times 0,40 \text{ m}$; $S \geq 0,5\%$	$\leq 85 \text{ L/s}$	91 L/s	$1,07 \times$	Atende
D-02	Vala grelhada longitudinal 02	$0,30 \times 0,40 \text{ m}$; $S \geq 0,5\%$	$\leq 85 \text{ L/s}$	91 L/s	$1,07 \times$	Atende
D-03	Caixa coletora / boca de lobo (5 un.)	$0,80 \times 0,80 \times 1,20 \text{ m}$	85 L/s	148 L/s	$1,74 \times$	Atende
D-04	Rede de condutos – ramais	DN 600; $S = 3\%$	85 L/s	1.063 L/s	$12,5 \times$	Atende
D-05	Rede de condutos – tronco	DN 800; $S = 3\%$	85 L/s	2.290 L/s	$26,9 \times$	Atende
D-06	Tubo de entrada do dissipador	$\varnothing 1,00 \text{ m}$	85 L/s	4.153 L/s	$48,9 \times$	Atende
D-07	Estrutura de dissipação	$7,50 \times 4,00 \times 2,20 \text{ m}$; 12 blocos $0,40 \text{ m}$	85 L/s	$V \text{ saída} \leq 1,33 \text{ m/s}$	—	Atende

7. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

Todos os materiais serão novos, de primeira qualidade, fornecidos por fabricante que possua controle de qualidade documentado, e serão submetidos à aprovação da fiscalização antes da aplicação. O material rejeitado será imediatamente retirado do canteiro, às expensas da contratada.

7.1 Tubos de concreto

Tabela 21 – Especificação dos tubos de concreto

Característica	Especificação
Norma de referência	ABNT NBR 8890 – Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários
Tipo	Tubo de concreto armado, de seção circular, com ponta e bolsa
Classe de resistência	Classe PA-2 no mínimo, para recobrimento de 1,00 m sob áreas sem tráfego pesado; Classe PA-3 sob áreas de tráfego de veículos, estacionamento e acessos
Diâmetros nominais	DN 600 e DN 800 na rede; Ø 1,00 m (DN 1000) no tubo de entrada do dissipador
Tipo de junta	Junta elástica com anel de borracha conforme ABNT NBR 8890, obrigatória em toda a rede; é VEDADA a junta rígida em argamassa
Anéis de vedação	Borracha EPDM ou equivalente, conforme ABNT NBR 8890, fornecidos pelo mesmo fabricante dos tubos
Comprimento útil	Conforme padrão do fabricante, usualmente 1,00 m ou 1,50 m
Tolerâncias	Conforme ABNT NBR 8890: desvio de diâmetro interno, espessura de parede, esquadro das faces e retilineidade
Identificação	Cada tubo deve trazer marcado de forma indelével: fabricante, data de fabricação, diâmetro nominal e classe
Recebimento	Ensaio de compressão diametral e ensaio de estanqueidade por amostragem, conforme ABNT NBR 8890, com relatório entregue à fiscalização
Idade mínima na entrega	28 dias de cura, comprovados pela data de fabricação

Alternativa admitida

Admite-se, mediante consulta prévia e autorização escrita dos projetistas, a substituição do tubo de concreto por tubo corrugado de polietileno de alta densidade (PEAD) de parede dupla, conforme ABNT NBR 15561 e NBR 14486, de rigidez anelar mínima SN 8, desde que mantidos o diâmetro interno útil, a declividade e o recobrimento, e desde que executado o envolvimento granular integral previsto para esse material. A substituição NÃO PODE ser decidida unilateralmente pelo executante.

7.2 Concreto estrutural

Tabela 22 – Especificação dos concretos

Aplicação	Classe / fck	Consistência e agregado	Observações
Lastro de regularização sob caixas e dissipador	Concreto magro C15 (fck ≥ 15 MPa)	Slump 60 ± 20 mm; brita 1	Espessura 5 cm; função de regularização e proteção da armadura
Caixas coletoras, valas grelhadas e muros do dissipador	C25 (fck ≥ 25 MPa)	Slump 80 ± 20 mm; brita 1	Classe de agressividade ambiental II; cobrimento nominal mínimo das armaduras de 3,0 cm nos elementos em contato com o solo, conforme nota 3 do detalhamento estrutural esquemático da prancha

Aplicação	Classe / fck	Consistência e agregado	Observações
Laje de fundo do dissipador	C25 (fck $\geq$ 25 MPa)	Slump 80 ± 20 mm; brita 1	Espessura mínima 15 cm; acabamento desempenado
Blocos dissipadores de energia	C25 (fck $\geq$ 25 MPa)	Slump 60 ± 20 mm; brita 1	Concreto maciço $0,40 \times 0,40 \times 0,40$ m, pré-moldado ou moldado in loco, solidarizado à laje por armadura de espera
Berço de assentamento em concreto (quando exigido)	C20 (fck $\geq$ 20 MPa)	Slump 60 ± 20 mm	Somente nos trechos de apoio sobre rocha ou de transição solo-rocha
Ancoragem de tubos em declividade acentuada	C20 (fck $\geq$ 20 MPa)	Slump 60 ± 20 mm	Blocos de ancoragem conforme item 8.7

Relação água/cimento máxima de 0,60 e consumo mínimo de cimento de 280 kg/m^3 para os concretos estruturais, conforme a classe de agressividade ambiental II da ABNT NBR 6118. Aditivos somente com aprovação prévia da fiscalização e comprovação de compatibilidade.

7.3 Armaduras

As armaduras das valas grelhadas e das caixas coletoras / bocas de lobo são as definidas no DETALHAMENTO ESTRUTURAL ESQUEMÁTICO DA CAIXA COLETORA / BOCA DE LOBO constante da prancha de drenagem pluvial, reproduzidas integralmente no quadro a seguir.

Tabela 23 – Resumo das armaduras – vala grelhada e caixa coletora / boca de lobo (conforme prancha)

Elemento	Posição	Diâmetro (mm)	Espaçamento (cm)
Laje superior (vala grelhada)	Principal e secundária, em ambas as direções	8,0	15
Laje superior (caixa coletora)	Principal e secundária, em ambas as direções	8,0	15
Laje de fundo (vala grelhada)	Principal e secundária, em ambas as direções	8,0	15
Laje de fundo (caixa coletora)	Principal e secundária, em ambas as direções	8,0	15
Paredes (caixa coletora)	Vertical, em ambas as faces	8,0	15
Paredes (caixa coletora)	Horizontal, em ambas as faces	6,3	15

Notas de projeto vinculadas ao quadro acima, reproduzidas da prancha e de observância obrigatória: concreto estrutural com fck $\geq$ 25 MPa; aço CA-50 ou equivalente; recobrimento mínimo das armaduras de 3,0 cm nos elementos em contato com o solo; medidas em metros, exceto onde indicado. As dimensões e as armaduras poderão ser ajustadas conforme cálculo estrutural e condições do solo — ajuste que, nos termos deste memorial, depende de manifestação prévia do projetista e da fiscalização, não podendo ser decidido pelo executante.

- Aço CA-50 para armaduras principais e CA-60 para armaduras de distribuição e estribos, conforme ABNT NBR 7480;
- Barras isentas de ferrugem destacável, óleo, graxa, argamassa endurecida ou qualquer material que prejudique a aderência;

- Armadura dos muros laterais da estrutura de dissipação: malha Ø 8,0 mm a cada 15 cm nas duas direções, em ambas as faces, salvo definição diversa do projeto estrutural específico;
- Armadura da laje de fundo da estrutura de dissipação: malha Ø 10,0 mm a cada 15 cm nas duas direções, face inferior e superior, com armadura de espera para os blocos dissipadores;
- Espaçadores plásticos ou de argamassa para garantia do cobrimento, vedado o uso de pedra, madeira ou pontas de barra;
- Emendas por transpasse com comprimento mínimo de 50 diâmetros, descontraídas entre barras vizinhas;
- Conferência da armadura montada pela fiscalização antes de cada concretagem, com registro em diário de obra.

DETALHE GRADIS DA GRELHA E BOCA DE LOBO

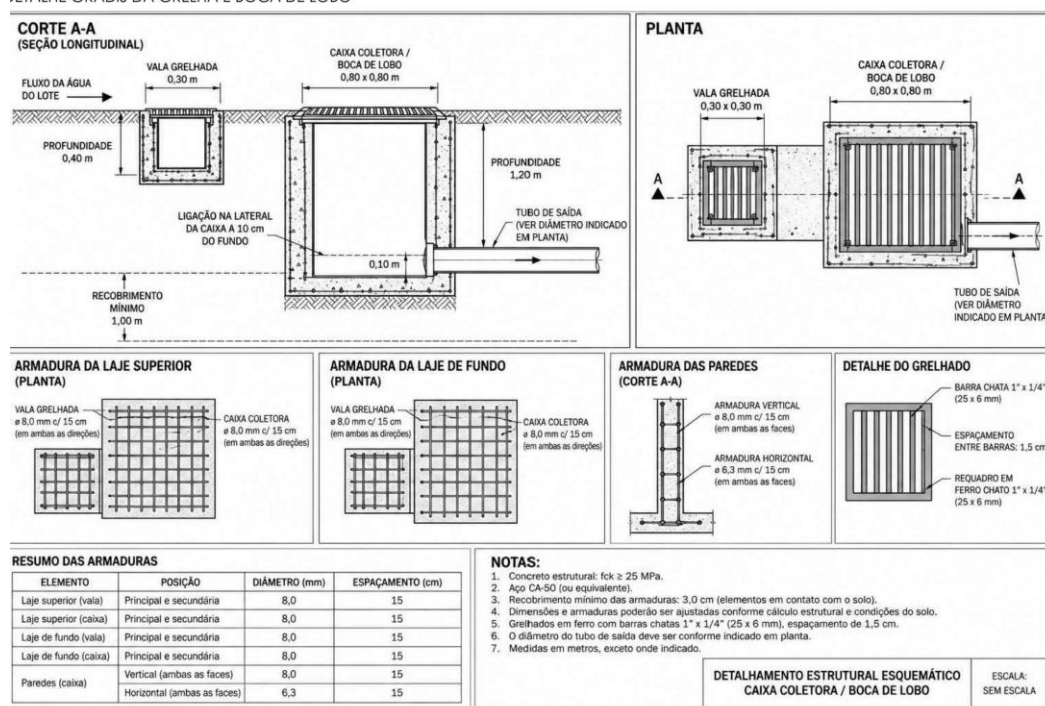
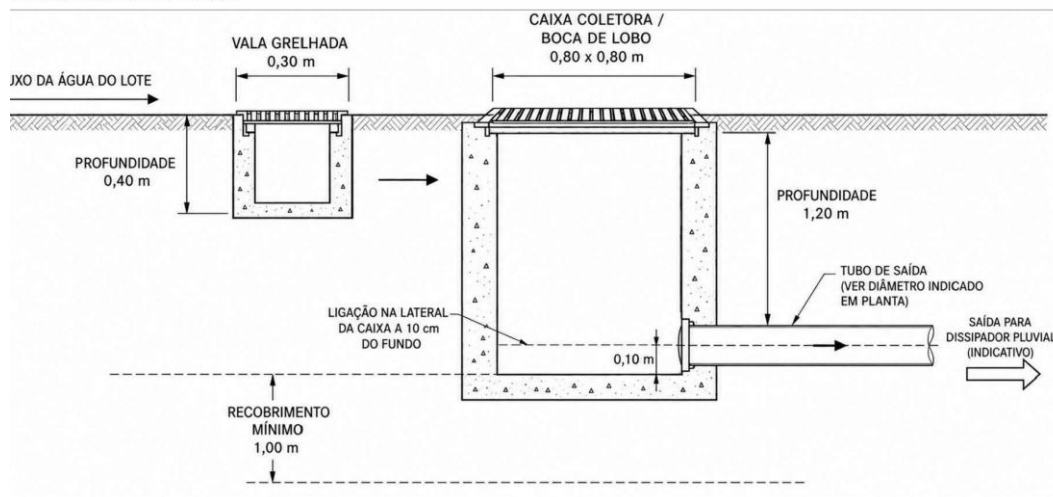


Figura 4 – Detalhamento estrutural esquemático da caixa coletora / boca de lobo — recorte da prancha de drenagem pluvial: corte A-A, planta, armadura da laje superior, armadura da laje de fundo, armadura das paredes, detalhe do grelhado, resumo das armaduras e notas de projeto.

7.4 Grelhas, gradis e requadros metálicos

O projeto define os gradis em ferro, constituídos por barras chatas de 1" x 1/4" (25 x 6 mm), com espaçamento entre barras de 1,5 cm e requadro (moldura) em ferro chato 1" x 1/4", com fixação do gradil ao requadro por solda e acabamento em pintura anticorrosiva e esmalte sintético na cor preta ou galvanização a fogo.

ALHE GRELHA E BOCA DE LOBO



ESCALA

Figura 5 – Detalhe da vala grelhada e da caixa coletora / boca de lobo — recorte da prancha de drenagem pluvial, com as dimensões internas, a posição da saída a 0,10 m do fundo e o recobrimento mínimo de 1,00 m.

Tabela 24 – Especificação dos elementos metálicos

Elemento	Especificação
Barras do gradil	Barra chata de aço 1" x 1/4" (25 x 6 mm), aço ASTM A36 ou ABNT NBR 7007 grau equivalente
Espaçamento entre barras	1,5 cm (15 mm) — limite máximo, atendendo à ABNT NBR 9050
Requadro / moldura	Ferro chato 1" x 1/4" (25 x 6 mm), soldado em todo o perímetro
Fixação	Solda contínua do gradil ao requadro, com esmerilhamento dos cordões e remoção total de escória e respingos
Grelha em chapa de aço galvanizado	Onde indicado em planta, chapa de aço galvanizado com perfurações, espessura mínima 3,0 mm, com reforço estrutural inferior compatível com carga de pedestres
Proteção anticorrosiva – opção 1 (preferencial)	Galvanização por imersão a quente conforme ABNT NBR 6323, com camada mínima de 55 µm, aplicada APÓS toda a soldagem e o corte das peças
Proteção anticorrosiva – opção 2	Preparo de superfície por jateamento ao grau Sa 2½, primer epóxi rico em zinco (60 µm) e acabamento em esmalte sintético na cor preta (2 demãos, 40 µm cada), totalizando 140 µm de película seca
Carga de projeto das grelhas	Classe A15 (15 kN) em áreas exclusivas de pedestres; classe B125 (125 kN) em áreas com tráfego de veículos leves, conforme localização em planta
Dispositivo antifurto	Fixação por parafusos de aço inoxidável com cabeça de acionamento especial ou por corrente de segurança em aço inoxidável ancorada à caixa
Tolerância dimensional	As dimensões dos gradis poderão ser ajustadas conforme a execução, mantido o mesmo padrão de barras e espaçamentos, conforme nota da prancha

As cores e os acabamentos aparentes devem seguir o definido no projeto arquitetônico e no estudo tridimensional da edificação. Em qualquer dúvida quanto a cor, textura ou acabamento, o projetista deve ser previamente consultado.

7.5 Materiais granulares

Tabela 25 – Especificação dos materiais granulares

Material	Especificação	Aplicação
Areia média lavada	Isenta de matéria orgânica, torrões de argila e material pulverulento; equivalente de areia ≥ 55%	Berço de assentamento dos tubos (espessura 10 cm) e envolvimento lateral até a altura da geratriz superior

Material	Especificação	Aplicação
Brita graduada / pedrisco	Brita 0 ou brita 1, conforme ABNT NBR 7211	Envolvimento lateral em trechos saturados ou com apoio em rocha; drenos
Pedra de mão / rachão	Diâmetro entre 15 cm e 40 cm, rocha sã, não alterável, resistente à abrasão	Enrocamento de proteção a jusante do dissipador
Solo de reaterro	Solo local selecionado, isento de matéria orgânica, entulho, raízes e blocos com dimensão superior a 7,5 cm; IP $\leq$ 20%	Reaterro da vala acima da camada de envolvimento
Geotêxtil não tecido	Gramatura mínima 200 g/m ² , resistência à tração $\geq$ 12 kN/m, permissividade compatível com o solo local	Separação entre o enrocamento e o solo natural; envolvimento de drenos

7.6 Recebimento e armazenamento de materiais

- Todo material entregue no canteiro será inspecionado pela fiscalização quanto a quantidade, integridade, marcação e conformidade com esta especificação, com registro em diário de obra;
- Os tubos de concreto serão descarregados com equipamento adequado, sendo VEDADO o descarregamento por queda, rolamento livre ou basculamento;
- Os tubos serão estocados em terreno plano e firme, calçados lateralmente para impedir rolamento, empilhados em no máximo 3 camadas para DN 600 e 2 camadas para DN 800, com separadores de madeira entre camadas;
- Os anéis de borracha serão armazenados ao abrigo da luz solar direta, do calor, de óleos e de solventes, em embalagem original fechada;
- As peças metálicas galvanizadas serão estocadas sobre estrado, afastadas do solo, ventiladas e protegidas do empoçamento de água, para evitar a corrosão branca;
- Cimento e agregados serão armazenados conforme a ABNT NBR 12655, com controle de lote e data;
- Material danificado no transporte, no descarregamento ou no manuseio será rejeitado, ainda que o dano seja aparentemente superficial em tubo de concreto — trincas em tubo de concreto são causa de rejeição sumária.

8. EXECUÇÃO DA OBRA – ETAPAS CONSTRUTIVAS DETALHADAS

Este capítulo estabelece, etapa por etapa, o procedimento de execução de cada serviço, de modo que não reste dúvida ao executante. A sequência aqui definida é OBRIGATÓRIA e sua inversão ou supressão constitui descumprimento contratual. Cada etapa concluída deve ser liberada pela fiscalização, por registro em diário de obra, antes do início da etapa seguinte.

Impossibilidade de execução conforme este memorial

CASO NÃO SEJA POSSÍVEL EXECUTAR O SERVIÇO DA FORMA DESCRITA NESTE MEMORIAL — por condição de terreno, por interferência não prevista, por indisponibilidade de material especificado, por conformação final do aterro ou por qualquer outro motivo —, O FISCAL DA OBRA DEVE SER CONSULTADO PARA SANAR AS DÚVIDAS, antes da execução. A consulta deve ser formalizada por escrito, com registro em diário de obra, descrição da dificuldade encontrada e croqui ou fotografia da situação. Tratando-se de alteração que afete o dimensionamento, o traçado, as cotas, os diâmetros, o ponto de lançamento ou a concepção do sistema, a fiscalização acionará também os projetistas. É VEDADO ao executante adotar solução própria sem essa consulta prévia.

Tabela 26 – Sequência executiva obrigatória

Etapa	Serviço	Condição de liberação da etapa seguinte
8.1	Serviços preliminares e cadastro de interferências	Cadastro entregue e aprovado
8.2	Locação topográfica e conferência de níveis	Relatório topográfico aprovado pela fiscalização
8.3	Conclusão e aprovação do aterro	Laudos de compactação aprovados
8.4	Escavação das valas	Fundo de vala inspecionado e aprovado
8.5	Escoramento e esgotamento	Vala seca e estável
8.6	Regularização e execução do berço	Cotas e declividade conferidas
8.7	Assentamento dos tubos e execução das juntas	Alinhamento, declividade e juntas conferidos
8.8	Envolvimento lateral e reaterro compactado	Grau de compactação comprovado por ensaio
8.9	Execução das caixas coletoras e bocas de lobo	Concreto aprovado e cotas conferidas
8.10	Execução das valas grelhadas	Declividade e acabamento aprovados
8.11	Fabricação e montagem dos gradis e grelhas	Inspeção dimensional e de proteção anticorrosiva
8.12	Execução da estrutura de dissipação	Concreto aprovado e geometria conferida
8.13	Proteção do terreno a jusante	Enrocamento executado e aprovado
8.14	Interligações e testes de funcionamento	Teste de funcionamento aprovado

8.1 Serviços preliminares e cadastro de interferências

8. Instalação do canteiro de obras conforme NR-18, com área de estoque de tubos em terreno plano, firme e drenado;
9. Isolamento físico da área de trabalho com tapume ou barreira, sinalização diurna e noturna, e placa de identificação da obra com os dados dos responsáveis técnicos;
10. Levantamento e cadastro de TODAS as interferências existentes e projetadas no traçado: fundações, vigas baldrame, eletrodutos, malha de aterramento, rede de água, rede de

esgoto, tubulações das cisternas, irrigação do paisagismo e eventuais redes de concessionárias;

11. Marcação em campo das interferências cadastradas com estacas e tinta, e registro fotográfico datado;
12. Verificação da existência de rocha aflorante ou de camada de solo inferior a 0,40 m no traçado, com registro em planta, dado o caráter rochoso do terreno;
13. Definição e execução dos caminhos de serviço, os quais NÃO PODEM coincidir com o traçado das valas;
14. Comunicação prévia à fiscalização, por escrito, de qualquer interferência não prevista em projeto, com paralisação do serviço no trecho até manifestação dos projetistas.

8.2 Locação topográfica e conferência de níveis

Etapas críticas

Esta é a etapa que previne a maior parte das patologias de sistemas de drenagem. Nenhuma escavação pode ser iniciada sem a conclusão e a aprovação formal desta etapa.

15. Implantação de, no mínimo, dois marcos topográficos de referência de nível (RN) na obra, materializados em concreto, protegidos e amarrados ao sistema de referência utilizado nos demais projetos;
16. Levantamento topográfico do traçado completo da rede, com seção transversal a cada 10,00 m e em todos os pontos singulares;
17. CONFERÊNCIA das cotas de projeto contra as cotas levantadas: cota de topo e de fundo de cada caixa, cota de soleira de entrada e de saída de cada caixa, cota de geratriz interna inferior do tubo em cada extremidade de trecho e cota de lançamento no dissipador;
18. Verificação da declividade resultante de cada trecho e comparação com a declividade de projeto (3%), com registro em planilha;
19. Verificação do recobrimento resultante sobre a geratriz superior do tubo, que não pode ser inferior a 1,00 m;
20. Emissão de RELATÓRIO TOPOGRÁFICO DE CONFERÊNCIA, assinado pelo responsável técnico da contratada, entregue à fiscalização;
21. Locação em campo do eixo da rede com estacas a cada 10,00 m, com cota de fundo de vala anotada em cada estaca, e implantação de cavaletes (gabaritos) com fio de nível para controle contínuo da declividade durante a escavação e o assentamento;
22. Locação dos eixos e dos cantos das caixas coletoras e da estrutura de dissipação.

Divergência entre projeto e campo — procedimento obrigatório

Constatada divergência de cota, de declividade, de recobrimento ou de posição que impeça a execução conforme o projeto, a contratada DEVE: (1) paralisar o serviço no trecho; (2) registrar a divergência em diário de obra com croqui e fotos; (3) comunicar formalmente a fiscalização e os projetistas, no mesmo dia; (4) aguardar manifestação escrita antes de prosseguir. É VEDADO à contratada alterar cota, declividade, diâmetro, traçado ou ponto de lançamento por decisão própria. A execução em desacordo implicará demolição e refazimento do trecho, sem ônus para o contratante.

8.3 Interface com o aterro – precedência e cuidados

23. O aterro do trecho deve estar concluído nas cotas finais de projeto, integralmente compactado e com laudos de grau de compactação emitidos e aprovados pela fiscalização, conforme ABNT NBR 5681;
24. Grau de compactação mínimo exigido no corpo do aterro: 95% da massa específica aparente seca máxima do ensaio normal de compactação (ABNT NBR 7182), com desvio de umidade de $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima;
25. Nas camadas superiores, sob áreas de tráfego, o grau de compactação mínimo é de 100%;
26. A escavação da vala em aterro recém-executado só pode ocorrer após a liberação formal do aterro; é VEDADO executar a rede simultaneamente ao lançamento das camadas de aterro;
27. Nos pontos de transição entre terreno natural e aterro, e entre solo e rocha, executar transição gradual do berço em extensão mínima de 3,00 m para cada lado, conforme item 8.6;
28. Nos trechos onde a rede atravessa aterro com altura superior a 2,00 m, a fiscalização deve consultar os projetistas quanto à necessidade de reforço do berço, de aumento da classe de resistência do tubo ou de junta flexível adicional;
29. É VEDADO o tráfego de equipamentos de terraplenagem sobre a vala aberta ou sobre o trecho recém-reaterado antes da conclusão da compactação e da liberação pela fiscalização.

8.4 Escavação das valas

30. A escavação será executada mecanicamente, com acabamento manual dos últimos 10 cm do fundo, de modo a não desestruturar o solo de apoio;
31. Largura da vala: diâmetro externo do tubo acrescido de 0,30 m para cada lado, com largura mínima de 0,80 m para permitir a execução do berço, das juntas e da compactação lateral (ABNT NBR 12266);
32. Profundidade: a necessária para garantir a cota de fundo de projeto e o recobrimento mínimo de 1,00 m sobre a geratriz superior do tubo;
33. A escavação será executada de jusante para montante, permitindo o escoamento natural de eventual água acumulada;
34. O material escavado será depositado a, no mínimo, 1,00 m da borda da vala, em um só lado, formando leira que não obstrua o escoamento superficial;
35. O material escavado aproveitável será selecionado e estocado para reaterro; o excedente e o material impróprio serão removidos para bota-fora licenciado;
36. Em presença de rocha, executar desmonte mecânico ou, quando indispensável, desmonte por detonação controlada, conforme item 3.4, com sobrecavação mínima de 0,15 m abaixo da cota de fundo, preenchida com material granular compactado;
37. Em presença de solo mole, turfa, matéria orgânica ou solo saturado instável, remover integralmente o material impróprio e substituí-lo por material granular compactado, em espessura definida pela fiscalização, com consulta prévia aos projetistas quando a espessura exceder 0,50 m;
38. O fundo de vala será inspecionado pela fiscalização antes da execução do berço; NÃO É PERMITIDO deixar vala aberta sem proteção ao final da jornada — as valas abertas serão sinalizadas, isoladas e, quando necessário, cobertas com pranchões.

8.5 Escoramento e esgotamento

39. Valas com profundidade superior a 1,25 m e paredes verticais devem ser obrigatoriamente escoradas, conforme NR-18 e ABNT NBR 9061; alternativamente, executar taludamento com inclinação compatível com o solo;
40. O escoramento será dimensionado por profissional habilitado, com memorial próprio anexado ao PGR da obra;
41. O escoramento será removido progressivamente, de forma simultânea ao reaterro e à sua compactação, jamais de uma só vez ao final;
42. Em caso de afluência de água — de chuva, de lençol ou de percolação no aterro —, executar esgotamento contínuo por bomba, com lançamento em local que não provoque erosão nem carreamento de sedimentos para fora do lote;
43. É VEDADO assentar tubo em vala com lâmina d'água. A vala deve estar seca no momento do assentamento e permanecer seca até a conclusão do envolvimento lateral;
44. Executar, quando necessário, dreno provisório de fundo de vala em brita envolvida em geotêxtil, com descarga em poço de bombeamento.

8.6 Regularização do fundo e execução do berço de assentamento

45. Regularizar o fundo da vala na cota de projeto, com controle por gabarito e nível, removendo pedras e saliências;
46. Executar berço de areia média lavada com espessura mínima de 10 cm, uniformemente distribuído e levemente compactado, conformado ao contorno inferior do tubo em, no mínimo, 1/3 do seu diâmetro, de modo a garantir apoio contínuo do fuste;
47. Abrir, na posição de cada bolsa, nicho no berço, de modo que o tubo apoie no fuste e NÃO na bolsa — apoio sobre a bolsa é causa de ruptura por flexão e constitui defeito de execução;
48. Sobre rocha ou material indeformável, aumentar a espessura do berço granular para 20 cm, ou executar berço em concreto C20 com colchão de areia de 10 cm sobreposto;
49. Nas transições solo-rocha e terreno natural-aterro, executar transição gradual da espessura do berço ao longo de 3,00 m para cada lado, evitando mudança brusca de rigidez de apoio;
50. Conferir, com nível e gabarito, a cota e a declividade do berço em toda a extensão do trecho antes do assentamento.

8.7 Assentamento dos tubos e execução das juntas

51. O assentamento será executado de JUSANTE PARA MONTANTE, com a bolsa voltada para montante, garantindo que a ponta do tubo subsequente encaixe no sentido do fluxo;
52. A descida dos tubos na vala será feita com equipamento adequado (cinta, balancim ou garra), sendo VEDADA a queda livre;
53. Limpar integralmente a ponta e a bolsa antes do encaixe, removendo terra, areia e detritos;
54. Posicionar o anel de borracha na canaleta da ponta, conforme instrução do fabricante, sem torção;
55. Aplicar o lubrificante recomendado pelo fabricante (pasta à base de sabão vegetal); é VEDADO o uso de óleo mineral, graxa ou derivados de petróleo, que atacam a borracha;

56. Executar o encaixe por tração ou por empuxo controlado, com auxílio de alavanca apoiada em tábua, até a marca de penetração indicada no tubo; NÃO forçar o encaixe com o balde da escavadeira;
57. Verificar, após o encaixe, a uniformidade da folga da junta em todo o perímetro, introduzindo lâmina apalpadora; folga irregular indica desalinhamento e exige refazimento do encaixe;
58. Conferir, a cada tubo assentado, o alinhamento horizontal e a cota da geratriz interna inferior, com nível e gabarito; o desvio máximo admitido é de ± 10 mm em relação à cota de projeto e de ± 20 mm em relação ao alinhamento;
59. Nos trechos com declividade superior a 5%, executar blocos de ancoragem em concreto C20 envolvendo o tubo, com espaçamento máximo de 6,00 m, para impedir o deslizamento longitudinal;
60. Executar as ligações à caixa coletora de modo que a extremidade do tubo fique faceada com a parede interna da caixa, sem penetração excessiva, e com a soleira na cota indicada em projeto — no caso das caixas coletoras, a 0,10 m acima do fundo, formando a caixa de areia;
61. Vedar a ligação tubo-caixa com argamassa de cimento e areia traço 1:3, ou com anel de vedação apropriado, em ambas as faces;
62. Tamponar provisoriamente as extremidades da rede ao final de cada jornada, para impedir a entrada de terra, animais e detritos.

8.8 Envolvimento lateral e reaterro compactado

Etapa determinante da vida útil do conduto

A capacidade de carga de um tubo de concreto enterrado depende tanto do tubo quanto da qualidade do envolvimento lateral. Envolvimento mal compactado transfere a carga do aterro integralmente ao tubo e causa fissuração longitudinal. Esta etapa não admite imprevisto.

63. Executar o envolvimento lateral com areia média lavada ou material granular aprovado, lançado simultaneamente e em iguais alturas dos DOIS LADOS do tubo, em camadas de no máximo 15 cm;
64. Compactar cada camada com compactador manual tipo sapo ou placa vibratória de pequeno porte, com especial cuidado na região das ancas (abaixo da linha de centro do tubo), onde a compactação define o apoio lateral;
65. É VEDADO o uso de equipamento pesado sobre o tubo ou junto a ele durante esta fase;
66. Prosseguir o envolvimento até 0,30 m acima da geratriz superior do tubo, mantendo a mesma metodologia e o mesmo material;
67. A partir de 0,30 m acima da geratriz superior, executar o reaterro com solo selecionado, em camadas de no máximo 20 cm, compactadas mecanicamente;
68. Grau de compactação mínimo exigido: 95% do Proctor normal no corpo do reaterro e 100% nos 0,60 m superiores sob áreas de tráfego de veículos;
69. Executar ensaios de controle de compactação (ABNT NBR 7185 ou NBR 9813) a cada 20,00 m de vala e, no mínimo, a cada camada em cada trecho, com emissão de laudo;
70. É VEDADO o reaterro com material orgânico, entulho, rocha de grandes dimensões, restos de fôrma ou material saturado;
71. Remover o escoramento progressivamente durante o reaterro, preenchendo e compactando imediatamente o espaço liberado;

72. Executar arremate superficial do reaterro com sobrelevação de 5 cm em relação ao terreno adjacente, para compensar o recalque de acomodação, e conformar o caimento de modo a impedir a formação de caminho preferencial de água sobre a vala.

8.9 Execução das caixas coletoras e bocas de lobo

73. Escavar a cava com dimensões que permitam a montagem das fôrmas externas e a compactação do reaterro perimetral, com folga mínima de 0,40 m além da face externa;
74. Executar lastro de concreto magro C15 com 5 cm de espessura sobre fundo regularizado e compactado;
75. Montar as armaduras da laje de fundo e das paredes conforme o quadro do item 7.3 — laje de fundo Ø 8,0 mm c/ 15 cm em ambas as direções; paredes com armadura vertical Ø 8,0 mm c/ 15 cm e horizontal Ø 6,3 mm c/ 15 cm, em ambas as faces —, com espaçadores garantindo o cobrimento mínimo de 3,0 cm;
76. Montar fôrmas estanques, escoradas e travadas, com desmoldante aplicado;
77. Posicionar previamente as peças de passagem dos tubos (negativos), nas cotas de projeto, verificando a cota da soleira de saída a 0,10 m acima do fundo interno;
78. Concretar as paredes e o fundo de forma monolítica, sempre que possível em uma única etapa, com concreto C25, adensado por vibrador de imersão, sem vibração da armadura;
79. Executar cura úmida por, no mínimo, 7 dias, mantendo as superfícies permanentemente úmidas;
80. Desformar somente após atingida resistência suficiente, nunca antes de 3 dias para as faces laterais;
81. Executar o acabamento interno das paredes com argamassa de regularização traço 1:3, desempenada, e conformar o fundo com caimento de 2% em direção à saída, de modo a evitar poça residual — ressalvado o desnível de 0,10 m que constitui a caixa de areia;
82. Executar a LAJE SUPERIOR da caixa em concreto armado, com armadura Ø 8,0 mm c/ 15 cm em ambas as direções, deixando o vão destinado ao grelhado com as dimensões do requadro metálico;
83. Executar o requadro metálico de apoio do grelhado embutido na laje superior, nivelado com o piso acabado adjacente, sem degrau superior a 5 mm, atendendo à acessibilidade;
84. Reaterrar o perímetro da caixa em camadas de 20 cm compactadas, simultaneamente em todos os lados, para não desaprumar a estrutura;
85. Identificar cada caixa com numeração gravada ou plaqueta, correspondente à numeração adotada em projeto.

8.10 Execução das valas grelhadas

86. Locar o eixo da vala e conferir a declividade longitudinal mínima de 0,5% em direção às caixas coletoras, com levantamento prévio;
87. Escavar e regularizar o fundo, executando lastro de concreto magro de 5 cm;
88. Montar as armaduras da laje de fundo e das paredes da vala conforme o quadro do item 7.3 (Ø 8,0 mm c/ 15 cm em ambas as direções na laje de fundo) e as fôrmas para a seção interna de 0,30 m × 0,40 m, com paredes de espessura mínima de 10 cm;
89. Concretar em C25 com adensamento por vibrador de agulha de pequeno diâmetro;
90. Executar o acabamento interno liso, desempenado, com arredondamento dos cantos de fundo, de modo a reduzir a rugosidade e a deposição de sedimentos;

91. Conferir a declividade da soleira com nível após a desforma, corrigindo por argamassa de regularização onde necessário — a vala NÃO PODE apresentar contraddeclividade em nenhum ponto;
92. Executar a LAJE SUPERIOR da vala em concreto armado, com armadura Ø 8,0 mm c/ 15 cm em ambas as direções, reservando o vão do grelhado (0,30 x 0,30 m em planta);
93. Executar o assento do requadro metálico rigorosamente nivelado com o piso acabado;
94. Executar as ligações da vala às caixas coletoras, com concordância suave do fundo;
95. Proteger a vala contra a entrada de argamassa, concreto e detritos durante o restante da obra, mantendo-a tamponada até a limpeza final.

8.11 Fabricação e montagem dos gradis e grelhas

96. Fabricar os gradis em oficina, conforme o detalhe da prancha: barras chatas 1" x 1/4" (25 x 6 mm), espaçamento entre barras de 1,5 cm, requadro em ferro chato 1" x 1/4";
97. Executar solda contínua de fixação das barras ao requadro, com eletrodo compatível, seguida de esmerilhamento dos cordões e remoção total de escória e respingos;
98. Conferir a planeza do conjunto sobre bancada — empenamento superior a 3 mm em 1,00 m é causa de rejeição;
99. Executar a proteção anticorrosiva SOMENTE APÓS toda a soldagem, o corte e a furação, conforme item 7.4;
100. Executar a montagem em obra com o gradil perfeitamente nivelado com o piso acabado, sem balanço, sem trepidação e sem folga que produza ruído sob pisoteio;
101. Verificar a orientação das barras em rotas acessíveis: as barras devem ser transversais ao sentido de caminhamento, com vãos de no máximo 15 mm;
102. Instalar o dispositivo antifurto e verificar a possibilidade de remoção do gradil por um operador, com ferramenta simples, para fins de manutenção — gradil que não possa ser removido para limpeza constitui defeito de execução;
103. Retocar, com tinta rica em zinco, qualquer dano à galvanização ocorrido no transporte ou na montagem.

8.12 Execução da estrutura de dissipação de energia

A estrutura de dissipação é o elemento mais crítico do sistema: é nela que se concentra toda a energia do escoamento do lote. Sua execução exige rigor geométrico e estrutural.

104. Locar a estrutura em campo, conferindo a cota de chegada do tubo de entrada e a cota do terreno natural a jusante, com levantamento topográfico específico da área de descarga;
105. Escavar a cava da estrutura, com taludamento ou escoramento conforme a profundidade, e regularizar o fundo;
106. Verificar a capacidade de suporte do solo de fundação; em caso de solo de baixa resistência, consultar os projetistas quanto à necessidade de substituição, de reforço ou de fundação profunda, conforme ABNT NBR 6122;
107. Executar lastro de concreto magro C15 com 5 cm de espessura sobre fundo compactado;
108. Montar a armadura da laje de fundo (malha Ø 10,0 mm a cada 15 cm, dupla face), deixando as armaduras de espera dos blocos dissipadores e dos muros laterais;
109. Concretar a laje de fundo em C25, com espessura mínima de 15 cm, acabamento desempenado e caimento longitudinal suave na direção da saída;

110. Montar fôrmas e armaduras dos muros laterais em concreto armado, conferindo a largura interna de 4,00 m e a altura total de 2,20 m;
111. Posicionar o tubo de entrada de concreto Ø 1,00 m na cota e no alinhamento de projeto, solidarizando-o ao muro frontal com concretagem envolvente e vedação, de modo a impedir percolação ao longo da face externa do tubo;
112. Concretar os muros laterais em C25, em camadas, com vibração adequada e sem juntas frias;
113. Executar os 12 blocos dissipadores de 0,40 × 0,40 × 0,40 m, em concreto maciço C25, pré-moldados ou moldados in loco, dispostos em 3 fileiras de 4 unidades em arranjo alternado (as fileiras não devem estar alinhadas entre si, de modo que cada fileira intercepte o escoamento que passou pela anterior);
114. Solidarizar cada bloco à laje de fundo por meio das armaduras de espera — blocos simplesmente apoiados serão arrastados pelo escoamento e constituem defeito grave de execução;
115. Executar cura úmida de todas as peças por 7 dias no mínimo;
116. Executar o acabamento em concreto aparente, conforme especificado na prancha, com remoção de rebarbas e tratamento de eventuais bicheiras com argamassa de reparo estrutural;
117. Conferir, após a desforma, a geometria integral da estrutura contra o detalhe de projeto, e registrar em relatório fotográfico.

Dimensões fixadas por este memorial

O quadro de especificações da prancha identifica as dimensões da estrutura de dissipação com a observação “(exemplo)”. Para efeito de licitação e de execução, este memorial FIXA como dimensões de execução: comprimento total 7,50 m (2,00 m de transição de entrada + 3,50 m de bacia com blocos + 2,00 m de soleira de saída); largura interna 4,00 m; altura total 2,20 m, com 1,00 m de muro no trecho de saída e 0,70 m de soleira; blocos dissipadores de 0,40 × 0,40 × 0,40 m, em número de 12; tubo de entrada de concreto Ø 1,00 m. Qualquer alteração dessas dimensões depende de autorização escrita prévia dos projetistas.

8.13 Proteção do terreno natural a jusante do lançamento

118. Imediatamente a jusante da soleira de saída do dissipador, executar enrocamento de proteção em pedra de mão / rachão com diâmetro entre 15 cm e 40 cm;
119. Assentar previamente manta geotêxtil não tecido de 200 g/m² sobre o terreno regularizado, com transpasse mínimo de 0,50 m entre panos, de modo a impedir o carreamento do solo de base através do enrocamento;
120. Extensão mínima do enrocamento: 5,00 m a partir da soleira de saída; largura mínima: 5,00 m (a largura da bacia acrescida de 0,50 m para cada lado); espessura mínima: 0,40 m;
121. Conformar a superfície do enrocamento de modo a produzir espalhamento lateral do escoamento, sem concentração em filete;
122. Executar, a jusante do enrocamento, revestimento vegetal do terreno com graminha de rápido pegamento, com irrigação até o pleno estabelecimento da cobertura;
123. Verificar que o lançamento não atinge nem interfere com a faixa de domínio da rodovia federal, com a área de reserva legal, com a faixa non aedificandi de 35,00 m da BR-282 nem com propriedade de terceiros; constatada qualquer dessas condições, PARALISAR e consultar os projetistas e a fiscalização;

124. Executar, durante todo o período de obra, proteção provisória do ponto de lançamento com barreira de sedimentos (bacia de decantação provisória ou barreira de siltagem), conforme item 10.2.

8.14 Interligações e testes de funcionamento

125. Interligar as descidas pluviais das coberturas às valas grelhadas, conforme o projeto hidráulico, verificando a cota de chegada e a ausência de lançamento sobre piso acabado;
126. Interligar os extravasores das duas cisternas de 15.000 L à vala grelhada mais próxima, com dispositivo que impeça o retorno de água e a entrada de detritos;
127. Verificar, por inspeção visual em todas as caixas, a ausência de entulho, argamassa, restos de fôrma ou sedimentos no interior da rede;
128. Executar a desobstrução preventiva de toda a rede por jato de água antes do teste;
129. Executar TESTE DE FUNCIONAMENTO por lançamento controlado de água em cada vala grelhada e em cada caixa coletora, verificando: escoamento sem empoçamento, ausência de contradclividade, ausência de retorno por caixa a jusante, e chegada efetiva da água ao dissipador;
130. Verificar, no dissipador, o espraçamento do escoamento sobre os blocos e a ausência de erosão a jusante;
131. Registrar o teste em relatório com fotografias e, preferencialmente, vídeo, entregue à fiscalização.

9. ENSAIOS, CONTROLE TECNOLÓGICO E CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

9.1 Controle geométrico

Tabela 27 – Tolerâncias geométricas admitidas

Grandeza controlada	Tolerância	Método de verificação	Consequência da não conformidade
Cota de fundo de vala	± 20 mm	Nivelamento geométrico	Correção do berço antes do assentamento
Cota da geratriz interna inferior do tubo	± 10 mm	Nivelamento geométrico em cada extremidade de trecho	Reassentamento do trecho
Declividade do trecho	Não inferior à de projeto; nunca contraddeclividade	Nivelamento	Refazimento integral do trecho
Alinhamento horizontal do eixo	± 20 mm	Gabarito e fio	Reassentamento
Recobrimento sobre a geratriz superior	Mínimo 1,00 m, sem tolerância negativa	Nivelamento	Aprofundamento da rede ou proteção estrutural, com consulta aos projetistas
Dimensões internas das caixas	± 20 mm	Medição direta	Reparo ou demolição
Nivelamento da grelha em relação ao piso	± 5 mm, sem degrau	Régua e nível	Reassentamento do requadro
Declividade da vala grelhada	Mínimo 0,5%, sem contraddeclividade	Nivelamento	Regularização ou demolição do trecho
Geometria do dissipador	± 30 mm nas dimensões gerais	Medição direta	Reparo estrutural ou demolição

9.2 Controle de compactação

- Ensaio de compactação Proctor normal (ABNT NBR 7182) do solo de reaterro, por tipo de material, para definição da massa específica aparente seca máxima e da umidade ótima;
- Determinação da massa específica aparente in situ (ABNT NBR 7185 – frasco de areia, ou NBR 9813 – cilindro de cravação), a cada 20,00 m de vala e por camada;
- Grau de compactação mínimo: 95% no corpo do reaterro e 100% nos 0,60 m superiores sob tráfego;
- Desvio de umidade admitido: $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima;
- Emissão de laudo por laboratório com responsável técnico habilitado; camada reprovada deve ser escarificada, corrigida e recompactada, com novo ensaio.

9.3 Controle tecnológico do concreto

- Controle conforme ABNT NBR 12655, com formação de lotes por peça e por etapa de concretagem;
- Moldagem de corpos de prova conforme ABNT NBR 5738, no mínimo 2 exemplares (4 corpos de prova) por lote de concretagem ou por dia de concretagem, o que for mais restritivo;
- Ensaio de resistência à compressão conforme ABNT NBR 5739, aos 7 e aos 28 dias;

- Ensaio de abatimento do tronco de cone (slump test) em cada betonada ou caminhão, conforme ABNT NBR NM 67, com rejeição do concreto fora da faixa especificada;
- Aceitação do concreto conforme os critérios estatísticos da ABNT NBR 12655; em caso de não conformidade, adotar o procedimento da norma, com extração de testemunhos e decisão do projetista estrutural;
- Registro de todas as concretagens em diário de obra, com data, hora, volume, peça concretada, condições climáticas e identificação dos corpos de prova.

9.4 Ensaios da rede

- **Inspecção visual interna** – obrigatória em 100% da rede, por inspeção direta nas caixas com auxílio de espelho e lanterna, ou por câmera, verificando alinhamento, ausência de degrau nas juntas, ausência de infiltração e ausência de detritos;
- **Ensaio de estanqueidade** – conforme ABNT NBR 15645, por ensaio hidrostático com enchimento entre duas caixas consecutivas, mantendo carga por 30 minutos; a perda admissível deve atender ao limite normativo. Ensaio obrigatório em, no mínimo, 20% dos trechos, sorteados pela fiscalização, e em 100% dos trechos que atravessem aterro de altura superior a 2,00 m;
- **Ensaio de deflexão / verificação de ovalização** – aplicável caso adotada a alternativa em PEAD, por passagem de gabarito, com deflexão máxima de 5% do diâmetro;
- **Teste de escoamento** – conforme item 8.14, com verificação do funcionamento integral do sistema até o dissipador;
- **Verificação do funcionamento em chuva real** – inspeção obrigatória durante ou imediatamente após a primeira chuva significativa posterior à conclusão, com registro fotográfico e verificação de erosão no ponto de lançamento.

9.5 Critérios de aceitação e de rejeição

Tabela 28 – Critérios de aceitação da obra

Condição verificada	Critério de aceitação	Ação em caso de rejeição
Tubo com trinca, fissura ou lasca na bolsa	Não admitido, em nenhuma extensão	Substituição integral do tubo
Junta com folga irregular ou desencaixada	Não admitido	Refazimento da junta
Contradecividade em qualquer trecho	Não admitido	Demolição e refazimento do trecho
Grau de compactação abaixo do especificado	Não admitido	Escarificação, correção e recompactação
Resistência do concreto abaixo do fck	Conforme critérios da NBR 12655	Extração de testemunhos e decisão do projetista estrutural
Empoçamento residual em vala ou caixa após o teste	Não admitido	Regularização do fundo ou demolição
Grelha com degrau superior a 5 mm ou vão superior a 15 mm	Não admitido	Reassentamento ou substituição
Bloco dissipador não solidarizado à laje	Não admitido	Demolição e refazimento
Erosão no ponto de lançamento após o teste	Não admitido	Refazimento do enrocamento e reavaliação pelos projetistas
Dispositivo executado em posição diversa da projetada sem anuência prévia	Não admitido	Relocação ou refazimento, conforme decisão dos projetistas e da fiscalização

10. SEGURANÇA DO TRABALHO E CONTROLE AMBIENTAL DA OBRA

10.1 Segurança do trabalho

- Elaboração e implementação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) conforme NR-1, contemplando os riscos específicos de escavação, soterramento, queda em vala, espaço confinado e movimentação de cargas;
- Escavações com profundidade superior a 1,25 m: escoramento ou taludamento obrigatórios, com projeto e ART específicos;
- Escadas ou rampas de acesso a valas com profundidade superior a 1,20 m, a cada 25,00 m de extensão;
- Sinalização e isolamento físico de todas as valas abertas, com barreira e sinalização noturna refletiva;
- Entrada em caixa coletora, poço de visita ou galeria: obrigatório o procedimento completo da NR-33 — permissão de entrada e trabalho, medição prévia de atmosfera (oxigênio, gases inflamáveis e tóxicos), ventilação forçada, vigia externo permanente, cinto tipo paraquedista com linha de vida e plano de resgate;
- Movimentação dos tubos de concreto conforme NR-11 e NR-12, com equipamento adequado, área isolada e proibição de permanência de pessoas sob a carga suspensa;
- Fornecimento e fiscalização do uso de EPI conforme NR-6: capacete, botina de segurança, luvas, protetor auricular, óculos e colete refletivo;
- Treinamento e ordem de serviço documentada para todos os trabalhadores envolvidos, com registro de participação.

10.2 Controle ambiental durante a obra

- Implantação de barreiras de sedimentos (silt fence, barreira de feno ou bacia de decantação provisória) a jusante da frente de serviço e no ponto de lançamento, mantidas durante toda a obra e removidas somente após o estabelecimento da cobertura vegetal;
- Proteção provisória das valas abertas e dos taludes contra a chuva, com lona ou cobertura vegetal temporária, em períodos de paralisação;
- Proibição de lançamento de água de esgotamento de vala diretamente em curso d'água ou fora do lote sem passagem por dispositivo de retenção de sedimentos;
- Umectação das vias de serviço para controle de emissão de material particulado;
- Gestão dos resíduos da construção civil conforme Resolução CONAMA n.º 307/2002, com segregação por classe, acondicionamento adequado e destinação a área licenciada, com manifesto de transporte de resíduos;
- Proibição de lavagem de betoneiras, caminhões-betoneira ou ferramentas sobre o solo ou junto a áreas de infiltração; a lavagem deve ocorrer em ponto específico com bacia de contenção;
- Proteção da vegetação existente e da área de reserva legal de 8.000 m², com isolamento físico;
- Observância da faixa non aedificandi de 35,00 m da BR-282 e da faixa de domínio do DNIT, sendo vedada qualquer intervenção não expressamente autorizada;

- Recomposição imediata da cobertura vegetal em todas as áreas de solo exposto ao término de cada frente de serviço.

11. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

Um sistema de drenagem bem executado e mal mantido falha tão rapidamente quanto um sistema mal executado. As rotinas a seguir integram as obrigações do proprietário após o recebimento da obra e devem constar do Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação, conforme a ABNT NBR 5674 e a ABNT NBR 14037.

11.1 Plano de manutenção preventiva

Tabela 29 – Plano de manutenção preventiva do sistema de drenagem pluvial

Dispositivo	Atividade	Periodicidade	Responsável
Valas grelhadas	Remoção de folhas, sedimentos e detritos do interior da vala; verificação de escoamento livre	Mensal, e sempre antes do período de maior pluviosidade (setembro/outubro)	Equipe de manutenção predial
Grelhas e gradis	Remoção, limpeza, verificação de corrosão e de fixação; retoque de pintura quando necessário	Trimestral	Equipe de manutenção predial
Caixas coletoras / bocas de lobo	Abertura, remoção do sedimento acumulado na caixa de areia (0,10 m de profundidade / 64 litros por caixa), lavagem	Trimestral, ou sempre que o sedimento atingir metade da altura útil	Equipe de manutenção predial, com procedimento de espaço confinado
Rede de condutos	Inspeção visual a partir das caixas; verificação de escoamento e de ausência de obstrução	Semestral	Equipe de manutenção predial
Rede de condutos	Desobstrução preventiva por jato de água de alta pressão em toda a extensão	Anual	Empresa especializada
Estrutura de dissipação	Remoção de sedimentos, folhas e galhos acumulados entre os blocos; verificação da integridade dos blocos e dos muros	Trimestral, e após todo evento de chuva intensa	Equipe de manutenção predial
Enrocamento de proteção a jusante	Verificação de deslocamento de pedras, de exposição do geotêxtil e de início de erosão; recomposição imediata	Semestral e após evento extremo	Equipe de manutenção predial
Área a jusante do lançamento	Verificação de erosão, de solapamento e do estado da cobertura vegetal	Semestral e após evento extremo	Equipe de manutenção predial
Coberturas, calhas e condutores	Limpeza de calhas e condutores verticais; verificação dos filtros das cisternas	Semestral, e sempre antes do período chuvoso	Empresa especializada
Reaterro das valas	Verificação de recalque superficial, de trinca no pavimento sobre a vala e de infiltração localizada	Anual, nos dois primeiros anos	Equipe de manutenção predial
Sistema completo	Inspeção técnica geral por profissional habilitado, com relatório	Anual	Engenheiro ou arquiteto habilitado

11.2 Inspeção obrigatória após evento de chuva intensa

Após todo evento de chuva de intensidade excepcional, o sistema deve ser inspecionado dentro de 48 horas, com verificação específica de:

- Ocorrência de empoçamento ou de transbordamento em qualquer ponto do lote, com registro do local e da extensão;
- Presença de sedimento ou de detritos nas caixas coletoras e no dissipador;

- Sinais de erosão a jusante do lançamento: sulcos, solapamento do enrocamento, exposição de geotêxtil ou aprofundamento do leito;
- Sinais de recalque ou de afundamento sobre o traçado da rede;
- Sinais de infiltração ou de surgência de água nos taludes de aterro;
- Integridade dos blocos dissipadores e dos muros laterais da estrutura de dissipação.

11.3 Manutenção corretiva

Tabela 30 – Manifestações patológicas típicas, causas prováveis e providências

Manifestação	Causa provável	Providência
Empoçamento em vala grelhada	Sedimentação, contradclividade de execução ou obstrução a jusante	Limpeza; persistindo, levantamento topográfico e correção da declividade
Retorno de água por caixa a montante	Obstrução da rede a jusante ou subdimensionamento por ampliação indevida da área drenada	Desobstrução por jato; verificação da área de contribuição contra o item 6.6
Afundamento do terreno sobre a vala	Reaterro mal compactado ou erosão interna por junta aberta	Abertura, verificação da junta, reparo e recompactação
Erosão a jusante do dissipador	Enrocamento insuficiente, deslocado ou vazão superior à prevista	Recomposição do enrocamento e reavaliação da área de contribuição pelos projetistas
Bloco dissipador deslocado	Falha na solidarização à laje de fundo	Recolocação com chumbamento estrutural e verificação dos demais blocos
Fissura longitudinal em tubo de concreto	Envolvimento lateral mal compactado ou apoio sobre a bolsa	Substituição do tubo e refazimento do berço e do envolvimento
Corrosão acentuada de gradil	Falha da proteção anticorrosiva ou dano não retocado	Remoção, tratamento de superfície e reaplicação da proteção, ou substituição
Grelha solta ou ruidosa	Requadro desnivelado ou fixação perdida	Renivelamento do requadro e reposição da fixação
Odor proveniente das caixas	Interligação indevida com rede de esgoto	Investigação imediata e desconexão — situação de não conformidade grave

11.4 Registro das manutenções

Todas as intervenções, preventivas e corretivas, devem ser registradas em ficha própria contendo data, dispositivo, atividade executada, executante, anomalias observadas e providências adotadas. O conjunto das fichas integra o histórico da edificação e é documento de defesa do proprietário em eventual discussão sobre garantia. A ausência de manutenção documentada, na forma da ABNT NBR 5674, implica a perda da garantia sobre os componentes afetados.

12. DISPOSIÇÕES FINAIS

Este memorial é parte integrante e indissociável do projeto de drenagem pluvial da Sede Administrativa do CONDER e tem a mesma força vinculante das peças gráficas.

- TODAS as medidas, cotas e níveis devem ser conferidos no local antes da execução. Constatada impossibilidade de manter as medidas de projeto, o responsável técnico e o fiscal da obra devem ser consultados previamente;
- QUALQUER alteração no projeto ou neste memorial depende de autorização prévia e escrita dos projetistas, sob pena de exoneração integral de sua responsabilidade técnica;
- A ESTRUTURA DE DISSIPÇÃO PODERÁ SER REALOCADA, conforme critérios do fiscal da obra ou do CONDER, observadas as condições do item 3.6;
- AS BOCAS DE LOBO E CAIXAS COLETORAS PODERÃO SER REALOCADAS, dependendo do fiscal da obra e do CONDER, observadas as condições do item 3.6;
- CASO NÃO SEJA POSSÍVEL EXECUTAR DA FORMA DESCRITA NESTE MEMORIAL, O FISCAL DA OBRA DEVE SER CONSULTADO PARA SANAR AS DÚVIDAS, antes da execução do serviço;
- A drenagem poderá abranger áreas maiores do que as inicialmente previstas, a critério da fiscalização da obra e do CONDER; nessa hipótese, o sistema DEVE ser redimensionado, observado o limite estabelecido no item 6.6;
- Não sendo possível executar qualquer dispositivo na posição projetada, admite-se a sua relocação mediante comunicação prévia e anuência escrita dos projetistas;
- Em caso de dúvida quanto à interpretação de qualquer item, a consulta prévia aos projetistas é obrigatória e antecede a execução do serviço;
- As cores e os acabamentos aparentes devem seguir o projeto arquitetônico e o estudo tridimensional da edificação;
- Os projetistas não se responsabilizam por projetos, serviços ou execução situados na faixa de domínio do DNIT, os quais, quando elaborados, o foram a pedido e por solicitação expressa do CONDER;
- Omissões deste memorial ou do projeto não eximem a contratada da execução conforme as normas técnicas brasileiras e a boa técnica, mediante consulta prévia aos projetistas.

São Miguel do Oeste/SC, setembro de 2026.

CHARLES DALL
ORSOLETTA:07
581154904

Assinado de forma digital
por CHARLES DALL
ORSOLETTA:0758115490
4
Dados: 2026.10.05
15:26:53 -03'00'

Arq. Urb. Charles Dall Orsoletta

CAU A164709-1

Responsável técnico pelo projeto arquitetônico

AUTORES PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA.

CNPJ 36.177.001/0001-53

Empresa projetista

ANEXO A – QUADRO-RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Quadro destinado à conferência rápida pela fiscalização, pelo licitante e pelo executante. Todos os valores decorrem dos capítulos 4, 5 e 6 deste memorial.

A.1 Premissas de cálculo

Tabela 31 – Premissas adotadas

Parâmetro	Valor adotado	Origem
Precipitação média anual da região	1.873 mm	Normais climatológicas de São Miguel do Oeste
Precipitação máxima diária anual (TR 10)	140,7 mm	Epagri – estudo de chuvas intensas de Santa Catarina
Coeficiente de desagregação 24 h / 1 dia	1,14	CETESB/DAEE
Coeficiente 1 h / 24 h	0,42	CETESB/DAEE
Coeficiente 30 min / 1 h	0,74	CETESB/DAEE
Coeficiente 10 min / 30 min	0,54	CETESB/DAEE
Período de retorno de dimensionamento	10 anos	Prática consolidada de microdrenagem
Período de retorno de verificação	25 anos	Edificação institucional de uso público – NBR 10844
Tempo de concentração	10 min	Bacia urbana de pequena extensão
Intensidade de projeto (TR 10, t 10 min)	161,5 mm/h	Item 4.4
Intensidade de verificação (TR 25, t 10 min)	226,3 mm/h	Item 4.4
Área de contribuição	1.500,00 m ²	Indicada em projeto
Coeficiente de escoamento ponderado	0,867	Item 5.2
Coeficiente de escoamento adotado	0,90	Item 5.2 – a favor da segurança
Vazão de projeto (TR 10)	60,6 L/s	Item 5.4
Vazão de verificação (TR 25)	84,9 L/s	Item 5.4
Vazão de referência adotada	85 L/s	Item 5.4
Manning – tubo de concreto	n = 0,013	Item 6.1
Manning – vala de concreto com grelha	n = 0,015	Item 6.1
Velocidade mínima / máxima	0,60 m/s / 5,00 m/s	Item 6.1
Recobrimento mínimo	1,00 m	Detalhe de projeto

A.2 Verificação de todos os dispositivos

Tabela 32 – Verificação consolidada dos dispositivos

Código	Dispositivo	Geometria	Declividade	Q projeto (L/s)	Capacidade (L/s)	V (m/s)	Folga	Verificação
D-01	Vala grelhada long. 01	0,30 x 0,40 m	≥ 0,5%	85	91	1,02	1,07 x	ATEND E
D-02	Vala grelhada long. 02	0,30 x 0,40 m	≥ 0,5%	85	91	1,02	1,07 x	ATEND E
D-03	Caixas coletoras (5 un.)	0,80 x 0,80 x 1,20 m	—	85	148	—	1,74 x	ATEND E
D-04	Ramais da rede	DN 600	3,0%	85	1.063	2,25	12,5 x	ATEND E
D-05	Tronco principal	DN 800	3,0%	85	2.290	2,10	26,9 x	ATEND E
D-06	Entrada do dissipador	Ø 1,00 m	≤ 2,5%	85	3.792	1,95	44,6 x	ATEND E

Código	Dispositivo	Geometria	Declividade	Q projeto (L/s)	Capacidade (L/s)	V (m/s)	Folga	Verificação
D-07	Estrutura de dissipação	7,50 × 4,00 × 2,20 m	—	85	V saída 0,35 m/s	0,35	—	ATEND E
D-08	Enrocamento a jusante	5,00 × 5,00 × 0,40 m	—	85	—	< 1,50	—	ATEND E

Conferido por: _____ Data: ____ / ____ / ____

Cargo / registro profissional: _____

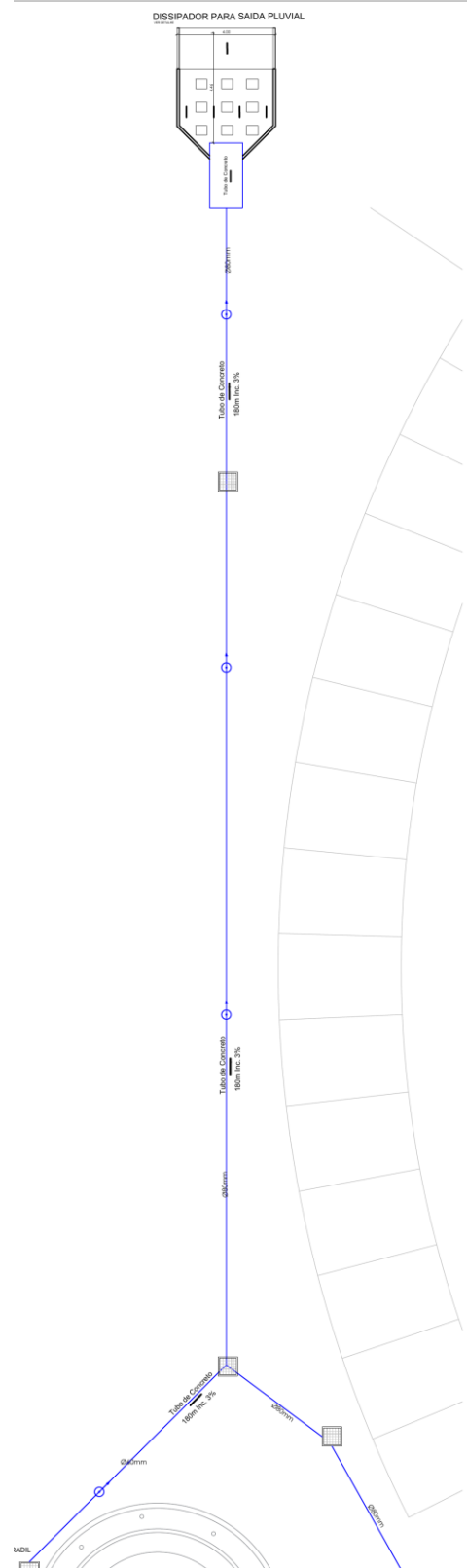
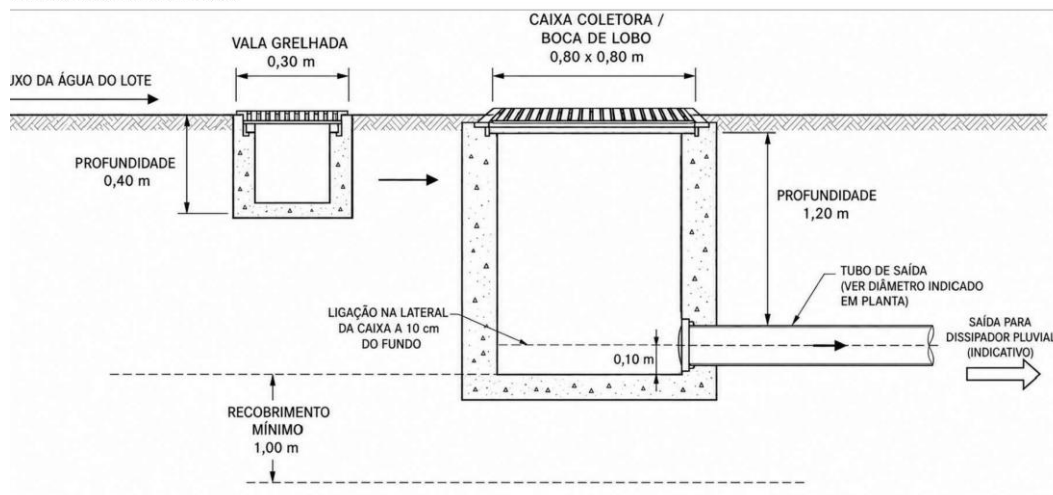


Figura 6 – Traçado do tronco principal da rede de drenagem no interior do lote, da caixa coletora junto à edificação (inferior) até a estrutura de dissipação no extremo sul do lote (parte superior da prancha), com as caixas de inspeção intermediárias — recorte da prancha de drenagem pluvial.

LAJE GRELHA E BOCA DE LOBO



ESCALA

Figura 7 – Detalhe da vala grelhada e da caixa coletora / boca de lobo, com as dimensões internas, a posição da saída a 0,10 m do fundo e o recobrimento mínimo de 1,00 m.

DETALHE GRÁFICO DA GRELHA E BOCA DE LOBO

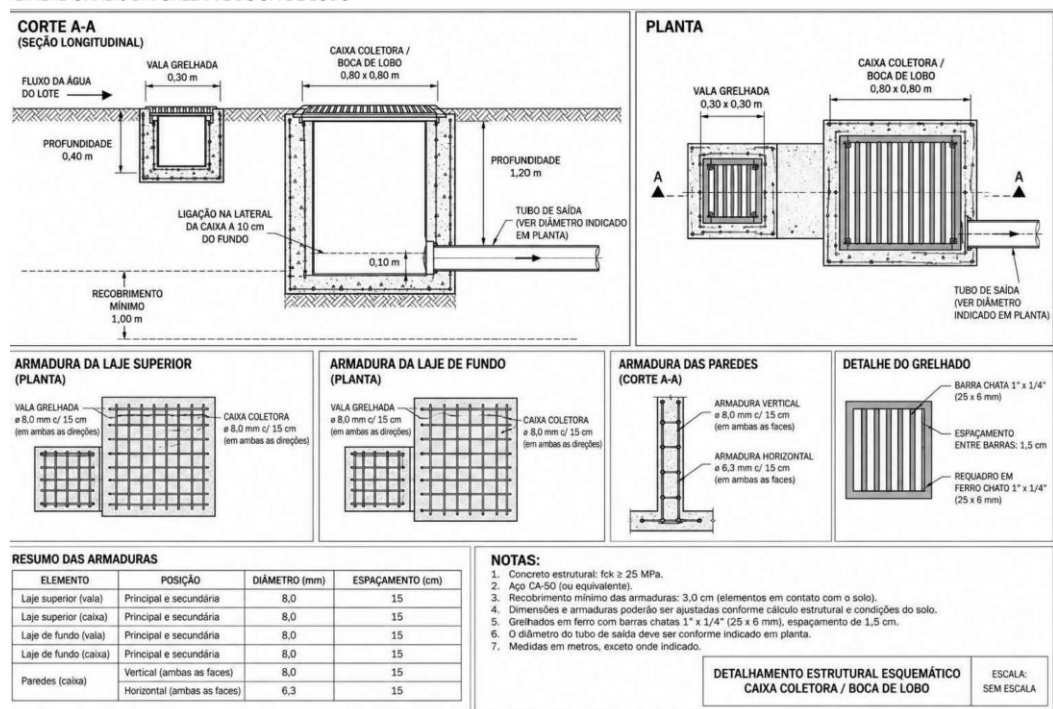
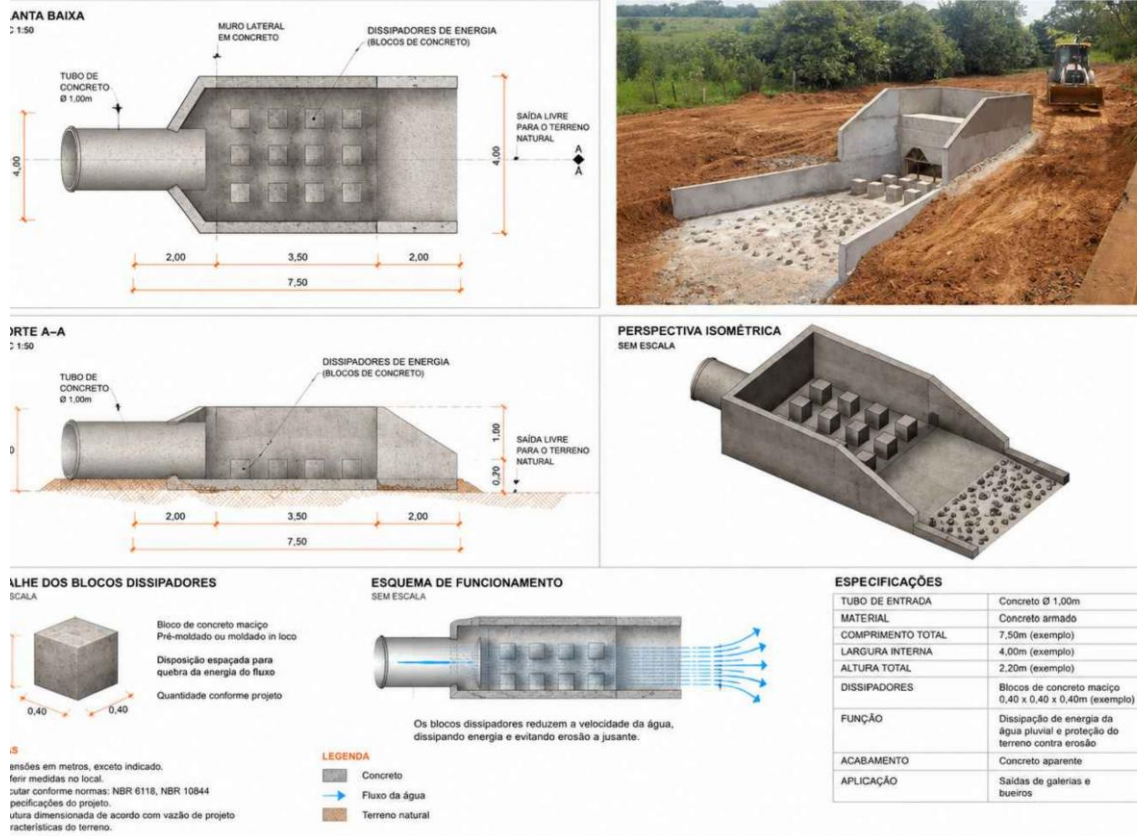


Figura 8 – Detalhamento estrutural esquemático da caixa coletora / boca de lobo: corte A-A, planta, armaduras da laje superior, da laje de fundo e das paredes, detalhe do grelhado em barras chatas 1" x 1/4" com espaçamento de 1,5 cm, resumo das armaduras e notas de projeto.

STRUTURA DE DISSIPACÃO PARA SAÍDA PLUVIAL
II CONTROLE DE VELOCIDADE E PROTEÇÃO DO TERRENO



SCALA

Figura 9 – Estrutura de dissipação para saída pluvial: planta baixa, corte A-A, perspectiva isométrica, detalhe dos blocos dissipadores de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, esquema de funcionamento e quadro de especificações.

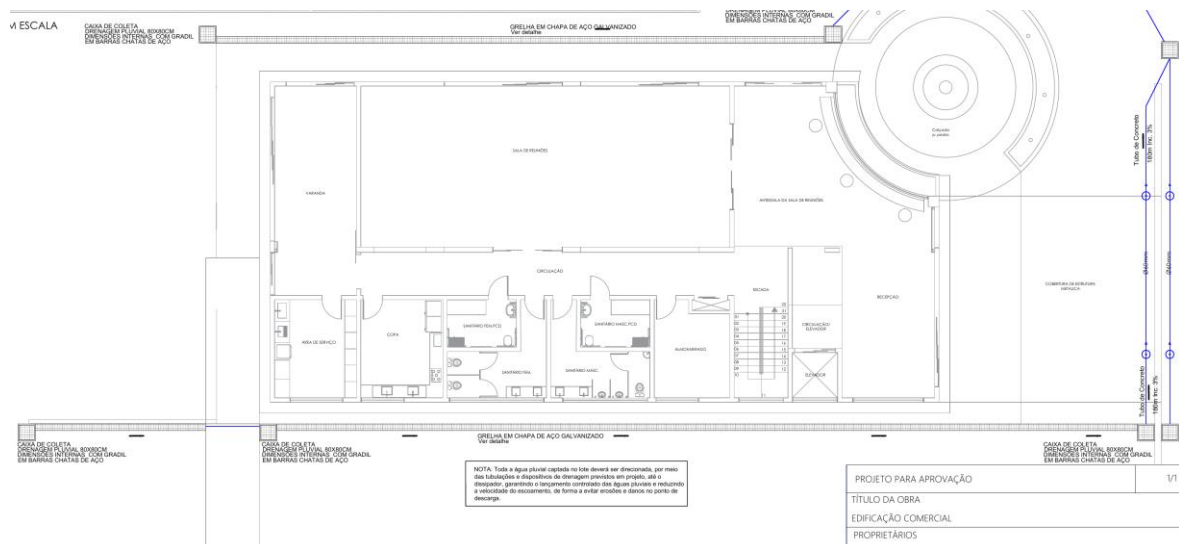


Figura 10 – Planta baixa do pavimento térreo com o traçado da drenagem pluvial, as valas grelhadas nas duas faces longitudinais, as caixas coletoras 0,80 x 0,80 m e a nota de projeto relativa ao direcionamento das águas ao dissipador.