PEDRA ANGULAR ARQUITETURA E ENGENHARIA

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582

E-mail: romulomotateixeira@gmail.com

roberto.nlucena@gmail.com

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO E CÁLCULO DO SISTEMA DE DRENAGEM

MUSEU SUBAQUÁTICO – Florianópolis/SC

RÔMULO MOTA TEIXEIRA CREA 32647/AM

ROBERTO NASCIMENTO LUCENA CREA 31567/AM

São Carlos, 08 de outubro de 2026

PEDRA ANGULAR ARQUITETURA E ENGENHARIA

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582

E-mail: romulomotateixeira@gmail.com

roberto.nlucena@gmail.com

Pedra Angular

SUMÁRIO

1.0 CONCEPÇÃO DO PROJETO 4

1.1 OBJETO 4

1.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO 4

1.3 OBJETIVO GERAL 5

1.4 NORMAS TÉCNICAS E EMBASAMENTO TEÓRICO 5

1.5 INSTALAÇÕES DE DRENAGEM 7

1.6 ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO 9

1.7 TRAÇADO DA REDE 10

1.8 LANÇAMENTO FINAL 11

1.9 PARÂMETROS DE PROJETO 12

1.9.1 FATORES METEOROLÓGICOS 12

1.9.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO 13

1.9.3 VAZÃO DE PROJETO 14

1.9.4 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS 15

1.9.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS 17

1.9.6 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES HORIZONTAIS 18

1.9.7 DIMENSIONAMENTO DO POÇO DE BOMBEAMENTO 20

1.9.8 SISTEMA DE RECALQUE 23

2.0 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 23

2.1 ESCAVAÇÃO 23

2.2 ESCORAMENTO 24

2.3 ASSENTAMENTO DAS TUBULAÇÕES 24

2.4 CAIXAS DE AREIA 25

2.5 REATERRO 25

2.6 CALHAS METÁLICAS 25

2.7 CONDUTORES VERTICAIS 26

2.8 CONDUTORES HORIZONTAIS 27

2.9 POÇO DE BOMBEAMENTO E CONJUNTO MOTOBOMBA 27

2.10 TUBULAÇÃO DE RECALQUE, VÁLVULAS E CONEXÕES 28

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com

2.11 DISPOSITIVO DE CONTROLE E OPERAÇÃO 28
2.12 LANÇAMENTO FINAL..... 29
3.0 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DO PROJETO.....30

1.0 CONCEPÇÃO DO PROJETO

1.1 OBJETO

O presente Memorial Técnico Descritivo e de Cálculo tem por finalidade estabelecer os critérios técnicos, parâmetros de dimensionamento, especificações de materiais e procedimentos executivos necessários à implantação do sistema de drenagem de águas pluviais do empreendimento Museu da Marinha, localizado no município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina.

O documento contempla as instalações destinadas à captação, condução e destinação das águas pluviais provenientes das coberturas da edificação, abrangendo calhas metálicas, condutores verticais e horizontais, dispositivos de inspeção, poço de bombeamento, conjunto motobomba e tubulações de recalque, conforme as características e os elementos definidos no projeto de drenagem pluvial.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Para a elaboração do projeto de instalações de drenagem de águas pluviais do Museu da Marinha, localizado em Florianópolis/SC, foram consideradas as características das coberturas da edificação, a disposição dos pontos de captação, o traçado das tubulações e as condições de encaminhamento das águas pluviais até o ponto de lançamento final.

O sistema de drenagem foi concebido para realizar a captação das águas provenientes das coberturas por meio de calhas metálicas retangulares, interligadas a condutores verticais em PVC. Posteriormente, as águas serão conduzidas por tubulações horizontais, dimensionadas conforme as vazões de contribuição e as declividades estabelecidas em projeto, favorecendo o escoamento por gravidade até o poço de bombeamento.

Em razão das condições de implantação e dos níveis de lançamento previstos, o sistema contará com um poço de bombeamento de águas pluviais, equipado com duas bombas submersíveis, responsáveis pelo recalque das águas coletadas. A tubulação de recalque encaminhará o fluxo até uma caixa de areia, a partir da qual ocorrerá a destinação final à rede pública de drenagem pluvial.

O dimensionamento dos componentes do sistema será fundamentado nos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10844:1989, considerando as características geométricas das coberturas, a intensidade pluviométrica adotada para a região, as vazões de projeto e as condições hidráulicas necessárias ao adequado funcionamento das instalações.

1.3 OBJETIVO GERAL

O presente projeto tem como objetivo estabelecer os critérios técnicos e as condições necessárias para a execução e o adequado funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais do empreendimento Museu da Marinha, localizado em Florianópolis/SC.

O sistema contempla a captação, condução, bombeamento e destinação final das águas pluviais provenientes das coberturas da edificação, em conformidade com as normas técnicas brasileiras aplicáveis, as exigências dos órgãos competentes e as condições estabelecidas no projeto.

Para a elaboração do projeto, foram considerados os aspectos de funcionalidade, segurança, eficiência hidráulica, durabilidade e facilidade de manutenção das instalações, visando garantir o adequado escoamento das águas pluviais e minimizar os riscos de acúmulo de água e extravasamento no empreendimento.

1.4 NORMAS TÉCNICAS E EMBASAMENTO TEÓRICO

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com

O presente Memorial Técnico Descritivo e de Cálculo do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais foi elaborado com fundamento nos critérios e diretrizes estabelecidos pela ABNT NBR 10844:1989 — Instalações prediais de águas pluviais, que estabelece os requisitos técnicos aplicáveis à concepção, ao dimensionamento e à execução dos sistemas destinados à captação e condução das águas pluviais provenientes de coberturas e demais superfícies contribuintes.

Para a determinação das vazões de projeto, foram considerados os parâmetros hidrológicos e pluviométricos representativos do município de Florianópolis/SC, abrangendo a intensidade de precipitação, o período de retorno e a duração da chuva de projeto, associados às características geométricas e às áreas de contribuição das superfícies drenadas. Esses parâmetros constituem a base para a avaliação das condições de escoamento e para o dimensionamento hidráulico dos dispositivos integrantes do sistema.

O dimensionamento das calhas, dos condutores verticais e das tubulações horizontais fundamenta-se nos procedimentos e nas equações hidráulicas aplicáveis às instalações prediais de águas pluviais, considerando as vazões de contribuição, as declividades de projeto, as características geométricas das seções, a rugosidade dos materiais empregados e as condições de funcionamento hidráulico de cada componente.

No que se refere ao sistema de bombeamento, foram adotados os princípios da hidráulica aplicada às instalações de recalque, contemplando a determinação das vazões de operação, a avaliação das perdas de carga distribuídas e localizadas, o cálculo da altura manométrica total e a análise das curvas características dos equipamentos. Também deverão ser observadas as condições operacionais estabelecidas pelo fabricante, incluindo os limites de submergência, a frequência máxima de acionamentos e os requisitos de instalação e manutenção das motobombas.

Complementarmente, deverão ser observadas as disposições pertinentes da legislação municipal de Florianópolis/SC, as exigências dos órgãos responsáveis pela infraestrutura de drenagem urbana e as recomendações técnicas dos fabricantes das tubulações, conexões, dispositivos de controle e equipamentos especificados, quando aplicáveis às características e às condições de implantação do empreendimento.

Foram também consideradas, no que couber, as seguintes normas complementares: ABNT NBR 5688 (tubos e conexões de PVC para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação); ABNT NBR 8890 (tubos de concreto para águas pluviais e esgoto sanitário); ABNT NBR 12266 (projeto e execução de valas para assentamento de tubulação); ABNT NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão, aplicável ao quadro de comando das motobombas); e NR-18 (condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção, para escavações e escoramentos).

A adoção desses critérios tem como finalidade assegurar a adequada capacidade hidráulica do sistema, a segurança e a confiabilidade operacional das instalações, a durabilidade dos componentes e as condições necessárias à inspeção, à manutenção e ao funcionamento eficiente da infraestrutura de drenagem projetada.

1.5 INSTALAÇÕES DE DRENAGEM

O sistema de drenagem de águas pluviais do empreendimento foi concebido com a finalidade de promover a captação, a coleta, a condução e o lançamento adequado das águas provenientes das coberturas e demais superfícies contribuintes, assegurando condições satisfatórias de escoamento e minimizando a ocorrência de acúmulos de água nas áreas atendidas pelo projeto.

A captação das águas pluviais incidentes sobre as coberturas será realizada por meio de calhas metálicas de seção retangular, posicionadas de acordo com a geometria dos telhados e os respectivos sentidos de

escoamento. As águas coletadas serão encaminhadas aos condutores verticais, responsáveis pela condução do fluxo até a rede horizontal de drenagem, constituída por tubulações e dispositivos de coleta e inspeção distribuídos conforme o traçado estabelecido nas peças gráficas.

A rede de drenagem por gravidade foi concebida considerando as características geométricas da edificação, as cotas de implantação, as declividades das tubulações e as condições de interligação entre os diferentes componentes do sistema. Ao longo do percurso, foram previstos dispositivos destinados à coleta, à inspeção e à retenção de sedimentos, visando proporcionar condições adequadas de funcionamento e facilitar os procedimentos de limpeza e manutenção.

Em função das condições altimétricas do empreendimento e da necessidade de transposição do desnível existente até o ponto de lançamento, o sistema contempla um poço de bombeamento destinado ao recebimento e à acumulação temporária das águas pluviais. A unidade será equipada com duas motobombas submersíveis, cuja operação será controlada automaticamente em função dos níveis de água no interior do reservatório, com alternância entre os equipamentos e possibilidade de acionamento simultâneo em situações de necessidade operacional.

O recalque das águas pluviais será realizado por meio de tubulações pressurizadas, dotadas de conexões e dispositivos de controle hidráulico, responsáveis pelo encaminhamento do escoamento até a estrutura de recebimento prevista no projeto. A configuração do sistema deverá permitir a operação individual dos equipamentos, bem como a execução dos serviços de inspeção, isolamento e manutenção.

As instalações deverão ser executadas em conformidade com os diâmetros, dimensões, cotas, declividades, materiais e demais especificações indicadas nas peças gráficas do projeto e neste memorial, observando-se os critérios técnicos aplicáveis e as recomendações dos fabricantes. O dimensionamento hidráulico dos componentes, incluindo as calhas, os

condutores, o poço de bombeamento e o sistema de recalque, será apresentado nos tópicos específicos deste documento.

1.6 ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

As áreas de contribuição do sistema de drenagem pluvial correspondem às superfícies da edificação cujas águas provenientes das precipitações são direcionadas aos dispositivos de captação e condução previstos em projeto. Sua delimitação foi realizada com base nas características arquitetônicas das coberturas, considerando a geometria dos telhados, suas dimensões, inclinações e os respectivos sentidos de escoamento.

A edificação apresenta cobertura composta por quatro águas, distribuídas em duas superfícies de maiores dimensões e duas de menores dimensões, com inclinação de 12%. A configuração das coberturas determina o direcionamento das águas pluviais para as calhas metálicas, responsáveis pela coleta e pelo encaminhamento do escoamento aos respectivos condutores verticais.

Para fins de dimensionamento hidráulico, as áreas de contribuição foram determinadas considerando as projeções e os acréscimos aplicáveis à geometria das coberturas, conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10844:1989. Essa avaliação permite representar adequadamente as superfícies contribuintes e estabelecer as vazões destinadas aos diferentes dispositivos de drenagem.

Além das águas provenientes das coberturas, o sistema contempla a coleta pontual de águas pluviais por meio dos dispositivos previstos nas áreas atendidas pelo projeto, com encaminhamento à rede de drenagem conforme as condições de implantação e o traçado definido nas peças gráficas.

A distribuição das áreas contribuintes e sua vinculação aos respectivos pontos de captação constituem a base para o dimensionamento das calhas, dos condutores verticais e horizontais e dos demais componentes do sistema.

Os valores das áreas consideradas, os critérios de cálculo e as vazões correspondentes serão apresentados detalhadamente no item 1.9 – Parâmetros de Projeto.

1.7 TRAÇADO DA REDE

O traçado da rede de drenagem pluvial foi estabelecido considerando as condições arquitetônicas e altimétricas do empreendimento, a localização dos pontos de captação e as possibilidades de implantação das tubulações, de modo a assegurar a viabilidade construtiva e o adequado desempenho hidráulico das instalações.

A disposição dos trechos horizontais foi definida de forma a favorecer o escoamento por gravidade, observando-se as declividades de projeto, as cotas de chegada e saída das tubulações e a compatibilidade com os elementos estruturais e demais instalações da edificação. As mudanças de direção, derivações e interligações deverão respeitar as condições hidráulicas previstas, evitando configurações que possam comprometer a capacidade de condução ou dificultar os procedimentos de manutenção.

O posicionamento dos dispositivos de inspeção e coleta foi considerado em função das características do traçado, das mudanças de direção e das necessidades de acesso para limpeza e conservação da rede. Nos trechos sujeitos à acumulação de sedimentos, deverão ser observadas as condições de retenção e remoção dos materiais transportados pelo escoamento.

A implantação do sistema de recalque deverá respeitar as cotas e os alinhamentos definidos em projeto, considerando a disposição das motobombas, as conexões hidráulicas, os dispositivos de bloqueio e retenção e os espaços necessários às operações de inspeção e manutenção.

Os comprimentos, diâmetros nominais, declividades, cotas de implantação e demais características geométricas da rede encontram-se representados nas peças gráficas do projeto, que deverão ser observadas

durante a execução das instalações. Eventuais modificações no traçado deverão ser previamente avaliadas quanto às suas implicações hidráulicas e construtivas.

1.8 LANÇAMENTO FINAL

O lançamento final das águas pluviais coletadas pelo sistema de drenagem do empreendimento será realizado na rede pública de drenagem urbana, por meio de interligação a um poço de visita (PV) existente, localizado no passeio público, nas proximidades da esquina do terreno.

Após o recalque, as águas pluviais serão descarregadas em uma caixa de areia, responsável pelo recebimento do escoamento e pela retenção de eventuais sedimentos transportados pela rede. A partir dessa estrutura, o encaminhamento ocorrerá por gravidade, através de uma tubulação de concreto de diâmetro nominal DN400, responsável pela condução das águas até o poço de visita da rede pública.

A interligação deverá observar as cotas de chegada e saída, a declividade da tubulação e as condições hidráulicas da estrutura receptora, de modo a assegurar a continuidade do escoamento e minimizar a ocorrência de refluxos, extravasamentos e acúmulo de sedimentos. A execução da conexão deverá preservar a integridade estrutural do poço de visita existente e garantir condições adequadas de estanqueidade e manutenção.

O lançamento na rede pública de drenagem urbana deverá atender às diretrizes e exigências estabelecidas pelos órgãos municipais competentes, incluindo a verificação da viabilidade de interligação e a obtenção das autorizações eventualmente necessárias para intervenções no passeio público e na infraestrutura existente.

As características geométricas, os materiais, as cotas de implantação e os detalhes construtivos da ligação encontram-se indicados nas peças gráficas do projeto, devendo ser observados durante a execução das instalações.

1.9 PARÂMETROS DE PROJETO

1.9.1 FATORES METEOROLÓGICOS

O dimensionamento do sistema de drenagem de águas pluviais foi desenvolvido considerando as características pluviométricas do município de Florianópolis, localizado no estado de Santa Catarina, onde se encontra implantado o empreendimento. A definição dos parâmetros hidrológicos teve como finalidade estabelecer as condições de precipitação de referência para a determinação das vazões de projeto e o dimensionamento dos dispositivos de captação, condução e recalque das águas pluviais.

Para a avaliação da precipitação de projeto, foram considerados os parâmetros de intensidade pluviométrica, duração da chuva e período de retorno, os quais representam, respectivamente, a quantidade de precipitação por unidade de tempo, o intervalo de duração do evento considerado e a frequência estatística associada à sua ocorrência.

Adotou-se um período de retorno de 5 anos e uma duração de precipitação de 5 minutos, considerando os critérios aplicáveis ao dimensionamento das instalações prediais de águas pluviais. Para essas condições, foi utilizada uma intensidade pluviométrica de 180,98 mm/h, correspondente ao parâmetro de projeto considerado nos cálculos hidráulicos.

Os parâmetros hidrológicos adotados encontram-se sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros hidrológicos adotados

PARÂMETRO	VALOR
Localização	Florianópolis/SC
Período de retorno (Tr)	5 anos
Duração da precipitação (t)	5 minutos
Intensidade pluviométrica (I)	180,98 mm/h

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos parâmetros hidrológicos adotados no projeto.

A intensidade pluviométrica considerada constitui um dos parâmetros fundamentais para a determinação das vazões de contribuição das coberturas e demais superfícies drenadas. Sua aplicação, associada às áreas de contribuição, permite estabelecer as vazões utilizadas no dimensionamento das calhas, dos condutores verticais e horizontais e dos dispositivos integrantes do sistema de drenagem.

Os procedimentos de determinação das áreas contribuintes e das respectivas vazões serão apresentados nos tópicos subsequentes deste memorial.

1.9.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Para o empreendimento, as áreas contribuintes foram determinadas a partir da geometria das coberturas, considerando suas dimensões, inclinações e respectivos sentidos de escoamento. A avaliação foi fundamentada nos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10844:1989, que considera, para fins de dimensionamento, a influência da configuração geométrica das superfícies sobre a área efetiva de contribuição.

A cobertura apresenta configuração em quatro águas, sendo duas superfícies de maiores dimensões e duas de menores dimensões, com inclinação de 12%. As áreas foram agrupadas conforme suas características geométricas e os respectivos setores de contribuição, resultando nos valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Áreas de contribuição consideradas no projeto

SUPERFÍCIE CONTRIBUINTE	ÁREA (m²)
Área 01	120,08
Área 02	19,86
Área total de contribuição	139,94

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nas dimensões e características geométricas do projeto.

A área total de contribuição é obtida pela soma das parcelas consideradas:

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com

$$At = Área\ 01 + Área\ 02$$

Onde:

- At = área total de contribuição (m²);
- Área 01 = área contribuinte do primeiro conjunto de coberturas (m²);
- Área 02 = área contribuinte do segundo conjunto de coberturas (m²).

Substituindo os valores:

$$At = 120{,}08 + 19{,}86$$

$$At = 139{,}94\ m^2$$

Dessa forma, foi considerada uma área total de contribuição de 139,94 m², correspondente às superfícies de cobertura contempladas no dimensionamento hidráulico.

Além das coberturas, o projeto contempla um dispositivo pontual de captação de águas pluviais, conectado à rede de drenagem. Sua contribuição deverá ser verificada separadamente, conforme a área efetivamente drenada, evitando-se a duplicidade de contabilização das superfícies contribuintes.

1.9.3 VAZÃO DE PROJETO

Segundo a ABNT NBR 10844:1989, a vazão de projeto deve ser calculada pela seguinte equação:

$$Q = \frac{I \times A}{60}$$

Onde:

- Q = Vazão de projeto, em L/min;
- I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;
- A = Área de contribuição, em m².

Para o dimensionamento, foram considerados os seguintes parâmetros:

Tabela 3 – Parâmetros utilizados no cálculo da vazão

PARÂMETRO	VALOR
Intensidade pluviométrica (I)	180,98 mm/h

Área total de contribuição (A)	139,94 m²
Período de retorno (Tr)	5 anos
Duração da precipitação (t)	5 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos parâmetros hidrológicos adotados no projeto.

Substituindo os valores: Q = (180,98 × 139,94) / 60 = 422,11 L/min.

Dessa forma, a vazão de projeto calculada para as coberturas do empreendimento corresponde a aproximadamente 422,11 L/min, equivalente a 7,04 L/s ou 25,33 m³/h.

Esse valor representa a contribuição pluvial total das superfícies de cobertura consideradas e constitui a referência para o dimensionamento dos dispositivos de captação e condução, bem como para a avaliação da capacidade hidráulica do sistema de bombeamento.

1.9.4 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

O dimensionamento das calhas foi realizado conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10844:1989 — Instalações prediais de águas pluviais, considerando as áreas de contribuição das coberturas, a intensidade pluviométrica de projeto, as características geométricas da seção transversal, a rugosidade do material e a declividade longitudinal adotada.

Para o empreendimento, foi prevista a utilização de calhas metálicas de seção retangular, com dimensões internas de 150 mm de largura e 100 mm de altura, instaladas com declividade longitudinal de 0,5%, de modo a favorecer o escoamento das águas pluviais até os condutores verticais.

A capacidade hidráulica das calhas foi avaliada por meio da equação de Manning-Strickler:

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{\,2/3} \times i^{1/2}$$

Sendo:

- K – Constante = 60.000;

- Q – Vazão de projeto, em L/min;
- S – Área da seção molhada, em m²;
- Rh – Raio Hidráulico, em m;
- i – Declividade longitudinal da calha, em m/m;
- n – Coeficiente de rugosidade de Manning;

Para a verificação hidráulica, foram considerados os parâmetros apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros adotados para o dimensionamento das calhas

PARÂMETRO	VALOR
Material	Metálico
Seção transversal	Retangular
Largura interna (b)	0,15 m
Altura interna (h)	0,10 m
Declividade longitudinal (i)	0,005 m/m
Coeficiente de Manning (n)	0,011
Profundidade de cálculo (h)	0,08 m
Borda livre considerada	0,02 m

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos parâmetros hidrológicos adotados no projeto.

Para a verificação da capacidade hidráulica, foi considerada uma profundidade de escoamento de 0,08 m, correspondente a 80% da altura interna da calha, preservando-se uma borda livre de 0,02 m.

A área molhada é determinada por:

$$S = b \times h = 0{,}15 \times 0{,}08 = 0{,}012\ m^2$$

O perímetro molhado é dado por:

$$P = b + 2h$$

$$P = 0{,}15 + 2(0{,}08) = 0{,}31m$$

Assim, o raio hidráulico corresponde a:

$$Rh = \frac{0{,}012}{0{,}31} = 0{,}0387\ m$$

A capacidade hidráulica resulta, portanto:

Q = 60.000 × (0,012 / 0,011) × 0,0387^(2/3) × 0,005^(1/2) ≈ 529,63 L/min

Portanto, a calha metálica retangular de 150 × 100 mm, com declividade longitudinal de 0,5%, apresenta capacidade hidráulica teórica de aproximadamente 529,63 L/min (31,78 m³/h), considerando a profundidade de escoamento de 80 mm e o coeficiente de rugosidade adotado.

Como a maior contribuição encaminhada a uma calha corresponde à Área 01 (Q1 = 362,20 L/min, item 1.9.5), a capacidade de 529,63 L/min atende à vazão de projeto com folga de aproximadamente 46%, ficando a calha verificada. A Área 02 (59,90 L/min) é atendida com folga ainda maior.

A execução deverá assegurar o correto nivelamento, a estanqueidade das emendas, a fixação adequada e a manutenção da declividade prevista em projeto, evitando pontos de retenção de água e extravasamentos.

1.9.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais são responsáveis pelo encaminhamento das águas coletadas pelas calhas até a rede horizontal de drenagem, devendo apresentar capacidade hidráulica compatível com as respectivas áreas de contribuição e condições adequadas de funcionamento durante os eventos de precipitação considerados no projeto.

Para o empreendimento, foram previstos dois condutores verticais, com diâmetros nominais DN150 e DN100, responsáveis pelo encaminhamento das águas coletadas pelas calhas até a rede horizontal de drenagem. A distribuição das contribuições foi estabelecida de acordo com os setores de cobertura definidos no projeto, sendo o condutor DN150 destinado ao atendimento da Área 01 e o condutor DN100 ao atendimento da Área 02.

Conforme os critérios da ABNT NBR 10844:1989, a determinação dos diâmetros dos condutores verticais de seção circular é realizada com auxílio dos ábacos de dimensionamento, considerando a vazão de projeto, a altura da lâmina de água na calha e o comprimento vertical do condutor.

Tabela 5 – Parâmetros para dimensionamento dos condutores verticais

PARÂMETRO	Condutor 01	Condutor 02
Área atendida	Área 01	Área 02
Área de contribuição	120,08 m²	19,86 m²
Intensidade pluviométrica	180,98 mm/h	180,98 mm/h
Diâmetro nominal adotado	DN150	DN100

Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Condutor vertical DN150 – Área 01

Para a área 01, com superfície contribuinte de 120,08m², a vazão de projeto corresponde a:

$$Q1 = \frac{180{,}98 * 120{,}08}{60} = 362{,}20\ L/\min\ ou\ 6{,}04\ L/s$$

b) Condutor vertical DN100 – Área 02

Para a área 02, com superfície contribuinte de 19,86m², a vazão de projeto corresponde a:

$$Q2 = \frac{180{,}98 * 19{,}86}{60} = 59{,}90\ L/\min\ ou\ 1{,}00\ L/s$$

c) Verificação da vazão total

A vazão total encaminhada pelos dois condutores verticais corresponde à soma das contribuições individuais:

$$Qt = Q1 + Q2 = 362{,}20 + 59{,}90 = 422{,}10\ L/\min\ \ ou\ 7{,}04\ L/s$$

Os diâmetros adotados (DN150 e DN100) superam o diâmetro interno mínimo de 70 mm exigido pela ABNT NBR 10844:1989.

1.9.6 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES HORIZONTAIS

No dimensionamento dos condutores horizontais utilizou-se a equação de movimento uniforme de Manning dado por:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times I_0^{1/2}$$

Onde:

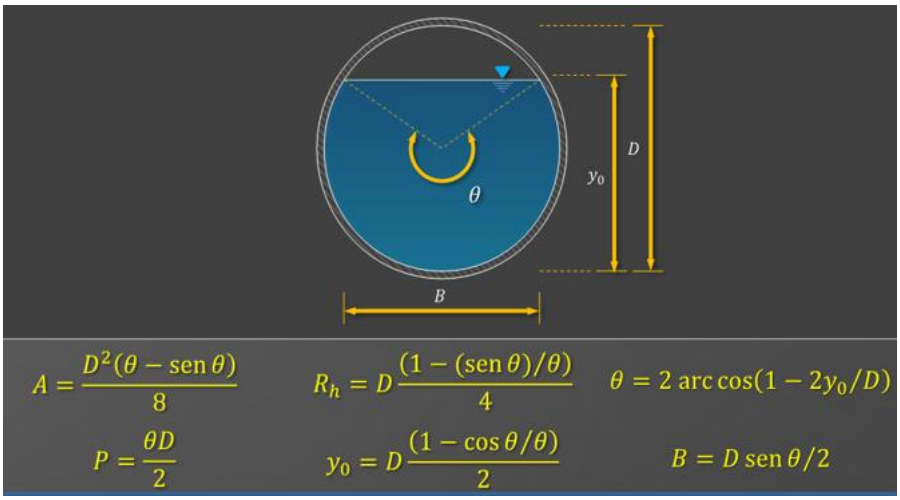
- n – coeficiente de rugosidade (Tabela 2 da NBR 10844/89): n = 0,011 para PVC e n = 0,012 para concreto;
- Io – Declividade (m/m);
- A – Área molhada (m^2);
- Q – Vazão de projeto.

Os condutores horizontais serão executados em PVC (ABNT NBR 5688) e em tubos de concreto (ABNT NBR 8890), conforme indicado nas peças gráficas.

Tabela 2 - Coeficientes de rugosidade

Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Além disso, foi utilizado o seguinte formulário para cálculo dos condutores de seção circular:



Conforme a Tabela 4 da ABNT NBR 10844:1989, para lâmina de 2/3 do diâmetro e declividade de 1%, a capacidade dos condutores de PVC (n = 0,011) é de aproximadamente 287 L/min para DN100 e 847 L/min para DN150. Assim, o trecho em DN150 atende à vazão total das coberturas (422,11 L/min), e o trecho em DN100 atende à Área 02 (59,90 L/min).

1.9.7 DIMENSIONAMENTO DO POÇO DE BOMBEAMENTO

O poço de bombeamento foi previsto para promover a acumulação temporária e o recalque das águas pluviais provenientes da rede de drenagem por gravidade, em função das condições altimétricas do empreendimento e da necessidade de elevação do escoamento até a estrutura de recebimento localizada a jusante.

O dimensionamento geométrico do poço considerou a vazão de contribuição das coberturas, as características operacionais das motobombas submersíveis, os níveis de acionamento e desligamento e a necessidade de disponibilizar volume útil para o funcionamento automatizado do sistema.

Para o empreendimento, foi adotado um poço de seção retangular, com dimensões internas de 1,40 m de comprimento, 1,30 m de largura e 2,30 m de profundidade, destinado à instalação de duas motobombas submersíveis, com operação alternada e possibilidade de funcionamento simultâneo em situações de necessidade operacional.

Tabela 6 – Características geométricas do poço de bombeamento

PARÂMETRO	VALOR
Comprimento interno	1,40 m
Largura interna	1,30 m
Profundidade interna	2,30 m
Área da seção horizontal	1,82 m²
Quantidade de motobombas	2 unidades

Vazão de contribuição das coberturas	25,33 m³/h

Fonte: Elaborado pelo autor.

a) Determinação do volume geométrico total

$$Vt = C * L * H$$

Em que:

- Vt – Volume geométrico total (m³);
- C – Comprimento interno (m);
- L – Largura interna (m);
- H – Profundidade interna (m).

Substituindo os valores:

$$Vt = 1{,}40 * 1{,}30 * 2{,}30 = 4{,}186\ m^3$$

Portanto, o poço apresenta volume geométrico total de aproximadamente 4.186 litros.

b) Determinação do volume útil de operação

O volume útil de operação corresponde à parcela compreendida entre os níveis de desligamento e acionamento da motobomba principal, sendo responsável por proporcionar o intervalo necessário entre os ciclos de funcionamento.

Para a configuração preliminar do sistema, foram considerados os seguintes níveis, medidos a partir do fundo interno do poço:

Tabela 7 – Níveis preliminares de operação

CONDIÇÃO OPERACIONAL	NÍVEL
Desligamento das motobombas	0,70 m

Acionamento da bomba principal	1,40 m
Acionamento da bomba auxiliar	1,50 m
Alerta de nível elevado	1,60 m

Fonte: Elaborado pelo autor, conforme configuração preliminar do sistema de bombeamento.

O volume útil, compreendido entre o nível de desligamento (0,70 m) e o de acionamento da bomba principal (1,40 m), resulta em:

$$Vu = A \times \Delta h = 1{,}82 \times (1{,}40 - 0{,}70) = 1{,}274\ m^3\ (\approx 1.274\ litros)$$

Sob a vazão de contribuição máxima das coberturas (25,33 m³/h), esse volume é preenchido em aproximadamente 3,0 minutos sem bombeamento, o que define a necessidade de acionamento automático da bomba principal.

c) Verificação da frequência de acionamentos

A frequência de acionamentos das motobombas deverá respeitar os limites operacionais estabelecidos pelo fabricante, considerando a vazão efetiva de recalque e o volume útil disponível entre os níveis de operação.

O tempo mínimo de ciclo ocorre quando a vazão afluente é igual à metade da vazão da bomba, sendo dado por $Tmin = 4 \times Vu / Qb$.

d) Condições de funcionamento

O sistema foi concebido para operar com duas motobombas submersíveis, comandadas automaticamente por dispositivos de controle de nível. O funcionamento deverá ocorrer de forma alternada, distribuindo os ciclos de operação entre os equipamentos.

Em situações nas quais o nível de água continue aumentando após o acionamento da primeira motobomba, deverá ocorrer o acionamento da segunda unidade, permitindo a operação simultânea do conjunto.

Os níveis de operação deverão garantir a submergência mínima exigida pelo fabricante, além de preservar condições adequadas de funcionamento hidráulico e segurança operacional.

A instalação deverá permitir o acesso aos equipamentos para inspeção, retirada e manutenção, observando-se as dimensões internas do poço e as recomendações técnicas aplicáveis ao conjunto de bombeamento.

1.9.8 SISTEMA DE RECALQUE

O sistema de recalque tem como finalidade promover o transporte das águas pluviais acumuladas no poço de bombeamento até um ponto de lançamento situado em cota superior, permitindo a continuidade do escoamento por gravidade.

Para o empreendimento, foram previstas duas motobombas submersíveis BRAVA 255, de 1 CV cada, com acionamento automático por meio de dispositivos de controle de nível.

Em condições normais, o sistema opera com apenas uma motobomba por ciclo, alternando-se a unidade principal a cada novo acionamento, de modo a distribuir o desgaste entre os equipamentos. Caso o nível de água continue subindo e alcance o segundo nível de acionamento, a outra motobomba entra em funcionamento como apoio, permitindo a operação simultânea das duas unidades até a redução do nível de água.

O sistema é composto por motobombas, tubulações de recalque, conexões e dispositivos de controle e proteção hidráulica, devendo apresentar capacidade compatível com as condições de escoamento previstas no projeto.

A instalação deverá prever dispositivos de retenção e seccionamento individuais, visando impedir o refluxo, possibilitar a manutenção independente dos equipamentos e garantir a segurança operacional do conjunto.

Para a vazão de projeto de 7,04 L/s, a tubulação de recalque em PVC DE 110 mm apresenta velocidade de aproximadamente 0,9 m/s, dentro da faixa usual de 0,6 a 3,0 m/s, reduzindo o risco de deposição de sedimentos e de sobrepressões.

2.0 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

2.1 ESCAVAÇÃO

As escavações necessárias à implantação das tubulações, caixas de areia e poço de bombeamento deverão ser executadas conforme as dimensões, profundidades, alinhamentos e cotas estabelecidos no projeto.

Os serviços poderão ser realizados por processos manuais ou mecanizados, observando-se as condições do terreno, a estabilidade das paredes das valas e a proteção das estruturas e instalações existentes. Quando necessário, deverão ser adotadas medidas de escoramento e esgotamento de água, garantindo a segurança durante a execução dos serviços.

2.2 ESCORAMENTO

O escoramento das valas e escavações deverá ser executado sempre que necessário para garantir a estabilidade do terreno e a segurança dos trabalhadores durante a implantação do sistema de drenagem.

O tipo de escoramento deverá ser definido conforme a profundidade da escavação, as características do solo e as condições do entorno, observando-se as normas de segurança aplicáveis. Sua retirada deverá ocorrer de forma gradual, acompanhando a execução do reaterro, de modo a evitar deslocamentos do solo e danos às estruturas instaladas.

2.3 ASSENTAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O assentamento das tubulações de drenagem pluvial deverá ser executado conforme os diâmetros, alinhamentos, declividades e cotas estabelecidos nas peças gráficas do projeto.

As tubulações deverão ser instaladas sobre base regularizada e devidamente preparada, garantindo apoio uniforme ao longo de sua extensão. As juntas e conexões deverão assegurar a estanqueidade do sistema, evitando infiltrações, vazamentos e deslocamentos.

Durante a execução, deverão ser verificadas as condições de alinhamento e declividade, bem como a integridade dos tubos e conexões, antes da realização do reaterro das valas.

2.4 CAIXAS DE AREIA

As caixas de areia deverão ser executadas conforme as dimensões, localizações e cotas indicadas nas peças gráficas do projeto, permitindo a coleta, a passagem e o direcionamento das águas pluviais ao longo da rede de drenagem.

As estruturas deverão apresentar paredes e fundo resistentes e estanques, com acabamento interno adequado ao escoamento. Deverá ser mantido espaço inferior para a retenção de sedimentos, evitando seu transporte para as tubulações subsequentes.

As caixas deverão possuir tampas removíveis, garantindo condições adequadas de acesso para inspeção, limpeza e manutenção periódica.

2.5 REATERRO

O reaterro das valas deverá ser executado após o assentamento e a verificação das tubulações, utilizando material adequado, isento de resíduos, matéria orgânica e elementos que possam comprometer a integridade das instalações.

O material deverá ser lançado em camadas sucessivas e compactado de forma controlada, evitando deslocamentos ou danos às tubulações e estruturas enterradas.

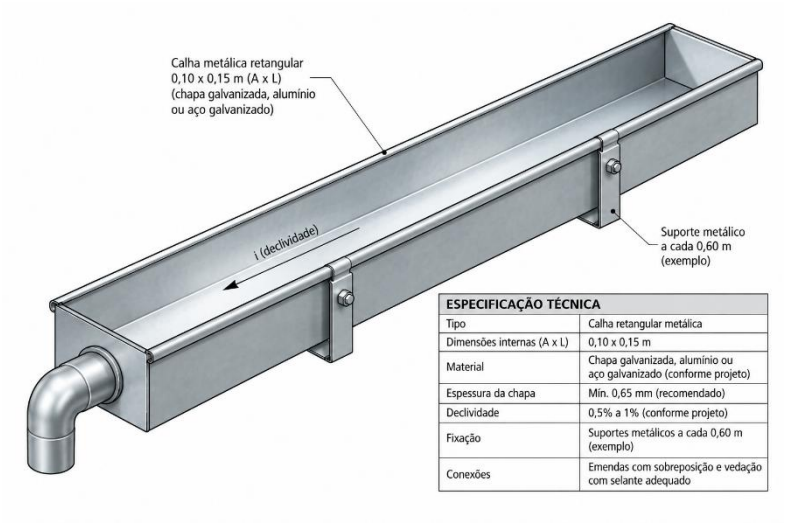
A recomposição do terreno deverá respeitar as cotas originais ou os níveis previstos no projeto, garantindo a estabilidade do solo e as condições adequadas de acabamento das áreas afetadas.

2.6 CALHAS METÁLICAS

As calhas metálicas deverão ser executadas em seção retangular, com dimensões de 150 mm de largura e 100 mm de altura, conforme especificado no projeto de drenagem pluvial.

A instalação deverá respeitar a declividade longitudinal mínima de 0,5%, garantindo o direcionamento das águas pluviais aos respectivos condutores verticais.

As calhas deverão apresentar fixação adequada à estrutura da cobertura, com emendas e conexões devidamente vedadas, assegurando a estanqueidade, a resistência à corrosão e condições apropriadas para limpeza e manutenção periódica.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	
Tipo	Calha retangular metálica
Dimensões internas (A x L)	0,10 x 0,15 m
Material	Chapa galvanizada, alumínio ou aço galvanizado (conforme projeto)
Espessura da chapa	Mín. 0,65 mm (recomendado)
Declividade	0,5% a 1% (conforme projeto)
Fixação	Suportes metálicos a cada 0,60 m (exemplo)
Conexões	Emendas com sobreposição e vedação com selante adequado

2.7 CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais deverão ser executados em tubulações de PVC, com diâmetros nominais DN150 e DN100, conforme especificado nas peças gráficas do projeto.

O condutor DN150 será responsável pela condução das águas pluviais provenientes da Área 01, enquanto o condutor DN100 atenderá à Área 02, encaminhando as contribuições das coberturas à rede horizontal de drenagem.

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com

As tubulações deverão ser instaladas com alinhamento adequado, fixação por suportes apropriados e conexões estanques, garantindo a segurança, a durabilidade e as condições necessárias à inspeção e manutenção do sistema.

2.8 CONDUTORES HORIZONTAIS

Os condutores horizontais deverão ser executados conforme os diâmetros, alinhamentos, declividades e cotas estabelecidos nas peças gráficas do projeto, garantindo o escoamento adequado das águas pluviais.

A rede deverá receber as contribuições dos condutores verticais e dos dispositivos de captação, encaminhando-as por gravidade até as caixas de areia e o poço de bombeamento.

As tubulações deverão apresentar juntas estanques, apoio adequado e conexões compatíveis com os materiais especificados, assegurando a continuidade do escoamento e facilitando os serviços de inspeção e manutenção.

2.9 POÇO DE BOMBEAMENTO E CONJUNTO MOTOBOMBA

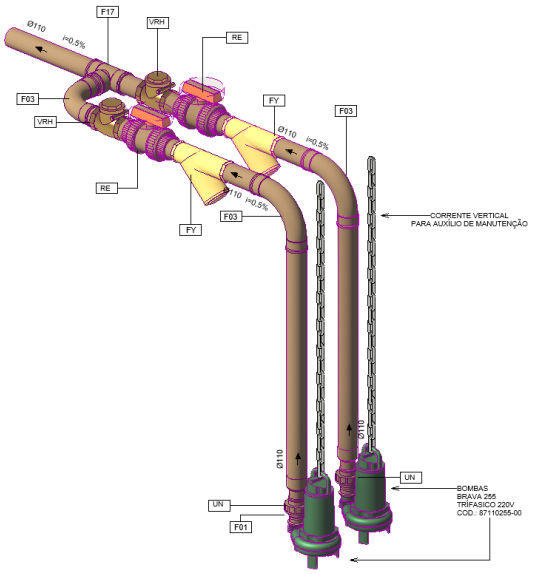
O poço de bombeamento deverá ser executado em estrutura de concreto armado, com dimensões internas de 1,40 m × 1,30 m e profundidade de 2,30 m, conforme indicado nas peças gráficas do projeto.

A estrutura deverá apresentar resistência e estanqueidade adequadas, com paredes e fundo devidamente impermeabilizados, evitando infiltrações e garantindo a segurança das instalações.

O poço deverá abrigar duas motobombas submersíveis BRAVA 255, de 1 CV cada, além dos dispositivos de controle de nível e acessórios hidráulicos necessários ao funcionamento do sistema.

Deverá ser previsto acesso adequado para inspeção, limpeza, retirada e manutenção dos equipamentos, respeitando-se as recomendações do fabricante e as condições de segurança operacional.

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com



2.10 TUBULAÇÃO DE RECALQUE, VÁLVULAS E CONEXÕES

As tubulações de recalque deverão ser executadas em PVC, com diâmetro externo DE 110 mm (DN100), conforme os alinhamentos e detalhes indicados nas peças gráficas do projeto.

Cada motobomba contará com uma linha individual de recalque, equipada com união, válvula de retenção horizontal, registro de esfera e filtro tipo Y, permitindo o controle do escoamento, a prevenção do refluxo e a manutenção independente dos equipamentos.

As linhas individuais serão interligadas à tubulação principal por meio de conexões apropriadas, responsáveis pelo encaminhamento das águas pluviais até a caixa de areia de lançamento.

As tubulações, válvulas e conexões deverão apresentar resistência compatível com as condições de operação, juntas estanques e fixação adequada, observando-se as recomendações dos fabricantes e as condições necessárias à inspeção e manutenção do sistema.

2.11 DISPOSITIVO DE CONTROLE E OPERAÇÃO

O sistema de bombeamento deverá possuir dispositivos automáticos de controle de nível, responsáveis pelo acionamento e desligamento das duas

motobombas submersíveis BRAVA 255, conforme a variação do nível de água no interior do poço.

Em condições normais, as motobombas deverão operar alternadamente, com apenas uma unidade acionada por ciclo. Caso o nível de água continue subindo e atinja o segundo nível de acionamento, a outra motobomba deverá entrar em funcionamento como apoio, permitindo a operação simultânea dos equipamentos.

O sistema deverá contar com quadro de comando elétrico, dispositivos de proteção dos motores e sinalização de nível elevado, garantindo a segurança operacional e permitindo o acompanhamento das condições de funcionamento.

Os dispositivos de controle deverão ser instalados em posições adequadas, respeitando os níveis operacionais estabelecidos no projeto e as recomendações do fabricante.

2.12 LANÇAMENTO FINAL

O lançamento final das águas pluviais será realizado por meio de tubulação de concreto DN400, responsável pela condução do escoamento, por gravidade, a partir da última caixa de areia até o poço de visita existente no passeio público, localizado na esquina do terreno.

A partir desse ponto, as águas serão encaminhadas à rede pública de drenagem urbana. A interligação deverá respeitar as cotas, os alinhamentos e as condições de conexão estabelecidos no projeto, observando-se as exigências do órgão municipal competente.

A execução deverá garantir a estanqueidade das juntas, a estabilidade da tubulação e a continuidade do escoamento, evitando vazamentos, obstruções e interferências na infraestrutura existente.

Fone: (16) 99298-7519/ (92) 99155-9582
E-mail: romulomotateixeira@gmail.com
roberto.nlucena@gmail.com

3.0 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DO PROJETO

_____

Dr. Rômulo Mota Teixeira

Engenheiro Civil

CREA/AM n. 32647/AM

CREA/SP 5071029540

_____

Esp. Roberto Nascimento Lucena

Engenheiro Civil

CREA 31567/AM

R.N. 041894617-5