

**PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARITINGA DO NORTE – PE**  
**SECRETARIA DE OBRAS E URBANISMO**

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA**

**REQUALIFICAÇÃO DO CANAL E IMPLANTAÇÃO/ADEQUAÇÃO**  
**DA INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM URBANA E**  
**ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

**DISTRITO DE PÃO DE AÇÚCAR**  
**TAQUARITINGA DO NORTE – PE**

**VOLUME 1**  
**MEMORIAL DESCRITIVO, MEMÓRIAS DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES**  
**TÉCNICAS**

**Responsável Técnico: Alberto A. C. de Oliveira**  
**Engenheiro Civil – CREA-PE nº 181847687-9**  
**ART nº PE20261614052**

**SETEMBRO/2026**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARITINGA DO NORTE – PE**  
**SECRETARIA DE OBRAS E URBANISMO**

**PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA**

**REQUALIFICAÇÃO DO CANAL E IMPLANTAÇÃO/ADEQUAÇÃO DA**  
**INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM URBANA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO**  
**DISTRITO DE PÃO DE AÇÚCAR, MUNICÍPIO DE TAQUARITINGA DO NORTE/PE**

**PRODUTO II – PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA**  
**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO, MEMÓRIAS DE CÁLCULO E**  
**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**CONTRATANTE**

**Prefeitura Municipal de Taquaritinga do Norte – PE**  
**Secretaria de Obras e Urbanismo**

**Responsável Técnico: Alberto A. C. de Oliveira**  
**Engenheiro Civil – CREA-PE nº 181847687-9**  
**ART nº PE20261614052**

**LOCAL DA INTERVENÇÃO**

**Distrito de Pão de Açúcar**  
**Taquaritinga do Norte – Pernambuco**

**SETEMBRO/2026**

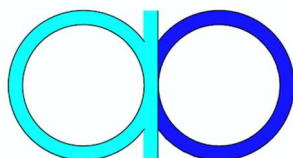
## INTRODUÇÃO

O crescimento e a consolidação das áreas urbanas demandam a implantação e o aprimoramento contínuo dos sistemas de infraestrutura, especialmente aqueles relacionados à drenagem das águas pluviais e ao saneamento. A adequada condução dos escoamentos superficiais constitui elemento fundamental para a segurança, a salubridade e o funcionamento das cidades, contribuindo para a redução de alagamentos, processos erosivos, danos à infraestrutura viária e demais impactos decorrentes da concentração das águas durante os eventos de precipitação.

Da mesma forma, a compatibilização entre os sistemas de drenagem urbana e de esgotamento sanitário assume especial importância em áreas urbanizadas, sobretudo nos locais onde cursos d'água, canais de drenagem, redes coletoras e demais infraestruturas existentes compartilham espaços restritos. A adoção de soluções tecnicamente adequadas permite melhorar as condições de escoamento, preservar as estruturas existentes e reduzir o lançamento indevido de efluentes sanitários no sistema de drenagem.

Nesse contexto, o presente trabalho contempla a elaboração dos estudos e projetos necessários à requalificação do canal localizado no distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte/PE, considerando as condições atuais de ocupação urbana, as características topográficas e hidráulicas da área e as interferências existentes ao longo do seu traçado.

As intervenções propostas compreendem a adequação e requalificação da calha do canal, implantação e reconstrução de trechos de canalização, estruturas de travessia e bueiros capeados, dispositivos de captação e condução das águas pluviais, além das obras complementares necessárias à integração da drenagem com o sistema viário e com as demais infraestruturas existentes.



ENGENHARIA

O projeto contempla ainda intervenções relacionadas ao sistema de esgotamento sanitário, incluindo a implantação e adequação de redes coletoras, poços de visita, travessias e dispositivos destinados à coleta e condução dos efluentes, bem como soluções para o manejo das contribuições de tempo seco identificadas ao longo do canal, buscando evitar seu lançamento direto na calha de drenagem.

Deste modo, o presente Memorial Descritivo apresenta os critérios, parâmetros, soluções técnicas, materiais e métodos construtivos adotados para as intervenções propostas, bem como as diretrizes necessárias à execução das obras de requalificação do canal, drenagem urbana e saneamento no distrito de Pão de Açúcar, em Taquaritinga do Norte/PE, devendo ser analisado em conjunto com as plantas, detalhes construtivos, memoriais de cálculo, especificações técnicas, quantitativos e demais documentos integrantes do projeto.

## **1 OBJETIVO E ESCOPO DO PROJETO**

### **1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços**

O presente trabalho decorre de contratação realizada pelo Município de Taquaritinga do Norte/PE, por intermédio da Secretaria Municipal de Obras, mediante procedimento de contratação direta por dispensa de licitação, destinado à contratação de empresa especializada para elaboração dos estudos, projetos e documentos técnicos necessários à execução das intervenções de requalificação do canal e saneamento no Distrito de Pão de Açúcar.

O contrato compreende a elaboração e entrega do Projeto Executivo Completo, incluindo os levantamentos e estudos necessários, dimensionamentos, projetos de engenharia, detalhamentos construtivos, especificações técnicas, memoriais descritivos e de cálculo, quantitativos, orçamento, composições de custos, cronograma físico-financeiro e demais elementos técnicos necessários à caracterização, contratação e execução das obras.



ENGENHARIA

**OBJETO:** Elaboração do Projeto Executivo Completo para Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar, Município de Taquaritinga do Norte/PE, contemplando estudos e levantamentos necessários, dimensionamentos, projetos de engenharia, detalhamentos construtivos, especificações técnicas, memoriais descritivos e de cálculo, quantitativos de serviços, planilha orçamentária, composições de custos, cronograma físico-financeiro e demais documentos técnicos necessários à execução da obra.

## **1.2 Objetivo**

O objeto do presente trabalho é a “Elaboração do Projeto Executivo Completo para Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar, Município de Taquaritinga do Norte/PE, incluindo levantamentos e estudos técnicos, dimensionamentos, projetos de engenharia, detalhamentos construtivos, memoriais descritivos e de cálculo, especificações técnicas, quantitativos de serviços, planilha orçamentária, composições de custos, cronograma físico-financeiro e demais documentos técnicos necessários à execução da obra”.

A definição do escopo das atividades a serem desenvolvidas encontra-se estruturada de acordo com as disciplinas e produtos integrantes do Projeto Executivo, contemplando os estudos, projetos, detalhamentos e documentos técnicos necessários à completa caracterização das intervenções propostas, conforme apresentado no item 1.3 a seguir.

## **1.3 Relação de Produtos e Relatórios**

A definição do escopo das atividades desenvolvidas para a elaboração do Projeto Executivo de Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte/PE, encontra-se estruturada em **03 (três) Produtos**, subdivididos em volumes específicos, conforme apresentado a seguir.

## **Produto I – Levantamentos e Estudos de Engenharia**

### **(i) Levantamento Aerofotogramétrico**

#### **Volume 1: Levantamento Aerofotogramétrico e Produtos Cartográficos**

Compreende os serviços de levantamento aerofotogramétrico da área de intervenção, incluindo planejamento e execução do voo, processamento das imagens e geração dos produtos cartográficos e modelos digitais utilizados como base para o desenvolvimento dos projetos.

Para a adequada referência espacial do levantamento, foram utilizados pontos de controle implantados em campo pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal, cabendo à equipe responsável pelo presente projeto a execução do voo, o processamento aerofotogramétrico e a geração dos produtos resultantes.

### **(ii) Estudos Hidrológicos e Hidráulicos**

#### **Volume 2: Estudos Hidrológicos e Hidráulicos**

Compreende a delimitação e caracterização das bacias e sub-bacias contribuintes, definição dos parâmetros hidrológicos, determinação das vazões de projeto, estudos de capacidade hidráulica e dimensionamento e verificação das soluções propostas para o canal e demais dispositivos integrantes do sistema de drenagem.

---

## **Produto II – Projeto Executivo de Engenharia**

### **(i) Relatório do Projeto Executivo**

#### **Volume 1: Memorial Descritivo, Memórias de Cálculo e Especificações Técnicas**

Compreende a apresentação da concepção geral das intervenções, critérios e parâmetros de projeto, descrição das soluções de engenharia, memórias de cálculo, dimensionamentos hidráulicos e estruturais integrantes do escopo, especificações



ENGENHARIA

de materiais e serviços, critérios executivos e demais informações técnicas necessárias à adequada caracterização e execução das obras.

Integram este volume as disciplinas relacionadas à requalificação do canal, drenagem urbana, esgotamento sanitário, estruturas de travessia, bueiros capeados, dispositivos de captação, caixas e canaletas, pavimentação e recomposição das áreas afetadas, bem como as demais obras complementares previstas no projeto.

As estruturas de contenção são apresentadas no Projeto Executivo quanto à sua implantação, geometria, configuração e características construtivas. Os dimensionamentos estruturais específicos das estruturas de contenção não integram o escopo do presente trabalho, permanecendo incluídos os demais dimensionamentos e verificações estruturais previstos para as estruturas integrantes do projeto.

## **(ii) Representação Gráfica do Projeto Executivo**

### **Volume 2: Projeto Executivo – Plantas e Detalhamentos**

Compreende o conjunto completo das peças gráficas integrantes do Projeto Executivo, reunidas em um único volume, incluindo plantas, perfis, seções, detalhes construtivos e demais representações necessárias à execução das intervenções.

Integram este volume as pranchas referentes à base aerofotogramétrica, delimitação das bacias contribuintes, implantação geral, canal, drenagem urbana, esgotamento sanitário, estruturas de travessia, bueiros capeados, dispositivos de captação, caixas de tempo seco, canaletas, contenções, pavimentação e recomposição das áreas afetadas, além dos demais detalhes construtivos integrantes do projeto.

---

## **Produto III – Quantitativos, Orçamento e Planejamento da Obra**

### **(i) Levantamento de Quantidades**

## **Volume 1: Memória de Quantidades**

Compreende o levantamento dos quantitativos dos serviços, materiais e demais elementos necessários à execução das intervenções, acompanhado das respectivas memórias de cálculo, organizado por serviços, estruturas e/ou trechos de projeto, conforme aplicável.

### **(ii) Orçamento da Obra**

## **Volume 2: Orçamento da Obra**

Compreende a planilha orçamentária, composições de custos unitários, referências de preços, encargos sociais, Bonificação e Despesas Indiretas – BDI, curva ABC e demais documentos necessários à caracterização do custo estimado para execução da obra.

### **(iii) Planejamento da Obra**

## **Volume 3: Planejamento e Cronograma Físico-Financeiro**

Compreende a organização das principais etapas e serviços necessários à implantação das intervenções, incluindo o cronograma físico-financeiro e demais elementos de planejamento necessários à execução da obra.

Dessa forma, os produtos integrantes do presente trabalho encontram-se organizados da seguinte maneira:

### **Produto I – Levantamentos e Estudos de Engenharia**

Volume 1 – Levantamento Aerofotogramétrico e Produtos Cartográficos

Volume 2 – Estudos Hidrológicos e Hidráulicos

### **Produto II – Projeto Executivo de Engenharia**

Volume 1 – Memorial Descritivo, Memórias de Cálculo e Especificações Técnicas

Volume 2 – Projeto Executivo – Plantas e Detalhamentos

### **Produto III – Quantitativos, Orçamento e Planejamento da Obra**

Volume 1 – Memória de Quantidades

Volume 2 – Orçamento da Obra

Volume 3 – Planejamento e Cronograma Físico-Financeiro

#### **1.4 Conteúdo deste Relatório**

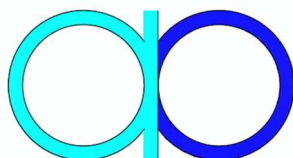
O presente Relatório, denominado Memorial Descritivo, Memórias de Cálculo e Especificações Técnicas, correspondente ao Volume 1 do Produto II – Projeto Executivo de Engenharia, apresenta os critérios, parâmetros, estudos, dimensionamentos, soluções técnicas e especificações adotados para a elaboração do Projeto Executivo de Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte/PE.

O relatório contempla a caracterização da área de intervenção e das condições existentes, os estudos hidrológicos e hidráulicos, a concepção e o dimensionamento das intervenções propostas para o canal, as soluções de drenagem urbana, as intervenções no sistema de esgotamento sanitário, as estruturas de travessia, os dispositivos complementares e os critérios construtivos adotados para execução das obras.

A base cartográfica utilizada para desenvolvimento dos projetos foi obtida por meio de levantamento aerofotogramétrico realizado especificamente para a área de intervenção. Os pontos de controle utilizados no processamento e georreferenciamento dos produtos aerofotogramétricos foram implantados em campo pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal, tendo sido realizados, no âmbito do presente trabalho, o planejamento e execução do voo, processamento das imagens e geração dos produtos cartográficos necessários ao desenvolvimento dos projetos.

As principais características do projeto e das intervenções previstas são apresentadas, de forma resumida, no Quadro 1-1.

#### **Quadro 1-1 – Caracterização geral do projeto**



ENGENHARIA

| <b>DADOS</b>                                 | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                      |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Empreendimento</b>                        | <b>Requalificação do Canal e Infraestrutura de Drenagem e Esgotamento Sanitário</b>                   |
| <b>Localidade</b>                            | <b>Distrito de Pão de Açúcar</b>                                                                      |
| <b>Município</b>                             | <b>Taquaritinga do Norte/PE</b>                                                                       |
| <b>Natureza do projeto</b>                   | <b>Projeto Executivo de Engenharia</b>                                                                |
| <b>Base do levantamento</b>                  | <b>Levantamento aerofotogramétrico</b>                                                                |
| <b>Controle de campo</b>                     | <b>Pontos de controle implantados pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal</b>               |
| <b>Principais disciplinas</b>                | <b>Canal, Drenagem Urbana, Esgotamento Sanitário, Estruturas, Pavimentação e Obras Complementares</b> |
| <b>Tipologia predominante do canal</b>       | <b>Canal aberto com seção variável</b>                                                                |
| <b>Revestimento/estrutura lateral</b>        | <b>Alvenaria de pedra argamassada, com função hidráulica e de contenção</b>                           |
| <b>Revestimento do fundo</b>                 | <b>Concreto</b>                                                                                       |
| <b>Travessias viárias</b>                    | <b>Bueiros capeados em concreto armado</b>                                                            |
| <b>Drenagem complementar</b>                 | <b>Sarjetas, sarjetões, canaletas, dispositivos de captação e estruturas auxiliares</b>               |
| <b>Manejo de contribuições de tempo seco</b> | <b>Canaletas e caixas de tempo seco interligadas ao sistema de esgotamento sanitário</b>              |



|                                  |                                                                                                                     |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Esgotamento sanitário</b>     | <b>Implantação e adequação de rede coletora, poços de visita, conexões e travessias</b>                             |
| <b>Pavimentação</b>              | <b>Demolição e recomposição dos pavimentos afetados pelas intervenções</b>                                          |
| <b>Documentação complementar</b> | <b>Plantas, detalhes construtivos, memórias de cálculo, quantitativos, orçamento e cronograma físico-financeiro</b> |

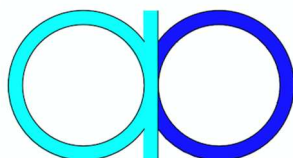
As dimensões, extensões, seções, declividades, cotas, vazões de projeto, características das estruturas e demais parâmetros específicos são apresentados nos capítulos correspondentes deste Relatório e nas peças gráficas integrantes do Volume 2 – Projeto Executivo – Plantas e Detalhamentos.

### **1.5 Plano de Documentação**

As peças gráficas integrantes do presente Projeto Executivo encontram-se organizadas por disciplina, contemplando as plantas, perfis, seções e detalhes necessários à caracterização e execução das soluções propostas.

#### **Quadro 1-2 – Plano de Documentação**

| <b>PROJETO / DISCIPLINA</b>             | <b>CONTEÚDO PRINCIPAL</b>                                         |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Levantamento e Implantação Geral</b> | <b>Localização, implantação geral e base aerofotogramétrica</b>   |
| <b>Estudos Hidrológicos</b>             | <b>Bacias e áreas de contribuição</b>                             |
| <b>Projeto do Canal</b>                 | <b>Plantas, perfis, seções e detalhes construtivos</b>            |
| <b>Bueiros Capeados</b>                 | <b>Localização, plantas, cortes e detalhamento das travessias</b> |



ENGENHARIA

| PROJETO / DISCIPLINA              | CONTEÚDO PRINCIPAL                                        |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Drenagem Urbana                   | Dispositivos de captação, canaletas com grelha e sarjetão |
| Esgotamento Sanitário             | Planta da rede, perfis, PVs, travessias e detalhes        |
| Sistema de Captação de Tempo Seco | Canaletas, caixas, interligações e detalhes               |
| Contenções                        | Paredes em pedra argamassada e dispositivos de drenagem   |
| Pavimentação e Recomposições      | Áreas afetadas e recomposição dos pavimentos              |
| Detalhes Gerais                   | Detalhes complementares e notas de execução               |

**Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).**

O Plano de Documentação deverá ser atualizado ao término da elaboração das peças gráficas, de modo que a identificação, numeração e quantidade de pranchas apresentadas no Quadro 1-2 correspondam integralmente aos documentos constantes do **Volume 2 – Projeto Executivo – Plantas e Detalhamentos**.

#### **1.4 Conteúdo deste Relatório**

O presente Relatório, denominado **Memorial Descritivo, Memórias de Cálculo e Especificações Técnicas**, correspondente ao **Volume 1 do Produto II – Projeto Executivo de Engenharia**, apresenta os critérios, parâmetros, estudos, dimensionamentos, soluções técnicas e especificações adotados para a elaboração do **Projeto Executivo de Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da**



## **Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte/PE.**

O relatório contempla a caracterização da área de intervenção, o levantamento aerofotogramétrico utilizado como base para o desenvolvimento dos projetos, a delimitação das bacias contribuintes, os estudos hidrológicos e hidráulicos, os dimensionamentos e verificações das estruturas integrantes do escopo, a concepção e o detalhamento das intervenções propostas para o canal, as soluções de drenagem urbana e de esgotamento sanitário, as estruturas de travessia, os dispositivos complementares e os critérios construtivos adotados para execução das obras.

A base cartográfica utilizada no desenvolvimento dos projetos foi obtida por meio de **levantamento aerofotogramétrico realizado especificamente para a área de intervenção**. Os pontos de controle utilizados no processamento e georreferenciamento dos produtos aerofotogramétricos foram implantados em campo pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal, tendo sido realizados, no âmbito do presente trabalho, o planejamento e execução do voo, o processamento das imagens e a geração dos produtos cartográficos necessários ao desenvolvimento do Projeto Executivo.

Para os estudos hidrológicos e hidráulicos foi adotado **período de retorno de 25 anos**, considerando as características das bacias contribuintes e as condições de escoamento verificadas na área de estudo. A área total de contribuição considerada nos estudos é **superior a 100 ha**, sendo subdividida em bacias e sub-bacias conforme as condições topográficas e os pontos de aporte ao sistema projetado.

O canal objeto da intervenção apresenta **extensão aproximada de 1,0 km**, sendo constituído por trechos com **seções hidráulicas variáveis**, definidas em função das condições existentes, das vazões contribuintes, das interferências urbanas e das necessidades hidráulicas e construtivas identificadas ao longo do traçado.



As principais características gerais do empreendimento são apresentadas no Quadro 1-1.

Quadro 1-1 – Características Gerais do Projeto

| <b>DADOS</b>                        | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                             |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Empreendimento                      | Requalificação do Canal e Infraestrutura de Drenagem e Esgotamento Sanitário |
| Localidade                          | Distrito de Pão de Açúcar                                                    |
| Município                           | Taquaritinga do Norte/PE                                                     |
| Fase do projeto                     | Projeto Executivo                                                            |
| Extensão aproximada do canal        | 1,0 km                                                                       |
| Área total das bacias contribuintes | Superior a 100 ha                                                            |
| Período de retorno – TR             | 25 anos                                                                      |
| Configuração do canal               | Seções variáveis ao longo do traçado                                         |
| Estrutura lateral predominante      | Alvenaria de pedra argamassada                                               |
| Função das paredes laterais         | Condução hidráulica e contenção                                              |
| Revestimento do fundo               | Concreto                                                                     |
| Travessias viárias                  | Bueiros capeados em concreto armado                                          |

|                                        |                                                                                                                            |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema de drenagem complementar       | Sarjetas, sarjetões, canaletas, dispositivos de captação e estruturas auxiliares                                           |
| Manejo das contribuições de tempo seco | Canaletas e caixas de tempo seco direcionadas ao sistema de esgotamento sanitário                                          |
| Esgotamento sanitário                  | Implantação e adequação de rede coletora, poços de visita, conexões e travessias                                           |
| Base cartográfica                      | Levantamento aerofotogramétrico                                                                                            |
| Controle do levantamento               | Pontos de controle implantados pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal                                           |
| Produtos aerofotogramétricos           | Ortomosaico e modelos digitais utilizados como base para elaboração dos projetos                                           |
| Documentação do Projeto Executivo      | Memoriais, memórias de cálculo, especificações, plantas, detalhes, quantitativos, orçamento e cronograma físico-financeiro |

As dimensões específicas das seções do canal, extensões por trecho, cotas, declividades, vazões de projeto, características das estruturas, diâmetros das redes e demais parâmetros de dimensionamento são apresentados nos capítulos correspondentes deste Relatório e nas peças gráficas integrantes do **Volume 2 – Projeto Executivo – Plantas e Detalhamentos**.

## 2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O canal objeto do presente Projeto Executivo está localizado no **Distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte, Estado de Pernambuco**, inserido predominantemente em área urbanizada. O trecho objeto das intervenções



possui extensão aproximada de **1,0 km**, desenvolvendo-se desde as proximidades das margens da **Rodovia PE-160** até sua confluência com a **calha do Rio Capibaribe**, onde ocorre o lançamento final das águas conduzidas pelo sistema.

O início e o final do trecho de intervenção são definidos pelas seguintes coordenadas planas, referenciadas ao **Sistema UTM, Zona 24S**:

**Início do canal:** E = 816.328,888 m / N = 9.119.483,348 m, nas proximidades da Rodovia PE-160;

**Final do canal:** E = 815.957,838 m / N = 9.118.577,910 m, junto à calha do Rio Capibaribe.

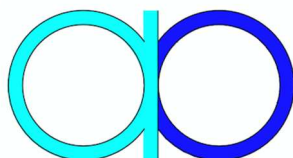
A localização, o desenvolvimento do canal e a delimitação do trecho objeto do presente Projeto Executivo são apresentados na **Figura 2-1**.

**Figura 2-1 – Localização da área de intervenção – Canal de Pão de Açúcar**



*Figura 2-1- Canal*

### 3 LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO



ENGENHARIA

O levantamento aerofotogramétrico teve como objetivo a obtenção de informações planialtimétricas e produtos cartográficos atualizados da área de intervenção, de modo a fornecer a base necessária ao desenvolvimento do Projeto Executivo de Requalificação do Canal e Implantação/Adequação da Infraestrutura de Drenagem Urbana e Esgotamento Sanitário no Distrito de Pão de Açúcar.

Os serviços compreenderam o planejamento da área a ser levantada, definição e materialização dos pontos de apoio e verificação em campo, planejamento e execução do voo com aeronave remotamente pilotada – RPA, processamento fotogramétrico das imagens, ajustamento do bloco, geração e classificação da nuvem de pontos, geração do Modelo Digital de Elevação – MDE e elaboração do ortomosaico georreferenciado.

Os produtos resultantes do levantamento foram utilizados como referência para a delimitação das bacias contribuintes, definição da geometria e perfil longitudinal do canal, identificação das interferências existentes e desenvolvimento das demais disciplinas integrantes do Projeto Executivo.

### **3.1 Delimitação da Área de Levantamento**

Inicialmente, procedeu-se à definição da área necessária ao levantamento aerofotogramétrico, considerando o traçado do canal e sua área de influência direta. A delimitação preliminar foi realizada sobre imagem de satélite, com auxílio do software Google Earth, sendo posteriormente gerado arquivo em formato KML para utilização nas etapas subsequentes de planejamento do levantamento.

A área de cobertura foi definida de maneira a abranger integralmente o trecho objeto do projeto e proporcionar informações suficientes das áreas adjacentes necessárias ao desenvolvimento dos estudos e projetos de engenharia.



**Figura 3-1 – Delimitação da área destinada ao levantamento aerofotogramétrico**

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

### **3.2 Pontos de Apoio e Verificação**

Após a definição da área de levantamento, foram selecionadas previamente as posições destinadas à implantação dos alvos de controle em solo, buscando-se uma distribuição espacial adequada ao longo da área levantada.

A materialização dos alvos e o levantamento de suas respectivas coordenadas foram realizados em campo pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal. As coordenadas obtidas foram posteriormente fornecidas para utilização no processamento fotogramétrico.

Foram empregados **11 (onze) pontos levantados em campo**, posteriormente classificados durante o processamento em pontos de controle e pontos de verificação. Do total, **7 (sete) pontos foram utilizados como pontos de controle e 4 (quatro) como pontos de verificação**, possibilitando tanto o ajustamento do bloco fotogramétrico quanto a avaliação independente da qualidade posicional dos resultados obtidos.



**Figura 3-2 – Distribuição dos pontos de controle e verificação na área do levantamento**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).

### **3.3 Planejamento do Voo**

O planejamento da missão aerofotogramétrica foi realizado por meio do software DroneDeploy, tomando-se como referência a área previamente delimitada.

Foi adotado plano de voo cruzado, com altura nominal de voo de **120 m**, sobreposição longitudinal de **80%** e sobreposição lateral de **60%**, mantendo-se o gimbal da câmera orientado a **90°**, de modo a obter imagens predominantemente nadirais.

Para aquisição das imagens foi utilizada aeronave remotamente pilotada **DJI Mavic 2 Pro**.

A configuração adotada buscou proporcionar cobertura homogênea da área de interesse e redundância adequada entre as imagens consecutivas, favorecendo a identificação de pontos homólogos e a posterior reconstrução fotogramétrica.

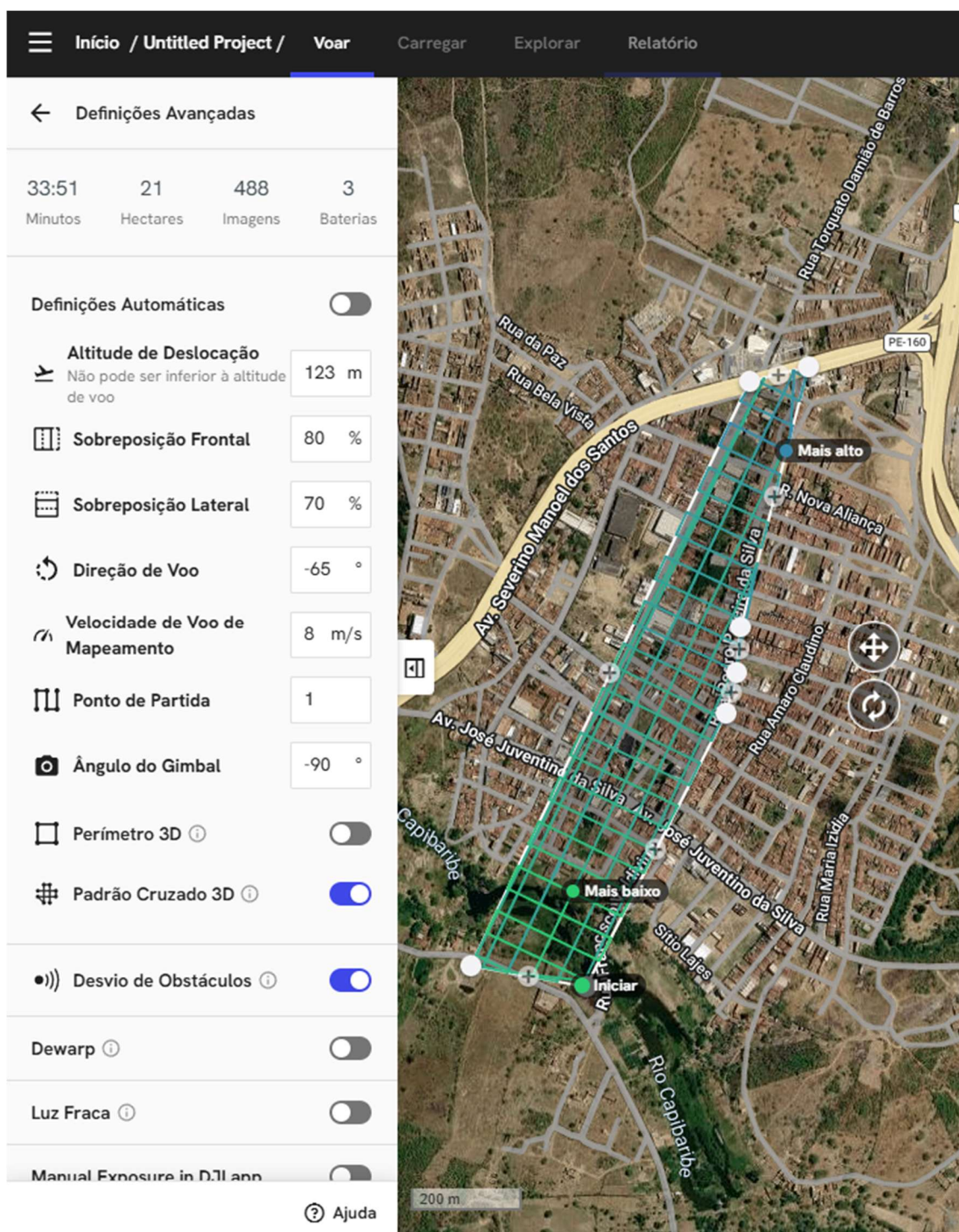


**Figura 3-3 – Planejamento da missão aerofotogramétrica**

**Fonte:** DroneDeploy (2026).

### 3.4 Execução do Levantamento Aéreo

Após a implantação e levantamento dos alvos em campo, foi realizada a missão aerofotogramétrica conforme o planejamento previamente estabelecido.

O levantamento resultou na aquisição de **565 imagens**, sendo todas posteriormente alinhadas durante o processamento. O relatório de processamento registrou altitude média de voo de aproximadamente **129 m**, resolução espacial de **2,79 cm/pixel (GSD)** e cobertura aproximada de **0,174 km<sup>2</sup>**.

O conjunto de imagens apresentou sobreposição adequada ao processamento fotogramétrico, permitindo a cobertura contínua da área de interesse e a reconstrução tridimensional do terreno.

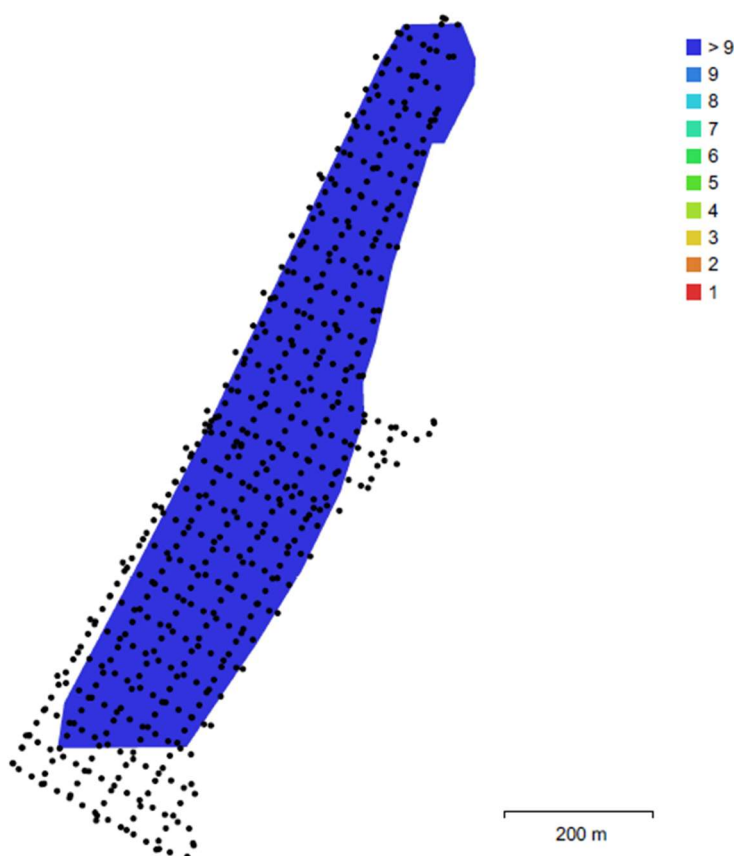


**Figura 3-4 – Posições das câmeras e sobreposição das imagens obtidas durante o levantamento**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).



**Imagem recomendada:** usar diretamente a Figura 1 da página 2 do Relatório de Processamento do Metashape. Ela é excelente para o memorial porque mostra as 565 posições das câmeras e a sobreposição.

### 3.5 Processamento Fotogramétrico

O processamento foi desenvolvido no **Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000**, utilizando a projeção **Universal Transversa de Mercator – UTM, Zona 24 Sul**, correspondente ao código **EPSG:31984**. O mesmo sistema de referência foi mantido na geração do Modelo Digital de Elevação – MDE, do ortomosaico e das demais bases cartográficas utilizadas no desenvolvimento do Projeto Executivo

O processamento das imagens foi realizado no software **Agisoft Metashape Professional**, compreendendo as etapas de alinhamento das fotografias, geração da nuvem de pontos inicial, inserção das coordenadas dos pontos levantados em campo, ajustamento do bloco fotogramétrico, otimização das câmeras, geração da nuvem densa, classificação dos pontos representativos do terreno, geração do Modelo Digital de Elevação e elaboração do ortomosaico.

O processamento foi desenvolvido no sistema de referência **SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S – EPSG:31984**, adotado para os produtos cartográficos resultantes e para o desenvolvimento do Projeto Executivo.

#### 3.5.1 Alinhamento das Imagens

Inicialmente foi realizado o alinhamento das imagens, etapa responsável pela identificação dos pontos homólogos existentes entre fotografias sobrepostas e determinação da posição e orientação relativa das câmeras.

As **565 imagens obtidas no levantamento foram alinhadas**, resultando inicialmente em **553.023 pontos de ligação (tie points)** e **3.411.393 projeções**, com erro de reprojeção de **0,743 pixel**.

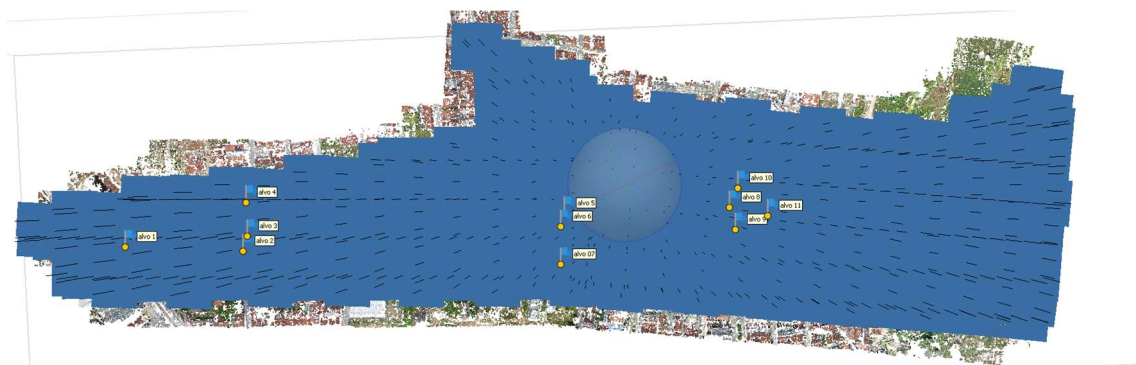


**Figura 3-5 – Alinhamento das imagens e geração da nuvem de pontos de ligação**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).

### 3.5.2 Inserção dos Pontos de Controle e Verificação

Concluído o alinhamento inicial, foram importadas para o ambiente de processamento as coordenadas dos alvos levantados em campo pela equipe de topografia da Prefeitura Municipal.

Os marcadores foram identificados nas imagens correspondentes e, posteriormente, classificados entre **pontos de controle**, utilizados no ajustamento do modelo, e **pontos de verificação**, mantidos independentes para avaliação da qualidade posicional do produto resultante.

Foram utilizados **7 pontos de controle**, cujo erro quadrático médio total obtido foi de aproximadamente **1,14 cm**, e **4 pontos de verificação**, que apresentaram erro quadrático médio total de aproximadamente **5,10 cm**.

Os pontos de verificação apresentaram erros quadráticos médios de aproximadamente **1,84 cm em E**, **2,98 cm em N** e **3,71 cm em Z**, constituindo referência independente para avaliação da qualidade posicional do levantamento.



| Marcadores | Easting (m)   | Northing (m)   | Altitude (m) | Precisão (m) | Error (m) | Projeções | Erro (pix) |
|------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| ✓ alvo 07  | 816049.965000 | 9119023.473000 | 410.197000   | 0.005000     | 0.014536  | 9         | 1.423      |
| ✓ alvo 1   | 816310.931000 | 9119518.983000 | 418.704000   | 0.005000     | 0.016452  | 7         | 1.352      |
| ✓ alvo 2   | 816241.601000 | 9119386.734000 | 414.263000   | 0.005000     | 0.008563  | 10        | 0.585      |
| alvo 3     | 816256.924000 | 9119374.119000 | 414.141000   | 0.005000     | 0.061813  | 9         | 0.527      |
| ✓ alvo 4   | 816296.894000 | 9119355.991000 | 415.338000   | 0.005000     | 0.011898  | 10        | 1.061      |
| alvo 5     | 816107.503000 | 9118991.348000 | 409.205000   | 0.005000     | 0.038540  | 9         | 0.329      |
| ✓ alvo 6   | 816094.218000 | 9119002.636000 | 409.060000   | 0.005000     | 0.006287  | 9         | 0.538      |
| alvo 8     | 816022.705000 | 9118793.689000 | 407.090000   | 0.005000     | 0.038243  | 9         | 0.270      |
| ✓ alvo 9   | 815993.126000 | 9118798.981000 | 406.895000   | 0.005000     | 0.004457  | 9         | 0.336      |
| alvo 10    | 816040.781000 | 9118772.947000 | 407.404000   | 0.005000     | 0.060451  | 9         | 0.417      |
| ✓ alvo 11  | 815991.357000 | 9118753.542000 | 406.527000   | 0.005000     | 0.012621  | 10        | 0.618      |

**Figura 3-6 – Pontos de controle e verificação utilizados no processamento fotogramétrico**

Fonte: Agisoft Metashape (2026).

### 3.5.3 Otimização do Ajustamento Fotogramétrico

Após a inserção e identificação dos pontos de controle e verificação, procedeu-se à otimização do ajustamento fotogramétrico, utilizando as coordenadas de referência dos pontos de controle para refinamento dos parâmetros de orientação e calibração das câmeras.

A etapa de otimização permitiu reduzir as inconsistências do modelo e estabelecer a referência espacial necessária à geração dos produtos cartográficos subsequentes.

### 3.6 Geração e Classificação da Nuvem Densa de Pontos

Após o ajustamento do bloco fotogramétrico, procedeu-se à geração dos mapas de profundidade e da nuvem densa de pontos em qualidade elevada.

A nuvem densa final foi constituída por aproximadamente **172,52 milhões de pontos**, proporcionando elevado nível de detalhamento da superfície levantada.

Posteriormente, foi realizada a classificação da nuvem, visando identificar os pontos representativos do terreno e separar elementos que não deveriam compor a



superfície utilizada para geração do modelo altimétrico, tais como edificações, vegetação e demais objetos elevados.

A classificação dos pontos de terreno foi utilizada como base para obtenção de uma superfície mais representativa das condições do terreno necessárias ao desenvolvimento dos projetos de engenharia.



**Figura 3-7 – Nuvem densa de pontos obtida no processamento fotogramétrico**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).



**Figura 3-8 – Classificação dos pontos representativos do terreno**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).

### 3.7 Modelo Digital de Elevação

A partir dos pontos classificados e considerados representativos da superfície do terreno, foi gerado o **Modelo Digital de Elevação – MDE**, utilizado como referência altimétrica para o desenvolvimento dos estudos e projetos.

O modelo gerado apresenta resolução de aproximadamente **5,59 cm/pixel**, com densidade informada de aproximadamente **320 pontos/m<sup>2</sup>**.

O MDE constituiu uma das principais bases para análise do comportamento altimétrico da área, definição do perfil longitudinal do canal, delimitação das áreas contribuintes e desenvolvimento dos estudos hidrológicos e hidráulicos.

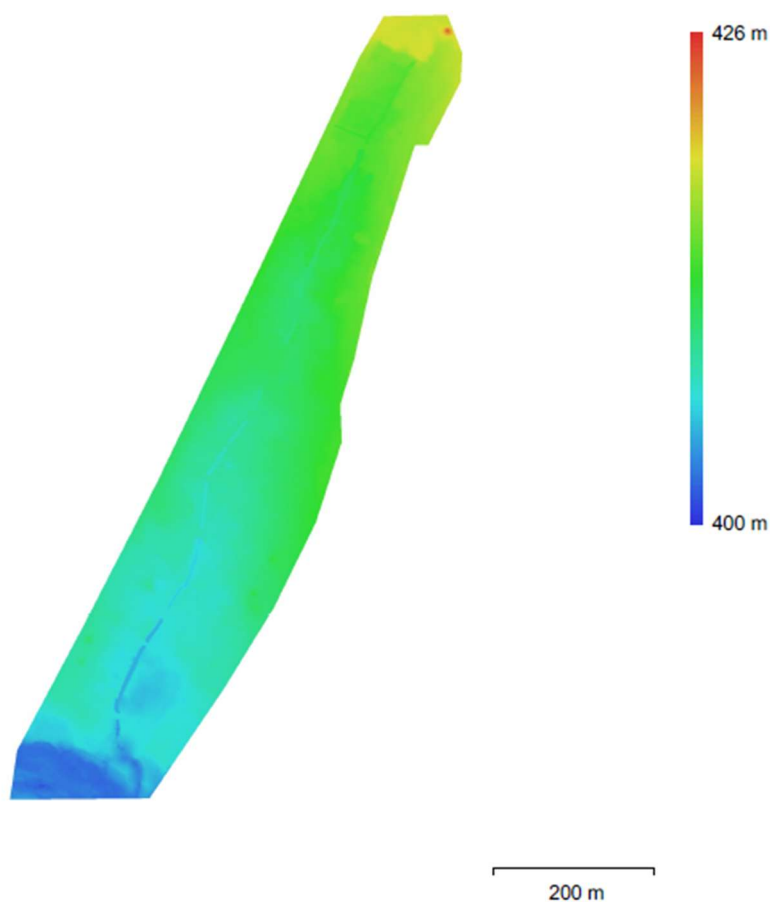


**Figura 3-9 – Modelo Digital de Elevação da área de levantamento**

**Fonte:** Agisoft Metashape (2026).

### 3.8 Geração do Ortomosaico

Após a geração do Modelo Digital de Elevação, procedeu-se à elaboração do ortomosaico georreferenciado, obtido a partir da combinação e ortorretificação das imagens adquiridas durante o levantamento.



O ortomosaico final foi gerado no sistema de referência **SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S – EPSG:31984**, apresentando dimensões de **27.256 × 47.588 pixels** e resolução espacial aproximada de **2,79 cm/pixel**.

O produto foi utilizado como base cartográfica para identificação dos elementos existentes, análise da ocupação urbana, delimitação e representação das intervenções e elaboração das peças gráficas integrantes do Projeto Executivo.



**Figura 3-10 – Ortomosaico da área de intervenção**

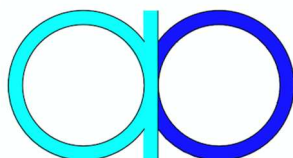
**Fonte:** Elaborado pelo Autor a partir do levantamento aerofotogramétrico (2026).

### 3.9 Síntese dos Resultados do Levantamento

Os principais parâmetros e resultados obtidos no levantamento aerofotogramétrico são apresentados no Quadro 3-1.

**Quadro 3-1 – Síntese do levantamento aerofotogramétrico**

| PARÂMETRO          | RESULTADO       |
|--------------------|-----------------|
| Aeronave utilizada | DJI Mavic 2 Pro |



ENGENHARIA

| PARÂMETRO                                  | RESULTADO             |
|--------------------------------------------|-----------------------|
| Tipo de missão                             | Voo cruzado           |
| Altura nominal planejada                   | 120 m                 |
| Altitude média registrada no processamento | 129 m                 |
| Sobreposição longitudinal                  | 80%                   |
| Sobreposição lateral                       | 60%                   |
| Orientação do gimbal                       | 90°                   |
| Número de imagens                          | 565                   |
| Imagens alinhadas                          | 565                   |
| Área de cobertura                          | 0,174 km <sup>2</sup> |
| Resolução espacial – GSD                   | 2,79 cm/pixel         |
| Pontos de ligação                          | 553.023               |
| Pontos levantados em campo                 | 11                    |
| Pontos de controle                         | 7                     |
| Pontos de verificação                      | 4                     |
| RMSE total – pontos de controle            | 1,14 cm               |
| RMSE total – pontos de verificação         | 5,10 cm               |
| Pontos da nuvem densa                      | 172.521.734           |
| Resolução do MDE                           | 5,59 cm/pixel         |



| PARÂMETRO                 | RESULTADO                      |
|---------------------------|--------------------------------|
| Densidade do MDE          | 320 pontos/m <sup>2</sup>      |
| Sistema de referência     | SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S     |
| EPSG                      | 31984                          |
| Software de processamento | Agisoft Metashape Professional |

Os resultados obtidos forneceram a base cartográfica e altimétrica utilizada para o desenvolvimento das etapas subsequentes do Projeto Executivo.

#### 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E CONCEPÇÃO DO PROJETO

O presente capítulo apresenta a caracterização das condições existentes ao longo do canal objeto das intervenções, as principais deficiências e interferências identificadas na área de estudo e a concepção geral adotada para o desenvolvimento do Projeto Executivo.

A definição das soluções propostas considerou as características físicas e hidráulicas do canal existente, a ocupação urbana consolidada em suas margens, as travessias viárias, as interferências com edificações e demais infraestruturas, as contribuições de águas pluviais provenientes das bacias adjacentes e a presença de lançamentos de águas residuárias diretamente na calha.

A concepção geral do projeto fundamenta-se na **requalificação do canal para condução das águas pluviais**, associada à implantação e adequação do sistema de esgotamento sanitário e de dispositivos destinados à interceptação das contribuições de tempo seco, buscando promover a separação entre os sistemas de drenagem pluvial e esgotamento sanitário.

##### 4.1 Caracterização da Situação Existente



ENGENHARIA

O trecho objeto do presente Projeto Executivo encontra-se inserido predominantemente em área urbana consolidada do Distrito de Pão de Açúcar, apresentando ocupação significativa ao longo de suas margens e diversas interferências decorrentes do processo de urbanização.

Atualmente, a calha existente recebe simultaneamente **contribuições de águas pluviais e lançamentos de águas residuárias**, funcionando, na prática, como elemento de condução de ambos os tipos de escoamento. Essa condição compromete a finalidade do sistema de drenagem e contribui para a ocorrência de condições inadequadas de salubridade, especialmente durante os períodos de estiagem, quando há redução ou ausência das vazões pluviais e permanece o escoamento proveniente dos lançamentos sanitários.

Em grande parte de sua extensão, o canal apresenta **calha sem revestimento**, com geometria irregular e margens ocupadas por vegetação. A inexistência de seção hidráulica regular e devidamente revestida, associada à presença de vegetação no interior e nas margens da calha, interfere nas condições de escoamento e dificulta as atividades de inspeção, limpeza e manutenção.

Também foi identificada a disposição inadequada de **resíduos sólidos e outros materiais no interior e nas proximidades do canal**. A ausência de tratamento adequado das margens e a facilidade de acesso à calha favorecem essa prática, contribuindo para a redução localizada da seção disponível ao escoamento e aumentando a possibilidade de obstrução das estruturas de travessia.

Outro aspecto observado refere-se à **ausência ou insuficiência de dispositivos destinados à captação e ao direcionamento das águas provenientes das vias urbanas para o canal**. Em determinados pontos, as águas pluviais escoam superficialmente pelas ruas sem dispositivos adequados de direcionamento até a calha principal, contribuindo para a ocorrência de acúmulos de água, escoamentos desordenados e transtornos à circulação durante eventos de precipitação.

A associação dessas condições — irregularidade da calha, presença de vegetação e resíduos, inadequação das travessias, ausência de dispositivos adequados de drenagem das vias e lançamento de águas residuárias — evidencia a necessidade de intervenção integrada nos sistemas de drenagem e saneamento da área.



**Figura 4-1 – Condições atuais da calha e das margens do canal**

**Fonte:** Acervo do Autor (2026).

## **4.2 Caracterização do Canal Existente**



ENGENHARIA

O canal existente desenvolve-se por aproximadamente **1,0 km**, desde as proximidades da Rodovia PE-160 até sua confluência com a calha do Rio Capibaribe.

Ao longo do traçado são verificadas variações significativas nas características geométricas da seção, nas condições das margens e nas interferências existentes. Predominam trechos constituídos por **calha natural, sem revestimento regular de fundo e paredes**, apresentando configuração variável ao longo do seu desenvolvimento.

Foram identificados, entretanto, **dois pequenos segmentos que apresentam revestimento existente**. Esses revestimentos são pontuais e não possuem características geométricas e hidráulicas suficientes para atendimento às condições estabelecidas para o presente projeto, não sendo, portanto, considerados como solução definitiva para a requalificação do canal.

Além desses segmentos, existe trecho diferenciado localizado sob uma **edificação industrial construída sobre a calha do canal**, no qual o escoamento ocorre através de seção fechada/lajeada existente. Em razão da ocupação consolidada sobre a estrutura, esse segmento constitui uma restrição física relevante ao desenvolvimento das intervenções.

A presença de vegetação nas margens e no interior da calha, associada à irregularidade das seções, interfere nas condições de escoamento e dificulta as atividades de inspeção, limpeza e manutenção do sistema.

Em razão das variações geométricas, hidráulicas e das condições físicas existentes, o Projeto Executivo não adota uma única seção para toda a extensão do canal. Foram definidas **seções variáveis por trecho**, compatibilizadas com as vazões de projeto, a disponibilidade física existente, as interferências urbanas e as condições de implantação das estruturas propostas.



**Figura 4-2 – Aspectos das condições existentes ao longo do canal**

**Fonte:** Acervo do Autor (2026).



### 4.3 Ocupação Urbana e Interferências

A área de intervenção apresenta ocupação urbana consolidada, sendo verificadas diversas edificações implantadas próximas às margens do canal. Essa condição reduz, em determinados segmentos, o espaço disponível para ampliação da calha e condiciona a geometria das soluções propostas.

As intervenções foram, portanto, concebidas buscando compatibilizar a capacidade hidráulica necessária com a faixa efetivamente disponível, considerando as construções, vias e demais elementos existentes ao longo do traçado.

Dentre as principais interferências identificadas destaca-se a existência de uma **edificação industrial implantada sobre parte da calha do canal**, sob a qual o escoamento ocorre através de trecho fechado/lajeado.

Em razão da impossibilidade de intervenção direta nesse segmento sem interferência significativa na edificação existente, foi estabelecida como condicionante de projeto a **manutenção da seção atualmente existente sob a fábrica**, sendo as intervenções propostas compatibilizadas com suas condições de entrada e saída.

A verificação hidráulica realizada para esse segmento indica funcionamento **próximo ao limite da capacidade hidráulica para o evento de projeto com período de retorno de 25 anos**, considerando a manutenção da geometria e da declividade longitudinal adotadas na análise e condições adequadas de revestimento e conservação das superfícies internas.

Dessa forma, a manutenção da seção útil, da continuidade da declividade e de condições adequadas de escoamento, especialmente quanto à inexistência de obstruções, constitui aspecto relevante para o funcionamento hidráulico desse trecho.

As demais interferências identificadas ao longo do canal foram consideradas individualmente na definição das seções e soluções construtivas propostas.

Nos segmentos em que a calha se desenvolve sob edificações existentes, não está prevista a reconstrução ou requalificação estrutural do canal, devendo ser mantida a seção existente, conforme estabelecido na concepção do projeto. Nesses locais, entretanto, está prevista a implantação da rede de esgotamento sanitário, conforme traçado e cotas constantes das peças específicas do projeto.

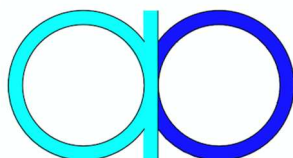


**Figura 4-3 – Interferências e ocupações existentes junto à calha do canal**

**Fonte:** Acervo do Autor (2026).

#### **4.4 Concepção Geral das Intervenções**

Atualmente são observados lançamentos de águas residuárias diretamente na calha do canal, fazendo com que o sistema destinado à drenagem pluvial também funcione como meio de condução dessas contribuições durante os períodos de tempo seco.



ENGENHARIA

Essa condição resulta na permanência de escoamento de natureza não pluvial ao longo da calha e constitui um dos principais aspectos considerados na concepção das intervenções propostas.

O Projeto Executivo parte da premissa de promover a **separação entre a drenagem pluvial e o esgotamento sanitário**, destinando a calha principal do canal à condução das águas pluviais e interceptando as contribuições de tempo seco identificadas ao longo do seu desenvolvimento.

Para tanto, são previstos dispositivos de captação e **caixas de tempo seco**, destinados a interceptar essas contribuições e direcioná-las para **poços de visita – PVs implantados lateralmente ao canal**, integrando-as à rede de esgotamento sanitário prevista no projeto.

A rede projetada acompanha o desenvolvimento da área de intervenção e promove a coleta e condução das contribuições sanitárias interceptadas até a porção final do sistema, nas proximidades da calha do **Rio Capibaribe**.

Para a destinação final ambientalmente adequada dos efluentes coletados deverá ser desenvolvido **projeto específico de sistema de tratamento de esgotamento sanitário**, contemplando a implantação de Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, ou outra solução de tratamento tecnicamente definida no respectivo projeto, bem como as unidades complementares necessárias ao seu funcionamento.

O dimensionamento e a implantação do sistema de tratamento não integram o escopo do presente Projeto Executivo. Enquanto não for implantada a solução específica de tratamento e destinação final, será mantida provisoriamente a condição de lançamento existente ao final do sistema, com encaminhamento das contribuições para a calha do Rio Capibaribe.

A solução ora projetada permite, entretanto, organizar, interceptar e concentrar as contribuições sanitárias atualmente distribuídas ao longo do canal, separando-as da calha destinada à drenagem pluvial e estabelecendo condições para sua futura interligação ao sistema de tratamento quando este for implantado.

A configuração, localização, dimensionamento e detalhes construtivos das redes, poços de visita, caixas de tempo seco e demais dispositivos são apresentados nos capítulos específicos referentes ao sistema de esgotamento sanitário e à captação das contribuições de tempo seco.



**Figura 4-4 – Condições existentes de lançamento de águas residuárias na calha do canal**

**Fonte: Acervo do Autor (2026).**

#### **4.5 Travessias Existentes**

Ao longo do desenvolvimento do canal são verificadas diversas travessias correspondentes às vias urbanas que interceptam sua calha.

Na situação existente, essas travessias são realizadas por meio de estruturas e bueiros com características geométricas distintas, implantados ao longo do



ENGENHARIA

processo de urbanização da área e sem uniformidade quanto às dimensões e às condições de escoamento.

Em determinados pontos, as estruturas existentes apresentam seções restritivas e elevada suscetibilidade a obstruções, especialmente em razão do carreamento e acúmulo de resíduos sólidos, vegetação e outros materiais provenientes da própria calha.

A redução da seção hidráulica disponível nas travessias constitui condição particularmente desfavorável durante os eventos de maior precipitação, uma vez que esses pontos podem funcionar como restrições localizadas ao escoamento.

As travessias foram, portanto, analisadas individualmente durante o desenvolvimento do Projeto Executivo, considerando as vazões provenientes das respectivas áreas de contribuição, as condições geométricas existentes, as cotas de implantação e as características das vias atravessadas.

Nos locais objeto de intervenção foram previstas novas estruturas, predominantemente constituídas por bueiros capeados, dimensionadas e detalhadas de forma compatível com as condições hidráulicas e de tráfego consideradas no projeto.



**Figura 4-5 – Exemplo de travessia existente sobre a calha do canal**

**Fonte: Acervo do Autor (2026).**

#### **4.6 Concepção Geral das Intervenções**

A concepção do Projeto Executivo foi estabelecida a partir da análise conjunta das condições existentes, dos estudos hidrológicos e hidráulicos, da ocupação urbana, das interferências identificadas e das necessidades de saneamento verificadas ao longo da área de intervenção.

Como diretriz principal, adotou-se a requalificação da calha para funcionamento como sistema de macrodrenagem pluvial, associada à separação das contribuições de esgotamento sanitário e de tempo seco atualmente conduzidas pelo canal.

As soluções foram desenvolvidas considerando período de retorno de 25 anos para o dimensionamento hidráulico do sistema principal de drenagem.



ENGENHARIA

De maneira geral, o Projeto Executivo contempla as seguintes intervenções:

- a) regularização e revestimento da calha do canal, com adoção de seções hidráulicas variáveis de acordo com as características e condicionantes de cada trecho;
- b) execução de paredes laterais predominantemente em alvenaria de pedra argamassada, desempenhando simultaneamente funções de conformação hidráulica da seção e contenção das margens;
- c) execução do revestimento do fundo do canal em concreto;
- d) adequação dos dois pequenos segmentos atualmente revestidos, cujas condições existentes não atendem às necessidades hidráulicas e construtivas estabelecidas para o projeto;
- e) manutenção e compatibilização hidráulica do trecho fechado/lajeado existente sob a edificação industrial, considerando a impossibilidade de intervenção direta nesse segmento no âmbito do presente projeto;
- f) implantação e adequação das estruturas de travessia das vias urbanas, incluindo a execução de bueiros capeados;
- g) implantação de dispositivos destinados à captação e ao direcionamento das águas provenientes das vias urbanas para a calha principal, reduzindo os escoamentos superficiais desordenados atualmente verificados;
- h) implantação e adequação da rede de esgotamento sanitário associada à área de intervenção;
- i) implantação de canaletas, caixas de tempo seco e demais dispositivos necessários à interceptação das contribuições sanitárias e seu direcionamento aos poços de visita implantados lateralmente ao canal;
- j) preparação do sistema de esgotamento sanitário para futura interligação à solução de tratamento a ser definida e implantada mediante projeto específico;



- k) compatibilização das intervenções com as edificações, vias, redes e demais interferências existentes;
- l) recomposição dos pavimentos, passeios e demais áreas afetadas pela execução das obras.

A concepção adotada busca proporcionar melhores condições hidráulicas para condução das águas pluviais, reduzir os pontos de restrição existentes, disciplinar o aporte das águas provenientes das vias urbanas, melhorar as condições físicas da calha e promover a separação das contribuições sanitárias atualmente lançadas diretamente no canal.

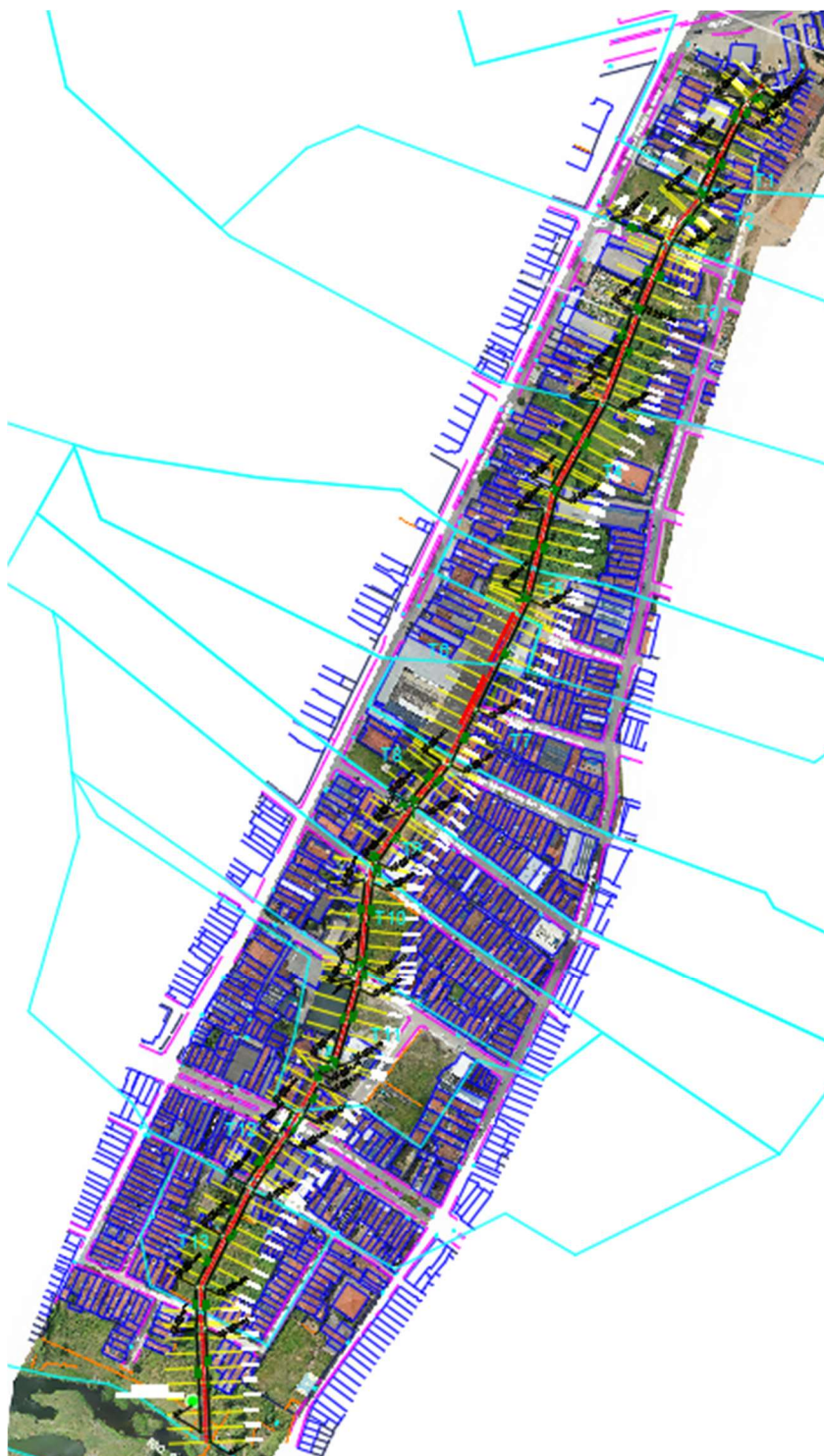


**Figura 4-6 – Concepção geral das intervenções propostas ao longo do canal**  
**Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).**

#### **4.7 Divisão do Canal em Trechos**

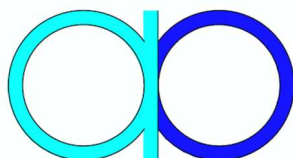
A subdivisão do canal em trechos foi estabelecida em função das variações de geometria, vazões contribuintes, interferências e condições de implantação. Para cada trecho é definida uma **seção corrente do canal**, correspondente à solução predominante adotada ao longo de sua extensão.

Ao longo de determinados trechos encontram-se inseridas **estruturas singulares de travessia, constituídas por bueiros capeados**. Embora estejam compreendidas dentro dos limites de estaqueamento dos respectivos trechos, essas estruturas **não constituem continuidade da seção construtiva corrente do canal**, possuindo geometria, dimensionamento e metodologia executiva específicos.

Dessa forma, para fins de caracterização e quantificação, os bueiros capeados são identificados separadamente, mantendo-se a vinculação ao trecho em que estão localizados. Seus critérios hidráulicos, estruturais e construtivos são apresentados em capítulo específico deste Projeto Executivo.

**A caracterização dos trechos integrantes do Projeto Executivo é apresentada no Quadro 4-1.**

| Trecho    | Estaca inicial | Estaca final  | Comprimento (m) | Seção hidráulica    | Observações          |
|-----------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| <b>T1</b> | EST.0+0,000    | EST.4+0,000   | <b>80,000</b>   | 2,20 × 0,80<br>m  _ | —                    |
| <b>T2</b> | EST.4+0,000    | EST.6+4,600   | <b>44,600</b>   | 3,00 × 0,80<br>m  _ | —                    |
| <b>T3</b> | EST.6+4,600    | EST.11+17,817 | <b>113,217</b>  | 3,00 × 1,00<br>m  _ | Bueiro<br>capeado B1 |
| <b>T4</b> | EST.11+17,817  | EST.18+0,000  | <b>122,183</b>  | 3,00 × 1,00<br>m  _ | —                    |



ENGENHARIA

| Trecho     | Estaca inicial | Estaca final  | Comprimento (m) | Seção hidráulica      | Observações                    |
|------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|
| <b>T5</b>  | EST.18+0,000   | EST.19+11,433 | <b>31,433</b>   | 3,00 × 1,00<br>m  _   | —                              |
| <b>T6</b>  | EST.19+11,433  | EST.21+10,000 | <b>38,567</b>   | 2,50 × 1,00<br>m  _   | Sob<br>edificação              |
| <b>T7</b>  | EST.21+10,000  | EST.25+1,338  | <b>71,338</b>   | 2,50 × 1,00<br>m  _   | Sob<br>edificação –<br>parcial |
| <b>T8</b>  | EST.25+1,338   | EST.26+18,853 | <b>37,515</b>   | 3,00 × 1,00<br>m  _   | —                              |
| <b>T9</b>  | EST.26+18,853  | EST.29+6,553  | <b>47,700</b>   | 3,00 × 1,20<br>m  _   | Bueiro<br>capeado B2           |
| <b>T10</b> | EST.29+6,553   | EST.32+16,553 | <b>70,000</b>   | 3,00 × 1,20<br>m  _   | Bueiro<br>capeado B3           |
| <b>T11</b> | EST.32+16,553  | EST.38+4,653  | <b>108,100</b>  | 3,00 × 1,20<br>m  _   | Bueiro<br>capeado B4           |
| <b>T12</b> | EST.38+4,653   | EST.40+13,580 | <b>48,927</b>   | 3,00 × 1,20<br>m  _   | Bueiro<br>capeado B5           |
| <b>T13</b> | EST.40+13,580  | EST.45+11,750 | <b>98,170</b>   | 3,00 × 1,20<br>m  _   | Bueiros<br>capeados B6         |
| <b>TF</b>  | EST.45+11,750  | EST.50+1,021  | <b>89,271</b>   | 3,00 × 1,20<br>m \_/_ | Bueiro<br>capeado B7           |

#### **Quadro 4-1 – Divisão e caracterização dos trechos do canal**

Além dos trechos que compõem o canal principal, o projeto contempla um **trecho auxiliar de drenagem constituído por sarjetão**, destinado à captação e condução das águas pluviais provenientes da área contribuinte adjacente até sua interligação com o sistema principal. Por não constituir continuidade da calha principal, esse dispositivo não integra a sequência dos trechos T1 a TF, sendo identificado e dimensionado separadamente no projeto de drenagem urbana.

| IDENTIFICAÇÃO | TIPO     | EXTENSÃO | DESTINAÇÃO      | OBSERVAÇÃO                                                  |
|---------------|----------|----------|-----------------|-------------------------------------------------------------|
| TA-01         | Sarjetão | 40,00 m  | Canal principal | Estrutura auxiliar de captação e condução de águas pluviais |

#### **Quadro 4-2 – Trecho auxiliar de drenagem**

As características hidráulicas específicas de cada trecho, incluindo vazões de projeto, declividades, velocidades, lâminas de escoamento e verificação da capacidade hidráulica das seções adotadas, são apresentadas nos capítulos correspondentes aos Estudos Hidrológicos e ao Dimensionamento Hidráulico do Canal.

No trecho inicial da intervenção, nas proximidades da Rodovia PE-160, o canal recebe ainda a contribuição proveniente de um Bueiro Duplo Tubular de Concreto – BDTC, constituído por tubos DN 1200 mm, responsável pela condução de águas provenientes da área situada a montante da rodovia.

A descarga desse dispositivo ocorre em cota significativamente superior à cota de fundo da calha projetada, constituindo um ponto singular de entrada de vazão e de carreamento potencial de resíduos sólidos para o canal.

## 5 ESTUDO HIDROLOGICO

### 5.1 Considerações gerais

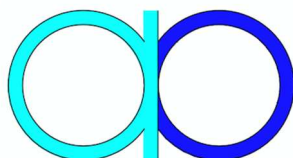
Os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos com o objetivo de determinar as **vazões de projeto associadas às contribuições pluviais incidentes sobre o sistema de drenagem**, fornecendo os parâmetros necessários ao dimensionamento e à verificação hidráulica das intervenções propostas no âmbito do Projeto Executivo de Requalificação do Canal de Pão de Açúcar.

Os estudos contemplam a identificação e delimitação das **bacias e sub-bacias contribuintes**, a caracterização das condições de escoamento superficial, a determinação dos tempos de concentração, a definição das intensidades de precipitação e a estimativa das vazões máximas de projeto nos diferentes pontos de interesse ao longo do sistema.

Considerando que o canal recebe contribuições progressivas ao longo de seu desenvolvimento, a análise hidrológica foi realizada de forma a representar a **incorporação das diferentes áreas contribuintes ao longo do traçado**, permitindo determinar as vazões correspondentes aos diversos trechos do canal, estruturas de travessia e demais dispositivos integrantes do sistema de drenagem.

Para o dimensionamento das estruturas principais foi adotado **período de retorno de 25 anos**, buscando estabelecer as vazões máximas de referência utilizadas na verificação das seções propostas para o canal e das respectivas estruturas hidráulicas.

A determinação das vazões de projeto foi realizada a partir das características das áreas contribuintes e da relação **intensidade-duração-frequência das precipitações aplicável à região de estudo**, conforme metodologia e parâmetros apresentados nos itens subsequentes.



ENGENHARIA

Os resultados obtidos nesta etapa constituem a base para o **dimensionamento hidráulico do canal, das estruturas de travessia e dos demais dispositivos de drenagem**, sendo as verificações hidráulicas específicas apresentadas nos capítulos correspondentes deste Projeto Executivo.

## 5.2 Referências e Dados Hidrológicos

Para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos foram consideradas as características locais da área de intervenção, a delimitação das bacias contribuintes ao sistema de drenagem e os parâmetros pluviométricos necessários à determinação das precipitações de projeto.

Para representação da relação entre **intensidade, duração e frequência das precipitações**, adotou-se a equação de chuvas utilizada para o município de **Santa Cruz do Capibaribe – PE**.

A adoção dessa relação pluviométrica como referência para o Distrito de Pão de Açúcar considerou, principalmente, a **proximidade geográfica entre as localidades**, situadas em municípios limítrofes e inseridas no mesmo contexto regional da bacia do Rio Capibaribe. O Distrito de Pão de Açúcar e a área urbana de Santa Cruz do Capibaribe encontram-se próximos à calha do referido rio, apresentando condições regionais que permitem a utilização da equação como referência para os estudos desenvolvidos.

Dessa forma, na ausência de uma equação Intensidade-Duração-Frequência – IDF específica para o Distrito de Pão de Açúcar, foi adotada a relação correspondente a Santa Cruz do Capibaribe para determinação das intensidades pluviométricas utilizadas no cálculo das vazões de projeto.

Os demais parâmetros hidrológicos empregados, incluindo áreas contribuintes, coeficientes de escoamento superficial e tempos de concentração, foram determinados de acordo com as características das respectivas bacias e sub-bacias, conforme apresentado nos itens subsequentes.

### 5.3 Período de Retorno

Para os estudos hidrológicos e o dimensionamento hidráulico das estruturas principais integrantes do sistema de drenagem foi adotado **Período de Retorno – TR igual a 25 anos**.

Assim, as intensidades pluviométricas e as correspondentes vazões máximas de projeto foram determinadas considerando eventos de precipitação associados a:

$$TR = 25 \text{ anos}$$

O período de retorno adotado foi aplicado à avaliação das vazões destinadas ao dimensionamento e à verificação das **seções do canal, estruturas de travessia e demais elementos principais do sistema de drenagem**, mantendo-se o mesmo critério ao longo do desenvolvimento do projeto.

A adoção de um único período de retorno para o sistema principal permite uniformizar os critérios de dimensionamento e realizar a verificação hidráulica dos diferentes trechos considerando uma mesma condição de referência.

### 5.4 Equação de Chuvas / Curva IDF

Para determinação das intensidades de precipitação correspondentes às durações e ao período de retorno considerados no estudo, foi utilizada a **equação Intensidade-Duração-Frequência – IDF adotada para Santa Cruz do Capibaribe – PE**, selecionada conforme as considerações apresentadas no item anterior.

A equação utilizada é expressa por:

$$i = \frac{792,761 \cdot TR^{0,227}}{(t, +10594)^{0,754}}$$

onde:

- $i$  = intensidade média máxima de precipitação, em **mm/h**;



- $TR$  = período de retorno, em **anos**;
- $t$  = duração da precipitação, em **minutos**.

Para o presente projeto, considerando o período de retorno estabelecido de **25 anos**, a equação pode ser particularizada para:

$$i = \frac{792,761 \cdot 25^{0,227}}{(t, +10594)^{0,754}}$$

Calculando o termo referente ao período de retorno:

$$25^{0,227} \approx 2,076$$

resultando aproximadamente em:

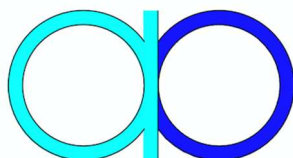
$$i = \frac{1.645,6}{(t, +10594)^{0,754}}$$

A duração da precipitação considerada em cada análise foi relacionada ao **tempo de concentração da respectiva bacia ou sub-bacia contribuinte**, permitindo determinar a intensidade pluviométrica correspondente ao ponto analisado.

As intensidades assim obtidas foram posteriormente utilizadas na determinação das vazões máximas de projeto, em conjunto com as áreas contribuintes e os respectivos coeficientes de escoamento superficial.

### 5.5 Delimitação das Bacias Hidrográficas

A delimitação das bacias hidrográficas contribuintes foi realizada com o objetivo de identificar e quantificar as áreas responsáveis pelo aporte de águas pluviais ao canal ao longo de seu desenvolvimento, constituindo etapa fundamental para a determinação das vazões de projeto.



ENGENHARIA

Como base altimétrica para a análise do relevo e identificação dos divisores de águas, foi utilizado o **Modelo Digital de Elevação – MDE disponibilizado pelo Programa Pernambuco Tridimensional – PE3D**. O modelo foi incorporado ao ambiente do **Autodesk Civil 3D**, onde foram analisadas as características topográficas da área e definidos os limites das áreas de contribuição com escoamento direcionado para o canal objeto do projeto.

Considerando que as contribuições pluviais são incorporadas progressivamente ao sistema ao longo de sua extensão, a área total de influência não foi tratada como uma única bacia. A delimitação foi **seccionada ao longo do desenvolvimento do canal**, estabelecendo-se sub-bacias correspondentes aos diferentes pontos de contribuição e trechos considerados no dimensionamento.

Dessa forma, para cada segmento do canal foram identificadas as respectivas áreas contribuintes, permitindo considerar o **acréscimo progressivo das vazões no sentido do escoamento** e determinar as vazões de projeto correspondentes aos pontos de interesse.

A divisão adotada também possibilitou relacionar as contribuições hidrológicas às mudanças de seção do canal, às estruturas de travessia e aos demais dispositivos integrantes do sistema de drenagem.

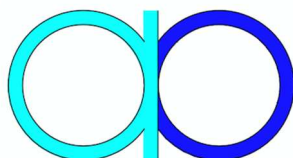
As bacias e sub-bacias delimitadas são apresentadas na Figura 5-1, enquanto suas respectivas áreas e demais parâmetros utilizados nos cálculos hidrológicos são apresentados nos itens subsequentes.



**Figura 5-1 - Delimitação das bacias e sub-bacias contribuintes ao canal**

**Fonte:** Elaborado pelo Autor a partir do MDE do PE3D (2026).

## 5.6 Caracterização das Bacias e Sub-bacias



ENGENHARIA

Após a delimitação inicial das áreas contribuintes, procedeu-se à individualização das bacias e sub-bacias responsáveis pelo aporte de águas pluviais ao canal.

A definição dos limites foi realizada a partir da análise da **topografia do terreno**, utilizando como referência as curvas de nível obtidas a partir do Modelo Digital de Elevação – MDE. Sobre essa base altimétrica foram identificados os **divisores de águas e os sentidos preferenciais do escoamento superficial**, permitindo estabelecer os limites das áreas com contribuição direcionada ao canal.

Considerando a incorporação progressiva das contribuições ao longo do canal, a área de influência foi subdividida de acordo com os diferentes pontos de entrada e trechos do sistema. A partir dos polígonos resultantes dessa divisão foram obtidas as **áreas de cada bacia e sub-bacia contribuinte**, posteriormente utilizadas na determinação das respectivas vazões de projeto.

As áreas delimitadas constituíram, juntamente com os coeficientes de escoamento superficial, tempos de concentração e intensidades pluviométricas, os parâmetros de entrada para os cálculos hidrológicos apresentados nos itens subsequentes.

### 5.7 Coeficientes de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial representa a parcela da precipitação que efetivamente se transforma em escoamento superficial e, consequentemente, contribui para a formação das vazões de projeto. Seu valor está relacionado, entre outros fatores, às características de ocupação do solo, grau de impermeabilização e condições superficiais das áreas contribuintes.

Para o presente estudo, os coeficientes foram definidos considerando as características observadas nas bacias e sub-bacias delimitadas, predominantemente inseridas em **área urbana**, com presença de edificações, vias pavimentadas e superfícies não impermeabilizadas.



Para a área contribuinte correspondente ao **Trecho T1**, situado na porção inicial do sistema e apresentando menor grau de impermeabilização em relação às áreas subsequentes, foi adotado coeficiente de escoamento superficial igual a:

$$C = 0,45$$

Para as áreas contribuintes associadas aos **demais trechos do canal**, em função da maior presença de ocupação urbana e superfícies impermeabilizadas, foi adotado:

$$C = 0,50$$

Os valores adotados foram utilizados na determinação das vazões máximas de projeto das respectivas áreas contribuintes, em conjunto com as intensidades pluviométricas e áreas das bacias consideradas no estudo hidrológico.

#### Quadro 5-1 – Coeficientes de escoamento superficial adotados

| ÁREA / TRECHO  | COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL – C |
|----------------|-------------------------------------------|
| T1             | 0,45                                      |
| Demais trechos | 0,50                                      |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

### 5.8 Tempo de Concentração

O tempo de concentração corresponde ao intervalo necessário para que a contribuição proveniente do ponto hidráulicamente mais distante da bacia alcance a seção de interesse do sistema de drenagem. Esse parâmetro foi utilizado para definição da duração da precipitação considerada na equação de chuvas e,



consequentemente, para determinação da intensidade pluviométrica correspondente a cada trecho do canal.

Para a determinação do **tempo de concentração inicial**, foi considerada a área contribuinte correspondente ao início do Trecho T1, por compreender o percurso de contribuição mais distante e de maior extensão até o canal.

O tempo de concentração inicial foi determinado pela seguinte expressão:

$$t_{c,0} = 57 \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,35}$$

onde:

- $t_{c,0}$  = tempo de concentração inicial, em minutos;
- $L$  = comprimento do percurso principal de escoamento, em quilômetros;
- $\Delta H$  = diferença de nível entre o ponto mais distante da bacia contribuinte e o ponto de chegada ao sistema, em metros.

Para a área contribuinte inicial foram considerados:

$$L = 0,987 \text{ km}$$

$$\Delta H = 61,68 \text{ m}$$

Dessa forma:

$$t_{c,0} = 57 \left( \frac{0,987^3}{61,68} \right)^{0,35}$$

resultando em:

$$t_{c,0} = 13,28 \text{ min}$$



A partir do Trecho T1, o tempo de concentração foi determinado de forma **progressiva ao longo do canal**, acrescentando-se ao tempo já acumulado o tempo necessário para o escoamento percorrer cada trecho.

O tempo de escoamento em cada segmento foi determinado em função do comprimento e da velocidade média calculada para a respectiva seção:

$$t_{e,n} = \frac{L_n}{60 V_n}$$

onde:

- $t_{e,n}$  = tempo de escoamento no trecho  $n$ , em minutos;
- $L_n$  = comprimento do trecho, em metros;
- $V_n$  = velocidade média do escoamento no trecho, em m/s;
- 60 = fator de conversão de segundos para minutos.

Assim, o tempo de concentração considerado na **entrada de cada trecho subsequente** corresponde ao tempo de concentração na entrada do trecho anterior acrescido do tempo de escoamento necessário para percorrê-lo:

$$t_{c,n} = t_{c,n-1} + t_{e,n-1}$$

onde:

- $t_{c,n}$  = tempo de concentração na entrada do trecho  $n$ ;
- $t_{c,n-1}$  = tempo de concentração na entrada do trecho imediatamente anterior;
- $t_{e,n-1}$  = tempo de escoamento ao longo do trecho imediatamente anterior.



Como exemplo, para o Trecho T1, com comprimento de 80,00 m e velocidade média de 5,84 m/s, obtém-se:

$$t_{e,T1} = \frac{80,00}{60 \times 5,84} = 0,23 \text{ min}$$

Consequentemente, o tempo de concentração na entrada do Trecho T2 é:

$$t_{c,T2} = 13,28 + 0,23 = 13,51 \text{ min}$$

O mesmo procedimento foi aplicado sucessivamente aos demais trechos, resultando nos valores apresentados no Quadro 5-X.

| Trecho | Comprimento (m) | Velocidade (m/s) | Tempo de escoamento no trecho (min) | Tempo de concentração na entrada do trecho (min) |
|--------|-----------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| T1     | 80,00           | 5,84             | 0,23                                | 13,28                                            |
| T2     | 44,60           | 6,32             | 0,12                                | 13,51                                            |
| T3     | 113,21          | 5,47             | 0,35                                | 13,63                                            |
| T4     | 122,183         | 5,56             | 0,37                                | 13,98                                            |
| T5     | 31,433          | 5,62             | 0,09                                | 14,34                                            |
| T6     | 39,567          | 7,34             | 0,09                                | 14,44                                            |
| T7     | 71,338          | 7,34             | 0,16                                | 14,53                                            |
| T8     | 37,515          | 6,38             | 0,10                                | 14,69                                            |



ENGENHARIA

| Trecho | Comprimento (m) | Velocidade (m/s) | Tempo de escoamento no trecho (min) | Tempo de concentração na entrada do trecho (min) |
|--------|-----------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| T9     | 47,700          | 5,93             | 0,13                                | 14,79                                            |
| T10    | 70,000          | 5,93             | 0,20                                | 14,92                                            |
| T11    | 108,100         | 5,51             | 0,33                                | 15,12                                            |
| T12    | 48,827          | 5,86             | 0,14                                | 15,44                                            |
| T13    | 98,217          | 5,86             | 0,28                                | 15,58                                            |
| TF     | 89,271          | 4,21             | 0,35                                | 15,86                                            |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

Os tempos de concentração obtidos variaram de **13,28 min, no início do Trecho T1, a 15,86 min, no início do trecho final (TF)**. Esses valores foram utilizados como duração da precipitação na equação Intensidade-Duração-Frequência – IDF adotada no estudo, resultando em intensidades pluviométricas progressivamente ajustadas ao tempo de percurso acumulado ao longo do sistema.

Dessa forma, o procedimento adotado considera não apenas o tempo necessário para que a contribuição mais distante alcance o início do canal, mas também o **tempo de propagação do escoamento ao longo dos sucessivos trechos**, permitindo associar a cada seção de cálculo o respectivo tempo de concentração utilizado na determinação da intensidade pluviométrica e da vazão de projeto.

## 5.9 Intensidade de Precipitação



ENGENHARIA

A intensidade de precipitação utilizada na determinação das vazões de projeto foi calculada a partir da relação **Intensidade-Duração-Frequência - IDF** adotada para o estudo, considerando o **período de retorno de 25 anos** e, como duração da precipitação, o tempo de concentração correspondente a cada seção de cálculo ao longo do canal.

A intensidade pluviométrica foi determinada pela seguinte expressão:

$$i = \frac{792,761 \cdot TR^{0,227}}{(t_c + 10594)^{0,754}}$$

onde:

- $i$  = intensidade média máxima de precipitação, em **mm/h**;
- $TR$  = período de retorno, em **anos**;
- $t_c$  = tempo de concentração correspondente à seção analisada, em **minutos**.

Para o presente projeto, adotando-se  $TR = 25$  anos, tem-se:

$$i = \frac{792,761 \cdot 25^{0,227}}{(t_c + 10594)^{0,754}}$$

Como os tempos de concentração aumentam progressivamente no sentido de jusante em função do tempo de percurso do escoamento ao longo do canal, as intensidades de precipitação correspondentes apresentam redução gradual ao longo dos trechos analisados.

Para o início do Trecho T1, por exemplo, considerando o tempo de concentração de **13,28 min**, obtém-se:

$$i = \frac{792,761 \cdot 25^{0,227}}{(13,28 + 10594)^{0,754}}$$

$$i = 150,47 \text{ mm/h}$$



O mesmo procedimento foi aplicado aos tempos de concentração determinados para os demais trechos, resultando nas intensidades apresentadas no Quadro 5-3.

**Quadro 5-3 – Intensidades de precipitação adotadas por trecho**

| <b>Trecho</b> | <b>Tempo de concentração (min)</b> | <b>TR (anos)</b> | <b>Intensidade de precipitação (mm/h)</b> |
|---------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|
| <b>T1</b>     | <b>13,28</b>                       | <b>25</b>        | <b>150,47</b>                             |
| <b>T2</b>     | <b>13,51</b>                       | <b>25</b>        | <b>149,39</b>                             |
| <b>T3</b>     | <b>13,63</b>                       | <b>25</b>        | <b>148,85</b>                             |
| <b>T4</b>     | <b>13,98</b>                       | <b>25</b>        | <b>147,27</b>                             |
| <b>T5</b>     | <b>14,34</b>                       | <b>25</b>        | <b>145,63</b>                             |
| <b>T6</b>     | <b>14,44</b>                       | <b>25</b>        | <b>145,23</b>                             |
| <b>T7</b>     | <b>14,53</b>                       | <b>25</b>        | <b>144,83</b>                             |
| <b>T8</b>     | <b>14,69</b>                       | <b>25</b>        | <b>144,13</b>                             |
| <b>T9</b>     | <b>14,79</b>                       | <b>25</b>        | <b>143,71</b>                             |
| <b>T10</b>    | <b>14,92</b>                       | <b>25</b>        | <b>143,14</b>                             |
| <b>T11</b>    | <b>15,12</b>                       | <b>25</b>        | <b>142,32</b>                             |
| <b>T12</b>    | <b>15,44</b>                       | <b>25</b>        | <b>140,97</b>                             |
| <b>T13</b>    | <b>15,58</b>                       | <b>25</b>        | <b>140,40</b>                             |



ENGENHARIA

| Trecho | Tempo de concentração<br>(min) | TR<br>(anos) | Intensidade de precipitação<br>(mm/h) |
|--------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| TF     | 15,86                          | 25           | 139,29                                |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

Verifica-se que as intensidades de precipitação utilizadas no dimensionamento variam entre **150,47 mm/h** e **139,29 mm/h**, em função do aumento progressivo dos tempos de concentração ao longo do sistema.

As intensidades obtidas foram utilizadas, juntamente com as respectivas **áreas contribuintes e coeficientes de escoamento superficial**, na determinação das vazões máximas de projeto apresentadas nos itens subsequentes.

### 5.10 Método de Determinação das Vazões

Para determinação das vazões máximas de projeto foi adotado o **Método Racional**, relacionando a intensidade da precipitação de projeto, a área da bacia contribuinte e o coeficiente de escoamento superficial.

A vazão máxima foi determinada pela expressão:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

onde:

- $Q$  = vazão máxima de projeto, em **m<sup>3</sup>/s**;
- $C$  = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
- $i$  = intensidade de precipitação, em **mm/h**;
- $A$  = área contribuinte, em **hectares (ha)**;



- 360 = fator de conversão de unidades.

Considerando que o canal recebe contribuições pluviais de forma progressiva ao longo de seu desenvolvimento, para cada seção de cálculo foi considerada a **área contribuinte acumulada a montante**, correspondente à soma das áreas das sub-bacias que já contribuem para o sistema naquele ponto.

Dessa forma:

$$A_{acum,n} = \sum_{j=1}^n A_j$$

onde:

- $A_{acum,n}$  = área contribuinte acumulada na seção de cálculo  $n$ , em hectares;
- $A_j$  = área individual de cada sub-bacia contribuinte a montante da seção analisada, em hectares.

Para cada trecho, a área acumulada foi associada ao respectivo **coeficiente de escoamento superficial** e à **intensidade de precipitação correspondente ao tempo de concentração calculado para aquela seção**.

Como exemplo, para o **Trecho T1**, foram considerados:

$$C = 0,45$$

$$i = 150,47 \text{ mm/h}$$

$$A = 50,790 \text{ ha}$$

Aplicando-se o Método Racional:

$$Q = \frac{0,45 \times 150,47 \times 50,790}{360}$$



resultando em:

$$Q = 9,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para o trecho seguinte, a nova área contribuinte é incorporada à área anteriormente considerada. Assim, no **Trecho T2**, a área acumulada passa a:

$$A_{\text{acum}} = 50,790 + 12,950 = 63,740 \text{ ha}$$

Considerando  $C = 0,50$  e intensidade de precipitação de  $149,39 \text{ mm/h}$ :

$$Q = \frac{0,50 \times 149,39 \times 63,740}{360}$$

$$Q = 13,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

O procedimento foi repetido para as demais seções de cálculo, incorporando progressivamente as áreas contribuintes e atualizando a intensidade pluviométrica em função do respectivo tempo de concentração.

Dessa forma, as vazões determinadas representam as **vazões máximas de projeto afluentes às diferentes seções do canal**, constituindo a base para o dimensionamento e a verificação hidráulica das seções correntes, estruturas de travessia e demais dispositivos do sistema.

Os resultados das vazões de projeto obtidas para cada trecho são apresentados no item subsequente.

### 5.11 Vazões de Projeto

A partir da metodologia apresentada nos itens anteriores, foram determinadas as **vazões máximas de projeto** correspondentes às diferentes seções de cálculo ao longo do canal.



Para cada trecho foram consideradas a **área contribuinte acumulada a montante**, a intensidade de precipitação correspondente ao respectivo tempo de concentração e o coeficiente de escoamento superficial adotado, aplicando-se o Método Racional conforme a expressão apresentada no Item 5.10.

Em razão da incorporação sucessiva das sub-bacias ao longo do desenvolvimento do sistema, observa-se o aumento progressivo da área contribuinte e, conseqüentemente, das vazões de projeto no sentido de jusante.

Os parâmetros utilizados e as vazões resultantes são apresentados no Quadro 5-X.

**Quadro 5-4 – Vazões máximas de projeto ao longo do canal**

| Trecho | Área incremental (ha) | Área acumulada (ha) | C    | Tc (min) | Intensidade (mm/h) | Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|-----------------------|---------------------|------|----------|--------------------|--------------------------------------|
| T1     | 50,650                | 50,650              | 0,45 | 13,28    | 150,47             | <b>9,53</b>                          |
| T2     | 12,950                | 63,600              | 0,50 | 13,51    | 149,39             | <b>13,20</b>                         |
| T3     | 6,000                 | 69,600              | 0,50 | 13,63    | 148,85             | <b>14,39</b>                         |
| T4     | 11,820                | 81,420              | 0,50 | 13,98    | 147,27             | <b>16,65</b>                         |
| T5     | 1,830                 | 83,250              | 0,50 | 14,34    | 145,63             | <b>16,84</b>                         |
| T6     | 2,300                 | 85,550              | 0,50 | 14,44    | 145,23             | <b>17,26</b>                         |
| T7     | 3,870                 | 89,420              | 0,50 | 14,53    | 144,83             | <b>17,99</b>                         |
| T8     | 3,520                 | 92,940              | 0,50 | 14,69    | 144,13             | <b>18,61</b>                         |
| T9     | 3,460                 | 96,400              | 0,50 | 14,79    | 143,71             | <b>19,24</b>                         |
| T10    | 2,610                 | 99,010              | 0,50 | 14,92    | 143,14             | <b>19,68</b>                         |



| Trecho | Área incremental (ha) | Área acumulada (ha) | C    | Tc (min) | Intensidade (mm/h) | Vazão de projeto (m <sup>3</sup> /s) |
|--------|-----------------------|---------------------|------|----------|--------------------|--------------------------------------|
| T11    | 1,290                 | 100,300             | 0,50 | 15,12    | 142,32             | <b>19,83</b>                         |
| T12    | 5,680                 | 105,980             | 0,50 | 15,44    | 140,97             | <b>20,75</b>                         |
| T13    | 0,960                 | 106,940             | 0,50 | 15,58    | 140,40             | <b>20,85</b>                         |
| TF     | 0,000                 | 106,940             | 0,50 | 15,86    | 139,29             | <b>20,69</b>                         |

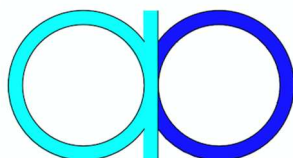
**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

A área total contribuinte ao sistema no trecho final corresponde a aproximadamente **107,08 ha**. Ao longo do canal, as vazões de projeto variam de **9,53 m<sup>3</sup>/s**, no Trecho T1, até valores da ordem de **20,69 m<sup>3</sup>/s** na porção final do sistema.

Observa-se que, embora a área contribuinte seja crescente no sentido de jusante, a vazão calculada no ponto final apresenta pequena redução em relação ao Trecho T13, passando de **20,85 m<sup>3</sup>/s para 20,69 m<sup>3</sup>/s**. Essa variação decorre do aumento do tempo de concentração entre as seções, que resulta em redução da intensidade pluviométrica de **139,44 mm/h para 139,29 mm/h**, enquanto não ocorre acréscimo de nova área contribuinte entre T13 e TF.

As vazões apresentadas constituem as **vazões de referência para as verificações hidráulicas das seções do canal e das estruturas associadas**, sendo utilizadas nos capítulos subsequentes para avaliação da capacidade de escoamento, velocidades, lâminas d'água e folgas disponíveis.

## 6 PROJETO EXECUTIVO DO CANAL



ENGENHARIA

O Projeto Executivo do Canal foi desenvolvido a partir das condições existentes identificadas em campo, da base planialtimétrica obtida para a área de intervenção, dos estudos hidrológicos apresentados no capítulo anterior e das condicionantes físicas e urbanísticas existentes ao longo do traçado.

As soluções propostas foram definidas buscando compatibilizar a **capacidade hidráulica necessária para condução das vazões de projeto** com a faixa disponível para implantação, as edificações existentes, as travessias viárias e as demais interferências identificadas ao longo do canal.

O dimensionamento foi realizado individualmente para os diferentes trechos, considerando as respectivas vazões de projeto, características geométricas, declividades longitudinais e condições de implantação.

## 6.1 Objetivo

O Projeto Executivo do Canal tem como objetivo definir e detalhar as intervenções necessárias à **requalificação da calha existente**, proporcionando condições adequadas para captação e condução das águas pluviais provenientes das bacias contribuintes até seu lançamento na calha do Rio Capibaribe.

O projeto contempla a definição do traçado, perfil longitudinal, seções hidráulicas, revestimentos, estruturas de travessia e demais elementos necessários ao adequado funcionamento do sistema, considerando as condições existentes e as limitações impostas pela ocupação urbana consolidada ao longo das margens.

As seções propostas foram dimensionadas para as vazões determinadas nos Estudos Hidrológicos, considerando **período de retorno de 25 anos**, sendo verificadas quanto à capacidade hidráulica, lâmina de escoamento, velocidade e condições de funcionamento.

Além da melhoria das condições de drenagem pluvial, a concepção do canal foi compatibilizada com as intervenções destinadas à **separação das contribuições**



**de esgotamento sanitário**, conforme apresentado nos capítulos específicos deste Projeto Executivo.

## 6.2 Referências Normativas

O desenvolvimento do Projeto Executivo considerou os critérios técnicos aplicáveis ao dimensionamento e à execução de obras de drenagem, canais, estruturas de travessia e obras complementares, bem como as boas práticas de engenharia relacionadas à hidráulica de canais.

Foram consideradas, quando aplicáveis ao objeto e às soluções adotadas, as **normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT**, os **manuals e especificações técnicas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT** e demais referências técnicas pertinentes às disciplinas integrantes do projeto.

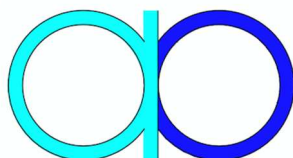
Para o dimensionamento hidráulico das seções em escoamento livre foi empregada a formulação de **Manning**, considerando as características geométricas das seções, declividades longitudinais e coeficientes de rugosidade correspondentes aos materiais de revestimento adotados.

Para as estruturas em concreto armado integrantes das travessias foram considerados os critérios normativos pertinentes ao dimensionamento estrutural, às ações atuantes, às características dos materiais e à durabilidade das estruturas, conforme detalhado no capítulo específico referente aos bueiros capeados.

Os materiais, procedimentos executivos e critérios de controle deverão atender às especificações apresentadas neste Projeto Executivo e às normas técnicas vigentes aplicáveis a cada serviço.

## 6.3 Concepção do Projeto

A concepção do canal foi estabelecida a partir da necessidade de **regularizar e revestir a calha existente**, proporcionando seção hidráulica definida e capacidade compatível com as vazões de projeto determinadas para cada trecho.



ENGENHARIA

Em razão da incorporação progressiva das contribuições pluviais e das limitações físicas existentes ao longo do traçado, foram adotadas **seções correntes variáveis**, dimensionadas individualmente para os diferentes segmentos do canal. Dessa forma, as dimensões da calha são alteradas ao longo do desenvolvimento do sistema de acordo com a vazão afluyente e as condições disponíveis para implantação.

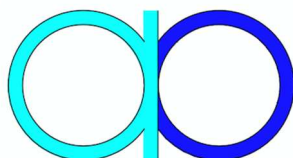
De maneira geral, a solução construtiva adotada para os trechos abertos é constituída por **paredes laterais em alvenaria de pedra argamassada e fundo revestido em concreto**, formando uma seção regular destinada à condução das águas pluviais.

Nas paredes laterais são previstos dispositivos destinados ao alívio das pressões decorrentes da presença de água no solo adjacente, incluindo **material drenante, manta geotêxtil e barbacãs**, conforme detalhes apresentados nas peças gráficas do projeto.

O coroamento das paredes é executado de forma a proporcionar acabamento e proteção à alvenaria, enquanto o fundo do canal recebe revestimento destinado a proporcionar superfície regular de escoamento e reduzir os efeitos decorrentes da irregularidade da calha natural.

As seções foram implantadas acompanhando o desenvolvimento longitudinal do canal e buscando, sempre que possível, aproveitar as condições naturais de declividade do terreno, evitando alterações desnecessárias no perfil existente e garantindo continuidade hidráulica entre os diferentes segmentos.

Nos cruzamentos com as vias urbanas são previstas **estruturas singulares de travessia constituídas por bueiros capeados**. Embora essas estruturas estejam inseridas dentro dos limites de determinados trechos, não constituem continuidade da respectiva seção corrente do canal, possuindo **geometria, dimensionamento estrutural e metodologia executiva próprios**.



ENGENHARIA

Também foram consideradas as interferências decorrentes das edificações existentes próximas às margens. Particularmente no segmento em que existe **edificação industrial implantada sobre a calha**, foi mantida a seção fechada/lajeada existente, uma vez que a ocupação consolidada impossibilita a execução da mesma solução construtiva prevista para os trechos abertos.

Nesse segmento, a concepção considera a manutenção da geometria disponível e de condições adequadas de revestimento, declividade e conservação da seção, tendo a verificação hidráulica indicado funcionamento próximo ao limite da capacidade para a vazão correspondente ao período de retorno de 25 anos.

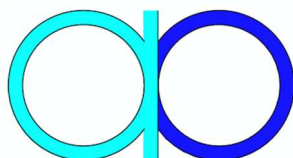
Os **dois pequenos segmentos atualmente revestidos**, identificados durante o levantamento da situação existente, não apresentam condições suficientes para atendimento à concepção hidráulica estabelecida, sendo adequados às soluções definidas para os respectivos trechos.

A concepção do canal foi ainda compatibilizada com os sistemas complementares de drenagem urbana e esgotamento sanitário. As águas provenientes das vias são direcionadas à calha por meio dos dispositivos de drenagem projetados, enquanto as contribuições sanitárias e de tempo seco são interceptadas e direcionadas à rede de esgotamento sanitário implantada lateralmente ao canal.

Dessa forma, o canal projetado passa a desempenhar prioritariamente a função de **macrodrenagem das águas pluviais**, enquanto as contribuições sanitárias são conduzidas por sistema independente, conforme detalhamento apresentado nos capítulos específicos.

## 6.4 Traçado e Geometria do Canal

O traçado do canal projetado foi definido tomando como referência a **calha existente**, buscando manter, sempre que possível, seu desenvolvimento



ENGENHARIA

longitudinal e sua posição atual. Essa diretriz teve como objetivo reduzir as interferências com as edificações, vias e demais elementos urbanos existentes, bem como minimizar a necessidade de movimentações de terra e intervenções fora da faixa atualmente ocupada pelo sistema de drenagem.

A geometria projetada foi estabelecida a partir do levantamento planialtimétrico da área, das condições observadas em campo e das vazões de projeto determinadas nos Estudos Hidrológicos. Em razão da incorporação progressiva das áreas contribuintes e das limitações físicas existentes ao longo do traçado, foram adotadas **seções correntes com dimensões variáveis**, adequadas às condições específicas de cada segmento.

Para fins de dimensionamento, detalhamento e execução, o canal foi subdividido nos trechos **T1 a TF**, além dos segmentos e estruturas particulares identificados ao longo do traçado. Cada trecho possui limites definidos por estaqueamento e seção corrente correspondente, conforme apresentado anteriormente no Quadro 4-1 e nas peças gráficas integrantes do Projeto Executivo.

As transições entre seções distintas foram definidas de forma a proporcionar **continuidade ao escoamento**, evitando alterações abruptas na geometria da calha e compatibilizando as cotas de fundo e as dimensões das paredes entre os segmentos consecutivos.

Nos pontos de cruzamento com o sistema viário estão inseridas **estruturas de travessia constituídas por bueiros capeados**. Apesar de localizados dentro dos limites de determinados trechos, esses elementos não correspondem à seção corrente do canal, sendo tratados como **estruturas singulares**, com geometria, solução construtiva e dimensionamento próprios, apresentados em capítulo específico.

Da mesma forma, o **trecho auxiliar constituído pelo sarjetão** não integra a sequência longitudinal T1 a TF, sendo considerado elemento complementar do

sistema de drenagem destinado à captação e condução de contribuições pluviais até o canal principal.

No segmento correspondente à **edificação industrial existente sobre a calha**, foi mantido o desenvolvimento do canal através da seção fechada/lajeada atualmente existente. Nesse local, o traçado e a geometria encontram-se condicionados pela estrutura implantada, não sendo prevista alteração significativa da seção no âmbito do presente projeto.

Os dois pequenos segmentos que apresentam revestimento na situação atual foram compatibilizados com a geometria projetada para os respectivos trechos, uma vez que suas condições existentes não atendem integralmente às dimensões e características definidas para o sistema proposto.

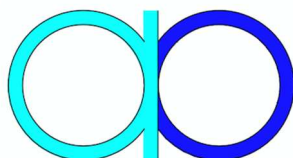
A implantação geométrica do canal encontra-se representada nas plantas e perfis do Projeto Executivo, contendo o **eixo de referência, estaqueamento, limites das seções, mudanças de geometria, estruturas de travessia, interferências e demais elementos necessários à locação das obras.**



**Figura 6-1 – Traçado e geometria do canal projetado**

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

## 6.5 Perfil Longitudinal



ENGENHARIA

O perfil longitudinal do canal foi definido a partir das **condições altimétricas da calha existente**, obtidas por meio do levantamento realizado para o projeto, buscando estabelecer continuidade hidráulica entre os diferentes trechos e garantir o escoamento das vazões de projeto no sentido natural de drenagem até o Rio Capibaribe.

A definição das cotas de fundo procurou, sempre que possível, **acompanhar as condições naturais de declividade do canal existente**, reduzindo a necessidade de escavações ou aterros excessivos e compatibilizando o greide projetado com as estruturas e interferências existentes ao longo do traçado.

O perfil foi desenvolvido ao longo do eixo de referência do canal, sendo nele representadas as **cotas do terreno natural, cotas de fundo projetadas, declividades longitudinais, estaqueamento, mudanças de trecho e principais interferências e estruturas existentes ou projetadas**.

As declividades foram estabelecidas individualmente para os diferentes segmentos em função das condições topográficas e das cotas necessárias à continuidade do sistema. Essas declividades foram posteriormente utilizadas nas verificações hidráulicas das respectivas seções por meio da equação de Manning.

Nos pontos de alteração de declividade ou de geometria da seção, buscou-se garantir uma transição adequada entre os segmentos consecutivos, evitando descontinuidades que possam prejudicar o escoamento ou favorecer a ocorrência de retenções localizadas.

Nos locais correspondentes às **estruturas de travessia**, o perfil longitudinal foi compatibilizado com as cotas dos bueiros capeados projetados, garantindo a continuidade da linha de fundo do canal através das travessias. O detalhamento geométrico e estrutural desses elementos é apresentado no Capítulo 7.

No segmento sob a **edificação industrial existente**, o perfil projetado encontra-se condicionado às cotas e à configuração da seção fechada existente. Nesse trecho, a solução adotada buscou preservar a estrutura implantada e



assegurar sua compatibilização hidráulica com os segmentos localizados imediatamente a montante e a jusante.

A definição do perfil longitudinal constitui, portanto, elemento fundamental para o dimensionamento hidráulico do canal, uma vez que as **declividades resultantes do greide**, em conjunto com a geometria e a rugosidade das seções, determinam as velocidades e capacidades de escoamento verificadas nos itens subsequentes.

### 6.6 Seções Projetadas

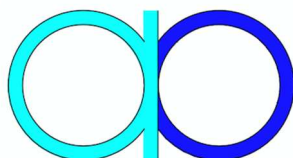
As seções do canal foram definidas em função das **vazões de projeto, condições topográficas, declividades longitudinais e limitações físicas existentes ao longo do traçado**, resultando na adoção de diferentes geometrias para os segmentos que compõem o sistema.

Ao longo dos Trechos T1 a TF foram adotadas predominantemente **seções retangulares**, enquanto no trecho final, denominado **TF**, foi adotada **seção trapezoidal**, promovendo a transição da calha até o lançamento no Rio Capibaribe.

As dimensões hidráulicas das seções adotadas são apresentadas no Quadro 6-X.

**Quadro 6-X – Seções correntes adotadas ao longo do canal**

| Trecho | Base/Largura (m) | Altura (m) | Geometria  | Taludes laterais |
|--------|------------------|------------|------------|------------------|
| T1     | 2,20             | 0,80       | Retangular | Verticais        |
| T2     | 3,00             | 0,80       | Retangular | Verticais        |
| T3     | 3,00             | 1,00       | Retangular | Verticais        |
| T4     | 3,00             | 1,00       | Retangular | Verticais        |
| T5     | 3,00             | 1,00       | Retangular | Verticais        |



ENGENHARIA

| Trecho    | Base/Largura (m) | Altura (m)  | Geometria          | Taludes laterais |
|-----------|------------------|-------------|--------------------|------------------|
| T6        | 2,50             | 1,00        | Retangular         | Verticais        |
| T7        | 2,50             | 1,00        | Retangular         | Verticais        |
| T8        | 3,00             | 1,00        | Retangular         | Verticais        |
| T9        | 3,00             | 1,20        | Retangular         | Verticais        |
| T10       | 3,00             | 1,20        | Retangular         | Verticais        |
| T11       | 3,00             | 1,20        | Retangular         | Verticais        |
| T12       | 3,00             | 1,20        | Retangular         | Verticais        |
| T13       | 3,00             | 1,20        | Retangular         | Verticais        |
| <b>TF</b> | <b>3,00</b>      | <b>1,20</b> | <b>Trapezoidal</b> | <b>1H:1V</b>     |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

Nos trechos iniciais, as dimensões das seções são compatíveis com as menores contribuições hidrológicas. À medida que novas áreas contribuintes são incorporadas ao sistema, as dimensões são ampliadas, alcançando seção retangular de **3,00 m de largura por 1,20 m de altura** nos Trechos T9 a T13.

Nos Trechos **T6 e T7**, a geometria encontra-se condicionada pela presença da edificação industrial existente sobre a calha, sendo considerada seção com **2,50 m de largura e 1,00 m de altura**, compatibilizada com as condições físicas existentes nesse segmento.

Após o T13, o canal prossegue pelo **Trecho Final – TF**, com extensão aproximada de **79,27 m**, até sua aproximação ao ponto de lançamento no Rio Capibaribe. Nesse segmento foi adotada **seção trapezoidal**, com largura de base de **3,00 m**, altura de **1,20 m** e taludes laterais de **1H:1V**.

Para a seção trapezoidal do TF, considerando  $b = 3,00\text{ m}$ ,  $h = 1,20\text{ m}$  e  $z = 1$ , a largura superior correspondente à altura total da seção é:

$$B = b + 2zh$$

$$B = 3,00 + 2(1)(1,20)$$

$$\boxed{B = 5,40\text{ m}}$$

e sua área geométrica total é:

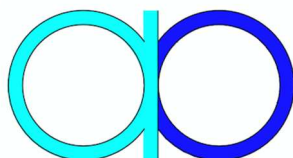
$$A = h(b + zh)$$

$$A = 1,20[3,00 + (1)(1,20)]$$

$$\boxed{A = 5,04\text{ m}^2}$$

As dimensões apresentadas correspondem às **dimensões hidráulicas internas das seções**. As características dos revestimentos, paredes, fundo, coroamento e demais elementos construtivos são apresentadas no Item 6.8 e nas peças gráficas do Projeto Executivo.

As estruturas de travessia inseridas ao longo do canal não constituem continuidade das seções correntes indicadas no quadro. Os **bueiros capeados possuem geometrias próprias**, sendo tratados e dimensionados separadamente no Capítulo 7.



ENGENHARIA

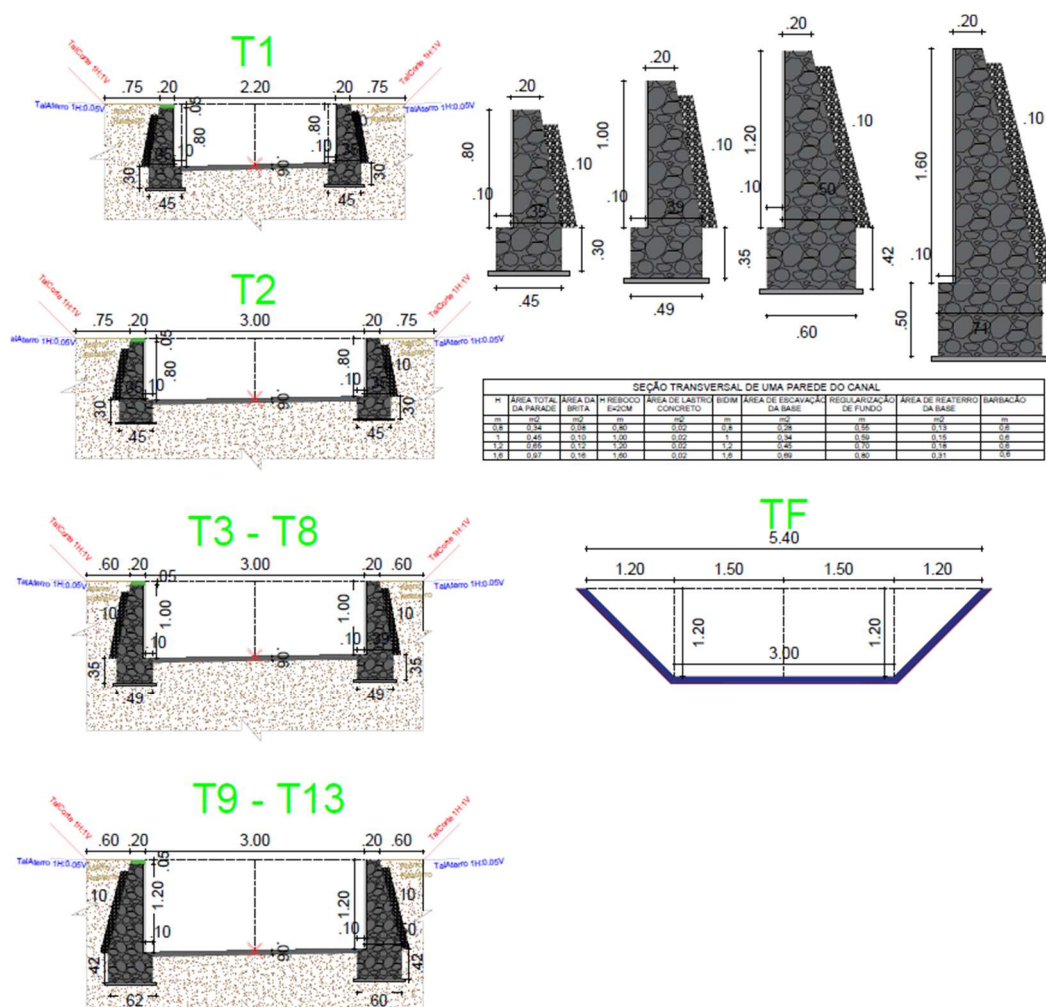


**Figura 6-3 – Seções típicas retangulares e seção trapezoidal do trecho final do canal**

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

A capacidade hidráulica de cada uma dessas seções é verificada no Item **6.7 – Dimensionamento Hidráulico**, considerando individualmente a geometria, área molhada, perímetro molhado, raio hidráulico, declividade longitudinal, coeficiente de rugosidade, velocidade e vazão admissível de cada trecho.

## 6.7 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico do canal foi realizado com o objetivo de verificar a capacidade das seções projetadas para condução das **vazões máximas de projeto determinadas nos Estudos Hidrológicos**, considerando



individualmente a geometria, a declividade longitudinal e as condições de revestimento de cada trecho.

As verificações foram realizadas considerando escoamento em regime livre, empregando-se a **equação de Manning** para determinação da capacidade hidráulica das seções:

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

sendo o raio hidráulico determinado por:

$$R_h = \frac{A}{P}$$

onde:

- $Q$ = vazão escoada, em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;
- $n$ = coeficiente de rugosidade de Manning;
- $A$ = área molhada da seção, em  $\text{m}^2$ ;
- $R_h$ = raio hidráulico, em m;
- $P$ = perímetro molhado, em m;
- $S$ = declividade longitudinal do fundo do canal, em m/m.

### **Coeficiente de rugosidade**

Para as verificações hidráulicas foi adotado **coeficiente de rugosidade de Manning igual a  $n = 0,012$** , correspondente à condição de revestimento considerada no dimensionamento.

A adoção de uma seção regularizada e revestida proporciona condições de escoamento mais uniformes em relação à situação atual da calha, atualmente



caracterizada, em grande parte, por superfície irregular, presença de vegetação e demais interferências que aumentam a resistência ao escoamento.

As condições hidráulicas previstas no projeto pressupõem, portanto, a adequada execução e conservação dos revestimentos, bem como a manutenção da calha livre de obstruções e acúmulos significativos de sedimentos e resíduos.

### Geometria hidráulica

Para as seções retangulares, a área e o perímetro molhados são determinados pelas expressões:

$$A = b y$$

$$P = b + 2y$$

onde:

- $b$  = largura interna da seção, em metros;
- $y$  = lâmina d'água, em metros.

Para o **Trecho Final – TF**, foi adotada seção trapezoidal com largura de base de 3,00 m, altura de 1,20 m e taludes laterais de 1H:1V. Para essa geometria:

$$A = y(b + zy)$$

e:

$$P = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

onde  $z = 1$ , correspondente ao talude lateral de 1H:1V.

A velocidade média do escoamento é determinada pela relação:

$$V = \frac{Q}{A}$$



onde:

- $V$  = velocidade média do escoamento, em m/s;
- $Q$  = vazão, em m<sup>3</sup>/s;
- $A$  = área molhada, em m<sup>2</sup>.

### Verificação da capacidade hidráulica

A capacidade hidráulica foi verificada individualmente para cada trecho, comparando-se a vazão máxima determinada pela equação de Manning para a seção considerada com a respectiva vazão de projeto obtida no Capítulo 5.

A condição básica de atendimento adotada foi:

$$Q_{proj} \leq Q_{cap}$$

onde:

- $Q_{proj}$  = vazão máxima de projeto correspondente ao trecho, em m<sup>3</sup>/s;
- $Q_{cap}$  = capacidade hidráulica da seção considerada, em m<sup>3</sup>/s.

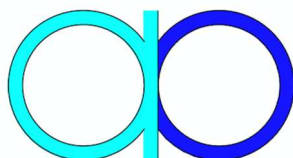
Como indicador complementar, foi determinada a utilização percentual da capacidade hidráulica da seção:

$$U = \frac{Q_{proj}}{Q_{cap}} \times 100$$

onde  $U$  representa o percentual da capacidade calculada solicitado pela vazão de projeto.

Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 6-X.

### Quadro 6-X – Verificação da capacidade hidráulica das seções projetadas



ENGENHARIA

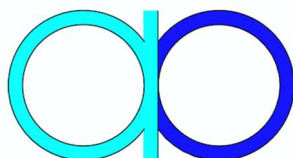
| Trecho | Seção hidráulica   | Decliv. (%) | n     | Q projeto (m³/s) | Q capacidade (m³/s) | Utilização (%) | Situação |
|--------|--------------------|-------------|-------|------------------|---------------------|----------------|----------|
| T1     | Ret. 2,20 × 0,80 m | 1,370       | 0,012 | 9,53             | 10,28               | 92,7           | Atende   |
| T2     | Ret. 3,00 × 0,80 m | 1,370       | 0,012 | 13,20            | 15,17               | 87,0           | Atende   |
| T3     | Ret. 3,00 × 1,00 m | 0,850       | 0,012 | 14,39            | 16,40               | 87,7           | Atende   |
| T4     | Ret. 3,00 × 1,00 m | 0,880       | 0,012 | 16,65            | 16,68               | 99,8           | Atende   |
| T5     | Ret. 3,00 × 1,00 m | 0,900       | 0,012 | 16,84            | 16,87               | 99,8           | Atende   |
| T6     | Ret. 2,50 × 1,00 m | 1,720       | 0,012 | 17,26            | 17,99               | 95,9           | Atende   |
| T7     | Ret. 2,50 × 1,00 m | 1,720       | 0,012 | 17,99            | 17,99               | 100,0          | LIMITE   |
| T8     | Ret. 3,00 × 1,00 m | 1,160       | 0,012 | 18,61            | 19,15               | 97,2           | Atende   |
| T9     | Ret. 3,00 × 1,20 m | 0,870       | 0,012 | 19,24            | 21,35               | 90,1           | Atende   |
| T10    | Ret. 3,00 × 1,20 m | 0,870       | 0,012 | 19,68            | 21,35               | 92,2           | Atende   |

| Trecho | Seção hidráulica                    | Decliv. (%) | n     | Q projeto (m³/s) | Q capacidade (m³/s) | Utilização (%) | Situação |
|--------|-------------------------------------|-------------|-------|------------------|---------------------|----------------|----------|
| T11    | Ret. 3,00 × 1,20 m                  | 0,750       | 0,012 | 19,83            | 19,83               | ≈ 100,0        | Atende*  |
| T12    | Ret. 3,00 × 1,20 m                  | 0,850       | 0,012 | 20,75            | 21,11               | 98,3           | Atende   |
| T13    | Ret. 3,00 × 1,20 m                  | 0,850       | 0,012 | 20,85            | 21,11               | 98,8           | Atende   |
| TF     | Trap. b = 3,00 m; h = 1,20 m; 1H:1V | 0,350       | 0,012 | 20,69            | 21,20               | 97,6           | Atende   |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

\* Nos Trechos T6 e T7, correspondentes ao segmento condicionado pela estrutura existente, o dimensionamento hidráulico foi desenvolvido com base na geometria levantada e considerada no Projeto Executivo. Previamente à execução das intervenções nesse segmento, a Fiscalização e a Executora deverão realizar conferência das dimensões efetivamente existentes em campo, verificando sua correspondência com a geometria adotada nos cálculos e nas peças gráficas. Eventuais divergências deverão ser comunicadas à Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto para análise e definição das adequações necessárias antes da execução dos serviços.

Os resultados demonstram que as **seções hidráulicas projetadas apresentam capacidade compatível com as vazões de projeto associadas ao**



ENGENHARIA

**período de retorno de 25 anos**, atendendo à condição  $Q_{proj} \leq Q_{cap}$  em todos os segmentos analisados.

Em determinados trechos, a vazão calculada aproxima-se da capacidade correspondente à geometria regularizada, especialmente nos Trechos T4, T5, T7, T8, T11, T12, T13 e TF. Essa condição deve, entretanto, ser interpretada considerando a configuração completa do canal.

As alturas de **0,80 m, 1,00 m e 1,20 m** apresentadas para as seções correntes correspondem às dimensões da **calha hidráulica regularizada/revestida considerada no dimensionamento**, não representando necessariamente a cota física de extravasamento do canal.

Nos trechos abertos, existem áreas laterais e diferenças de nível entre a seção regularizada e as edificações adjacentes, de modo que o alcance da altura nominal da seção hidráulica não corresponde, por si só, à ocorrência de extravasamento para as áreas urbanizadas. A capacidade adicional disponível acima da seção regularizada depende da geometria local e das cotas marginais de cada segmento.

Por esse motivo, eventual diferença entre a altura da seção regularizada e a lâmina calculada **não foi caracterizada como borda livre global do canal**, uma vez que a borda livre efetiva deve ser relacionada à cota física de extravasamento de cada trecho.

Nas travessias viárias, os **bueiros capeados apresentam alturas superiores às lâminas correspondentes às vazões de projeto**, mantendo espaço hidráulico disponível acima do nível de escoamento calculado. Essas estruturas possuem geometria própria e são verificadas separadamente no Capítulo 7.

As velocidades associadas às vazões de projeto são compatíveis com a concepção de uma calha revestida, devendo ser observados, durante a execução, os cuidados necessários nas **transições entre seções, encontros com estruturas, mudanças de geometria e demais pontos sujeitos a perturbações localizadas do escoamento**.



ENGENHARIA

Por fim, considerando que parte significativa das seções trabalha com elevado aproveitamento da capacidade hidráulica regularizada, deverá ser assegurada a **manutenção periódica do canal**, com remoção de resíduos sólidos, sedimentos, vegetação e quaisquer outros materiais que possam reduzir a área útil de escoamento ou aumentar significativamente a rugosidade da calha.

Dessa forma, as verificações realizadas confirmam a **capacidade hidráulica das seções propostas para condução das vazões de projeto**, considerando as premissas geométricas, declividades e condições de revestimento estabelecidas no Projeto Executivo.

## 6.8 Solução Construtiva do Canal

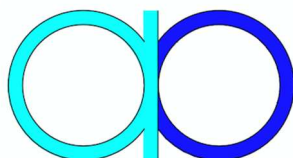
A solução construtiva adotada para o canal foi definida buscando proporcionar **regularização geométrica da calha, estabilidade das paredes laterais, proteção contra processos erosivos e condições adequadas ao escoamento das vazões de projeto**, considerando ainda a facilidade de execução e manutenção da estrutura.

Nos trechos abertos, a seção corrente é constituída, de maneira geral, por **fundo revestido em concreto e paredes laterais executadas em alvenaria de pedra argamassada**, complementadas por sistema de drenagem no tardo e coroamento superior.

As dimensões, espessuras e demais características geométricas de cada elemento deverão obedecer às **seções típicas e aos detalhes construtivos apresentados nas peças gráficas do Projeto Executivo**.

### 6.8.1 Fundo do Canal

Previamente à execução do revestimento do fundo do canal, deverá ser realizada a limpeza, regularização e preparação da superfície de apoio. Todo material mole, saturado, orgânico, instável ou que apresente condições inadequadas



ENGENHARIA

de suporte deverá ser integralmente removido até que seja atingido material com condições satisfatórias.

Os volumes removidos deverão ser recompostos com solo de características adequadas, lançado em camadas de espessura compatível com o equipamento de compactação empregado e devidamente compactado, até o restabelecimento das cotas necessárias à implantação da calha projetada.

A superfície final deverá apresentar-se firme, regular, estável e nas cotas previstas no projeto, não sendo permitida a execução do revestimento de concreto diretamente sobre material mole, saturado ou sem capacidade adequada de suporte.

O fundo do canal será executado em **concreto**, formando superfície contínua e regular entre as paredes laterais e acompanhando as cotas e declividades definidas no perfil longitudinal do projeto.

O revestimento do fundo tem como finalidade regularizar a calha, proporcionar melhores condições hidráulicas ao escoamento, reduzir a ocorrência de processos erosivos e facilitar os serviços posteriores de limpeza e manutenção.

Previamente à concretagem, o terreno deverá ser devidamente **regularizado e preparado**, removendo-se materiais soltos, matéria orgânica, resíduos e demais elementos que possam prejudicar o adequado apoio do revestimento.

O fundo deverá ser executado respeitando rigorosamente as **cotas de projeto e as declividades longitudinais estabelecidas para cada trecho**, de modo a evitar depressões, ressaltos ou descontinuidades capazes de provocar retenção de água e deposição localizada de sedimentos.

Nos encontros com paredes, bueiros capeados, canaletas, caixas e demais estruturas, deverá ser garantida a continuidade da calha e a compatibilização das cotas de fundo, evitando obstáculos ao escoamento.

As características do concreto, espessura do revestimento e eventual armadura deverão obedecer aos respectivos detalhes apresentados nas peças gráficas e especificações do projeto.

### 6.8.2 Paredes em Pedra Argamassada

As paredes laterais do canal serão executadas predominantemente em **alvenaria de pedra argamassada**, conforme geometria e dimensões indicadas nas seções e detalhes construtivos do Projeto Executivo.

A solução tem como finalidade promover a **retenção lateral do terreno e a conformação da seção hidráulica**, garantindo a manutenção das dimensões internas consideradas no dimensionamento do canal.

As paredes deverão ser implantadas sobre **lastro de concreto não estrutural**, com espessura indicada nos detalhes executivos, proporcionando superfície regular para assentamento da alvenaria e adequada distribuição do contato com o terreno de fundação.

A execução da alvenaria deverá utilizar pedras resistentes, limpas e isentas de materiais que prejudiquem sua aderência, devidamente assentadas e envolvidas pela argamassa, evitando-se vazios significativos no interior da estrutura.

A face interna voltada para a calha deverá apresentar **acabamento regular e compatível com as condições de rugosidade consideradas no dimensionamento hidráulico**, evitando saliências excessivas, cavidades ou irregularidades que possam aumentar significativamente a resistência ao escoamento ou favorecer o acúmulo de resíduos.

A geometria das paredes deverá respeitar as dimensões estabelecidas no projeto, garantindo a largura hidráulica livre prevista para cada trecho.

Nos encontros com estruturas de travessia e demais elementos de concreto deverão ser executados os arremates necessários para garantir a continuidade geométrica e funcional do canal.

### 6.8.3 Drenagem das Paredes

Nas faces das paredes em contato com o terreno será implantado **sistema de drenagem destinado à interceptação e ao alívio das águas infiltradas no maciço adjacente**, reduzindo a ocorrência de pressões hidrostáticas sobre as estruturas.

O sistema será constituído pela associação de **material granular drenante, manta geotêxtil e barbacãs**, conforme detalhamento apresentado nas peças gráficas do projeto.

A **brita drenante** será disposta no tardo das paredes, formando uma faixa permeável capaz de receber e conduzir as águas provenientes do terreno adjacente.

Entre o material drenante e o solo natural deverá ser instalada **manta geotêxtil não tecida, tipo Bidim ou tecnicamente equivalente**, destinada a promover a separação entre os materiais e reduzir a migração de partículas finas do solo para o interior da camada drenante, preservando sua permeabilidade.

As águas interceptadas serão conduzidas para o interior do canal por meio de **barbacãs instalados transversalmente às paredes**, posicionados conforme os detalhes construtivos do projeto.

Os barbacãs deverão permanecer livres e desobstruídos durante e após a execução da obra, garantindo comunicação hidráulica entre a camada drenante e a calha do canal.

A execução do sistema drenante deverá ocorrer simultaneamente à elevação das paredes e ao reaterro do tardo, de modo a garantir o correto posicionamento da brita, da manta geotêxtil e dos dispositivos de saída.

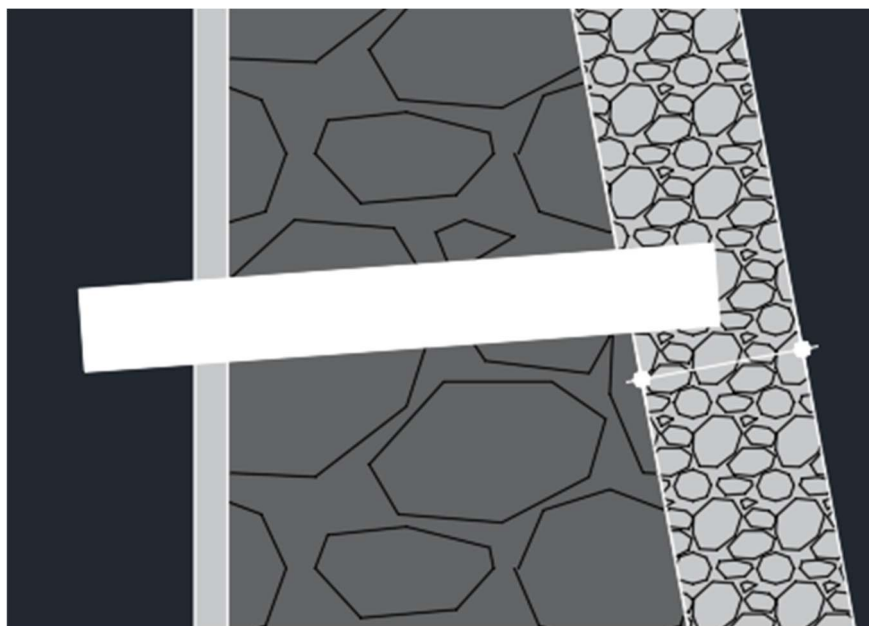


**Figura 6-X - Detalhe típico da drenagem das paredes do canal**

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

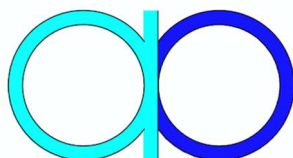
#### **6.8.4 Coroamento**

Na parte superior das paredes em pedra argamassada será executado **coroamento com largura de 20 cm**, conforme indicado nos detalhes construtivos do Projeto Executivo.

O coroamento tem como finalidade proporcionar **acabamento uniforme à parte superior das paredes**, proteger a alvenaria e estabelecer uma superfície regular ao longo das margens da seção revestida.

Sua execução deverá acompanhar o alinhamento e as cotas definidas para cada segmento, garantindo continuidade entre os trechos e adequado acabamento nos encontros com bueiros capeados, estruturas existentes e demais elementos do canal.

A superfície deverá apresentar acabamento uniforme, sem falhas, desagregações ou ressaltos, devendo ser observadas as especificações de materiais, dimensões e procedimentos executivos constantes das peças gráficas.



ENGENHARIA

Nos locais em que as condições existentes exigirem ajustes de geometria ou de nível, a execução deverá ser previamente compatibilizada com as cotas e dimensões estabelecidas no projeto, preservando-se a **seção hidráulica livre prevista no dimensionamento**.

**Observação importante para o memorial:** eu deixaria as **espessuras, traços, resistência do concreto, dimensão dos barbacãs, granulometria da brita, especificação exata do geotêxtil e espaçamentos** nos detalhes/pranchas ou no Capítulo 13 de Especificações Técnicas. Aqui no 6.8 vale registrar a concepção construtiva sem criar valores que não estejam exatamente definidos no projeto.

#### 6.8.5 Juntas e Detalhes Construtivos

A execução do canal deverá observar os detalhes de encontro, transição e descontinuidade entre os diferentes elementos que compõem a estrutura, de modo a preservar a **continuidade hidráulica da calha e o adequado comportamento dos revestimentos e estruturas**.

As juntas previstas no fundo do canal deverão ser executadas conforme os espaçamentos e detalhes indicados nas peças gráficas, permitindo acomodar as movimentações decorrentes da execução, retração do concreto e variações térmicas, reduzindo a ocorrência de fissuração desordenada no revestimento.

Nos encontros entre o fundo em concreto e as paredes laterais em pedra argamassada deverá ser garantido adequado acabamento, evitando-se ressaltos, degraus ou cavidades que possam interferir no escoamento ou favorecer processos erosivos e acúmulo de materiais.

Especial atenção deverá ser dada às **mudanças de seção**, nas quais as transições deverão ocorrer de forma compatível com a geometria indicada em projeto, garantindo continuidade entre as larguras, alturas e cotas de fundo dos trechos consecutivos.



Nos encontros do canal com os **bueiros capeados**, a calha deverá ser compatibilizada com a geometria das estruturas de travessia, assegurando continuidade das cotas de fundo e evitando descontinuidades capazes de produzir obstáculos significativos ao escoamento.

Da mesma forma, os encontros com canaletas, dispositivos de drenagem, caixas, tubulações e demais estruturas deverão receber acabamento adequado, evitando pontos preferenciais de infiltração, erosão ou retenção de resíduos.

Durante a execução, deverão ser conferidas as **dimensões, alinhamentos e cotas das estruturas existentes**, especialmente nos locais de interferência ou onde a solução projetada depende da geometria previamente existente. Caso sejam constatadas divergências relevantes em relação às condições consideradas no Projeto Executivo, estas deverão ser comunicadas à Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto para avaliação e definição das adequações necessárias antes da continuidade dos serviços no local.

Os detalhes específicos de juntas, encontros, transições e demais elementos construtivos deverão obedecer às **peças gráficas, especificações técnicas e demais documentos integrantes do Projeto Executivo**.

## 6.9 Verificação Hidráulica por Trecho

A verificação hidráulica foi realizada individualmente para os diferentes trechos do canal, considerando as **vazões de projeto determinadas no Capítulo 5**, as seções definidas no Item 6.6 e os critérios de dimensionamento apresentados no Item 6.7.

Para cada segmento foram consideradas a geometria da seção, a declividade longitudinal e o coeficiente de rugosidade de Manning adotado, determinando-se a respectiva capacidade hidráulica e a velocidade média de escoamento.

A condição de atendimento foi estabelecida pela comparação entre a vazão de projeto e a capacidade hidráulica da seção:

$$Q_{proj} \leq Q_{cap}$$

O Quadro 6-X apresenta a consolidação dos resultados obtidos para os diferentes trechos.

**Quadro 6-X - Verificação hidráulica consolidada das seções do canal**

| Trecho | Seção                    | Declividade (%) | Q projeto (m³/s) | Q capacidade (m³/s) | Velocidade (m/s) | Verificação |
|--------|--------------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|-------------|
| T1     | Ret.<br>2,20 ×<br>0,80 m | 1,370           | 9,53             | 10,28               | 5,84             | Atende      |
| T2     | Ret.<br>3,00 ×<br>0,80 m | 1,370           | 13,20            | 15,17               | 6,32             | Atende      |
| T3     | Ret.<br>3,00 ×<br>1,00 m | 0,850           | 14,39            | 16,40               | 5,47             | Atende      |
| T4     | Ret.<br>3,00 ×<br>1,00 m | 0,880           | 16,65            | 16,68               | 5,56             | Atende      |
| T5     | Ret.<br>3,00 ×<br>1,00 m | 0,900           | 16,84            | 16,87               | 5,62             | Atende      |



ENGENHARIA

| Trecho | Seção                    | Declividade (%) | Q projeto (m³/s) | Q capacidade (m³/s) | Velocidade (m/s) | Verificação |
|--------|--------------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|-------------|
| T6     | Ret.<br>2,50 ×<br>1,00 m | 1,720           | 17,26            | 17,99               | 7,34             | Atende      |
| T7     | Ret.<br>2,50 ×<br>1,00 m | 1,720           | 17,99            | 17,99               | 7,34             | LIMITE      |
| T8     | Ret.<br>3,00 ×<br>1,00 m | 1,160           | 18,61            | 19,15               | 6,38             | Atende      |
| T9     | Ret.<br>3,00 ×<br>1,20 m | 0,870           | 19,24            | 21,35               | 5,93             | Atende      |
| T10    | Ret.<br>3,00 ×<br>1,20 m | 0,870           | 19,68            | 21,35               | 5,93             | Atende      |
| T11    | Ret.<br>3,00 ×<br>1,20 m | 0,750           | 19,83            | 19,83               | 5,51             | Atende*     |
| T12    | Ret.<br>3,00 ×<br>1,20 m | 0,850           | 20,75            | 21,11               | 5,86             | Atende      |



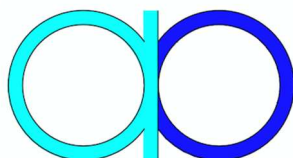
| Trecho | Seção                                | Declividade (%) | Q projeto (m <sup>3</sup> /s) | Q capacidade (m <sup>3</sup> /s) | Velocidade (m/s) | Verificação |
|--------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------|
| T13    | Ret.<br>3,00 ×<br>1,20 m             | 0,850           | 20,85                         | 21,11                            | 5,86             | Atende      |
| TF     | Trap.<br>3,00 ×<br>1,20 m –<br>1H:1V | 0,350           | 20,69                         | 21,20                            | 4,21             | Atende      |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

\* **Nota:** Nos Trechos T6 e T7, correspondentes ao segmento condicionado pela estrutura existente, o dimensionamento hidráulico foi desenvolvido com base na geometria levantada e considerada no Projeto Executivo. Previamente à execução das intervenções nesse segmento, a **Fiscalização e a Executora deverão conferir as dimensões efetivamente existentes em campo**, verificando sua correspondência com a geometria adotada nos cálculos e nas peças gráficas. Eventuais divergências deverão ser comunicadas à Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto para análise e definição das adequações necessárias antes da execução dos serviços.

A análise consolidada demonstra que as seções consideradas apresentam **capacidade hidráulica igual ou superior às respectivas vazões de projeto**, atendendo ao critério estabelecido para o período de retorno de 25 anos.

Em alguns segmentos verifica-se utilização elevada da capacidade da seção hidráulica regularizada. Ressalta-se, contudo, que as alturas indicadas para as seções correntes representam a **geometria regularizada utilizada no**



ENGENHARIA

**dimensionamento**, não correspondendo necessariamente à cota de extravasamento do canal. Nos trechos abertos existem áreas e desníveis laterais adicionais até as ocupações adjacentes.

Nas travessias, os bueiros capeados apresentam geometria e alturas próprias, superiores às lâminas correspondentes às vazões consideradas, sendo suas verificações hidráulicas apresentadas separadamente no Capítulo 7.

As velocidades calculadas variam entre aproximadamente **4,21 m/s e 7,34 m/s**, reforçando a necessidade de adequada execução do revestimento da calha, dos encontros, das transições e das demais estruturas sujeitas à ação do escoamento.

Com base nas verificações realizadas, conclui-se que as **seções projetadas atendem às vazões de referência adotadas no projeto**, desde que preservadas as condições geométricas, de revestimento e de manutenção consideradas no dimensionamento.

## 7 ESTRUTURAS DE TRAVESSIA – BUEIROS CAPEADOS

Ao longo do canal foram projetadas **sete estruturas de travessia**, identificadas como B1 a B7, destinadas a permitir a continuidade do sistema de drenagem sob as vias existentes e, simultaneamente, assegurar condições adequadas para a circulação sobre a calha.

A solução adotada consiste em **bueiros capeados**, constituídos por paredes laterais em pedra argamassada, laje superior em concreto armado e fundo revestido em concreto, mantendo-se a continuidade hidráulica do canal através das travessias.

As estruturas apresentam dimensões variáveis em função das condições geométricas e altimétricas verificadas em cada local, enquanto a solução estrutural da laje superior foi padronizada, facilitando a execução e conferindo uniformidade às travessias projetadas.

### 7.1 Considerações Gerais



ENGENHARIA

As estruturas de travessia foram concebidas como elementos singulares inseridos ao longo do canal, não devendo ser interpretadas como continuidade direta das seções correntes apresentadas no Capítulo 6.

Para cada bueiro foram definidas as alturas de montante e jusante e a extensão necessária à transposição da respectiva via. As diferenças de altura entre as extremidades decorrem da geometria longitudinal do canal e das condições locais de implantação.

As sete estruturas apresentam extensão variando entre **7,40 m e 16,60 m** e alturas entre **1,40 m e 2,30 m**, conforme características específicas de cada travessia.

A concepção adotada buscou garantir a continuidade hidráulica da calha, compatibilizar as estruturas com o pavimento existente e estabelecer solução construtiva uniforme para as diferentes travessias.

## 7.2 Concepção das Travessias

A solução adotada para as travessias consiste em **bueiro capeado com vão hidráulico livre de aproximadamente 3,00 m**, limitado lateralmente por paredes em pedra argamassada e superiormente por laje de concreto armado.

A largura estrutural considerada para a laje superior é de **3,70 m**, permitindo seu apoio sobre as paredes laterais e garantindo o fechamento completo da travessia.

Para a concepção da laje foi utilizada como referência a solução estrutural do **bueiro capeado 3,00 × 3,00 m do DNIT**, preservando-se a configuração de armaduras adotada para a laje e especificando-se concreto estrutural com resistência característica à compressão de:

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

A espessura da laje superior adotada é de:



$$h = 20 \text{ cm}$$

A solução em bueiro capeado permite que a própria laje constitua a superfície estrutural da travessia, sendo o encontro com o pavimento em paralelepípedo tratado por meio de detalhe específico de transição.

O DNIT contempla projetos-tipo e critérios para dispositivos de drenagem em seu Álbum IPR 736 e no Manual de Drenagem de Rodovias, que trata os bueiros como estruturas destinadas à transposição e condução dos escoamentos através das obras viárias.

### 7.3 Caracterização dos Bueiros

As estruturas B1 a B7 apresentam a mesma concepção construtiva geral, diferenciando-se principalmente pelas **alturas das paredes em montante e jusante e pela extensão da travessia**.

As características geométricas principais são apresentadas a seguir.

| Bueiro | Altura montante (m) | Altura jusante (m) | Extensão (m) |
|--------|---------------------|--------------------|--------------|
| B1     | 1,40                | 1,60               | 8,00         |
| B2     | 1,40                | 1,40               | 7,40         |
| B3     | 1,70                | 1,60               | 8,00         |
| B4     | 1,60                | 1,50               | 9,40         |
| B5     | 1,40                | 1,80               | 16,60        |
| B6     | 1,50                | 1,40               | 8,00         |
| B7     | 2,30                | 2,20               | 10,00        |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

A variação das alturas entre montante e jusante permite compatibilizar cada estrutura com o perfil longitudinal do canal, mantendo-se a continuidade das cotas de fundo e do escoamento através das travessias.

O B7 apresenta a maior altura entre as estruturas, atingindo **2,30 m em montante e 2,20 m em jusante**, enquanto o B5 apresenta a maior extensão, com **16,60 m**.

#### 7.4 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das travessias foi realizado considerando as **vazões de projeto correspondentes aos pontos de implantação de cada estrutura**, determinadas a partir dos Estudos Hidrológicos apresentados no Capítulo 5.

A verificação considera a manutenção de seção hidráulica suficiente para permitir a passagem das vazões de projeto sem que a laje superior constitua restrição indevida ao escoamento.

A geometria das travessias foi compatibilizada com as seções do canal imediatamente a montante e a jusante, buscando-se preservar a continuidade da calha e evitar reduções localizadas capazes de comprometer sua capacidade hidráulica.

As alturas adotadas para os bueiros são superiores às lâminas correspondentes às vazões de dimensionamento, proporcionando espaço disponível entre o nível de escoamento e a face inferior da laje.

A capacidade de cada travessia deverá ser analisada considerando a respectiva vazão afluente, geometria e declividade local, mantendo-se como condição de atendimento:

$$Q_{proj} \leq Q_{cap}$$



Os resultados específicos das verificações hidráulicas deverão permanecer compatibilizados com as vazões e seções apresentadas na memória de cálculo e nas peças gráficas do Projeto Executivo.

## 7.5 Dimensionamento Estrutural

O dimensionamento da estrutura superior das travessias foi desenvolvido tomando como referência a solução de **bueiro capeado com vão de 3,00 m**, adotando-se laje em concreto armado com 20 cm de espessura e 3,70 m de largura total.

A solução estrutural adotada foi baseada no projeto-tipo utilizado como referência, mantendo-se a disposição das armaduras da laje e especificando-se concreto estrutural com  **$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$** .

As paredes em pedra argamassada funcionam como elementos de apoio da laje superior e de contenção lateral da calha, possuindo geometria variável em função da altura de cada estrutura.

### 7.5.1 Critérios e Ações Consideradas

A laje superior foi concebida para funcionamento como elemento estrutural de cobertura da travessia e suporte das ações provenientes da utilização da via.

A solução foi definida a partir da geometria do bueiro capeado adotado como referência, mantendo-se o vão livre e a configuração estrutural compatíveis com a travessia projetada.

As condições de apoio da laje deverão ser preservadas durante a execução, garantindo-se apoio contínuo e adequado sobre as paredes laterais, conforme dimensões e detalhes indicados nas peças gráficas.

A execução deverá assegurar a resistência especificada do concreto, o posicionamento das armaduras, os cobrimentos e as condições de concretagem necessárias ao adequado comportamento estrutural.

### 7.5.2 Laje Superior

A laje superior dos bueiros será executada em **concreto armado com  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$** , apresentando largura total de 3,70 m e espessura de 20 cm.

Assim:

$$b_{laje} = 3,70 \text{ m}$$

$$h_{laje} = 0,20 \text{ m}$$

O volume de concreto varia em função da extensão de cada estrutura, sendo determinado por:

$$V = 3,70 \times 0,20 \times L$$

resultando em volumes de  **$5,920 \text{ m}^3$  no B1;  $5,476 \text{ m}^3$  no B2;  $5,920 \text{ m}^3$  no B3;  $6,956 \text{ m}^3$  no B4;  $12,284 \text{ m}^3$  no B5;  $5,920 \text{ m}^3$  no B6; e  $7,400 \text{ m}^3$  no B7.**

A superfície superior da laje deverá ser compatibilizada com o pavimento das vias atravessadas, evitando ressaltos ou depressões na transição entre a estrutura e o pavimento adjacente.

### 7.5.3 Armaduras

A armadura da laje superior foi definida preservando a configuração adotada na solução estrutural de referência utilizada para o bueiro capeado.

Foram adotadas barras principais em aço CA-50 com diâmetro de **12,5 mm**, dispostas transversalmente ao vão, e armadura de distribuição com barras de **6,3 mm**.

Para as barras principais foi considerado comprimento unitário de **3,92 m**, incluindo as respectivas dobras, enquanto a armadura de distribuição se desenvolve longitudinalmente ao comprimento de cada bueiro.



As quantidades resultantes são apresentadas no quadro a seguir:

| Bueiro | Ø 12,5 mm (kg) | Ø 6,3 mm (kg) | Aço total (kg) |
|--------|----------------|---------------|----------------|
| B1     | 306,25         | 50,96         | <b>357,21</b>  |
| B2     | 283,56         | 47,14         | <b>330,70</b>  |
| B3     | 306,25         | 50,96         | <b>357,21</b>  |
| B4     | 359,18         | 59,88         | <b>419,06</b>  |
| B5     | 631,40         | 105,74        | <b>737,15</b>  |
| B6     | 306,25         | 50,96         | <b>357,21</b>  |
| B7     | 381,87         | 63,70         | <b>445,57</b>  |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

A montagem das armaduras deverá obedecer rigorosamente aos **diâmetros, espaçamentos, comprimentos, dobras, cobrimentos e posicionamentos indicados no detalhamento estrutural**, não sendo admitida alteração em campo sem prévia análise técnica.

## 7.6 Encontro Laje × Pavimento em Paralelepípedo

O encontro entre a laje superior dos bueiros capeados e o pavimento em paralelepípedo deverá ser executado de maneira a proporcionar uma **transição regular entre os materiais**, evitando descontinuidades capazes de prejudicar o tráfego ou favorecer a deterioração das bordas do pavimento.

Nas duas extremidades da travessia será executado elemento de **amarração em concreto**, com seção de 0,20 m × 0,15 m e extensão correspondente à largura da laje, de 3,70 m.

O volume total previsto por bueiro é:



$$V = 0,20 \times 0,15 \times 3,70 \times 2$$

$$V = 0,222 \text{ m}^3$$

A recomposição do paralelepípedo deverá ser realizada contra esses elementos de transição, mantendo-se o alinhamento e o nível da superfície de rolamento.

O detalhe deverá ser executado nas duas extremidades de cada travessia, conforme representação nas peças gráficas.

### 7.7 Juntas de Construção

Na interface entre a laje da travessia e os elementos de transição do pavimento serão previstas juntas com seção de aproximadamente **1,5 cm × 1,5 cm**, permitindo acomodar pequenas movimentações entre os elementos e reduzindo a transmissão direta de esforços para o pavimento adjacente.

As juntas deverão receber **tarucel**, ou elemento de preenchimento indicado no projeto, preparando a interface para o acabamento e vedação especificados.

Considerando as duas extremidades da travessia e a largura de 3,70 m, cada bueiro apresenta:

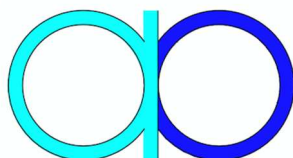
$$L_j = 3,70 \times 2$$

$$L_j = 7,40 \text{ m}$$

Assim, são previstos **7,40 m de junta e 7,40 m de tarucel por estrutura**.

As juntas deverão ser executadas de maneira contínua, uniforme e com dimensões compatíveis com o detalhamento apresentado nas pranchas.

### 7.8 Fundo e Paredes



ENGENHARIA

O fundo das travessias será executado em **concreto**, mantendo-se continuidade com o revestimento da calha nos trechos imediatamente a montante e a jusante.

A área de piso considerada para os bueiros corresponde à largura de **2,833 m multiplicada pela respectiva extensão**, enquanto o volume de concreto do fundo foi determinado com base na seção transversal adotada no detalhamento.

As paredes laterais serão executadas em **pedra argamassada**, com dimensões variáveis de acordo com as alturas de montante e jusante de cada estrutura.

As paredes serão implantadas sobre **lastro de concreto**, sendo previsto sistema drenante no tardo de composto por **brita e manta geotêxtil**, de maneira compatível com a solução adotada para as paredes do canal.

A face interna das paredes receberá **reboco**, proporcionando acabamento regular à superfície hidráulica e contribuindo para a manutenção das condições de rugosidade consideradas no dimensionamento.

As escavações, regularização das superfícies de implantação e reaterros deverão respeitar as dimensões indicadas nas seções executivas de cada estrutura.

## 7.9 Detalhes Construtivos

A execução das estruturas deverá obedecer às dimensões, cotas e detalhes apresentados nas peças gráficas, com especial atenção aos encontros entre laje, paredes, fundo do canal e pavimento existente.

Antes da execução de cada bueiro deverão ser conferidos em campo o **alinhamento, as cotas de fundo, a largura disponível da via, a extensão efetiva da travessia e as condições das estruturas adjacentes**.

As dimensões indicadas no projeto foram estabelecidas a partir dos levantamentos realizados. Caso sejam identificadas divergências relevantes durante a implantação, a Executora deverá comunicar a Fiscalização antes da continuidade

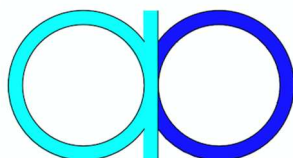
dos serviços, para análise e, quando necessário, compatibilização com o responsável técnico pelo projeto.

A concretagem da laje deverá ser realizada somente após a conferência das dimensões dos apoios, posicionamento e cobrimento das armaduras, formas e níveis previstos no projeto.

As transições hidráulicas deverão apresentar acabamento contínuo, sem degraus ou ressalto significativos entre o fundo do canal e o interior das travessias.

**Quadro 7-X – Resumo das estruturas de travessia**

| Bueiro | H mont. (m) | H jus. (m) | Extensão (m) | Vão    | Laje superior | Concreto   | Armadura principal | Distribuição | Aço total |
|--------|-------------|------------|--------------|--------|---------------|------------|--------------------|--------------|-----------|
| B1     | 1,40        | 1,60       | 8,00         | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 357,21 kg |
| B2     | 1,40        | 1,40       | 7,40         | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 330,70 kg |
| B3     | 1,70        | 1,60       | 8,00         | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 357,21 kg |
| B4     | 1,60        | 1,50       | 9,40         | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 419,06 kg |
| B5     | 1,40        | 1,80       | 16,60        | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 737,15 kg |
| B6     | 1,50        | 1,40       | 8,00         | 3,00 m | 20 cm         | fck 25 MPa | Ø12,5 mm           | Ø6,3 mm      | 357,21 kg |



ENGENHARIA

| Bueiro | H mon<br>t.<br>(m) | H<br>jus.<br>(m) | Extensão<br>(m) | Vão    | Laje<br>superior | Concreto   | Armadura<br>principal | Distribuição | Aço<br>total |
|--------|--------------------|------------------|-----------------|--------|------------------|------------|-----------------------|--------------|--------------|
| B7     | 2,30               | 2,20             | 10,00           | 3,00 m | 20 cm            | fck 25 MPa | Ø12,5 mm              | Ø6,3 mm      | 445,57 kg    |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

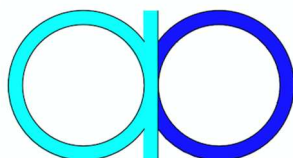
## 8 PROJETO DE DRENAGEM URBANA

O Projeto de Drenagem Urbana contempla os dispositivos complementares destinados à **captação e condução das águas pluviais das vias adjacentes até a calha principal do canal.**

As soluções foram definidas a partir das condições observadas em campo, dos sentidos preferenciais de escoamento, das linhas d'água existentes e dos pontos de maior concentração de águas pluviais. Para esses dispositivos complementares **não foi desenvolvido dimensionamento hidráulico individualizado**, tendo sua definição sido realizada com base em critérios de engenharia, condições geométricas locais e capacidade compatível com a função prevista.

Antes do início de qualquer serviço, deverá ser realizada conferência topográfica das condições efetivamente existentes ao longo de toda a área de intervenção, incluindo cotas do terreno, cotas de fundo da calha, níveis das travessias, entradas e saídas dos bueiros, poços de visita, redes existentes e demais pontos de controle necessários à implantação das obras.

Deverá ser dada atenção especial aos segmentos em que o canal se desenvolve sob edificações existentes, nos quais deverão ser verificadas as cotas internas da calha, níveis de entrada e saída, alturas livres, condições da seção existente e compatibilidade com as cotas da rede de esgotamento sanitário projetada.



ENGENHARIA

Divergências que possam alterar declividades, profundidades, seções hidráulicas ou condições de funcionamento das estruturas deverão ser comunicadas à Fiscalização e ao responsável técnico antes da execução dos serviços correspondentes.

**A implantação e a colocação em funcionamento da rede de esgotamento sanitário deverão anteceder as intervenções de requalificação da calha principal do canal.**

Essa sequência tem como finalidade permitir a interceptação e o direcionamento prévio das contribuições sanitárias atualmente lançadas na calha, reduzindo a presença de esgoto nas frentes de serviço e proporcionando condições adequadas para a execução das demolições, escavações, regularização do fundo, paredes, revestimentos e demais estruturas integrantes da requalificação do canal.

Somente após a execução dos trechos necessários da rede coletora, respectivas interligações e condições de recebimento das contribuições sanitárias deverão ser iniciadas as intervenções correspondentes na calha do canal, observada a programação por frentes de serviço.

## 8.1 Concepção do Sistema

O sistema complementar foi concebido para evitar que as águas provenientes das vias atinjam o canal de maneira desordenada ou permaneçam acumuladas junto às travessias.

Foram previstas três soluções principais: **captações junto às esquinas dos bueiros capeados, canaletas com grelha nos pontos de maior concentração de escoamento e sarjetão para condução das contribuições provenientes de bueiros tubulares existentes.**

## 8.2 Dispositivos de Captação nas Travessias

Nas esquinas das travessias em bueiro capeado foram previstos dispositivos destinados a captar as águas conduzidas pelas linhas d'água junto aos meios-fios e direcioná-las ao canal.

A solução utiliza como referência a **Entrada para Descida d'Água – EDA**, associada à **Descida d'Água Tipo Rápido – DAR 60-30**. A entrada originalmente prevista para utilização junto a sarjetas foi **adaptada à condição de meio-fio existente**, por apresentar geometria adequada à captação pretendida.

A implantação deverá ser ajustada às cotas locais, garantindo continuidade entre a linha d'água, o dispositivo de entrada, a descida e o canal.

### 8.3 Canaletas com Grelha

Em pontos específicos onde foi observada **maior concentração de escoamento superficial e tendência de transbordamento das linhas d'água**, foram previstas canaletas em concreto com grelha superior.

Esses dispositivos possuem caráter localizado e foram adotados para ampliar a capacidade de interceptação das águas superficiais nos pontos considerados críticos, direcionando-as de forma controlada ao sistema de drenagem.

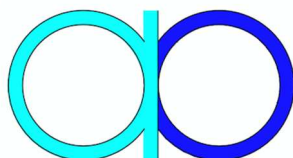
A execução deverá respeitar as dimensões e cotas apresentadas nas peças gráficas, garantindo declividade interna em direção ao ponto de saída e condições adequadas para limpeza e manutenção.

### 8.4 Sarjetão

Foi previsto **sarjetão com aproximadamente 40,00 m de extensão** para receber as contribuições provenientes de bueiros tubulares existentes e conduzi-las até a calha principal do canal.

Sua implantação deverá acompanhar as cotas indicadas no projeto, garantindo continuidade do escoamento entre os pontos de descarga existentes e o canal e evitando a dispersão das águas sobre as áreas adjacentes.

### 8.5 Dispositivo de Retenção de Resíduos na Entrada do Canal



ENGENHARIA

Em razão da contribuição proveniente do BDTC DN 1200 existente a montante da Rodovia PE-160 e da diferença de nível entre sua descarga e o fundo da calha projetada, será implantado, no trecho inicial do canal, dispositivo de proteção constituído por grelha de grandes dimensões.

A grelha terá como função principal interceptar resíduos sólidos grosseiros, galhos, materiais flutuantes e demais detritos transportados pelo escoamento antes de sua entrada na calha principal, reduzindo o risco de obstrução das estruturas localizadas a jusante.

O dispositivo deverá ser implantado de forma a não provocar restrição hidráulica excessiva à descarga do bueiro, devendo possuir condições adequadas de acesso para inspeção, limpeza e retirada periódica dos materiais retidos.

A geometria, dimensões, espaçamento dos elementos, sistema de fixação e demais características construtivas deverão obedecer ao detalhamento apresentado nas peças gráficas do Projeto Executivo.

## 8.6 Critérios de Projeto e Execução

Os dispositivos complementares apresentados neste capítulo **não foram objeto de dimensionamento hidráulico individualizado**, tendo sido definidos a partir da avaliação das condições existentes, da concentração observada dos escoamentos, da geometria disponível e da experiência técnica aplicada à solução dos pontos identificados.

Durante a execução deverão ser conferidos os **sentidos de escoamento, cotas, níveis das linhas d'água e condições das estruturas existentes**, realizando-se os ajustes de implantação necessários para garantir o correto direcionamento das águas.



Eventuais condições de campo significativamente distintas das consideradas no projeto deverão ser comunicadas à Fiscalização antes da execução do respectivo dispositivo, para avaliação e definição das adequações necessárias.

## 9 PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O Projeto de Esgotamento Sanitário foi desenvolvido com o objetivo de **separar as contribuições de esgoto sanitário atualmente lançadas na calha do canal das águas destinadas à drenagem pluvial**, implantando uma rede coletora paralela capaz de receber e conduzir essas contribuições até o ponto final previsto no projeto.

A solução é composta por uma **rede principal DN 300 mm**, implantada longitudinalmente em uma das margens do canal, e por uma rede secundária localizada na margem oposta, interligada à rede principal por meio de travessias sob a calha.

### 9.1 Considerações Gerais

A implantação da rede de esgotamento sanitário constitui parte integrante da requalificação do canal, tendo em vista a existência de lançamentos de efluentes sanitários diretamente em sua calha.

A rede projetada deverá receber tanto as contribuições sanitárias existentes ao longo do traçado quanto aquelas provenientes do **sistema de captação de tempo seco**, apresentado no Capítulo 10.

A solução foi concebida como sistema independente da drenagem pluvial, mantendo-se o canal destinado prioritariamente à condução das águas pluviais.

### 9.2 Situação Existente

Na situação atual, foram identificados lançamentos de esgoto sanitário diretamente no canal, contribuindo para a degradação das condições ambientais e sanitárias da área.



Diante dessa condição, o projeto prevê a interceptação dessas contribuições e seu direcionamento para uma **rede coletora implantada paralelamente ao canal**, reduzindo o lançamento direto de esgoto na calha após a implantação do sistema.

### 9.3 Concepção do Sistema Projetado

A solução projetada é constituída por duas linhas principais de coleta localizadas em margens opostas do canal.

Em uma das margens foi prevista a **rede principal DN 300 mm**, que se desenvolve praticamente ao longo de toda a extensão do empreendimento. Na margem oposta foram implantados trechos secundários inicialmente em **DN 150 mm**, destinados a receber as contribuições desse lado e conduzi-las, por meio de travessias sob o canal, até os poços de visita da rede principal.

A partir da região do **Bueiro B6**, a rede secundária passa a se desenvolver em **DN 200 mm**, prosseguindo até o ponto final do sistema, enquanto a rede DN 300 mm permanece paralela na margem oposta até seu respectivo lançamento.

Essa configuração permite atender às duas margens sem necessidade de implantar duas redes principais de grande diâmetro ao longo de toda a extensão do canal.

### 9.4 Traçado da Rede

O traçado foi estabelecido buscando acompanhar longitudinalmente o canal e aproveitar as condições topográficas favoráveis ao **escoamento por gravidade**, compatibilizando a rede com as edificações, vias, travessias e demais interferências existentes.

Os poços de visita foram posicionados de maneira a permitir mudanças de direção, interligações, travessias e acesso para inspeção e manutenção.



O **posicionamento definitivo dos coletores, coordenadas dos poços de visita, extensões entre PVs e demais informações planimétricas** encontra-se apresentado nas peças gráficas específicas do Projeto de Esgotamento Sanitário.

Nos segmentos em que o traçado da rede de esgotamento sanitário se desenvolve sob edificações existentes implantadas sobre a calha do canal, os serviços deverão ser executados de forma localizada e predominantemente manual, buscando reduzir as interferências sobre as construções existentes.

A execução compreenderá, conforme aplicável, a demolição controlada dos pisos existentes, abertura manual das valas, regularização do fundo, execução do berço, assentamento e nivelamento das tubulações, envolvimento dos tubos, reaterro devidamente compactado e recomposição integral dos pisos e acabamentos afetados.

Antes de qualquer demolição ou escavação nesses segmentos, deverão ser conferidas em campo as cotas internas da estrutura existente, cotas dos pisos, níveis de entrada e saída da calha, cotas da rede projetada e eventuais interferências não identificadas durante o levantamento.

Nenhuma escavação deverá ser iniciada caso sejam constatadas incompatibilidades entre as condições existentes e as cotas constantes do projeto, devendo a situação ser previamente submetida à Fiscalização e ao responsável técnico para definição dos ajustes necessários.

## 9.5 Tubulações e Diâmetros

Foram adotados três diâmetros nominais na rede projetada:

| Rede      | Diâmetro  | Extensão aproximada |
|-----------|-----------|---------------------|
| Principal | DN 300 mm | 997,67 m            |



| Rede                      | Diâmetro  | Extensão aproximada |
|---------------------------|-----------|---------------------|
| Secundária                | DN 150 mm | 604,35 m            |
| Secundária – trecho final | DN 200 mm | 172,56 m            |

**Fonte:** Elaborado pelo Autor (2026).

O dimensionamento hidráulico realizado indicou que a vazão sanitária estimada poderia ser conduzida por **diâmetro inferior ao DN 300 mm**. Entretanto, para a rede principal optou-se pela adoção de **DN 300 mm como critério de projeto**, proporcionando maior seção disponível e melhores condições operacionais frente às características particulares do sistema.

Essa decisão considera especialmente que a rede receberá contribuições provenientes das **caixas de captação de tempo seco**, que interceptam os efluentes atualmente lançados no canal. Por se tratar de sistema sujeito ao ingresso de sólidos e materiais transportados pela calha, foi adotado o maior diâmetro como medida de **robustez operacional e redução da suscetibilidade a obstruções**, não sendo sua escolha decorrente exclusivamente da vazão sanitária calculada.

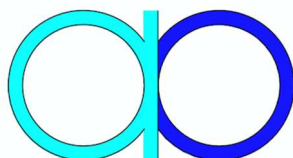
## 9.6 Declividades

As declividades foram estabelecidas individualmente para cada segmento em função das cotas do terreno, profundidades dos poços de visita e necessidade de manutenção do escoamento por gravidade.

Na rede DN 300 mm, por exemplo, as declividades projetadas variam ao longo do traçado, incluindo segmentos próximos a **0,48%** e outros superiores a **2,00%**, demonstrando que não foi adotada uma única inclinação para todo o coletor.

As **declividades, cotas de geratriz inferior, extensões e profundidades de cada trecho** encontram-se discriminadas nos perfis longitudinais e nas peças gráficas específicas, que deverão prevalecer para fins de locação e execução.

## 9.7 Poços de Visita



ENGENHARIA

Foram previstos poços de visita ao longo das redes para possibilitar **inspeção, limpeza, manutenção, mudanças de direção e interligação dos diferentes ramais.**

O sistema é composto pelos elementos identificados como **PV01 a PV49**, além dos pontos de lançamento e demais estruturas indicadas nas peças gráficas.

As coordenadas, cotas de tampa, cotas de geratriz inferior e profundidades dos poços encontram-se apresentadas nas plantas, perfis e quadros específicos do projeto.

### 9.8 Perfis Longitudinais

Foram elaborados perfis longitudinais das redes projetadas, contendo as informações necessárias à implantação dos coletores por gravidade.

Os perfis apresentam as cotas do terreno, cotas das tubulações, identificação dos poços de visita, extensões, diâmetros e declividades correspondentes a cada segmento.

Essas peças deverão ser utilizadas conjuntamente com a planta da rede para definição das **cotas e profundidades de execução.**

### 9.9 Travessias e Interferências

Nos locais onde a rede secundária implantada em uma margem necessita se conectar à rede principal localizada na margem oposta, foram previstas **travessias sob a calha do canal.**

Essas travessias deverão ser executadas respeitando as cotas e os detalhes apresentados no projeto, sem interferir na seção hidráulica do canal.

Nos cruzamentos com estruturas existentes ou demais redes de infraestrutura, deverão ser verificadas previamente as condições efetivamente encontradas em campo. Eventuais incompatibilidades deverão ser comunicadas à Fiscalização antes da execução do trecho correspondente.

### 9.10 Escavação, Berço e Reaterro

A implantação das tubulações compreende a abertura das valas, regularização do fundo, execução do **berço de assentamento**, instalação e nivelamento das tubulações e posterior envolvimento e reaterro.

O assentamento deverá respeitar rigorosamente as cotas de geratriz inferior e as declividades indicadas nos perfis longitudinais, evitando contraddeclividades ou alterações capazes de prejudicar o funcionamento por gravidade.

O material utilizado no entorno imediato das tubulações deverá permitir adequado apoio e proteção dos tubos. O reaterro deverá ser executado de maneira controlada, evitando deslocamentos ou danos às tubulações e estruturas implantadas.

### 9.11 Critérios Executivos

Antes do início dos serviços deverão ser conferidos em campo o **posicionamento dos PVs, cotas do terreno, interferências existentes e pontos de travessia do canal.**

A execução deverá seguir as plantas e perfis específicos do Projeto de Esgotamento Sanitário, especialmente quanto aos diâmetros, cotas de geratriz inferior, declividades e profundidades dos poços de visita.

As tubulações deverão apresentar continuidade de declividade entre os PVs, não sendo admitidas depressões ou contraddeclividades capazes de provocar retenção de efluentes e sólidos.

Nas travessias sob o canal deverá ser dada especial atenção à proteção da tubulação e à recomposição das estruturas afetadas.

Eventuais divergências entre as condições encontradas em campo e aquelas consideradas no projeto deverão ser comunicadas à **Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto**, para avaliação antes da execução ou alteração do trecho correspondente.



## 10 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE TEMPO SECO

O Sistema de Captação de Tempo Seco foi concebido com o objetivo de **interceptar as contribuições de esgoto sanitário que atualmente alcançam a calha do canal**, direcionando-as para a rede de esgotamento sanitário projetada e reduzindo a presença permanente de efluentes na calha destinada à drenagem pluvial.

A solução parte do princípio de que, durante os períodos sem precipitação, as vazões observadas nos pontos de contribuição correspondem predominantemente aos lançamentos sanitários. Durante os eventos de chuva, por outro lado, ocorre aumento significativo da vazão na calha, devendo o excedente pluvial permanecer no sistema de drenagem e seguir pelo canal.

### 10.1 Concepção do Sistema

Nos pontos identificados como receptores de contribuições sanitárias será implantada **canaleta de captação de tempo seco**, conduzindo o escoamento até caixas específicas instaladas junto ao canal.

A partir dessas caixas, a parcela correspondente ao esgoto em tempo seco será encaminhada aos **poços de visita da rede de esgotamento sanitário projetada**, passando a ser conduzida separadamente da drenagem pluvial.

O sistema foi concebido de forma a não transferir indiscriminadamente as vazões do canal para a rede de esgoto. Para isso, a interligação entre cada caixa de tempo seco e o respectivo PV será realizada através de **tubulação com capacidade limitada**, funcionando como elemento de controle da vazão admitida na rede sanitária.

### 10.2 Canaleta de Captação

A captação será realizada através de **canaleta implantada na calha do canal**, destinada a interceptar os pequenos escoamentos permanentes característicos dos períodos sem precipitação.



A canaleta terá seção interna de aproximadamente **20 × 20 cm** e será dotada de grelha superior, permitindo a entrada do escoamento e reduzindo a passagem direta de resíduos de maiores dimensões.

O dispositivo deverá possuir declividade adequada em direção à caixa de tempo seco, evitando pontos de estagnação e permitindo sua limpeza e manutenção.

### 10.3 Caixas de Tempo Seco

As caixas de tempo seco constituem os elementos de recebimento das vazões captadas pelas canaletas e de transição entre a drenagem existente e a rede de esgotamento sanitário projetada.

As estruturas deverão permitir a retenção inicial de materiais sedimentáveis e possibilitar acesso para inspeção e limpeza, tendo em vista a possibilidade de transporte de areia, resíduos e outros materiais provenientes da calha.

A partir da caixa, o efluente será encaminhado ao respectivo poço de visita da rede sanitária através da tubulação de interligação prevista no projeto.

### 10.4 Controle da Vazão para a Rede de Esgoto

O **controle da vazão constitui elemento fundamental da concepção do sistema de tempo seco**. A tubulação instalada entre a caixa de captação e o respectivo poço de visita será utilizada para limitar a vazão encaminhada à rede de esgotamento sanitário.

O diâmetro e as condições de entrada dessas tubulações serão ajustados de modo a permitir a passagem das vazões características do **período de tempo seco**, evitando que, durante eventos de precipitação, o aumento expressivo do escoamento no canal resulte na transferência de grandes vazões pluviais para a rede sanitária.

Dessa forma, quando a vazão afluente à caixa superar a capacidade de passagem da tubulação de interligação, **somente a parcela limitada pela**



**capacidade do dispositivo será encaminhada ao PV**, enquanto o excedente permanecerá no sistema de drenagem e seguirá pela calha do canal.

A solução permite, portanto, separar funcionalmente as duas condições de operação: em **tempo seco**, busca-se captar e encaminhar o esgoto à rede sanitária; em **tempo chuvoso**, a admissão pela interligação permanece limitada, enquanto a maior parcela do escoamento segue pelo canal.

Os diâmetros e demais características das interligações deverão obedecer às indicações apresentadas nas peças gráficas do Projeto Executivo.

### 10.5 Caixa de Areia e Retenção de Resíduos

Considerando que as captações estão localizadas diretamente na calha do canal, as caixas deverão possuir solução que favoreça a **retenção de areia e materiais sedimentáveis antes da entrada na tubulação de interligação com a rede sanitária**.

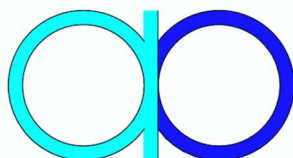
Essa configuração busca reduzir o transporte de sólidos para os coletores e diminuir a possibilidade de obstrução das tubulações de controle.

A eficiência do sistema dependerá diretamente da realização de **limpeza e manutenção periódicas**, especialmente após eventos de precipitação que provoquem transporte significativo de sedimentos e resíduos.

### 10.6 Interligação com a Rede de Esgotamento Sanitário

As tubulações provenientes das caixas de tempo seco serão conectadas aos **poços de visita da rede projetada**, permitindo que as vazões captadas sejam incorporadas ao sistema de esgotamento sanitário apresentado no Capítulo 9.

As cotas, posicionamentos, diâmetros das tubulações e identificação dos respectivos PVs deverão seguir as peças gráficas específicas do projeto.



ENGENHARIA

As conexões deverão ser executadas garantindo escoamento adequado entre a caixa e o PV, evitando contra declividades e permitindo acesso para eventuais serviços de manutenção.

### 10.7 Critérios Executivos e Operacionais

A implantação das caixas e canaletas deverá ser compatibilizada com as cotas definitivas da calha do canal, garantindo que os escoamentos de pequena vazão sejam efetivamente direcionados para os dispositivos de captação.

Durante a execução deverão ser conferidas as cotas de entrada e saída, o posicionamento das grelhas e a ligação com os poços de visita. As tubulações de controle **não deverão ter seus diâmetros ampliados ou suas condições de entrada modificadas em campo sem avaliação técnica**, uma vez que sua restrição hidráulica faz parte da própria concepção do sistema.

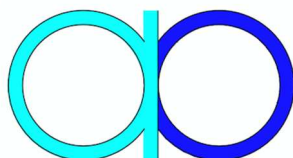
Após a implantação, deverá ser realizada manutenção periódica das canaletas, grelhas, caixas e tubulações, removendo areia, sedimentos e resíduos que possam comprometer a captação em tempo seco ou provocar obstrução das interligações.

## 11 CONTENÇÕES E OBRAS COMPLEMENTARES

As contenções previstas no projeto estão associadas principalmente à conformação das paredes laterais do canal, tendo como finalidade estabelecer a geometria da seção projetada, conter os terrenos adjacentes e proporcionar proteção às margens.

A solução predominante adotada consiste em **paredes de pedra argamassada**, com dimensões variáveis em função da altura de cada trecho e sistema de drenagem no tardoz.

### 11.1 Caracterização das Contenções



ENGENHARIA

As contenções acompanham longitudinalmente as margens do canal e apresentam alturas variáveis de acordo com as condições topográficas e com as seções definidas no Projeto Executivo.

As estruturas foram concebidas como **muros de gravidade em pedra argamassada**, sendo sua geometria ajustada em função da altura da parede em cada seção.

Além da função de contenção, a face interna das paredes integra a seção hidráulica regularizada do canal, devendo apresentar alinhamento e acabamento compatíveis com as dimensões consideradas no projeto hidráulico.

### 11.2 Solução em Pedra Argamassada

Foi adotada solução em **alvenaria de pedra argamassada**, constituída por pedras resistentes e adequadamente assentadas com argamassa, formando estrutura contínua ao longo das margens.

A solução foi escolhida considerando sua aplicação em estruturas de gravidade, facilidade de adaptação às diferentes alturas encontradas ao longo do canal e compatibilidade com a solução construtiva adotada para a requalificação da calha.

A face voltada para o interior do canal deverá apresentar acabamento regular, evitando saliências ou descontinuidades significativas que reduzam a seção hidráulica ou prejudiquem o escoamento.

### 11.3 Geometria das Estruturas

A geometria das paredes foi definida proporcionalmente à **altura de contenção  $H$**  de cada seção.

Para a largura estrutural da base da parede foi adotado valor correspondente a **40% da altura da contenção**, acrescido de **10 cm de avanço para o interior da calha**:



$$B = 0,40H + 0,10$$

onde:

$B$  = largura total da base da parede, em metros;  
 $H$  = altura da parede de contenção, em metros.

O acréscimo de **0,10 m** corresponde ao avanço da base para o interior do canal, conforme detalhamento adotado no projeto.

Para a fundação foi considerada profundidade correspondente a **30% da altura da parede**:

$$H_f = 0,30H$$

onde  $H_f$  corresponde à profundidade de fundação considerada.

Dessa forma, as dimensões das contenções variam proporcionalmente à altura de cada trecho, devendo as medidas efetivamente executadas seguir as seções e os detalhes apresentados nas peças gráficas.

#### 11.4 Drenagem das Contenções

No tardo das paredes foi previsto sistema de drenagem destinado a **reduzir o acúmulo de água e as pressões hidrostáticas sobre as estruturas**.

A solução é composta por camada de material drenante em brita, associada a **manta geotêxtil não tecida tipo Bidim ou equivalente**, destinada a separar o material drenante do solo adjacente e reduzir o carreamento de partículas finas.

Também deverão ser executados **barbacãs**, permitindo o alívio e a descarga das águas acumuladas no tardo para o interior do canal.

Os elementos drenantes deverão permanecer desobstruídos durante e após a execução da obra.

### 11.5 Critérios Construtivos

A execução das paredes deverá ser precedida pela regularização e preparação da superfície de fundação, respeitando-se as cotas, alinhamentos e dimensões apresentadas no projeto.

As pedras deverão ser adequadamente assentadas e envolvidas pela argamassa, garantindo continuidade da estrutura e evitando vazios significativos. A geometria da parede deverá respeitar as dimensões estabelecidas para cada altura de contenção.

A execução do material drenante, manta geotêxtil e barbacãs deverá ocorrer simultaneamente à elevação das paredes e ao reaterro do tardo, garantindo a continuidade do sistema de drenagem.

Antes da execução deverão ser verificadas as condições efetivamente encontradas em campo, especialmente quanto às **cotas do terreno, altura de contenção e características da superfície de fundação**.

### 11.6 Limites do Escopo Estrutural

As contenções em pedra argamassada foram definidas no presente Projeto Executivo a partir de **critérios geométricos de projeto**, adotando-se como referência a relação entre a altura da parede e as dimensões de sua base e fundação.

O presente projeto **não contempla dimensionamento estrutural individualizado das contenções**, incluindo verificações específicas de estabilidade ao deslizamento, tombamento, capacidade de suporte do terreno ou análise geotécnica detalhada para cada segmento.

As dimensões apresentadas pressupõem condições de terreno compatíveis com a solução adotada. Caso durante a execução sejam identificados **solos de baixa capacidade de suporte, presença significativa de água, instabilidade das escavações, alturas ou condições de contenção diferentes das previstas**, os

serviços no trecho correspondente deverão ser submetidos à avaliação da Fiscalização e do responsável técnico antes de sua continuidade.

## 12 DEMOLIÇÕES, PAVIMENTAÇÃO E RECOMPOSIÇÕES

A execução das intervenções previstas no Projeto Executivo demandará a realização de demolições e remoções localizadas de pavimentos, passeios, meios-fios e demais elementos existentes que interfiram na implantação do canal, bueiros capeados, rede de esgotamento sanitário e dispositivos complementares.

De maneira geral, as vias existentes na área de intervenção apresentam **pavimentação em paralelepípedo**, devendo os trechos afetados pelas obras ser posteriormente recompostos. Em uma das vias foi identificada a presença adicional de **revestimento em CBUQ sobre o pavimento existente em paralelepípedo**, condição considerada separadamente para fins de demolição e recomposição.

### 12.1 Serviços Preliminares

Antes do início das demolições deverão ser identificados e delimitados os trechos efetivamente necessários à execução das obras, evitando intervenções além dos limites requeridos.

Os serviços deverão ser realizados de forma compatibilizada com as etapas de execução do canal, travessias, redes e demais estruturas previstas no projeto.

### 12.2 Demolições Necessárias

As demolições compreendem principalmente a **retirada localizada do pavimento em paralelepípedo**, além da remoção dos trechos de passeios, meios-fios e outros elementos necessários à implantação das estruturas projetadas.

Na via que apresenta revestimento asfáltico, deverá ser considerada também a **remoção da camada de CBUQ existente sobre o paralelepípedo**, limitada à área necessária à realização dos serviços.



Sempre que possível, os paralelepípedos removidos em condições adequadas deverão ser separados e preservados para posterior reaproveitamento na recomposição do pavimento.

### **12.3 Escavações**

As escavações necessárias à implantação das estruturas deverão respeitar as dimensões, profundidades e cotas indicadas nas peças gráficas específicas.

Após a execução das estruturas, os espaços remanescentes deverão ser adequadamente reaterrados e compactados antes da recomposição das superfícies afetadas.

### **12.4 Conformação e Terraplenagem das Áreas Adjacentes ao Canal**

As áreas compreendidas entre as margens do canal e as edificações, vias ou demais limites físicos adjacentes deverão ser regularizadas e conformadas por meio de serviços de terraplenagem, sempre que indicado nas peças gráficas do projeto.

A conformação final do terreno deverá eliminar depressões e pontos de retenção superficial e estabelecer declividades que favoreçam o direcionamento das águas pluviais para os dispositivos de captação ou diretamente para a calha do canal, conforme a solução prevista para cada segmento.

Os aterros deverão ser executados com material adequado, lançado em camadas e devidamente compactado, sendo as cotas finais compatibilizadas com os acessos às edificações, vias existentes, coroamento das paredes do canal e dispositivos de drenagem.

Não deverão ser criadas situações que direcionem o escoamento superficial para o interior das edificações ou propriedades adjacentes.

### **12.5 Recomposição de Pavimento em Paralelepípedo**



ENGENHARIA

Os trechos de pavimentação em paralelepípedo removidos durante a execução deverão ser **integralmente recompostos**, restabelecendo-se as condições de circulação e acabamento das vias.

A recomposição deverá compreender a preparação e regularização da base, reassentamento dos paralelepípedos e execução dos serviços necessários à adequada integração entre o pavimento recomposto e o pavimento existente.

Deverão ser evitados ressaltos, depressões ou descontinuidades que possam favorecer o acúmulo de água ou prejudicar o tráfego.

### 12.6 Recomposição do Pavimento com CBUQ

Na via onde existe **CBUQ sobre pavimento em paralelepípedo**, a recomposição deverá restabelecer a configuração existente, contemplando inicialmente a recomposição do pavimento em paralelepípedo e, posteriormente, a recomposição do revestimento asfáltico nos trechos afetados.

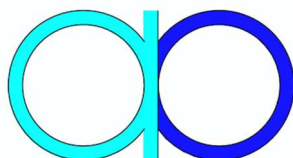
As bordas do revestimento existente deverão receber acabamento adequado, proporcionando continuidade entre o CBUQ recomposto e a superfície remanescente.

### 12.7 Passeios, Meio-fio e Áreas Afetadas

Passeios, calçadas, meios-fios e demais superfícies eventualmente removidos ou danificados em decorrência das obras deverão ser recompostos após a conclusão das intervenções.

A recomposição deverá buscar restabelecer as **condições geométricas, funcionais e de acabamento existentes**, compatibilizando os elementos reconstruídos com as cotas do pavimento, linhas d'água e dispositivos de drenagem projetados.

Ao término dos serviços, as áreas afetadas deverão permanecer regularizadas, desobstruídas e em condições adequadas de utilização.



ENGENHARIA

### 13 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E CRITÉRIOS DE EXECUÇÃO

As obras previstas no presente Projeto Executivo deverão ser executadas em conformidade com as **peças gráficas, detalhes construtivos, memoriais, especificações e planilha orçamentária** integrantes do projeto, observando-se ainda as normas técnicas aplicáveis e as determinações da Fiscalização.

As dimensões, cotas, declividades, diâmetros, níveis e posicionamentos indicados em projeto deverão ser conferidos previamente à execução de cada serviço, especialmente nos pontos de conexão com estruturas existentes.

#### 13.1 Locação e Conferência dos Serviços

Antes do início das intervenções deverá ser realizada a locação dos elementos projetados e a conferência das condições existentes em campo.

Deverão ser verificadas principalmente as cotas do terreno, limites das vias e propriedades, posição do canal existente, redes de infraestrutura, edificações próximas, travessias e demais interferências.

Eventuais divergências relevantes entre as condições encontradas e aquelas representadas no projeto deverão ser comunicadas à Fiscalização antes da execução do trecho correspondente.

#### 13.2 Demolições e Escavações

As demolições deverão ser limitadas às áreas necessárias à implantação das estruturas projetadas, procurando-se preservar os elementos existentes que não interfiram nos serviços.

As escavações deverão obedecer às dimensões e cotas previstas, sendo adotados os cuidados necessários para garantir a estabilidade das áreas adjacentes e a segurança durante a execução.

Materiais inadequados, resíduos e produtos de demolição sem possibilidade de reaproveitamento deverão receber destinação adequada.

### 13.3 Preparação das Fundações e Bases

As superfícies destinadas ao apoio das estruturas deverão ser previamente **regularizadas, limpas e adequadamente preparadas.**

Não deverão ser executadas estruturas sobre materiais soltos, saturados ou que apresentem condições incompatíveis com o apoio previsto. Caso sejam identificadas condições de terreno diferentes das consideradas no projeto, a Fiscalização deverá ser comunicada antes da continuidade dos serviços.

Os lastros, bases e demais elementos de preparação deverão respeitar as espessuras, dimensões e materiais indicados nos detalhes construtivos.

### 13.4 Estruturas de Concreto

Os elementos em concreto deverão obedecer às dimensões, resistências características, armaduras, cobrimentos e demais especificações apresentadas nas peças gráficas e detalhes estruturais.

Deverão ser observados os procedimentos adequados de lançamento, adensamento, acabamento e cura do concreto, evitando-se segregações, vazios ou descontinuidades que possam comprometer o desempenho das estruturas.

As armaduras deverão ser posicionadas e fixadas antes da concretagem, mantendo-se os cobrimentos e espaçamentos especificados no projeto.

### 13.5 Estruturas em Pedra Argamassada

As paredes e contenções em pedra argamassada deverão ser executadas conforme a geometria indicada no projeto, utilizando pedras resistentes, adequadamente distribuídas e envolvidas pela argamassa.

Deverá ser assegurado o preenchimento dos vazios e a continuidade da estrutura. Nas faces voltadas para o interior do canal deverá ser executado acabamento regular, de forma a não provocar reduções ou irregularidades significativas na seção hidráulica projetada.

Os elementos de drenagem do tardo, incluindo material drenante, geotêtil e barbacãs, deverão ser executados simultaneamente à elevação das contenções.

### 13.6 Assentamento das Tubulações

As tubulações deverão ser implantadas de acordo com os **alinhamentos, diâmetros, cotas de geratriz inferior e declividades** indicados nas plantas e perfis específicos.

O fundo das valas deverá ser regularizado antes do assentamento, executando-se o berço previsto em projeto. Após a instalação, deverá ser conferido o alinhamento e nivelamento da tubulação antes do envolvimento e reaterro.

O reaterro deverá ser realizado de forma controlada, evitando deslocamentos, deformações ou danos às tubulações.

### 13.7 Reaterros e Compactação

Os reaterros deverão ser executados após a conclusão e conferência das estruturas ou tubulações, utilizando material adequado e realizando-se a compactação de maneira compatível com a utilização posterior da área.

Especial atenção deverá ser dada aos trechos localizados sob vias e pavimentos, de forma a reduzir a ocorrência posterior de recalques.

### 13.8 Recomposição das Áreas Interferidas

Após a conclusão dos serviços, os pavimentos, passeios, meios-fios e demais elementos afetados deverão ser recompostos conforme estabelecido no Capítulo 12.

As superfícies recompostas deverão apresentar continuidade com as áreas existentes, sem ressalto, depressões ou condições que prejudiquem o tráfego ou provoquem acúmulo de águas pluviais.

### 13.9 Controle e Aceitação dos Serviços



ENGENHARIA

A execução deverá ser acompanhada pela Fiscalização, sendo verificada a conformidade dos serviços com as dimensões, materiais, cotas e demais características estabelecidas no Projeto Executivo.

Antes do fechamento de valas, reaterros ou recobrimento de elementos que posteriormente ficarão inacessíveis, deverão ser realizadas as conferências necessárias.

Serviços executados em desacordo com o projeto deverão ser corrigidos antes do prosseguimento das etapas subsequentes.

### 13.10 Condições Gerais de Execução

A execução deverá ser planejada de modo a **manter, sempre que possível, o escoamento das águas existentes durante o período das obras**, evitando represamentos ou desvios não controlados.

Deverão ser adotadas medidas de sinalização, isolamento e segurança compatíveis com a realização de serviços em área urbana, considerando a circulação de pedestres, veículos e a proximidade de edificações.

Ao término de cada frente de serviço deverão ser removidos resíduos, materiais excedentes e elementos provisórios, mantendo-se a área organizada e em condições adequadas de utilização.

Os detalhes e especificações particulares apresentados nas **pranchas do Projeto Executivo prevalecem para a execução de cada elemento**, devendo qualquer necessidade de alteração decorrente das condições efetivamente encontradas em campo ser previamente submetida à Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto.

## 14 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente Projeto Executivo foi desenvolvido com o objetivo de promover a **requalificação do canal localizado no Distrito de Pão de Açúcar, município de Taquaritinga do Norte/PE**, contemplando intervenções destinadas à melhoria das



condições de drenagem, organização dos escoamentos e separação das contribuições de esgotamento sanitário atualmente presentes na calha.

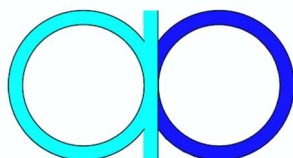
A solução proposta compreende a **regularização e revestimento da calha do canal, implantação de novas travessias em bueiros capeados, dispositivos complementares de drenagem urbana, rede de esgotamento sanitário, sistema de captação de tempo seco, contenções e recomposição das áreas afetadas pelas intervenções.**

Os estudos hidrológicos e hidráulicos realizados permitiram estabelecer as vazões de projeto e verificar a capacidade das seções propostas para o canal, adotando-se **período de retorno de 25 anos** para o sistema principal de drenagem. As seções foram definidas considerando as condições topográficas, a ocupação existente e as limitações físicas encontradas ao longo do traçado.

A implantação da rede de esgotamento sanitário, associada ao **sistema de captação de tempo seco**, constitui elemento importante da concepção do projeto, permitindo interceptar as contribuições sanitárias atualmente direcionadas ao canal. Em períodos chuvosos, o sistema de tempo seco deverá limitar a vazão encaminhada à rede sanitária, mantendo o excedente pluvial na calha destinada à drenagem.

As soluções apresentadas foram desenvolvidas considerando as condições identificadas durante os levantamentos e estudos realizados. Entretanto, por se tratar de intervenção em **área urbana consolidada**, com edificações próximas ao canal, redes existentes e demais interferências, deverão ser realizadas conferências de campo previamente à execução de cada frente de serviço.

Eventuais divergências relevantes entre as condições existentes e aquelas representadas no Projeto Executivo deverão ser submetidas à **Fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto** antes da execução de alterações.



ENGENHARIA

A execução deverá observar conjuntamente as plantas, perfis, detalhes construtivos, memoriais, especificações técnicas e planilha orçamentária integrantes do projeto, bem como as normas técnicas aplicáveis.

Por fim, destaca-se que o adequado desempenho das intervenções dependerá não apenas da correta execução das obras, mas também da **manutenção periódica do canal, dispositivos de captação, grelhas, caixas de tempo seco, poços de visita e demais elementos do sistema**, especialmente quanto à remoção de sedimentos, resíduos sólidos e materiais capazes de provocar obstruções.

Com a implantação das intervenções propostas, busca-se proporcionar **melhores condições de funcionamento hidráulico, organização da drenagem urbana e encaminhamento das contribuições sanitárias**, contribuindo para a melhoria das condições de infraestrutura e salubridade da área de intervenção.

Documento assinado digitalmente  
 ALBERTO ALVES CHAGAS DE OLIVEIRA  
Data: 22/09/2026 01:01:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ALBERTO OLIVEIRA Engenharia -  
ALBERTO A C DE OLIVEIRA – CNPJ  
40.577.130/0001-06  
RESPONSÁVEL TÉCNICO  
Alberto Oliveira  
Engenheiro Civil – CREA-PE nº  
181847687-9