



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**Departamento Municipal de Água e Esgotos**  
**Gerência de Projetos e Obras**



**CONTRATO Nº 03.080096.15.8**

**ESTUDOS E PROJETOS PARA AMPLIAÇÕES NO  
SISTEMA SÃO JOÃO**

**VOLUME 3: AMPLIAÇÃO DA ADUTORA  
DE RECALQUE DA EBAT OURO PRETO**

**TOMO 3.3: PROJETO BÁSICO**

**Tomo 3.3.3: Projeto Hidráulico / Mecânico**

**Dezembro/2018**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**Departamento Municipal de Água e Esgotos**  
**Gerência de Projetos e Obras**



CONTRATO Nº 03.080096.15.8

**ESTUDOS E PROJETOS  
PARA AMPLIAÇÕES NO  
SISTEMA SÃO JOÃO**

**VOLUME 3: AMPLIAÇÃO DA ADUTORA DE RECALQUE  
DA EBAT OURO PRETO**

**TOMO 3.3.3 – PROJETO HIDRÁULICO / MECÂNICO**



Revisão 02

Emissão Final

Dezembro/2018

### CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<b>Código do Relatório:</b>	EG0191-03-OPT-ADT-PBS-01-02.DOCX		
<b>Título do Documento:</b>	<b>VOLUME 3: AMPLIAÇÃO DA ADUTORA DE RECALQUE DA EBAT OURO PRETO</b> Tomo 3.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico		
<b>Resp. Aprovação Inicial:</b>	Luiz Carlos Kraemer Campos		
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	30/11/2017		
<b>Quadro de Controle de Revisões</b>			
Análise n°:	Justificativa/Discriminação da Revisão	Aprovação	
		Data	Nome do Responsável
00	Emissão parcial	30/11/2017	Luiz C. K. Campos
01	Inclusão de Estudo de Transiente e Travamento Axial da Tubulação	26/04/2018	Luiz C. K. Campos
02	Emissão final	19/12/2018	Luiz C. K. Campos

### EQUIPE TÉCNICA E DE GERENCIAMENTO DO CONTRATO:

Responsável Técnico:

Engº Luiz Carlos K. Campos

Coordenador do Projeto:

Engº Luiz Carlos K. Campos

Técnicos de Nível Superior:

Engº Glauber Silveira

Engº Jairo Barth

Engª Fernanda De Carli Tonial

Engº. Lélis Espartel

Engª Silvana Medeiros

Engº Alaberto Carcamo Ulloa

Engº Carlos Veiga

Engº Carlos Eduardo Bitelo

Artª Priscilla Fumi Suzuki

Artª Reginara Silva

Artª Josiane Alexandre

Técnicos:

Álvaro Prestes Ribeiro

Thiago Guimarães Vargas

Luiz Otávio Frota

Shana Balzan

## SUMÁRIO

---

## SUMÁRIO

- Volume 1 – Diagnósticos dos subsistemas
    - Tomo 1.1 – Plano de Trabalho
    - Tomo 1.2 – Diagnóstico - Estudo de Concepção
    - Tomo 1.3 – Plano de Atividades
  
  - Volume 2 – Ampliação da adutora de sucção da EBAT Ouro Preto
    - Tomo 2.1 – Plano de trabalho
    - Tomo 2.2 – Estudo de Concepção
    - Tomo 2.3 – Projeto Básico
      - Tomo 2.3.1 – Levantamentos Topográficos
      - Tomo 2.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos
      - Tomo 2.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico
    - Tomo 2.4 – Projeto Executivo
      - Tomo 2.4.1 – Projeto Estrutural
      - Tomo 2.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento
    - Tomo 2.5 – Laudo de cobertura vegetal
  
  - Volume 3 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto
    - Tomo 3.1 – Plano de trabalho
    - Tomo 3.2 – Estudo de Concepção
    - Tomo 3.3 – Projeto Básico
      - Tomo 3.3.1 – Levantamentos Topográficos
      - Tomo 3.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos
      - Tomo 3.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico**
    - Tomo 3.4 – Projeto Executivo
      - Tomo 3.4.1 – Projeto Estrutural
      - Tomo 3.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento
    - Tomo 3.5 – Laudo de cobertura vegetal
  
  - Volume 4 – Ampliação da EBAT Manoel Elias II
    - Tomo 4.1 – Plano de trabalho
    - Tomo 4.2 – Estudo de Concepção
    - Tomo 4.3 – Projeto Básico
      - Tomo 4.3.1 – Levantamentos Topográficos
      - Tomo 4.3.2 – Projeto Hidráulico / Mecânico
    - Tomo 4.4 – Projeto Executivo
      - Tomo 4.4.1 – Projeto Estrutural
      - Tomo 4.4.2 – Projeto Elétrico e Automação
      - Tomo 4.4.3 – Projeto PPCI
      - Tomo 4.4.4 – Especificações Técnicas e Orçamento
  
  - Volume 5 – Implantação da adutora de recalque da EBAT Manoel Elias II
    - Tomo 5.1 – Plano de trabalho
    - Tomo 5.2 – Estudo de Concepção
    - Tomo 5.3 – Projeto Básico
      - Tomo 5.3.1 – Levantamentos Topográficos
-

Tomo 5.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 5.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 5.4 – Projeto Executivo

Tomo 5.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 5.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 5.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 6 – Implantação do Reservatório da Manoel Elias IV

Tomo 6.1 – Plano de trabalho

Tomo 6.2 – Estudo de Concepção

Tomo 6.3 – Projeto Básico

Tomo 6.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 6.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 6.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 6.4 – Projeto Executivo

Tomo 6.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 6.4.2 – Projeto Elétrico e Automação

Tomo 6.4.3 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 6.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 7 – Ampliação da adutora de sucção da EBAT Sarandi

Tomo 7.1 – Plano de trabalho

Tomo 7.2 – Estudo de Concepção

Tomo 7.3 – Projeto Básico

Tomo 7.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 7.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 7.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 7.4 – Projeto Executivo

Tomo 7.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 7.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 7.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 8 – Ampliação da EBAT Sarandi

Tomo 8.1 – Plano de trabalho

Tomo 8.2 – Estudo de Concepção

Tomo 8.3 – Projeto Básico

Tomo 8.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 8.3.2 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 8.4 – Projeto Executivo

Tomo 8.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 8.4.2 – Projeto Elétrico e Automação

Tomo 8.4.3 – Projeto PPCI

Tomo 8.4.4 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 8.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 9 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Sarandi

Tomo 9.1 – Plano de trabalho

Tomo 9.2 – Estudo de Concepção

Tomo 9.3 – Projeto Básico

Tomo 9.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 9.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 9.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 9.4 – Projeto Executivo

Tomo 9.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 9.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 9.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 10 – Implantação da EBAT Ary Tarragô

Tomo 10.1 – Plano de trabalho

Tomo 10.2 – Estudo de Concepção

Tomo 10.3 – Projeto Básico

Tomo 10.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 10.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 10.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 10.4 – Projeto Executivo

Tomo 10.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 10.4.2 – Projeto Elétrico e Automação

Tomo 10.4.3 – Projeto PPCI

Tomo 10.4.4 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 10.5 – Laudo de cobertura vegetal

Volume 11 – Implantação da adutora de recalque da EBAT Ary Tarragô

Tomo 11.1 – Plano de trabalho

Tomo 11.2 – Estudo de Concepção

Tomo 11.3 – Projeto Básico

Tomo 11.3.1 – Levantamentos Topográficos

Tomo 11.3.2 – Sondagens e Serviços Geotécnicos

Tomo 11.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico

Tomo 11.4 – Projeto Executivo

Tomo 11.4.1 – Projeto Estrutural

Tomo 11.4.2 – Especificações Técnicas e Orçamento

Tomo 11.5 – Laudo de cobertura vegetal

**Projeto de ampliação da macrodistribuição do Sistema São João: Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)**

**Projeto de ampliação da macrodistribuição do Sistema São João: Pesquisas Arqueológicas**

---

## **ÍNDICE**

---

# ESTUDOS E PROJETOS PARA AMPLIAÇÕES DO SISTEMA SÃO JOÃO

CONTRATO DMAE Nº 03.080096.15.8

VOLUME 3: TOMO 3.3.3 – PROJETO HIDRÁULICO / MECÂNICO

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	Identificação do contrato de prestação de serviços .....	14
1.2	Conteúdo do presente relatório .....	14
<b>2</b>	<b>CONCEPÇÃO DA AMPLIAÇÃO DA ADUTORA RECALQUE OURO-PRETO.....</b>	<b>16</b>
2.1	Descrição geral da ampliação do sistema .....	16
2.2	Alternativa escolhida para a adutora de recalque da EBAT Ouro Preto – Alternativa 1 do EC ..	18
2.2.1	Análise de interferências.....	19
2.2.1.1	Quantificação das travessias .....	19
2.2.2	Análise hidráulica .....	20
<b>3</b>	<b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA ADUTORA RECALQUE OURO-PRETO .....</b>	<b>29</b>
3.1	Vazões de projeto e pressões de operação.....	29
3.2	Definição do valor diametral e material da adutora .....	29
3.3	Método construtivo .....	30
3.3.1	Valas de implantação da adutora.....	30
3.3.2	Travessias.....	31
3.3.2.1	Travessias não destrutivas.....	34
3.3.2.2	Travessias aéreas .....	36
3.4	Pontos de interligação.....	36
3.5	Pontos de cruzamento com interferências .....	39
3.6	Dimensionamento dos registros de descarga.....	40
3.6.1	Localização dos registros de descarga .....	41
3.6.2	Definição do tamanho dos registros.....	41
3.6.3	Especificação dos registros .....	45
3.6.4	Montagem das caixas de drenagem .....	45
3.7	Dimensionamento das válvulas ventosas .....	46
3.7.1	Localização das ventosas .....	46
3.7.2	Critérios de dimensionamento das ventosas .....	46
3.7.2.1	Admissão de ar .....	46
3.7.2.2	Expulsão de ar .....	47
3.7.2.3	Conclusão .....	51
3.7.3	Especificação das válvulas .....	58
3.7.4	Montagem das caixas de ventosas.....	59
3.8	Estudo de Transiente Hidráulico .....	59
3.8.1	Metodologia .....	60
3.8.2	Descrição do Sistema .....	62
3.8.3	Descrição das Simulações.....	64
3.8.3.1	Sistema sem proteção.....	65
3.8.3.2	Sistema com proteção.....	67
3.9	Travamento Axial das Juntas.....	74

3.9.1	Cálculo do Empuxo Hidráulico .....	75
3.9.2	Cálculo do Comprimento a Travar para Curvas Avulsas .....	76
3.9.3	Cálculo do Comprimento a Travar para Curvas Sucessivas.....	77
3.9.4	Resultado do dimensionamento.....	77
<b>4</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO I: DADOS VENTOSAS .....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO II: LISTA PEÇAS GRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Croqui da concepção de ampliação do Sistema São João.....	17
Figura 2.2 – Vista geral do traçado da adutora na Alternativa 1.....	18
Figura 2.3 – Interferências existentes no traçado da Alternativa 1.....	19
Figura 2.4 – Travessias previstas para a Alternativa 1.....	20
Figura 2.5 – Perfil do terreno da Alternativa 1, com linha piezométrica e pressões disponíveis. Adutoras projetada e existente.....	23
Figura 2.6 – Comportamento dos reservatórios Costa e Silva.....	24
Figura 2.7 – Topologia da Alternativa 1.....	25
Figura 2.8 – Curva de desempenho do GMB Ouro Preto.....	27
Figura 3.1 – Especificações da tubulação adotada, informações catálogo fabricante de referência Saint-Gobain (2015).....	29
Figura 3.2 – Perfil vala implantação tubulação adutora.....	31
Figura 3.3 – Tabela para dimensionamento do tunnel liner, catálogo Armco Staco.....	35
Figura 3.4 – Início da adutora projetada, saindo da EBAT Ouro Preto.....	37
Figura 3.5 – Interligação na Av. Sertório entre a Adutora Projetada e a Adutora Existente, com um registro de manobra entre elas.....	37
Figura 3.6 – Interligação na Av. Gal. Raphael Zippin, entre a Adutora Projetada e a Adutora Existente, com um registro de manobra entre elas.....	38
Figura 3.7 – Entroncamento final da Adutora, onde ela irá se comunicar com tubulação existente.....	38
Figura 3.8 – Perfil esquemático adutora de recalque EBAT Ouro Preto.....	41
Figura 3.9 – Esquema Básico das condições de Drenagem.....	42
Figura 3.10 – Modelo da caixa de descarga.....	45
Figura 3.11 – Parâmetros básicos para o dimensionamento da válvula de admissão de ar.....	47
Figura 3.12 – Dimensionamento ventosas vai software.....	52
Figura 3.13 – Gráfico de atuação das ventosas, referência modelo D-46 Ari Valve.....	54
Figura 3.14 – Gráfico de atuação das ventosas, referência modelo D-050 Ari Valve.....	54
Figura 3.15 – Modelo da caixa de ventosas.....	59
Figura 3.16 – Modelo Esquemático da Rede para Simulação de Regime Transiente.....	61
Figura 3.17 – Áreas de nós dos consumos concentrados.....	62
Figura 3.18 – Modelo Esquemático da Rede – Recalque Ouro Preto – Adutoras de Sucção e Recalque.....	65
Figura 3.19 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 1.....	66
Figura 3.20 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 2.....	66
Figura 3.21 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 3.....	66
Figura 3.22 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 4.....	67
Figura 3.23 – Modelo Esquemático da Rede – Chegada reservatório Costa e Silva – Posição das Ventosas.....	68
Figura 3.24 – Localização da caixa onde a V-11 será instalada.....	69
Figura 3.25 - Modelo esquemático do tubo de ventilação da ventosa V-11.....	69
Figura 3.26 – Localização da caixa onde a V12 será instalada.....	70
Figura 3.27 – Modelo esquemático do tubo de ventilação da ventosa V-12.....	70
Figura 3.28 – Modelo Esquemático da Rede – Assinalada a adutora projetada de jusante da EBAT Ouro Preto...	71
Figura 3.29 – Envoltórias de Pressões – Cenário 1 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto.....	71

Figura 3.30 – Pressões Transientes – Cenário 1 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto. ....	72
Figura 3.31 – Envoltórias de Pressões – Cenário 4 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto. ....	72
Figura 3.32 – Pressões Transiente – Cenário 4 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto. ....	73
Figura 3.33 – Solução Tradicional de Ancoragem da Adutora. ....	74
Figura 3.34 – Perfil da JTI em corte.....	74
Figura 3.35 – Perfil da JTE em corte. ....	74
Figura 3.36 – Comprimento L a ser travado axialmente. ....	76
Figura 3.37 – Comprimento L a ser travado axialmente, para curvas sucessivas.....	77

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Alternativas construtivas analisadas para as travessias não destrutiva. ....	20
Quadro 2.2 – Comparação do consumo de energia e gastos com o sistema atual e com a substituição dos GMB da EBAT Ouro Preto. ....	22
Quadro 2.3 – Perfil hidráulico da Alternativa 1, adutora projetada. ....	23
Quadro 2.4 – Perfil hidráulico da Alternativa 1, adutora existente. ....	24
Quadro 2.5 – Resultado da simulação nos trechos e nós notáveis. ....	25
Quadro 3.1 – Tipo e posição das interferências ao longo da adutora. ....	39
Quadro 3.2 – Dados dos Registros de Descarga da Adutora. ....	43
Quadro 3.3 – Localização dos registros de descarga por trecho e DN. ....	44
Quadro 3.4 – Pontos de lançamento do expurgo das caixas de drenagem. ....	44
Quadro 3.5 – Quadro 3.5 – Especificação Técnica do Registro Gaveta. ....	45
Quadro 3.6 – Velocidade crítica de arraste de ar da adutora água tratada. ....	49
Quadro 3.7 – Dados das ventosas da Adutora de água tratada. ....	56
Quadro 3.8 – Localização ventosas por trecho e DN. ....	58
Quadro 3.9 – Especificações Técnicas das Ventosas. ....	58
Quadro 3.10 – Demandas que foram distribuídas aos nós (Qmh). ....	61
Quadro 3.11 – Características dos tubos utilizados para simulação do transiente. ....	63
Quadro 3.12 – Variáveis e características do solo e tubulação utilizados para dimensionamento. ....	77
Quadro 3.13 – Comprimentos a serem travados axialmente. ....	79

## **1 APRESENTAÇÃO**

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 Identificação do contrato de prestação de serviços

O relatório ora apresentado decorre da adjudicação de contrato entre o Departamento Municipal Água e Esgotos – DMAE e a empresa ENGEPLUS ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, com o objetivo de elaborar os **Estudos e Projetos para Ampliações do Sistema São João**.

Os principais dados e informações da adjudicação de contrato são as seguintes:

- Concorrência Pública: Nº 003.080096.15.8;
- Contrato Nº 003.080096.15.8 assinado em 23/11/2015;
- Ordem de Serviço Of. GEPO Nº 051/2016 recebido em 02/05/2016;
- Prazo de Execução dos Serviços Contratados: 26 meses.

## 1.2 Conteúdo do presente relatório

O presente relatório insere-se no escopo dos serviços de elaboração do “**Volume 3 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto**”, e seu objetivo é apresentado o detalhamento necessário para a execução das obras. Assim, em continuação se apresenta a Concepção da ampliação da Adutora de Recalque Ouro Preto, o seu Dimensionamento Hidráulico e a Relação de Peças Gráficas que ilustram e definem as obras a serem implantadas, como travessias, registros de descarga e válvulas ventosas.

## **2 CONCEPÇÃO DA AMPLIAÇÃO DA ADUTORA RECALQUE OURO-PRETO**

## 2 CONCEPÇÃO DA AMPLIAÇÃO DA ADUTORA RECALQUE OURO-PRETO

### 2.1 Descrição geral da ampliação do sistema

O Volume 1: Tomo 1.2 – Diagnóstico e Estudo de Concepção (Revisão 03) apresenta o diagnóstico da macro distribuição do Sistema de Abastecimento São João, com enfoque especial aos subsistemas 2, 2.3, 2.4, 2.4.1 e 2.4.1.1. Conforme consta no volume citado, a análise das alternativas propostas revela ser a Alternativa 5 a de menor aporte financeiro inicial, porém hidráulicamente a Alternativa 4 é a de maior eficácia para o sistema. Optando-se, portanto, pela Alternativa 4 para a ampliação do sistema de distribuição de água cujo croqui é apresentado na Figura 2.1. De uma forma abrangente, as principais intervenções que o Sistema São João irá sofrer referem-se à diminuição da atual área de abastecimento dos Reservatórios Manoel Elias III. Esta alteração na região de abrangência do RES Manoel Elias III será possível devido à implantação de um reservatório novo, o RES Manoel Elias IV, aliada a uma nova setorização da rede de distribuição. A EBAT Manoel Elias II deixará de recalcar água para o RES Manoel Elias III e será responsável pelo abastecimento do novo reservatório, Manoel Elias IV. A garantia do fornecimento de água ao RES Manoel Elias III se dará pela implantação de uma estação de bombeamento nova junto ao terreno do RES Ary Tarragô. Além disso, também far-se-á necessária a instalação de uma adutora que será responsável pela ligação da EBAT Ary Tarragô ao RES Manoel Elias III.

A implantação das alterações supracitadas no sistema exigirá o reforço do sistema a montante, o qual se dará através da ampliação das adutoras de sucção e recalque da EBAT Ouro Preto e da EBAT Sarandi; substituição dos grupo motor bomba das EBAT Manoel Elias II e EBAT Sarandi.

No presente volume está dimensionada a segunda unidade a necessitar reforço que é a adutora responsável por distribuir a água da EBAT Ouro Preto até os reservatórios Costa e Silva I e II. No próximo item é reapresentada análise desenvolvida no estudo de concepção para fins de consolidação dos parâmetros de dimensionamento referente a alternativa vencedora.

# SISTEMA SÃO JOÃO ALTERNATIVA 4



Figura 2.1 – Croqui da concepção de ampliação do Sistema São João.

## 2.2 Alternativa escolhida para a adutora de recalque da EBAT Ouro Preto – Alternativa 1 do EC

A adutora, que é objeto deste subprojeto, tem como unidade de montante a EBAT Ouro Preto e unidade de jusante os reservatórios Manoel Elias (10.000m<sup>3</sup> e 2.500m<sup>3</sup>). No *Volume 1 – Tomo 1.2 Diagnóstico* estabeleceu-se que a Alternativa 4 seria a mais vantajosa de forma global para o sistema São João, portanto, optou-se por sua implantação. Em uma análise pormenorizada específica para a adutora de recalque do EBAT Ouro Preto, que foi desenvolvida no *Volume 3 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto para os Reservatórios Costa e Silva, Tomo 3.2 – Estudo de Concepção*, apontou-se como solução técnica e econômica mais atrativa a Alternativa 1.

Nesta alternativa o traçado, tão logo a adutora saia da EBAT Ouro Preto, se desenvolve em linha reta até encontrar a avenida Sertório, onde seguirá pela maior parte do trajeto. A Figura 2.2 apresenta o caminhamento definido para a adutora.



Figura 2.2 – Vista geral do traçado da adutora na Alternativa 1.

O traçado proposto para esta alternativa prevê que a tubulação projetada percorra, nesta sequência, as seguintes ruas e avenidas:

- Início: EBAT Ouro Preto, na avenida Ouro Preto — por aproximadamente 34 m;
- Avenida Sertório, no sentido centro-bairro, na pista de rolamento próximo ao passeio — por aproximadamente 2.887 m;
- Avenida General Raphael Zippin, pelo lado direito da via — por aproximadamente 430m;
- Avenida B, pelo lado direito da via — por aproximadamente 321m;
- Fim: Rua Silvestre Félix Rodrigues, pelo lado direito da via — por aproximadamente 545 m.

### 2.2.1 Análise de interferências

Posteriormente à definição de posicionamento da via a ser seguida para a adutora projetada, procedeu-se uma análise detalhada das interferências existentes no traçado previsto decorrente do cruzamento da mesma com estruturas enterradas existentes. Os tipos de interferências considerados foram:

- Redes de drenagem;
- Redes de água;
- Redes de esgoto sanitário;
- Gasodutos;
- Adutoras existentes.

Ao todo foram computadas 59 interferências, pontos em que a adutora encontra tubulações existentes. A profundidade mínima de escavação de valas para tubulações de DN900 é de um metro e meio, de forma tal que a esta profundidade, a adutora projetada superará grande parte das interferências por baixo. A Figura 2.3 apresenta, de forma geral, a localização das interferências ao longo do traçado da adutora.



Figura 2.3 – Interferências existentes no traçado da Alternativa 1.

#### 2.2.1.1 Quantificação das travessias

Faz-se necessária a quantificação das interferências, sendo estas função dos obstáculos a serem vencidos ao longo do caminhar da adutora, a saber: possíveis rios/córregos, galerias ou vias de tráfego intenso. Neste ponto ressaltam-se os apontamentos firmados em reunião realizada no dia 07/11/2016 entre os técnicos do DMAE e a EPTC – Empresa Pública de Transporte Coletivo, que estabeleceu o uso de método não destrutivo ou a execução de valas em horários alternativos para os seguintes trechos:

- av. Sertório – av. Panamericana;
- av. Sertório – av. Assis Brasil.

Há também um córrego que deverá ser ultrapassado pela adutora projetada, localizado na avenida Sertório com a rua Dona Alzira. Quando do Projeto Básico, será apresentado seu detalhamento, sendo avaliada que a transposição do mesmo seja efetuada por travessia aérea, da mesma maneira que já ocorre com a adutora existente.

O Quadro 2.1 apresenta os trechos da adutora em que será avaliada a realização de travessias, bem como os custos de realização e o tempo de execução. A localização dos trechos pode ser verificada na Figura 2.4.



Figura 2.4 – Travessias previstas para a Alternativa 1.

Quadro 2.1 – Alternativas construtivas analisadas para as travessias não destrutiva.

Trecho Nº	Tipo	L (m)	Tunnel Liner	
			Custo (R\$)	Tempo
1	Cruzamento da avenida Panamericana com avenida Sertório	26	R\$ 117.000,00	13 dias
2	Cruzamento da avenida Assis Brasil com avenida Sertório	57	R\$ 256.500,00	29 dias

Com relação às travessias previstas para a Alternativa 1, analisou-se apenas um método de execução, o *tunnel liner*. Os custos foram desenvolvidos conforme a composição apresentada no Anexo 3 do Volume 3: Tomo 3.2 – Estudo de Concepção.

Cabe uma ressalva que, com o desenvolvimento do projeto, identificou-se a necessidade de mais duas travessias sendo estas feitas sobre córregos não canalizados. Estas travessias estão detalhadas no item 3.3.2.2 *Travessias aéreas*.

### 2.2.2 Análise hidráulica

A adutora de recalque da EBAT Ouro Preto abastece os reservatórios Costa e Silva I (10.000 m³) e Costa e Silva II (2.500 m³), além do atendimento em marcha de alguns bairros no qual ela permeia.

Da EBAT sairão duas linhas que abastecerão os reservatórios Costa e Silva. Estas linhas são representadas na Figura 2.5 pelos percursos, tendo as seguintes características:

- Percurso 1
    - o Vazão na saída da EBAT: 693 L/s
    - o Vazão que fornece aos reservatórios: 452 L/s
    - o Tubulações existentes de diâmetro de 900 mm e um curto trecho em paralelo 700//700 mm
    - o Velocidade média por trecho 1,06 m/s e 0,95 m/s
    - o Comprimento total ~4.230m
  - Percurso 2
    - o Vazão de retirada da EBAT: 785 L/s
    - o Vazão que fornece aos reservatórios: 491 L/s
    - o Tubulação projetada de diâmetro de 900 mm
    - o Velocidade inicial no trecho: 1,20 m/s e velocidade final da adutora: 0,69 m/s
    - o Comprimento total ~4.060 m
- OBS.: A diferença da vazão que sai da EBAT para a que chega aos reservatórios se deve ao abastecimento em marcha dos bairros que ficam no caminho da adutora.

O dimensionamento hidráulico foi desenvolvido para a vazão de final de plano (2035), tendo sido feitas verificações para a vazão de saturação dos loteamentos que já possuem pedido de diretriz para implantação na região norte do município. Quando da verificação da saturação, espera-se um incremento na vazão sobre o sistema São João da ordem de  $1,70 \times Q_{hmc}$ .

Para o dimensionamento utilizou-se o software de dimensionamento hidráulico EPANET (2.0). Na sequência são apresentados os resultados de maior relevância referente à alternativa em análise. O resultado trecho a trecho e demais parâmetros podem ser consultados diretamente nos arquivos de simulação:

- **ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_SemDuplicaçãoADTeNovoGMB\_REV00;**
- **ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_SemDuplicaçãoADT\_REV00;**
- **ModeloSJ2035\_INS\_AdutETA\_ROP\_Alt1\_REV00;**
- **ModeloSJSat\_INS\_AdutETA\_ROP\_Alt1\_REV00;** e
- **ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_Alt1\_REV00**

Para garantir o atendimento da vazão abastecida em marcha pela adutora aliada à recuperação do nível dos reservatórios Costa e Silva (especialmente após períodos críticos — de diminuição acentuada do nível operacional — que ocorre, por exemplo, após o horário de ponta do consumo elétrico), torna-se necessário o reforço da adutora existente. Em picos extremos de vazão, estima-se que dever-se-á recalcar pela adutora Ouro Preto-Costa e Silva o valor aproximado a 1.500 L/s (com base na curva de demanda de final de plano). Considerando apenas a tubulação existente de DN900, para o escoamento da vazão de pico a velocidade seria de 2,30 m/s, admitindo que adutora existente conserve o valor original no tocante ao tamanho diametral.

A não duplicação da adutora conservando os GMB's existentes implicaria em um aumento do tempo de recalque das bombas, 64% do uso médio, sendo que os 4 GMB deveriam permanecer operativos para que a vazão fosse o suficiente para permitir o reabastecimento dos reservatórios. Destaca-se ainda que no intervalo das 15 horas até às 19 horas (horário que antecede o desligamento dos recalques pela entrada do pico energético) o reservatório deve permanecer próximo da capacidade máxima caso contrário não seria possível recuperar seu nível a tempo para aguentar o horário de pico do custo elétrico. Os resultados desta simulação (ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_SemDuplicaçãoADT\_REV00) constam do Quadro 2.2, no qual utilizou-se o valor de consumo de energia igual a R\$ 0,293/kW.h e custo de demanda de R\$ 13,03/kW. Através desta análise demonstra-se que manter a configuração atual do sistema, ou seja, não alterar o recalque existente e nem a adutora existente, não é interessante economicamente.

Um novo cenário foi criado (ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_SemDuplicaçãoADTeNovoGMB\_REV00) no qual foram modificados os GMB's existentes por outro com maior capacidade em termo de vazão e por consequência altura manométrica. Mesmo que os novos GMB's venham a ter maior eficiência que os existentes, não houve ganhos econômicos no tocante ao custo com energia elétrica; como pode ser verificado no mesmo Quadro 2.2. A conclusão destas simulações é que velocidades da ordem de 2 m/s não são econômicas. Desta forma justifica-se o reforço a adutora existente com a implantação de uma nova tubulação operando em paralelo a esta.

Quadro 2.2 – Comparação do consumo de energia e gastos com o sistema atual e com a substituição dos GMB da EBAT Ouro Preto.

Cenário	Nº GMB Operat.	% uso	Eficiência (%)	Índice kW.h/m³	Consumo máximo (kW)	Demanda (kW)	Custo consumo dia (R\$/dia)	Custo Demanda mês (R\$/mês)	Custo energia anual (R\$/ano)
4 GMB existentes, <b>sem</b> reforço da adt	4	64,5	80,14	0,15	193,51	774,04	4.109,71	10.085,74	1.621.073,04
3 GMB <b>novos</b> , sem reforço da adt	3	47,6	85,00	0,20	493,63	1.480,89	4.732,18	19.296,00	1.958.797,66
3 GMB existentes, <b>com</b> reforço da adt	3	59,3	82,60	0,11	200,43	601,29	2.988,86	7.834,81	1.184.951,60

Sabendo que a adutora deve ser ampliada, na sequência são demonstrados os principais resultados da simulação hidráulica para avaliação da ampliação conforme proposta na Alternativa 1. Os resultados ora apresentados referem-se aos modelos ModeloSJ2035\_INS\_AdutETA\_ROP\_Alt1\_REV00, ModeloSJSat\_INS\_AdutETA\_ROP\_Alt1\_REV00 e ModeloSJ2035\_24h\_Alt5\_OP3\_Alt1\_REV00.

A adutora projetada terá caminhamento similar à existente, no qual se caracteriza por ter um terreno com inclinação predominantemente ascendente, sendo o desnível geométrico de aproximadamente 35 mca (Figura 2.5). A pressão nesta adutora permanece adequada com os GMB's existentes (Quadro 2.3 e Quadro 2.4) e os mesmos apresentam capacidade de recuperação do nível dos reservatórios Costa e Silva mesmo desligando no horário de ponta (Figura 2.6).

Perfil Percurso 2 da adutora EBAT Ouro Preto para RES Costa e Silva  
Alternativa 1 (Q2035)

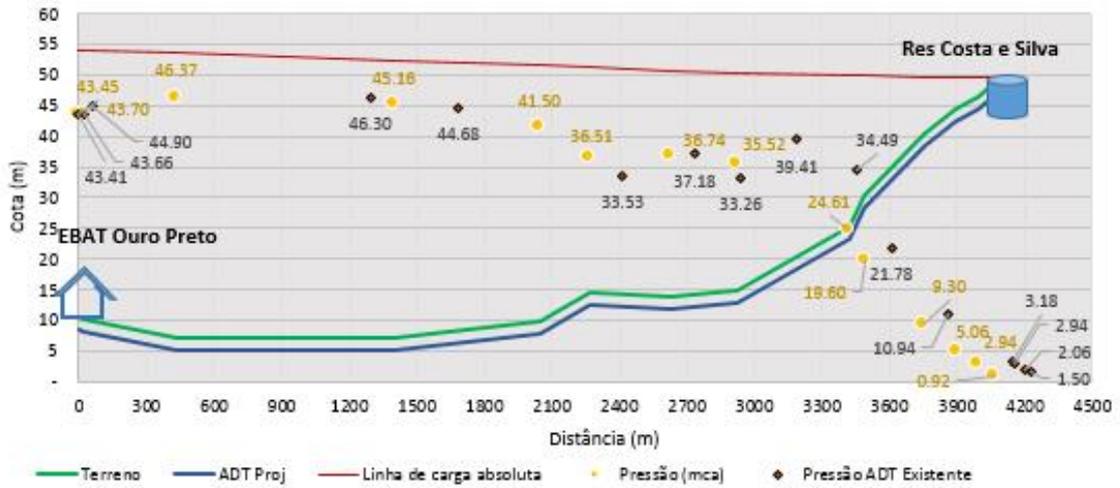


Figura 2.5 – Perfil do terreno da Alternativa 1, com linha piezométrica e pressões disponíveis. Adutoras projetada e existente.

Quadro 2.3 – Perfil hidráulico da Alternativa 1, adutora projetada.

Series	L	Terreno	Pressão (mca)	Linha de carga absoluta
J-0604	0.00	10.57	43.45	54.11
J-0593	20.78	10.25	43.70	54.04
OPCS-3	432.37	7.03	46.37	53.49
OPCS-7	1,398.34	7.05	45.16	52.30
OPCS-11	2,045.15	9.9	41.50	51.49
OPCS-13	2,267.91	14.63	36.51	51.21
OPCS-19	2,627.93	13.95	36.74	50.76
OPCS-22	2,923.50	14.73	35.52	50.33
OPCS-28	3,421.96	25.25	24.61	49.91
OPCS-30	3,490.82	30.21	19.60	49.85
OPCS-34	3,753.21	40.37	9.30	49.68
OPCS-36	3,894.09	44.53	5.06	49.60
J-1587	3,990.74	46.57	2.94	49.51
212-A	4,060.82	48.59	0.92	49.51

Quadro 2.4 – Perfil hidráulico da Alternativa 1, adutora existente.

Series	L	Terreno	Pressão (mca)	Linha de carga absoluta
J-0604	0.00	10.57	43.41	54.07
J-0593	20.78	10.25	43.66	54.00
J-0586	57.95	8.96	44.90	53.95
J-0912	1294.23	5.80	46.30	52.20
J-0993	1685.55	6.82	44.68	51.59
J-1151	2414.88	17.19	33.53	50.78
J-1270	2734.63	13.27	37.18	50.52
J-1295	2939.14	17.01	33.26	50.34
J-1333	3187.74	10.70	39.41	50.19
J-1418	3452.97	15.41	34.49	49.97
J-1420	3608.04	28.04	21.78	49.86
J-1511	3859.19	38.74	10.94	49.70
J-1585	4145.27	46.33	3.18	49.52
J-1587	4159.97	46.57	2.94	49.51
J-1605	4200.63	47.44	2.06	49.51
RESCOSTAESILVA_I	4233.84	48.00	1.50	49.50

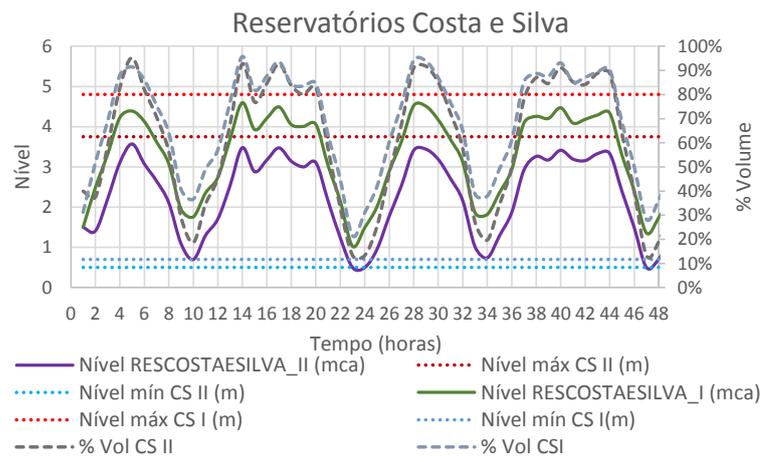


Figura 2.6 – Comportamento dos reservatórios Costa e Silva.

Verifica ser possível o abastecimento dos reservatórios Costa e Silva sem o registro de pressões baixas ou perdas de cargas acentuadas, conforme demonstrado na topologia extraída e simplificada do modelo hidráulico, Figura 2.7 e Quadro 2.5.

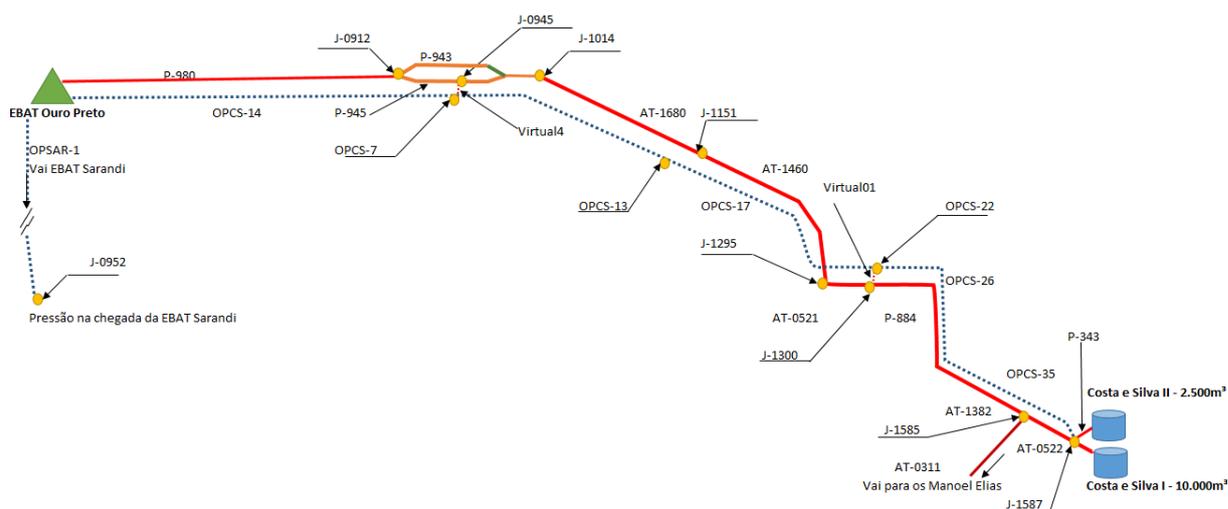


Figura 2.7 – Topologia da Alternativa 1.

Quadro 2.5 – Resultado da simulação nos trechos e nós notáveis.

Trechos	2035			Saturação		
	Di (mm)	Q(l/s)	v (m/s)	Di (mm)	Q(l/s)	v (m/s)
OPCS-14	914.4	<b>785.00</b>	1.20	914.4	731.54	1.11
Virtual4	914.4	- 154.33	0.24	914.4	251.10	0.38
OPCS-17	914.4	630.67	0.96	914.4	480.44	0.73
OPCS-26	914.4	491.75	0.75	914.4	239.68	0.36
OPCS-35	914.4	491.75	0.75	914.4	239.68	0.36
P-980	914.4	693.59	1.06	914.4	658.53	1.00
P-943	710.2	378.25	0.95	710.2	387.16	0.98
P-945	710.2	315.34	0.80	710.2	271.37	0.69
AT-1680	914.4	520.36	0.79	914.4	338.35	0.52
AT-1460	914.4	520.36	0.79	914.4	338.35	0.52
AT-0521	914.4	- 313.38	0.48	914.4	22.64	0.03
P-884	914.4	- 452.31	0.69	914.4	- 218.12	0.33
AT-1382	914.4	- 452.31	0.69	914.4	- 218.12	0.33
AT-0522	914.4	- 452.31	0.69	914.4	- 218.12	0.33
P-343	457.6	9.16	0.06	457.6	- 194.73	1.18
OPCSAR-1	914.4	433.74	0.66	914.4	756.49	1.15

Nó	2035			Saturação		
	Demanda	Pressão	Cota	Demanda	Pressão	Cota
OPCS-7	-	45.16	7.05	-	43.14	7.05
OPCS-13	-	36.51	14.63	-	35.05	14.63
OPCS-22	-	35.52	14.73			
J-1587	817.17	2.94	46.57	1,425.22	2.56	46.57
J-0912	-	45.98	5.80	-	44.61	5.80
J-0945						
J-1014	-	44.22	6.73	-	42.95	6.73

2035				Saturação		
Nó	Demanda	Pressão	Cota	Demanda	Pressão	Cota
J-1151	-	33.40	17.19	-	32.28	17.19
J-1295	206.98	33.25	17.01	360.99	32.26	17.01
J-1300	-	33.38	16.88	-	32.39	16.88
J-1585	-	3.18	46.33	-	2.80	46.33
J-0952	-	10.48	14.87	-	2.55	14.87

Atualmente a estação de bombeamento conta com quatro grupos motobomba que recalcam água para os reservatórios Costa e Silva:

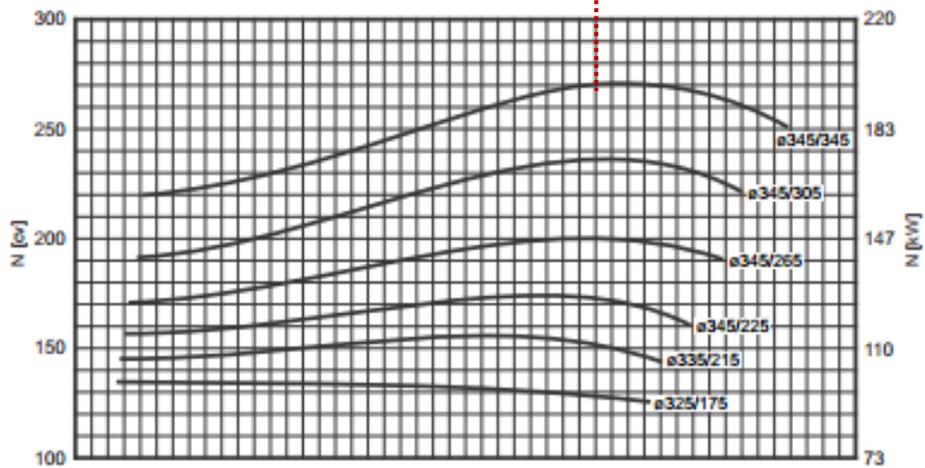
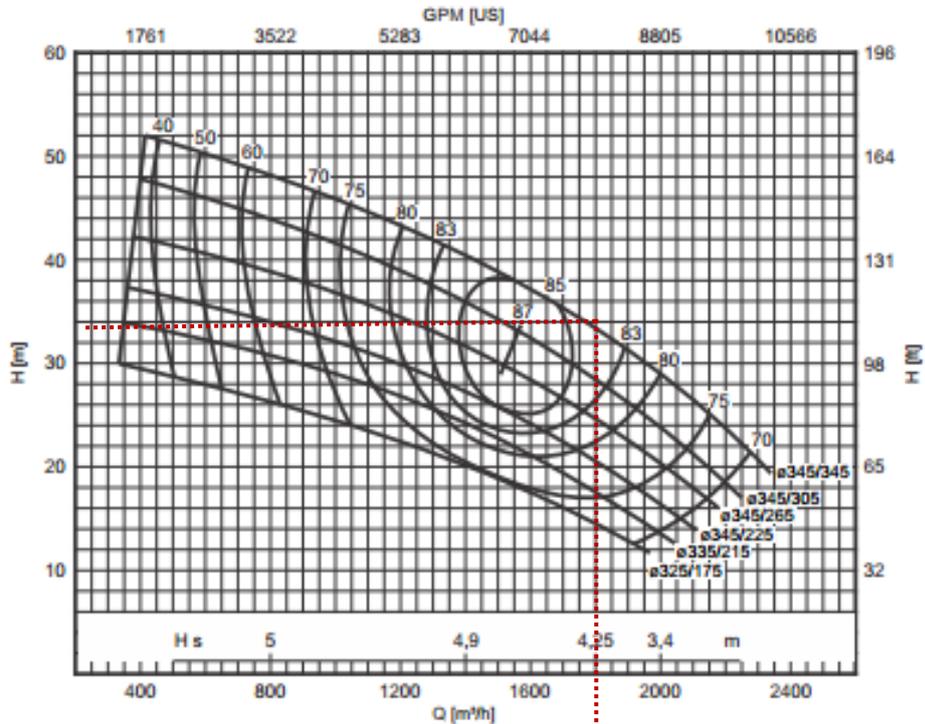
- 2 GMB operativos com capacidade de 464,80 L/s e AMT 36,20 mca da seguinte marca e modelo: IMBIL / ITAP 300 – 350, rotor 345mm e 1785rpm;
- 1 GMB reserva com capacidade 464,80 L/s e AMT 36,20 mca da seguinte marca e modelo: IMBIL / ITAP 300 – 350, rotor 345mm e 1785rpm;
- 1 GMB operativo1s com capacidade de 114,80 L/s e AMT 36,20 mca da seguinte marca e modelo: KSB ETA 250/29, rotor 290mm e 1780rpm.

O estudo do sistema revelou que 3 GMB operativos de modelo igual à IMBIL / ITAP 300 – 350, rotor 345mm serão capazes suprir a região abastecida pelos reservatórios Costa e Silva. Portanto, recomenda-se somente a inversão do grupo motobomba menor operativo pelo que atualmente opera como reserva da estação. Pela análise da curva de desempenho do fabricante verifica-se que o rendimento desta bomba é satisfatório, sendo previsto que venha operar entre 82 a 85% (Figura 2.8).

**ITAP 300-350**

**1780 RPM**

68



Rotor Máximo	345/345	mm
Rotor Mínimo	325/175	mm
Largura	97	mm

Flange de Sucção	300	mm
Flange de Pressão	300	mm
Peso Específico	$\gamma = 1$	kgf/dm <sup>3</sup>
Viscosidade	$\mu = 1$	cP

www.imbil.br

Figura 2.8 – Curva de desempenho do GMB Ouro Preto.

Na sequência serão apresentados os dimensionamentos hidráulicos da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto nos quais destaca-se a definição da classe de pressão da tubulação, o dimensionamento de registros de expurgo e ventosas.

## **3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA ADUTORA RECALQUE OURO- PRETO**

### 3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA ADUTORA RECALQUE OURO-PRETO

#### 3.1 Vazões de projeto e pressões de operação

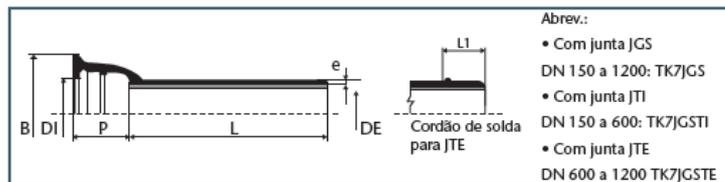
A adutora de recalque da EBAT Ouro Preto será dimensionada com base na vazão máxima de final de plano, a saber, 785 L/s que corresponde a velocidade de 1,20 m/s – conforme detalhado nos itens anteriores e no volume de estudo de concepção, destaca-se que essa vazão (e portanto, velocidade) será obtida quando além do atendimento da demanda se fizer necessário também o enchimento dos reservatórios que derivam desta linha (Res Costa e Silva I e II; Manoel Elias II e Manoel Elias IV). Para a referida vazão, a máxima pressão disponível, em regime normal de trabalho, será 50 mca.

#### 3.2 Definição do valor diametral e material da adutora

Conforme Estudo de Concepção (com resultados rerepresentados no item 2.2), o diâmetro da tubulação de reforço projetada para adutora de recalque da EBAT Ouro Preto, será de 900mm. O material, conforme definido no referido estudo, será ferro fundido dúctil, ponta bolsa com junta elástica ou (JGS ou JE2GS) ou junta travada externamente (JTE, ver item 3.9), classe de pressão K7 cujas pressões são 2,3 MPa, 2,7 MPa e 3,2 MPa, para pressão de serviço admissível, pressão máxima de serviço e pressão de teste, respectivamente. O diâmetro externo da referida tubulação é de 945 mm, e o interno é de 925,4 mm, demais especificações conforme Figura 3.1.

#### TUBOS PONTA E BOLSA

##### Tubo Classe K7



	DN	L	L1	DE	DI	B	P	e Ferro	Massa aprox.		
									por metro	total	
		m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	
Integral	Natural	150	6	170,0	173,0	243,0	100,5	5,2	23,3	139,8	
		200	6	222,0	225,0	296,0	106,5	5,4	31,9	191,4	
		250	6	274,0	277,0	353,0	105,5	5,5	40,3	241,8	
		300	6	326,0	329,0	410,0	107,5	5,7	49,8	298,8	
		350	6	378,0	381,0	465,0	110,5	5,9	64,9	389,4	
Clássica		400	6	429,0	432,0	517,0	112,5	6,3	77,9	467,4	
		450	6	480,0	483,0	575,0	115,5	6,7	91,7	550,2	
		500	6	532,0	535,0	630,0	117,5	7,0	106,1	636,6	
		600	6	135,0	635,0	638,0	739,0	122,5	7,7	137,9	827,4
		700	7	148,0	738,0	741,0	863,0	147,5	8,4	176,5	1235,5
		800	7	150,0	842,0	845,0	974,0	147,5	9,1	216,3	1514,1
		900	7	148,0	945,0	948,0	1082,0	147,5	9,8	259,4	1815,8
		1000	7	155,0	1048,0	1051,0	1191,0	157,5	10,5	316,2	2213,4
	1200	7	165,0	1255,0	1258,0	1412,0	167,5	11,9	411,9	2883,3	

Figura 3.1 – Especificações da tubulação adotada, informações catálogo fabricante de referência Saint-Gobain (2015).

O tubo deve ter revestimento interno de argamassa de cimento de alto-forno, apropriado para águas potáveis, sendo aplicado em conformidade com as especificações da norma NBR 8682. O revestimento externo da canalização deve ser feito por meio da metalização de um fio de zinco (99% zinco no mínimo) – para a obtenção do efeito de proteção galvânica – a quantidade da camada protetora de zinco sobre a superfície do tubo deve ser no mínimo igual a

prevista na NBR 11827, portanto maior que 130 g/m<sup>2</sup>. Por fim a pintura de acabamento interno e externo deve ser do tipo Betuminosa com espessura mínima de 100 µm.

### 3.3 Método construtivo

A adutora de recalque da EBAT Ouro Preto terá uma extensão aproximada 4.246 m, os quais serão implantados através do método de abertura de trincheiras, com a colocação da tubulação na vala sobre um berço com materiais adequados, reaterro de compactação da vala e recomposição do pavimento. A exceção deste tipo de implantação se dará nos pontos de travessias, abordados em item específico.

#### 3.3.1 Valas de implantação da adutora

O assentamento da tubulação em valas padrão seguirá as seguintes etapas:

##### Escavação da Vala

O material escavado será classificado como terra, rocha decomposta ou rocha viva.

- Como terra entende-se os solos constituídos de material argiloso, arenoso, saibro, ou ainda, mistura destes, removíveis à pá e picareta, e que apresentam bom rendimento quando escavados mecanicamente.
- Rocha decomposta são aqueles solos que possam ser removidos com auxílio de rompedores, ou equipamento similar, não sendo necessário o uso de explosivos.
- Como rocha viva estão blocos de rocha ou rocha sã, cuja remoção exige a utilização de explosivos.

As valas serão escavadas predominantemente de forma mecânica. Em pontos críticos a escavação será manualmente, visando questões técnicas e de segurança principalmente com interferências onde a escavação mecânica fica mais crítica.

As valas terão profundidades mínimas de 2,50 m (1,4 m recobrimento + DNtubo + berço de 0,10 m) devendo-se verificar o perfil hidráulico, pois em pontos específicos foi necessário aprofundar mais a tubulação para a passagem sob interferências existentes.

##### Assentamento Da Tubulação

A tubulação será assentada no leito da via pública. O fundo da vala deverá ser preparado com berço de areia na espessura de 10 cm. Cada tubo ou peça deverá apoiar-se uniformemente no berço de areia. A execução do berço antecede o lançamento do tubo.

##### Proteção Anticorrosiva

Considerando-se que o solo do Município de Porto Alegre, mesmo o residual de rochas graníticas, apresenta características ácidas acentuadas, toda a tubulação de ferro quando assentada deverá ser protegida por manta de polietileno, cuja execução obedecerá às recomendações do fabricante.

##### Reaterro da Vala

Para reenchimento das valas poderão ser utilizados:

##### a) Saibro

Poderá ser utilizado em todas as situações em que o fator umidade não possa comprometer as condições de compactação. O saibro deverá ter CBR maior ou igual a 20 (vinte).

A compactação será feita em camadas não superiores a 20 cm com equipamentos adequados: placas vibratórias ou soquetes mecânicos. A densidade a ser alcançada, em todos os casos não poderá ser inferior a 95% do proctor normal.

##### b) Areia

Sempre que as condições de umidade possam comprometer a compactação, o saibro deverá ser substituído por areia. A compactação deverá ser por adensamento hidráulico, exceto quando houver possibilidade de fuga ou carreamento, especialmente junto às canalizações pluviais.

A compactação do reaterro obedecerá a seguinte seqüência :

- a) Reaterro até a geratriz superior do tubo, seguido de compactação vigoroso, com soquetes mecânicos ou manuais.
- b) Reaterro até 20 cm acima da geratriz superior do tubo, sem compactação, apenas com leve adensamento.
- c) Reaterro do restante da vala, em camadas vigorosamente compactadas, utilizando-se compactação hidráulica ou soquetes mecânicos.

c) Pó - de - pedra

Material alternativo para uso da areia. Recomendado para rejunte de pavimentação em paralelepípedo e pedra regular, no caso de declives acentuados.

d) Brita

Material alternativo ao berço de areia, recomendado como radier, na ocorrência de solos de baixa capacidade de carga.

O perfil da vala deve seguir o esquema da Figura 3.2.

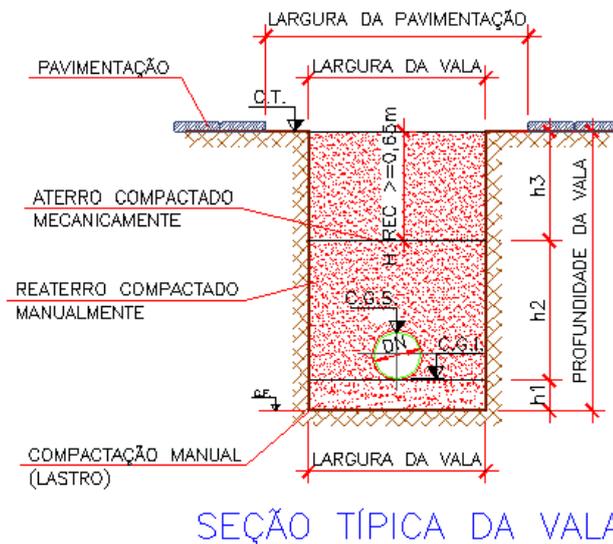


Figura 3.2 – Perfil vala implantação tubulação adutora.

### 3.3.2 Travessias

Para a implantação da tubulação adutora de recalque Ouro Preto – Costa e Silva, que percorre 3.500m, tem-se a necessidade de quatro travessias, sendo duas não destrutivas (visando o menor impacto no trânsito) e duas aéreas (sobre córregos):

- Travessia 1 – Sob Avenida Sertório no cruzamento com a Avenida Panamericana. Travessia não destrutiva, método *tunnel liner ARMCO*, com comprimento em torno de 29m, profundidade da travessia aproximada de 4,5m.
- Travessia 2 – Na Avenida Sertório sobre o Arroio Mangueira, paralelo a rua Dona Alzira. Travessia aérea, com comprimento em torno de 15m, fixada por blocos de ancoragem nas margens do arroio.
- Travessia 3 – Cruzamento da Avenida Sertório e Avenida Assis Brasil. Travessia não destrutiva, método túnel *in line ARMCO*, com comprimento em torno de 60 m, profundidade aproximada de 3,5m.
- Travessia 4 – Na Avenida General Raphael Zippin sobre Arroio Passo das Pedras. Travessia aérea, com comprimento aproximado de 10m, fixada por blocos de ancoragem nas margens do arroio.



Travessia 1 – Avenida Sertório com Avenida Panamericana



Travessia 2 – Avenida Sertório com Arroio Mangueira paralelo a rua Dona Alzira



Travessia 3 – Avenida Sertório com Avenida Assis Brasil



Travessia 4 – Avenida General Raphael Zippin sobre Arroio Passo das Pedras

### 3.3.2.1 Travessias não destrutivas

Haverá a implantação de duas travessias não destrutivas, ambas localizadas em cruzamentos de vias de tráfego intenso ao longo da Avenida Sertório. A saber:

- **Travessia 1:** Localizada na estaca 0+340 a 0+380. Necessária para diminuir o impacto sobre o trânsito da Avenida Sertório e Avenida Panamericana, solicitada pela EPTC. Comprimento em torno de 29m, profundidade da travessia aproximada de 4,5m.
- **Travessia 3:** Localizada na estaca 2+220 a 2+300. Necessária para diminuir o impacto sobre o trânsito Cruzamento da Avenida Sertório e Avenida Assis Brasil, solicitada pela EPTC. Comprimento em torno de 60 m, profundidade aproximada de 4,5m. Destaca-se que foi necessária uma profundidade maior pelo registro de uma tubulação de gás que atravessa a Avenida Sertório vinda da Assis Brasil (DN 125 PEAD com tubo camisa de diâmetro 350mm).

Os pontos de travessias não destrutivas serão executados pelo método *tunnel liner*. A escolha por este método ocorreu por o mesmo ter menor custo que outros métodos não destrutivos (como por exemplo o *shield pipe jacking*), além de ser uma técnica já consolidada no DMAE. O processo do *tunnel liner* caracteriza-se pela escavação modular do solo, numa dimensão apropriada para permitir a instalação das chapas de aço corrugado que são conectadas entre si, ao ponto que a escavação é realizada ao longo da seção transversal, assim formando os anéis.

No *tunnel liner* a escavação é feita manualmente, e na medida em que se avança são instaladas as chapas metálicas, que cumprem a função de revestimento e contenção. Segundo cálculos da Armco Staco, fornecedora do sistema, a técnica permite escavações com avanço modular de 0,46 m ou 0,50 m e progressão rápida. Isso porque, a cada novo segmento montado de túnel é possível a imediata escavação do anel seguinte.

#### 3.3.2.1.1 Tamanho e material utilizado

Os túneis de aço corrugado podem ser classificados quanto à forma de seção (circular, ovóide, elíptica) e também quanto ao seu revestimento (sem revestimento, galvanizado, epóxi). A espessura da chapa utilizada na estrutura é determinada em função do tipo de solo a ser escavado e do diâmetro do túnel.

Para a definição do diâmetro da tubulação do *tunnel liner* adotou-se a relação deste ser 60% maior que o diâmetro externo da adutora, ou seja:

$$\begin{aligned} \text{Diâmetro}_{\text{Túnel}} &= 1,6 \times DE_{\text{Adutora}} \\ \text{Diâmetro}_{\text{Túnel}} &= 1,6 \times 945\text{mm} = 1.512\text{mm} \end{aligned}$$

O diâmetro comercial imediatamente maior que o calculado é de 1,6 m. Na Figura 3.3 constam informações de tubulações circulares conforme o catálogo de um fabricante de referência.

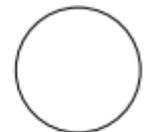
#### 3.3.2.1.2 Etapas da execução

Em função das características locais e do diâmetro do túnel, as etapas de execução do *tunnel liner* variam. Mas, de forma geral, a sequência executiva é a seguinte:

- Antes de iniciar a obra são realizadas sondagens à percussão para determinar o nível do lençol freático e os resultados do teste Standart Penetration Test (SPT).
- Sempre que possível, o início da execução do túnel deve ser feito por meio de emboque direto no talude. Nesse caso, montam-se três anéis fora do talude seguindo o nivelamento e alinhamento de projeto. Este conjunto deve ser travado no talude a partir do aterramento parcial dos anéis. Após esta etapa, inicia-se a escavação na frente e a implantação. Caso o emboque direto não seja viável em função das condições locais, podem ser abertos poços de ataque de seção circular, escorados com as mesmas chapas metálicas e diâmetro imediatamente superior ao utilizado no túnel.
- No fundo do poço de ataque, caso necessário, deve ser escavado um reservatório para instalação de uma bomba d'água elétrica submersa. O reservatório deve ficar em cota mais baixa do que a seção do túnel para que toda a água de infiltração existente escoe para o reservatório.
- Após locação do eixo da obra, inicia-se a escavação da frente de ataque, que pode se dar a partir do próprio talude de aterro ou de um poço de ataque. A escavação deve ser feita dentro de um perímetro o mais próximo possível à circunferência externa do túnel.
- Logo após a escavação, deve ser executada a montagem do primeiro anel, ajustando-se as chapas ao terreno e fixando-as umas às outras com os parafusos e porcas específicas.

- Para o prosseguimento das operações devem ser repetidas sucessivamente etapas de escavação e montagem de cada anel.
- Eventuais vazios entre a superfície externa das chapas de revestimento do tunnel liner e o solo escavado devem ser preenchidos para evitar recalques ou acomodações indesejáveis. Para o enchimento desses vazios utiliza-se argamassa fluida constituída de solo argiloso, cimento e água.
- A argamassa deve apresentar uma resistência à compressão simples, aos 28 dias, de no mínimo 1,5 MPa. Caso se deseje incrementar a estanqueidade do túnel metálico, podem ser introduzidas tiras de feltro nas emendas das chapas. A critério da fiscalização, o enchimento poderá ser feito após a montagem de cada anel, com a utilização de soquetes de madeira especialmente construídos para este fim.
- A declividade e o alinhamento definidos no projeto devem ser controlados topograficamente, a cada etapa da montagem.
- Concluída a montagem dos anéis de chapas metálicas corrugadas, são executadas as bocas de jusante e montante em concreto. Para túneis metálicos com diâmetro até 1,60 m, são utilizadas as mesmas bocas de saída indicadas para bueiros tubulares de concreto de diâmetros aproximadamente iguais.

## TL CIRCULAR



Diâmetro (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	ALTURA DE ATERRO (m)											
			Mínima	Máxima										
				Rodovia	Rodovia					Ferrovia				
					Ferrovia	Espessura (mm)					Espessura (mm)			
2,2	2,7	3,4	3,9	4,7	6,5	2,7	3,4	3,9	4,7	6,5				
1.20	1.13	3.77	1.20	9.00	12.90	15.50	22.10	26.50	41.30	12.90	15.50	22.10	26.50	41.00
1.40	1.54	4.40	1.20	7.70	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40
1.60	2.01	5.03	1.20	6.70	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00
1.80	2.54	5.65	1.50	6.00	8.60	10.30	14.70	17.70	27.50	8.00	10.30	14.70	17.70	27.50
2.00	3.14	6.28	1.50	5.40	7.70	9.30	13.20	15.90	24.80	6.90	9.00	13.20	15.90	24.80
2.20	3.80	6.91	1.80	4.90	7.00	8.40	12.00	14.50	22.50		7.90	12.00	14.50	22.50
2.40	4.52	7.54	1.90	4.50	6.40	7.70	11.00	13.20	20.60		7.00	11.00	13.20	20.60
2.60	5.31	8.17	2.10	4.10	5.90	7.10	10.20	12.20	19.00		6.40	10.20	12.20	19.00
2.80	6.16	8.80	2.20	3.80	5.50	6.60	9.40	11.30	17.70		5.50	9.20	11.30	17.70
3.00	7.07	9.42	2.30	3.60	5.10	6.20	8.80	10.60	16.50		4.70	8.30	10.60	16.50
3.20	8.04	10.05	2.40		4.80	5.80	8.30	9.90	15.40		4.00	7.80	9.90	15.40
3.40	9.08	10.68	2.50		4.50	5.40	7.80	9.30	14.60			7.00	9.10	14.60
3.60	10.18	11.31	2.60		4.30	5.10	7.30	8.80	13.70			6.60	8.30	13.70
3.80	11.34	11.94	2.70		4.00	4.90	6.90	8.30	13.00			6.20	7.80	13.00
4.00	12.57	12.57	2.80		3.10	4.60	6.60	7.90	12.40			5.10	7.20	12.40
4.20	13.85	13.19	2.90			4.40	6.30	7.50	11.80			4.80	6.80	11.80
4.40	15.21	13.82	3.00			4.20	6.00	7.20	11.20			4.20	6.40	11.20
4.60	16.62	14.45	3.10			4.00	5.70	6.90	10.70			4.00	6.10	10.70
4.80	18.10	15.08	3.20				5.50	6.60	10.30				5.10	10.30
5.00	19.63	15.71	3.30				5.30	6.30	9.90				4.80	9.90

Espessura Nominal [mm]	Área [cm²]	Momento de Inércia [cm⁴]	Módulo de Secção [cm³]	Raio de Giro [cm]
2.20 [2.00]	11.74	28.29	10.50	1.55
2.70 [2.50]	14.69	35.74	13.15	1.56
3.40 [3.20]	18.78	45.32	16.47	1.55
3.90 [3.75]	22.01	53.29	19.16	1.56
4.70 [4.50]	26.39	64.08	22.74	1.56
6.50 [6.35]	36.90	90.63	31.30	1.57

- \* O produto é fornecido em comprimentos múltiplos de 46cm acompanhado dos parafusos, porcas e arruelas necessários à montagem.
- \* Alturas máximas de recobrimento para uso em rodovias, em ferrovias para trem tipo H20 e trem tipo E80.
- \* Todas as dimensões estão sujeitas à tolerância de fabricação.
- \* Outras dimensões e formas não circulares poderão ser projetadas mediante consulta.
- \* Tabela de propriedades físicas das chapas de Tunnel Liner para seções de 46cm.

Figura 3.3 – Tabela para dimensionamento do tunnel liner, catálogo Armco Staco.

### 3.3.2.1.3 Recomendações adicionais

- a) Dependendo do nível do lençol freático e da permeabilidade do solo, pode ser necessário o rebaixamento do lençol freático por poços profundos ou ponteiras filtrantes;
- b) Quando necessário, deve ser previsto junto ao poço de acesso, um poço auxiliar para coleta da água de drenagem.
- c) Em túneis com até 1,60 m de diâmetro, a partir de 30 m de comprimento, é recomendável a execução de ventilação forçada.
- d) Diante de solos com baixa capacidade de suporte, deve ser adotado procedimento de consolidação com injeções de solo e cimento através de ponteira penetrantes.
- e) Para reduzir o risco de desmoronamentos, nos flanges das chapas de revestimento podem ser fixadas escoras metálicas para apoiar escudos frontais.
- f) Não deixar vazios entre o tubo camisa e o terreno. Caso ocorra, os mesmos devem ser preenchidos com injeção de argamassa especial de cimento e areia
- g) Antes do assentamento do tubo condutor, deve-se proceder a total limpeza do tubo camisa.
- h) Deve ser colocada uma camada de brita sob a tubulação ao longo do assentamento do tubo camisa.

### 3.3.2.2 *Travessias aéreas*

Serão implantadas duas travessias aéreas ambas sobre córregos:

- **Travessia 2:** Localizada entre as estacas 1+540 a 1+560. Na Avenida Sertório sobre o Arroio Mangueira, paralelo a rua Dona Alzira. Travessia aérea, com comprimento em torno de 15m, fixada por blocos de ancoragem nas margens do arroio.
- **Travessia 4:** 3+180 a 3+220 Na Avenida General Raphael Zippin sobre Arroio Passo das Pedras. Travessia aérea, com comprimento aproximado de 10m, fixada por blocos de ancoragem nas margens do arroio.

As travessias aéreas serão executas em tubulações de aço, uma vez que é possível adaptar as peças ao ângulo necessário configurado no campo. A ancoragem da tubulação se dará por blocos de concreto localizados nas margens dos córregos, que são de pequena extensão. Juntamente das travessias também haverá válvulas ventosas uma vez que estas se configuram em pontos altos da adutora.

## 3.4 Pontos de interligação

Alguns pontos da adutora projetada são merecedores de atenção especial, por serem pontos de interligação da tubulação existente com a projetada: na origem tubulação projetada; interligação intermediárias entre as linhas existente e projetada; e na chegada dos reservatórios Costa e Silva I e II.

O ponto de origem do trecho projetado será a tubulação adutora existente de DN 1000 FF localizada na saída da EBAT Ouro Preto, junto ao leito carroçável da rua Ouro Preto, como mostra a Figura 3.4. Neste ponto é prevista a interligação da tubulação existente com a projetada através de uma peça em Tê desenvolvida em aço com adequações do ângulos e cota verificadas no momento da abertura da vala. Também é prevista a implantação de registros de manobra do tipo gaveta, que permitam o isolamento de cada trecho (adutora existente projetada) de forma independente.

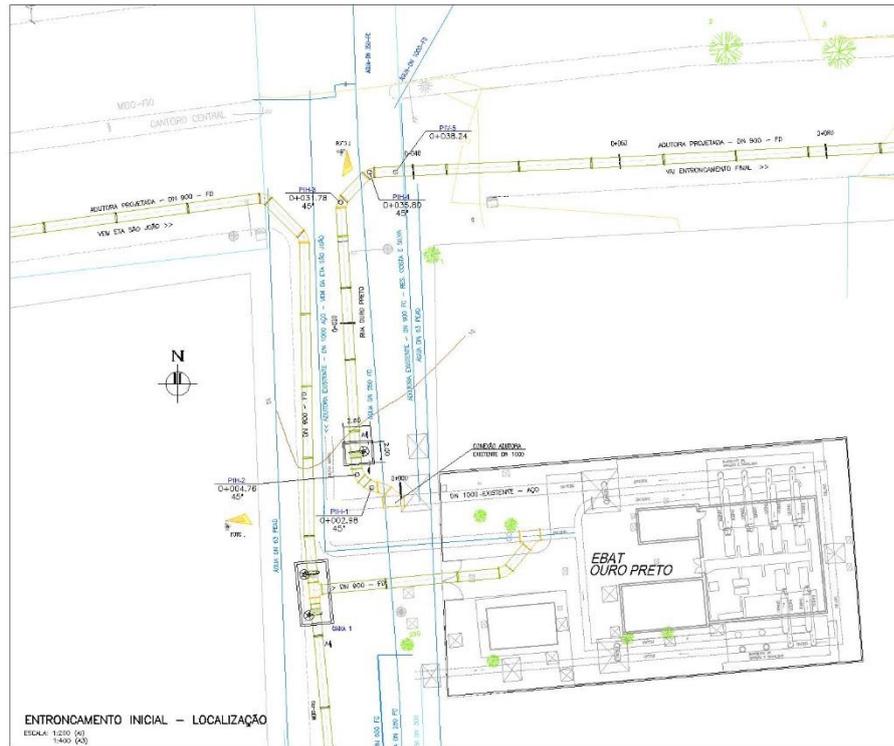


Figura 3.4 – Início da adutora projetada, saindo da EBAT Ouro Preto.

A primeira interligação entre as duas adutoras ocorre na Avenida Sertório, próximo da Rua Anselmo Valentim Zottis, próximo a estaca 1+700. Consiste de um equilíbrio entre as linhas desenvolvidos pela intenção de dois Tês em aço e um registro para o isolamento das linhas, sendo a adutora projetada DN900 e a tubulação existente de DN700.

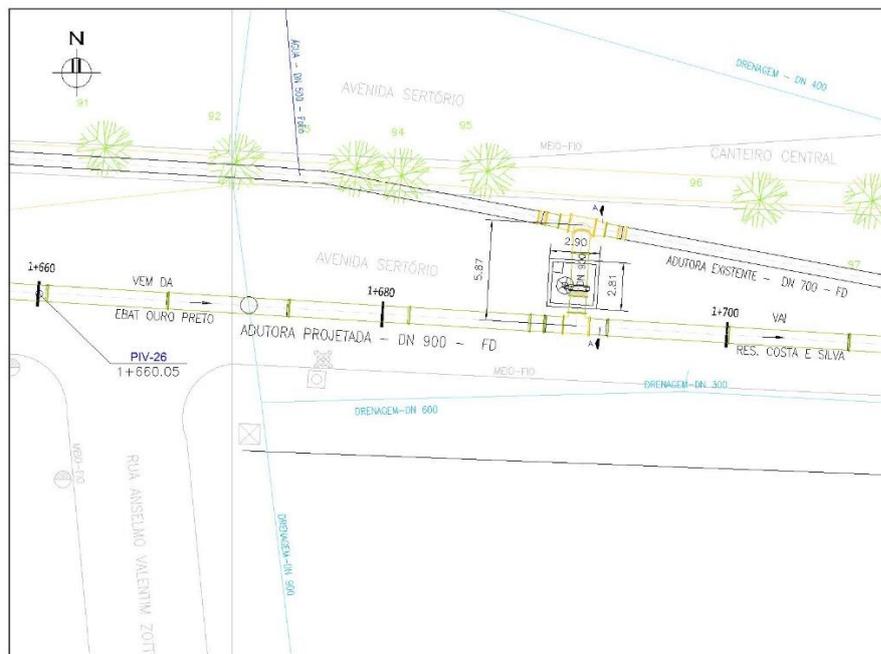


Figura 3.5 – Interligação na Av. Sertório entre a Adutora Projetada e a Adutora Existente, com um registro de manobra entre elas.

Segunda interligação da adutora projetada e existente, ocorre na Av. Gal. Raphael Zippin e novamente consiste de uma interligação composta de peças em aço por facilidades construtivas uma vez que não há precisão da posição da adutora existente, e um registro de manobra para isolamento das linhas.



Figura 3.6 – Interligação na Av. Gal. Raphael Zippin, entre a Adutora Projetada e a Adutora Existente, com um registro de manobra entre elas.

O fim do reforço da linha de recalque se dá no entroncamento que ocorre na Avenida Dante Ângelo Pilla, próximo aos reservatórios Costa e Silva I e II. Todas as interligações foram projetadas com peças especiais de aço, devidamente detalhadas no desenho EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-00, nas pranchas 10, 11 e 16.

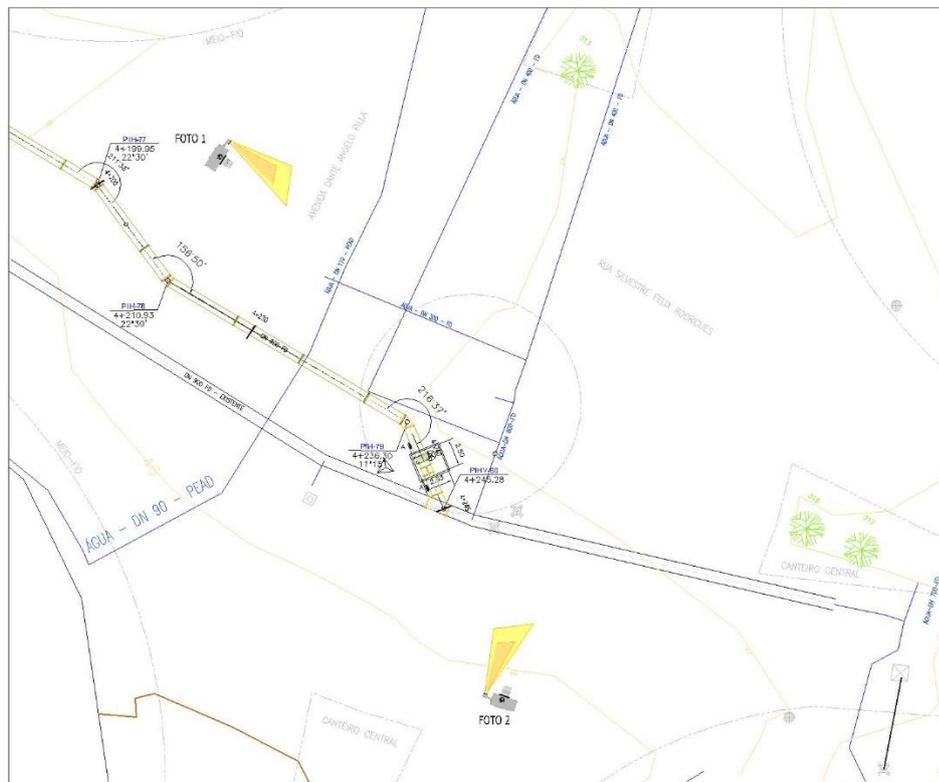


Figura 3.7 – Entroncamento final da Adutora, onde ela irá se comunicar com tubulação existente.

### 3.5 Pontos de cruzamento com interferências

No caminho definido a adutora passará por 46 interferências, isto é, pontos em que tubulação projetada passa por outras tubulações existentes. O número elevado de interferências deve-se ao fato que a adutora será implantada em uma região que possui infraestrutura consolidada, com a presença de tubos e galerias de drenagem, rede coletora de esgoto e tubulações de distribuição de água.

No Quadro 3.1 apresenta-se a relação completa das interferências, estando separadas por o tipo, cota e localização das mesmas. Nas plantas de projeto da adutora também estão relacionadas estas interferências. Ressalta-se que especial atenção deve-se dar e elas quando da realização desta obra, uma vez que podem haver pequena variação espacial com relação ao posicionamento delas em campo.

Quadro 3.1 – Tipo e posição das interferências ao longo da adutora.

Tipo e DN da interferência	Coordenada X	Coordenada Y	Cota da GI interferência	Localização
Água	285.027,85	1.680.090,59	7,51	Av. Sertório
Água	285.023,91	1.680.089,32	8,42	Av. Sertório
Água	285.195,32	1.680.097,52	5,87	Av. Sertório
Água	285.207,05	1.680.097,81	5,86	Av. Sertório
Água	285.515,50	1.680.105,55	6,99	Av. Sertório
Água	285.517,55	1.680.105,53	7,19	Av. Sertório
Água	285.744,28	1.680.110,91	6,44	Av. Sertório
Água	285.878,94	1.680.114,88	6,00	Av. Sertório
Água	285.901,43	1.680.115,56	5,98	Av. Sertório
Água	285.969,63	1.680.117,60	5,85	Av. Sertório
Água	285.980,37	1.680.117,75	5,81	Av. Sertório
Água	286.228,72	1.680.125,44	4,80	Av. Sertório
Água	286.504,32	1.680.126,75	2,97	Av. Sertório
Água	286.716,32	1.680.116,22	4,27	Av. Sertório
Água	287.194,15	1.679.904,65	10,96	Av. Sertório
Água	287.207,41	1.679.898,15	10,97	Av. Sertório
Água	287.323,95	1.679.839,36	15,62	Av. Sertório
Água	287.613,52	1.679.682,66	12,24	Av. Sertório
Água	287.618,28	1.679.678,41	12,33	Av. Sertório
Água	287.717,68	1.679.501,07	15,22	Av. General Raphael Zippin
Água	287.952,42	1.679.494,69	8,40	Av. General Raphael Zippin
Água	288.593,35	1.678.874,04	45,65	Rua Silvestir Felix Rodrigues
Água	288.576,96	1.678.886,82	45,13	Rua Silvestir Felix Rodrigues
Água	287.164,17	1.679.919,21	10,64	Av. Sertório
Água	287.724,16	1.679.500,83	15,51	Av. General Raphael Zippin
Água	288.381,32	1.679.025,76	38,48	Rua Silvestir Felix Rodrigues
Água	285.024,32	1.680.089,75	8,39	Av. Sertório
Drenagem	285.340,52	1.680.101,31	4,60	Av. Sertório
Drenagem	285.346,12	1.680.101,51	4,61	Av. Sertório
Drenagem	286.218,76	1.680.125,16	4,35	Av. Sertório
Drenagem	286.243,67	1.680.125,92	4,00	Av. Sertório
Drenagem	286.378,27	1.680.126,42	3,76	Av. Sertório
Drenagem	286.650,99	1.680.120,22	3,89	Av. Sertório

Tipo e DN da interferência	Coordenada X	Coordenada Y	Cota da GI interferência	Localização
Drenagem	286.773,47	1.680.111,68	5,77	Av. Sertório
Drenagem	287.206,88	1.679.898,41	10,52	Av. Sertório
Drenagem	287.237,22	1.679.883,20	11,73	Av. Sertório
Drenagem	287.618,52	1.679.678,19	10,84	Av. Sertório
Drenagem	288.120,38	1.679.492,55	8,58	Av. General Raphael Zippin
Drenagem	288.121,11	1.679.491,81	8,58	Av. General Raphael Zippin
Drenagem	287.424,71	1.679.785,70	14,45	Av. Sertório
Drenagem	288.142,38	1.679.424,74	12,59	Av. B
Drenagem	288.169,74	1.679.259,60	20,72	Av. B
Drenagem	285.028,35	1.680.090,65	9,05	Av. Sertório
Esgoto	288.119,13	1.679.493,64	10,75	Av. General Raphael Zippin
Esgoto	288.174,39	1.679.311,96	14,64	Av. B
Esgoto	288.169,66	1.679.258,83	20,97	Av. B

Em alguns trechos de caminhamento da adutora há a presença de gasodutos, sendo que em alguns pontos essa interferência se dá de forma direta (cruzamento) e em outros há a implantação em paralelo ao gasoduto, conforme listados na sequência.

Trechos com interferência não direta (gasoduto em paralelo com a adutora):

- Avenida Sertório iniciando no cruzamento com a rua Irmão Augusto (estaca 0+120) até a rua Joaquim Silveira (estacada 1+240); gasoduto DN 125 PEAD. Tubulação de implantada no passeio;
- Avenida Gerenal Raphael Zippin (estaca 2+960 a 3+300); gasoduto DN 110 PEAD. Tubulação de implantada no leito carroçável;

Pontos de interferência direta (cruzamento entre linhas):

- No cruzamento das Avenidas Sertório e Assis Brasil (estaca 2+220) a ser vencida através da travessia não destrutiva (Travessia 2);
- Na Avenida Gerenal Raphael Zippin (estaca 2+960) cruzamento com Avenida Sertório; gasoduto DN 110 PEAD;
- Na Avenida Gerenal Raphael Zippin (estaca 3+300) cruzamento com Avenida B; gasoduto DN 110 PEAD;

Mesmo quando não há cruzamento entre a adutora e o gasoduto, estando este último implantado em paralelo à linha projetada (localizado ou no passeio ou no arruamento) o que pode não repercutir como uma interferência direta na linha projetada uma vez que a adutora está sendo lançada no leito carroçável, deve-se dar especial atenção nestas regiões durante a execução, montagem do canteiro e implantação das caixas de descargas ou ventosas. Inclusive faz-se necessário, durante a obra, requisitar a presença de um responsável técnico da SULGÁS - Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul, para orientação/acompanhamento da mesma.

### 3.6 Dimensionamento dos registros de descarga

Para o dimensionamento das válvulas ventosas e descargas das tubulações considerou-se as condições do relevo topográfico dos condutos forçados, as linhas piezométricas de regime permanente e transitórias durante a operação de drenagem.

O Perfil esquemático da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto é conforme consta na Figura 3.8.



Figura 3.8 – Perfil esquemático adutora de recalque EBAT Ouro Preto.

### 3.6.1 Localização dos registros de descarga

Para realizar a drenagem da adutora de água tratada serão considerados 8 (oito) registros de descarga projetados, com diâmetro de 150mm e 250mm, da adutora de diâmetro de 900mm. O dimensionamento, que levou a definição da localização e diâmetro destes registros é apresentado na sequência.

### 3.6.2 Definição do tamanho dos registros

Para o dimensionamento do diâmetro dos registros de descargas serão apresentadas duas metodologias, o Equacionamento de Koelle<sup>1</sup> e a verificação por perda de carga nos registros de forma semelhante ao que ocorre nos bocais.

Para Koelle a relação entre o diâmetro da adutora (D) e o diâmetro da descarga (d<sub>D</sub>), com descarga intermediária, é dado por:

$$\frac{D}{d_D} = 65 \sqrt{\frac{T \cdot \sqrt{Z_m}}{L}}$$

E a velocidade máxima e mínima na descarga será dada pela seguinte equação:

$$V_{Máx} = 2,5 \sqrt{Z_{Máx}} \left(\frac{d_D}{D}\right)^2$$

$$V_{min} = 1,25 * \sqrt{Z_{min}} * \left(\frac{d_D}{D}\right)^2$$

onde :

- D = Diâmetro da Linha a ser drenada
- d<sub>D</sub> = Diâmetro da Descarga
- Z<sub>m</sub> =  $\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2}\right)$  = Desnível geométrico médio do trecho a ser drenado
- T = Tempo de drenagem do trecho (h)
- L = L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub> = Extensão do trecho a ser drenado

Sendo cada elemento conforme consta na Figura 3.9.

<sup>1</sup> KOELLE (1998) *apud* TSUTIYA, M. **Abastecimento de água**. São Paulo: USP, 2013, p.189.

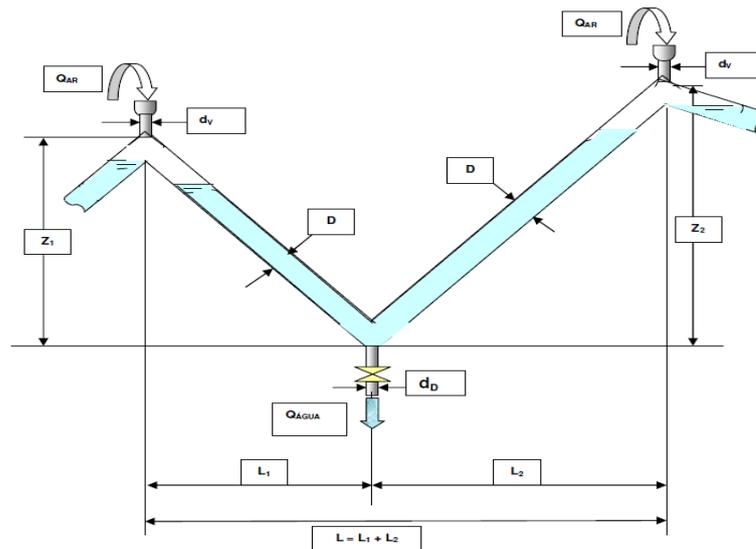


Figura 3.9 – Esquema Básico das condições de Drenagem.

Para a seleção do diâmetro do registro de descarga, considerou-se que o tempo de esvaziamento do trecho seja aproximadamente de 2 (duas) horas, preferencialmente inferior a este tempo. Admitiu-se um ponto de drenagem tempo superior a este porém inferior a 3 (três) horas (visando a economicidade do projeto).

Verificou-se, também, a vazão máxima de descarga do registro selecionado através da formulação da perda de carga em bocais, que segundo Netto<sup>2</sup> pode ser compreendido como:

$$Q_o = C_d A \sqrt{2gh}$$

onde :

- $Q_o$  = Vazão de saída do orifício, adotada como máxima (m<sup>3</sup>/s);
- $C_d$  = Coeficiente de descarga, adotado 0,70;
- $A$  = Área do orifício (m<sup>2</sup>);
- $h$  = Carga sobre o centro do orifício (m).

Resultados obtidos a partir dos equacionamentos acima são apresentados na Quadro 3.2.

<sup>2</sup> NETTO, A. Manual de hidráulica. São Paulo: Blucher, 1998 p.66.

Quadro 3.2 – Dados dos Registros de Descarga da Adutora.

DIMENSIONAMENTO DOS REGISTROS DE DESCARGA													
Ventosa	Descarga	Distância	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	L (m)	Ø calc. mm (T=2hora)	DN mm adotado	T (min)	T (h:min)	Vmáx (m/s)	Vmín (m/s)	Qmáx (m³/s)
1		-	7.87		Z <sub>mont.</sub> = 5.87								
	<b>1</b>	<b>388.92</b>	<b>2.00</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>4.73</b>	<b>619.37</b>	<b>174</b>	<b>200</b>	<b>90.34</b>	<b>1:30</b>	<b>0.27</b>	<b>0.11</b>	<b>0.24</b>
2		619.37	5.58		Z <sub>jus.</sub> = 3.58								
2		619.37	5.58		Z <sub>mont.</sub> = 3.04								
	<b>2</b>	<b>1,231.43</b>	<b>2.54</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>3.90</b>	<b>928.55</b>	<b>223</b>	<b>250</b>	<b>95.44</b>	<b>1:35</b>	<b>0.38</b>	<b>0.15</b>	<b>0.33</b>
3		1,547.92	7.29		Z <sub>jus.</sub> = 4.75								
3		1,547.92	7.29		Z <sub>mont.</sub> = 2.71								
	<b>3</b>	<b>1,793.18</b>	<b>4.58</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>3.35</b>	<b>432.09</b>	<b>158</b>	<b>200</b>	<b>74.86</b>	<b>1:15</b>	<b>0.22</b>	<b>0.09</b>	<b>0.19</b>
4		1,980.00	8.57		Z <sub>jus.</sub> = 3.99								
4		1,980.00	8.57		Z <sub>mont.</sub> = 1.98								
	<b>4</b>	<b>2,093.28</b>	<b>6.60</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>5.14</b>	<b>442.50</b>	<b>144</b>	<b>200</b>	<b>61.87</b>	<b>1:02</b>	<b>0.32</b>	<b>0.08</b>	<b>0.28</b>
5		2,422.50	14.90		Z <sub>jus.</sub> = 8.31								
5		2,422.50	14.90		Z <sub>mont.</sub> = 1.85								
	<b>5</b>	<b>2,526.36</b>	<b>13.05</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>1.52</b>	<b>157.50</b>	<b>116</b>	<b>150</b>	<b>72.00</b>	<b>1:12</b>	<b>0.09</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>
6		2,580.00	14.24		Z <sub>jus.</sub> = 1.19								
6		2,580.00	14.24		Z <sub>mont.</sub> = 3.63								
	<b>6</b>	<b>2,709.29</b>	<b>10.61</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>3.80</b>	<b>360.00</b>	<b>140</b>	<b>200</b>	<b>58.55</b>	<b>0:59</b>	<b>0.22</b>	<b>0.11</b>	<b>0.19</b>
7		2,940.00	14.57		Z <sub>jus.</sub> = 3.97								
7		2,940.00	14.57		Z <sub>mont.</sub> = 6.63								
	<b>7</b>	<b>3,160.00</b>	<b>7.94</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>4.57</b>	<b>258.07</b>	<b>113</b>	<b>150</b>	<b>68.07</b>	<b>1:08</b>	<b>0.16</b>	<b>0.05</b>	<b>0.14</b>
8		3,198.07	10.44		Z <sub>jus.</sub> = 2.50								
8		3,198.07	10.44		Z <sub>mont.</sub> = 2.15								
	<b>8</b>	<b>3,199.49</b>	<b>8.30</b>	<b>945</b>	Z <sub>méd.</sub> = <b>19.23</b>	<b>1039.87</b>	<b>158</b>	<b>200</b>	<b>75.19</b>	<b>1:15</b>	<b>0.67</b>	<b>0.08</b>	<b>0.59</b>
Fim	Fim	4,237.94	44.60		Z <sub>jus.</sub> = 36.31								

Destaca-se que a água drenada das adutoras deve ser encaminhada para um local apropriado (redes de drenagem, rios/córregos), porém a adutora em questão possui uma dificuldade adicional uma vez que esta encontra-se com recobrimento mínimo de 1,5 m atingindo em alguns trechos profundidade de 4,5 m, o que implica em um posicionamento da adutora abaixo das demais redes de infraestrutura, tais como as tubulações de drenagem. Portanto, para que se possa esvaziar as caixas que abrigam os registros de descarga fazer-se-á necessário a utilização de um recalque (bombas submersas portáteis).

Em suma os registros de descargas terão o tamanho e posição conforme Quadro 3.3, ver detalhamento nas plantas de projeto.

Quadro 3.3 – Localização dos registros de descarga por trecho e DN.

Descarga	Estaca	Distância Acumulada (m)	Cota GI (m)	H vala (m)	Diâmetro descarga (mm)	Vazão de Drenagem		Localização
						(m³/s)	(m³/h)	
1	0+380	388.92	2.00	5.00	200	0.24	850	Av. Sertório
2	1+220	1,231.43	2.54	3.46	250	0.33	1195	Av. Sertório
3	1+780	1,793.18	4.58	2.57	200	0.19	700	Av. Sertório
4	2+080	2,093.28	6.60	3.40	200	0.28	1011	Av. Sertório
5	2+520	2,526.36	13.05	2.37	150	0.07	268	Av. Sertório
6	2+700	2,709.29	10.61	2.45	200	0.19	698	Av. Sertório
7	3+160	3,160.00	7.94	2.47	150	0.14	508	Av. General Raphael Zippin
8	3+180	3,199.49	8.30	1.78	200	0.59	2113	Av. General Raphael Zippin

As descargas terão os seguintes pontos de lançamento final Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Pontos de lançamento do expurgo das caixas de drenagem.

Descarga	Estaca	Local de lançamento	Distância (m)	Diâmetro tubo descarga (mm)
1	0+380	BL- Av. Sertório, lado direito da via	12	200
2	1+220	BL Av. Sertório, lado direito da via	2,50	200
3	1+780	CX- Av. Sertório, lado direito da via	2,50	200
4	2+080	CX- Av. Sertório, lado direito da via	5,30	200
5	2+520	CX- Av. Sertório, lado direito da via	1,25	200
6	2+700	BL- Av. Sertório, lado direito da via	1,35	200
7	3+160	BL- Av. General Raphael Zippin, lado direito da via	8,90	200
8	3+180	CX- Av. General Raphael Zippin, lado esquerdo da via	4,83	200

\*CX – Caixa drenagem; BL – Boca de Lobo; BLe – Boca de Leão

### 3.6.3 Especificação dos registros

Os registros serão do tipo gaveta em corpo curto de FD e devem respeitar as seguintes especificações.

Quadro 3.5 – Quadro 3.5 – Especificação Técnica do Registro Gaveta.

Fluido:	Água, 25 °C
Tipo de válvula:	Gaveta com cunha emborrachada, de passagem reta, com flanges
Tipo de flanges:	Corpo curto
Acionamento:	sem haste
Haste:	Não aplicável
Comprimento total da haste:	Não aplicável
Norma:	ABNT NBR 14968
Pressão nominal (PN):	PN 10
Diâmetro nominal (DN):	Conforme Quadro 3.2
Montagem:	Entre flanges com furação conf. ABNT 7675 (ISO 2531)
Aplicação:	Expurgo/drenagem da tubulação adutora
Corpo:	Ferro dúctil com revestimento conforme item 5.3.4 da ABNT-NBR 14968
Cunha emborrachada:	EPDM ou NBR, com vedação por com-pressão
Porca de manobra:	Bronze ou latão de alta resistência
Ensaio hidrostáticos	Conforme norma NBR 14968, item 7.2
Ensaio de qualidade	Conforme norma ABNT-NBR 14968, item 7.3

### 3.6.4 Montagem das caixas de drenagem

Os registros de drenagem devem ser implantados abrigados em caixas que permitam o seu acesso para manobra e manutenção. As caixas de registro de drenagem serão constituídas de duas câmaras, uma que abrigará o registro e outra que servirá de poço de descarga e também de sucção. O primeiro compartimento destina-se ao abrigo e proteção do registro, evitando que este entre em contato com a água drenada. Já a segunda câmara visa aproveitar a carga hidráulica presente na adutora para drenar gravitacionalmente (a primeira parcela) através do poço de descarga. O nível do extravasor desta câmara será correspondente com a cota do ponto de descarte final, como os PV's das galerias de drenagem. A partir do momento que o nível piezométrico não for mais o suficiente para atingir a cota do extravasor pode-se inserir uma bomba submersível portátil no interior da câmara de descarga e esta passa a atuar como poço de sucção para a mesma. Na Figura 3.10 apresenta-se o modelo esquemático da caixa de descarga, maiores detalhes podem ser visualizados na planta do projeto da adutora.

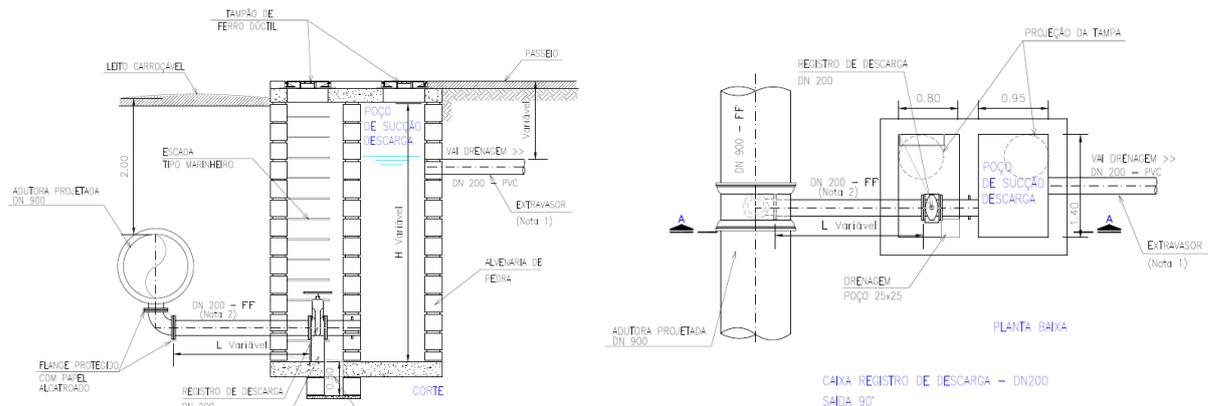


Figura 3.10 – Modelo da caixa de descarga.

As caixas para registros deverão ser executadas em alvenaria de tijolos ou alvenaria de pedras (as pedras deverão ter formato regular), tendo as dimensões conforme consta nas plantas de detalhes do projeto hidráulico, não podendo ter paredes com espessura menor que 22 cm. As tampas serão de ferro padrão DMAE.

## 3.7 Dimensionamento das válvulas ventosas

### 3.7.1 Localização das ventosas

As válvulas ventosas devem operar em duas situações distintas, quais sejam, admissão ou expulsão de ar da tubulação. Como regra geral as ventosas são localizadas utilizando-se os seguintes critérios:

- Pontos altos
- Trechos Horizontais com extensão superior a 800 m
- Mudanças de Declividade
  - Descida acentuada
  - Subida acentuada

Na sequência apresenta-se o dimensionamento das ventosas em regime estacionário. Em regime transitório serão abordados os equipamentos necessários para amenizar o transiente hidráulico.

### 3.7.2 Critérios de dimensionamento das ventosas

O dimensionamento das ventosas é feito para as diversas situações em que seja necessário ou inserir ou retirar ar de dentro da tubulação, dentre as coisas se destaca:

- Admissão de ar
  - vazões elevadas de ar a baixas pressões: utilizam-se no caso de esvaziamento da tubulação com o fim de evitar o colapso das mesmas.
  - elevadas vazões de ar a pressões anormais de funcionamento: utilizam-se durante o funcionamento anormal do sistema, como proteção aos choques hidráulicos.
- Expulsão de ar
  - elevadas vazões de ar a baixas pressões: utilizam-se para o caso de enchimento da tubulação.
  - baixas vazões de ar a pressões normais de funcionamento: utilizam-se durante o funcionamento normal do sistema, ou seja, sistemas pressurizados (verificação da velocidade crítica).

#### 3.7.2.1 Admissão de ar

##### 3.7.2.1.1 Operação de esvaziamento/drenagem de água da tubulação adutora – ventosa de grande orifício para admissão de ar

O esvaziamento da adutora é uma operação bastante delicada existindo a necessidade de executá-la em segurança e de forma controlada. Caso contrário poderá provocar vários problemas nas instalações, entre os quais:

- Depressões no tubo como consequência da manobra de abertura da válvula de descarga sem que haja entrada de ar pelos pontos altos da tubulação. Estas depressões podem não ser admissíveis em função da classe da tubulação instalada, podendo daí resultar o colapso da mesma.
- Dificuldade na operação das válvulas de descarga causada por valores excessivos da pressão na adutora, geralmente provocadas pelo elevado desnível entre os pontos altos de entrada de ar e os de descarga.
- Velocidades excessivas de circulação da água na tubulação e nas válvulas de descarga, provocando vibrações significativas e danos na estrutura de descarga.
- Tempo excessivo de esvaziamento devido à insuficiente entrada de ar ou ao diâmetro insuficiente das válvulas de descarga.

Para contornar os problemas acima expostos, as instalações devem estar equipadas com elementos capazes de regular a vazão de descarga para evitar as depressões excessivas no sistema. Normalmente admite-se, no decurso da operação de esvaziamento, uma velocidade máxima de escoamento na tubulação principal, entre 0,3 e 0,4 m/s, valores semelhantes aos considerados no enchimento. Se o esvaziamento for realizado a velocidades superiores, necessariamente terão que se utilizar ventosas de maiores dimensões, de forma a assegurar a vazão de ar projetado e controlar as depressões que então se poderiam produzir.

A admissão de ar será necessária pela operação de drenagem das adutoras, portanto, o diâmetro do orifício da ventosa (ventosa de grande orifício) em questão será função do diâmetro do registro de descarga no referido

trecho. Segundo Koelle<sup>3</sup>, o dimensionamento da válvula de admissão de ar poderá ser feito através da equação abaixo onde os parâmetros hidráulicos são apresentados na Figura 3.11.

$$d_v = 0,21 \cdot Z_{M\acute{a}x}^{1/4} \cdot d_D$$

onde

- $d_v$  – diâmetro da válvula de admissão de ar, m;
- $d_D$  – diâmetro do registro de descarga de água no trecho em análise, m;
- $Z_{M\acute{a}x}$  = Máximo entre Z1 e Z2, m.

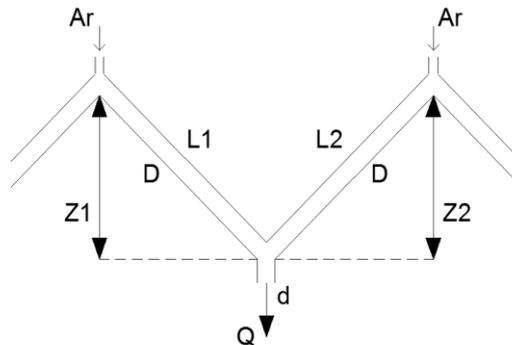


Figura 3.11 – Parâmetros básicos para o dimensionamento da válvula de admissão de ar.

O modelo de dimensionamento acima, permite a drenagem do trecho sem a afluência de vazão de água no ponto alto onde é admitido o ar. Aplicando-se a metodologia descrita encontram-se os valores por trecho a ser drenado conforme consta na Quadro 3.7.

### 3.7.2.2 Expulsão de ar

#### 3.7.2.2.1 Operação de enchimento da adutora – ventosa de grande orifício para expulsão de ar

Verifica-se que dentro de determinados limites de declividades, ascendentes/descendentes (declividades críticas), e em função da velocidade de operação, o ar não fica retido em certos pontos altos, sendo carregado pela massa líquida e, portanto, dispensando a instalação de ventosas de expulsão.

As ventosas de pequeno orifício são dimensionadas para garantir a remoção de ar aprisionado em pontos da linha onde o ar dissolvido na massa líquida tenha condições de se desprender e concentrar, formando bolsões de ar. Em condições de regime permanente, a capacidade de remoção hidráulica do ar acumulado em pontos altos pode ser obtida mediante a aplicação da expressão de Kent:

$$V_c = 1,36 \cdot \sqrt{g \cdot D \cdot \text{sen} \theta}$$

Onde :

$V_c$  = Velocidade crítica de arraste de ar (m/s)

$g$  = Aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>)

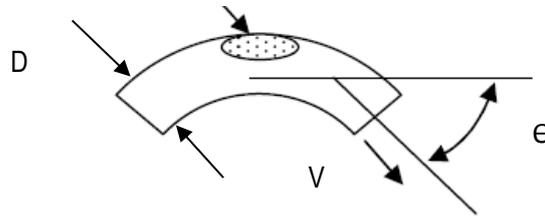
$D$  = Diâmetro da tubulação (m)

$\theta$  = Ângulo que o conduto forma com o plano horizontal a jusante do ponto alto em graus

<sup>3</sup> KOELLE (1998) *apud* TSUTIYA, M. **Abastecimento de água**. São Paulo: USP, 2013, p.189.

Haverá arraste hidráulico do ar dissolvido na massa líquida se a velocidade do escoamento for superior à velocidade crítica. Esquemáticamente:

Arraste de ar quando  $V > V_c$ .



Na Quadro 3.6 apresenta-se a velocidade do escoamento em comparação da velocidade crítica quando da vazão de enchimento (adotada como velocidade máxima de 0,30m/s).

Nos pontos da linha onde se detectou a necessidade de remoção de ar, a ventosa para expulsão de ar deverá também ter o seu grande orifício dimensionado para a vazão de enchimento das tubulações, com vazões de enchimento de no máximo 214 L/s que deve corresponder a uma velocidade do escoamento de 0,30 m/s.

Quadro 3.6 – Velocidade crítica de arraste de ar da adutora água tratada.

VERIFICAÇÃO VELOCIDADE CRÍTICA POR TRECHO E IMPLANTAÇÃO DE VENTOSAS													
Ventosa	Descarga	Estaca	Cota (m)	Di AAT (mm)	Decliv. jusante (m/m)	$\theta$ (graus)	sen $\theta$	V crít.	Situação (Vcrít. < 0,3)	Extensão entre vent.	Ventosa	Critério	Decliv. NBR 12.215 (aclive > 0.2%, decl. > 0.3%)
V-1		0+000.00	7.87	945	-0.049	2.7788	0.0485	0.912	Não OK		Sim	(Ponto Alto )	OK
		0+038.24	6.02	945	-0.017	0.9740	0.0170	0.540	Não OK		-		OK
		0+120.00	4.63	945	-0.008	0.4756	0.0083	0.377	Não OK		-		OK
		0+240.00	3.63	945	-0.011	0.6268	0.0109	0.433	Não OK		-		OK
	D-1	0+388.92	2.00	945	0.016	-0.8898	-0.0155	Aclive	OK		-		OK
V-2		0+619.37	5.58	945	-0.005	0.2848	0.0050	0.292	OK	619.366	sim	Ponto Alto / Kent	OK
	D-2	1+231.43	2.54	945	0.010	-0.5460	-0.0095	Aclive	OK		-		OK
		1+389.40	4.05	945	0.007	-0.4228	-0.0074	Aclive	OK		-		OK
		1+533.51	5.11	945	0.887	-50.8368	-0.7754	Aclive	OK		-		OK
		1+535.96	7.29	945	0.000	-0.0160	-0.0003	Aclive	OK		-		
V-3		1+547.92	7.29	945	-0.894	51.2104	0.7795	3.656	Não OK	928.549	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
		1+550.36	5.11	945	-0.002	0.1243	0.0022	0.193	OK		-		
		1+660.05	4.87	945	-0.002	0.1243	0.0022	0.193	OK		-		
	D-3	1+793.18	4.58	945	0.021	-1.2233	-0.0213	Aclive	OK		-		OK
V-4		1+980.00	8.57	945	-0.017	0.9998	0.0174	0.547	Não OK	432.085	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
	D-4	2+093.28	6.60	945	0.004	-0.2481	-0.0043	Aclive	OK		-		OK
		2+220.00	7.14	945	0.015	-0.8663	-0.0151	Aclive	OK		-		OK
		2+285.00	8.13	945	0.049	-2.8241	-0.0493	Aclive	OK		-		OK
V-5		2+422.50	14.90	945	-0.018	1.0222	0.0178	0.553	Não OK	442.496	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
	D-5	2+526.36	13.05	945	0.022	-1.2702	-0.0222	Aclive	OK		-		OK
V-6		2+580.00	14.24	945	-0.028	1.6100	0.0281	0.694	Não OK	157.504	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
	D-6	2+709.29	10.61	945	0.014	-0.8279	-0.0144	Aclive	OK		-		OK
		2+792.48	11.81	945	0.010	-0.5472	-0.0095	Aclive	OK		-		OK

**VERIFICAÇÃO VELOCIDADE CRÍTICA POR TRECHO E IMPLANTAÇÃO DE VENTOSAS**

Ventosa	Descarga	Estaca	Cota (m)	Di AAT (mm)	Decliv. jusante (m/m)	$\theta$ (graus)	sen $\theta$	V crít.	Situação (Vcrít. < 0,3)	Extensão entre vent.	Ventosa	Critério	Decliv. NBR 12.215 (ative > 0.2%, decl. > 0.3%)
		2+810.41	11.98	945	0.020	-1.1471	-0.0200	Active	OK		-		OK
V-7		2+940.00	14.57	945	-0.056	3.1851	0.0556	0.976	Não OK	360	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
		3+033.47	9.38	945	-0.011	0.6503	0.0113	0.441	Não OK		-		OK
	D-7	3+160.00	7.94	945	0.012	-0.6612	-0.0115	Active	OK		-		OK
		3+190.60	8.30	945	1.483	-84.9874	-0.9962	Active	OK		-		OK
		3+191.98	10.34	945	0.016	-0.9207	-0.0161	Active	OK		-		OK
V-8		3+198.07	10.44	945	-1.515	86.8037	0.9984	4.138	Não OK	258.07	Sim	Ponto Alto / Kent	OK
	D-8	3+199.49	8.30	945	0.008	-0.4400	-0.0077	Active	OK		-		OK
		3+378.58	9.67	945	0.019	-1.0817	-0.0189	Active	OK		-		OK
		3+480.00	11.59	945	0.021	-1.2238	-0.0214	Active	OK		-		OK
		3+572.82	13.57	945	0.112	-6.4120	-0.1117	Active	OK		-		OK
		3+668.25	24.25	945	0.051	-2.9221	-0.0510	Active	OK		-		OK
V-9		3+725.46	27.17	945	0.061	-3.5065	-0.0612	Active	OK	527.393	sim	Ponto Alto / Kent	OK
		3+826.89	33.37	945	0.027	-1.5670	-0.0273	Active	OK		-		OK
		3+940.00	36.47	945	0.027	-1.5544	-0.0271	Active	OK		-		OK
		4+178.79	42.94	945	0.028	-1.6043	-0.0280	Active	OK		-		OK
V-10		4+237.94	44.60	945	0.000	0.0000	0.0000	Active	OK	512.473	sim	Ponto Alto / Kent	OK

### 3.7.2.2 Regime normal de trabalho – ventosas de pequeno orifício para expulsão de ar (ou expurgadores)

Quando o sistema está em funcionamento a tubulação encontra-se, em geral, submetida a elevadas pressões, comparativamente aos casos do enchimento e esvaziamento. Por isso, a solução passa a ser a utilização de ventosas de pequeno orifício (purgadores), que possibilitam uma abertura a pressões elevadas e a consequente evacuação de pequenas bolsas de ar que se vão acumulando nos pontos altos.

Como em condições normais a concentração de ar dissolvido na água é de 2 %, pode-se admitir como vazão de ar pela ventosa esta mesma concentração, qual seja,  $Q_{AR} = 0,02 \cdot Q_{LINHA} \rightarrow Q_{AR} = 16 \text{ l/s} = 57,6 \text{ m}^3/\text{h}$ .

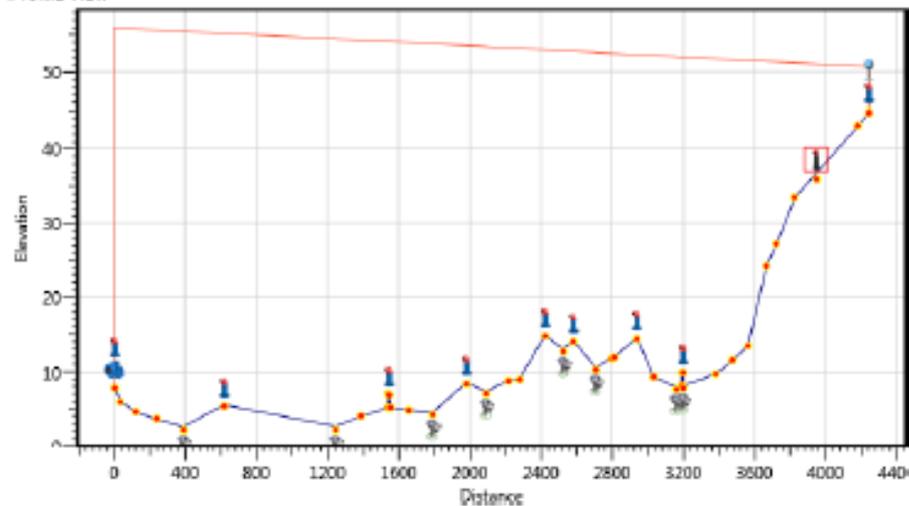
### 3.7.2.3 Conclusão

Com o objetivo de definir o posicionamento e dimensionamento das válvulas ventosas em regime permanente, utilizou-se o software ARIavCAD, conforme resultados abaixo.

#### ARIavCAD project:

Report date:	12/1/2017 9:48:06 AM	Project date:	8/8/2017
Designer:		Distance units:	0
Application:	0	Elevation units:	0
Fluid type:	0	Diameter units:	0
Analysis type:	#Error	Flow units:	Litres/second
Burst ratio:	20%	Pressure units:	MetersWater
Rupture ratio:	20%	Manifold usage:	Avoid Manifold Usage

Profile view



**ARIavCAD does not perform water hammer or surge analysis. A.R.I. Flow Control Accessories, or its representatives, are not responsible for any damages resulting from actions taken in response to ARIavCAD analysis results.**  
**Clarification: ARIavCAD analysis assumes full-pipe pressurized flow in all pipe sections. Pipe sections with partial flow, either constant or intermittent, require special treatment, not covered by ARIavCAD. ARIavCAD analysis is suitable only to A.R.I. air valves !!**

Station ID	Distance	Elevation	Accessories
<b>Maximum Negative Pressure: 4 ,Section Diameter: 945 ,Pipe Material: 130</b>			
0	0.00	7.87	Pump station Is inline: Yes, Flowrate: 800.00, Pressure: 48.00 D-46 Selected diameter: 3

20	38.24	6.02	
120	120.00	4.63	
240	240.00	3.63	
380	389.04	2.39	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
600	619.37	5.58	D-46 Selected diameter: 3
1240	1,246.42	2.66	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
1380	1,289.40	4.03	
1520	1,334.60	5.15	
1520	1,336.98	7.00	
1540	1,548.41	7.10	D-46 Selected diameter: 3
1540	1,551.09	5.15	
1660	1,660.05	4.87	
1780	1,793.18	4.38	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
1980	1,980.00	8.57	D-46 Selected diameter: 3
2080	2,092.96	7.41	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
2220	2,220.00	8.86	
2260	2,278.54	9.02	
2420	2,422.50	14.90	D-46 Selected diameter: 4
2520	2,526.36	13.05	Drainage valve Diameter: 150.00, Head loss: 0.60
2580	2,580.00	14.24	D-46 Selected diameter: 2
2700	2,709.29	10.61	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
2780	2,792.48	11.81	
2800	2,810.41	11.98	
2940	2,940.00	14.57	D-46 Selected diameter: 3
3020	3,033.47	9.38	
3160	3,160.00	7.94	Drainage valve Diameter: 150.00, Head loss: 0.60
3180	3,191.33	8.19	
3180	3,193.35	9.98	
3180	3,196.76	10.08	D-46 Selected diameter: 2
3180	3,198.71	8.19	Drainage valve Diameter: 200.00, Head loss: 0.60
3360	3,378.58	9.67	
3480	3,480.00	11.59	
3560	3,564.22	13.57	
3660	3,668.25	24.25	
3720	3,725.46	27.17	
3820	3,826.89	33.37	
3940	3,940.00	36.47	D-43 Selected diameter: 2
4180	4,178.79	42.94	
4240	4,245.28	44.75	D-46 Selected diameter: 4 Reservoir / Water tower Flowrate: 800.00, Water level: 32.00

Summary	
Quantity	Accessory name
5	D-46 3"
2	D-46 4"
2	D-46 2"
1	D-43 2"

Figura 3.12 – Dimensionamento ventosas vai software.

Além do dimensionamento via software também foram verificados outros critérios de dimensionamento recomendados por Azevedo Netto (1998) e Tsutiya (2013) já mencionados e abaixo resumidos:

**1.  $dV = D/8$**

Onde,  $dV$  = diâmetro da válvula ventosa, mm.

$D$  = diâmetro da adutora, mm.

**2.  $Q_{ar} \geq Q_e$  e  $Var \leq 40\text{m/s}$**

Em situação de enchimento da adutora em que há necessidade de expulsão de ar, a capacidade de expulsão de ar ( $Q_{ar}$ ) pelo orifício da ventosa deve ser maior ou igual a vazão de enchimento ( $Q_e$ ). Segundo Azevedo Netto, a vazão de enchimento normalmente situa-se em 15% da vazão da adutora. É preciso considerar que nesta situação de expulsão, a velocidade do ar ( $Var$ ) não deve ser superior a 40 m/s de forma a evitar ruídos;

**3.  $Q_{ar} \geq Q_d$**

Na admissão de ar, situação de drenagem ou ruptura da adutora, a capacidade de admissão de ar pelo orifício da válvula deve ser maior ou igual a vazão de descarga no expurgo da adutora.

Para determinação da vazão de ar, tanto no item 2 quanto no item 3, adotou-se a mesma formulação fixada para a vazão máxima de descarga do registro:

$$Q_{ar} = C_d \cdot A_o \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{P \cdot \rho_{\text{água}}}{\rho_{ar}}}$$

Onde,

- $C_d$ : Coeficiente de Vazão do Orifício (adotado 0,60)
- $A_o$ : Área do orifício da ventosa,  $\text{m}^2$  conforme catálogo (adotado D-46 ou D-43, ARI, de acordo com a seleção do ARIvCAD)
- $P$ : Queda de Pressão no Orifício, mca  $P=P_1-P_2$  (adotado 3,5mca, conforme recomendação do fabricante)
  - o  $P_1$ : Pressão Absoluta a Montante do Orifício (Interior da Tubulação)
  - o  $P_2$ : Pressão Absoluta a Jusante do Orifício (Meio Externo)
- $g$ : Aceleração da Gravidade ( $\text{m/s}^2$ )
- $\rho_{\text{ÁGUA}}$ : Massa Específica da água ( $1000 \text{ kgf/m}^3$ )
- $\rho_{\text{AR}}$ : Massa Específica do Ar ( $1,4 \text{ kgf/m}^3$ )

Sabendo o que a vazão de ar deve ser maior ou igual a vazão na descarga, definiu-se a área mínima do orifício da válvula ventosa.

**4.  $dV = 0,21 \cdot Z_{\text{máx}}^{1/4} \cdot dD$**

Também para admissão de ar na ventosa, foi definido o diâmetro da adutora conforme Koelle, onde

- $dV$  = diâmetro da ventosa, m
- $Z_{\text{máx}}$  = máximo desnível entre o ponto alto e a descarga, m
- $D$  = diâmetro do registro de descarga, m

**5. Seleção gráfica pela curva do fabricante**

Por fim, verifica-se o tamanho da ventosa diretamente na curva característica desta, tendo como vazão de dimensionamento a vazão de projeto da adutora ( $800 \text{ L/s}$  ou  $2.880 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e estipulando o diferencial de pressão como igual a 3,5 mca.

# D-46

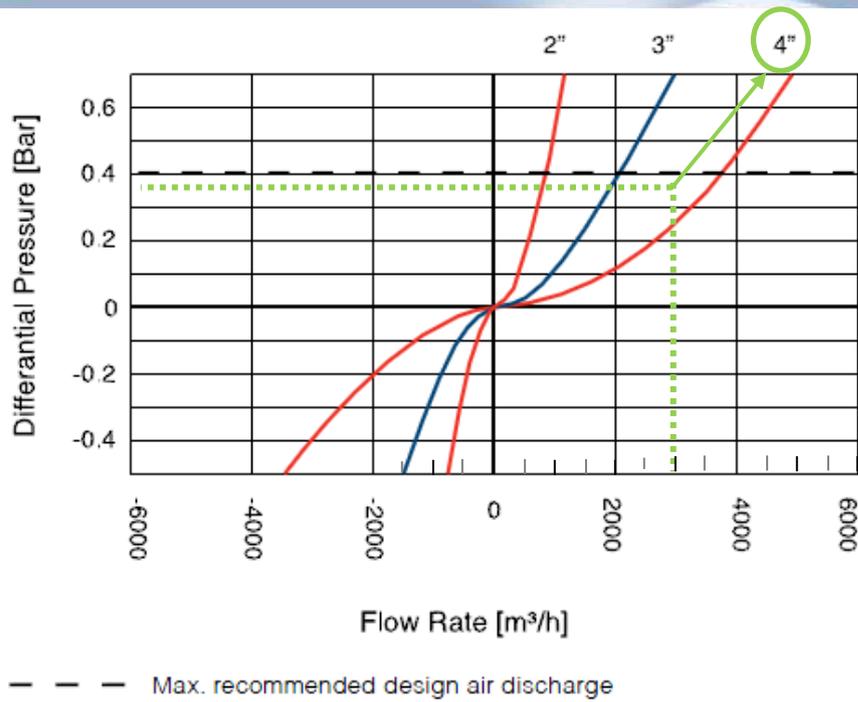
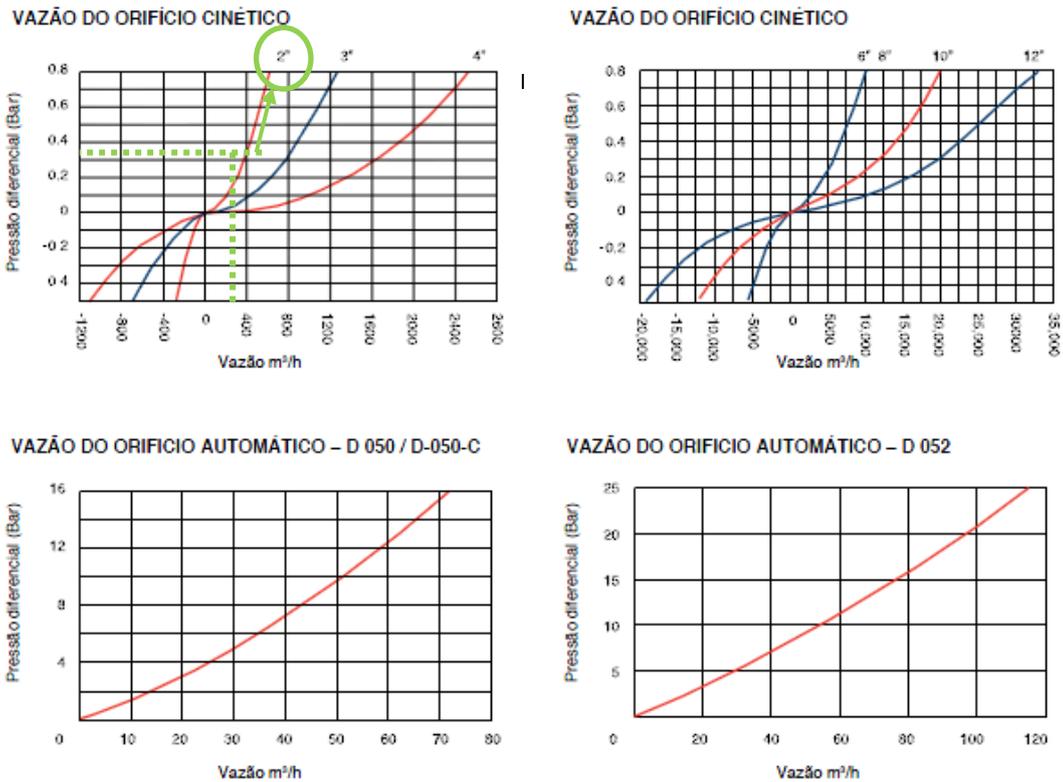


Figura 3.13 – Gráfico de atuação das ventosas, referência modelo D-46 Ari Valve.



# D-050

Figura 3.14 – Gráfico de atuação das ventosas, referência modelo D-050 Ari Valve.

Cabe a ressalva que adotou-se o programa da A.R.I. apenas para fins de dimensionamento. A aquisição das válvulas ventosas deve ser independente da marca e modelo desde que atenda às condições de funcionamento estabelecidos e apresente igual qualidade.

As ventosas selecionadas constam na Quadro 3.7 e a curva típica na Figura 3.13 e Figura 3.15.

Quadro 3.7 – Dados das ventosas da Adutora de água tratada.

DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS																	
Ventosa	Descarga	Distância (m)	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	Qdesc. (m³/s)	(2) Ao (mm²)	(3) Ao (mm²)	dV (mm)						ADOTADO		
									(1)	(2) (2.1)	(3)	(4)	(5)	ARI			
1	Início				Z <sub>mont.</sub> = 0.00	Q <sub>mont.</sub> = 0.00										D-46	D-46
		-	7.87	945	Z <sub>máx.</sub> = 5.87	Q <sub>máx.</sub> = 0.24	3000.00	1776.01	118.13	80	50	65.37	4" 100	3" 80			80
	1	388.92	2.00		Z <sub>jus.</sub> = 5.87	Q <sub>jus.</sub> = 0.24											
2	1	388.92	2.00		Z <sub>mont.</sub> = 3.58	Q <sub>mont.</sub> = 0.24										D-46	D-46
		619.37	5.58	945	Z <sub>máx.</sub> = 3.58	Q <sub>máx.</sub> = 0.33	3000.00	2497.07	118.13	80	80	72.22	4" 100	3" 80			80
	2	1,231.43	2.54		Z <sub>jus.</sub> = 3.04	Q <sub>jus.</sub> = 0.33											
3	2	1,231.43	2.54		Z <sub>mont.</sub> = 4.75	Q <sub>mont.</sub> = 0.33										D-46	D-46 - >100
		1,547.92	7.29	945	Z <sub>máx.</sub> = 4.75	Q <sub>máx.</sub> = 0.33	3000.00	2497.07	118.13	80	80	77.52	4" 100	3" 80			80
	3	1,793.18	4.58		Z <sub>jus.</sub> = 2.71	Q <sub>jus.</sub> = 0.19										D-43	2 x 50 D-43->2x50
4	3	1,793.18	4.58		Z <sub>mont.</sub> = 3.99	Q <sub>mont.</sub> = 0.19										D-46	D-46
		1,980.00	8.57	945	Z <sub>máx.</sub> = 3.99	Q <sub>máx.</sub> = 0.28	3000.00	2112.75	118.13	80	80	59.36	4" 100	3" 80			80
	4	2,093.28	6.60		Z <sub>jus.</sub> = 1.98	Q <sub>jus.</sub> = 0.28											
5	4	2,093.28	6.60		Z <sub>mont.</sub> = 8.31	Q <sub>mont.</sub> = 0.28										D-46	D-46
		2,422.50	14.90	945	Z <sub>máx.</sub> = 8.31	Q <sub>máx.</sub> = 0.28	3000.00	2112.75	118.13	80	80	71.30	4" 100	4" 100			100
	5	2,526.36	13.05		Z <sub>jus.</sub> = 1.85	Q <sub>jus.</sub> = 0.07											
6	5	2,526.36	13.05		Z <sub>mont.</sub> = 1.19	Q <sub>mont.</sub> = 0.07										D-46	D-46
		2,580.00	14.24	945	Z <sub>máx.</sub> = 3.63	Q <sub>máx.</sub> = 0.19	3000.00	1460.02	118.13	80	50	57.98	4" 100	2" 50			50
	6	2,709.29	10.61		Z <sub>jus.</sub> = 3.63	Q <sub>jus.</sub> = 0.19											

DIMENSIONAMENTO DAS VENTOSAS																
Ventos a	Descarga	Distância (m)	Cota (m)	Di AAT (mm)	Z (m)	Qdesc. (m³/s)	(2) Ao (mm²)	(3) Ao (mm²)	dV (mm)						ADOTAD O	
									(1)	(2)	(2.1)	(3)	(4)	(5)		ARI
	6	2,709.29	10.61		Z <sub>mont.</sub> = 3.97	Q <sub>mont.</sub> = 0.19									D-46	D-46
7		2,940.00	14.57	945	Z <sub>máx.</sub> = 6.63	Q <sub>máx.</sub> = 0.19	3000.00	1460.02	118.13	80	50	67.40	4" 100	2" 80		80
	7	3,160.00	7.94		Z <sub>jus.</sub> = 6.63	Q <sub>jus.</sub> = 0.14										
	7	3,160.00	7.94		Z <sub>mont.</sub> = 2.50	Q <sub>mont.</sub> = 0.14									D-43	D-43-> 50
8		3,198.07	10.44	945	Z <sub>máx.</sub> = 2.50	Q <sub>máx.</sub> = 0.59	3000.00	4416.88	118.13	80	80	52.81	4" 100	2" 50		50
	8	3,199.49	8.30		Z <sub>jus.</sub> = 2.15	Q <sub>jus.</sub> = 0.59									D-43 50	D-43-> 50
	8	3,199.49	8.30		Z <sub>mont.</sub> = 18.87	Q <sub>mont.</sub> = 0.59									D-46	D-46
9		3,725.46	27.17	945	Z <sub>máx.</sub> = 18.87	Q <sub>máx.</sub> = 0.59	3000.00	4416.88	118.13	80	80	87.54	4" 100	4" 50		50
	fim	4,237.94	44.60		Z <sub>jus.</sub> = -17.44	Q <sub>jus.</sub> = 0.00										
	8	3,199.49	8.30		Z <sub>mont.</sub> = 36.31	Q <sub>mont.</sub> = 0.59									D-46	D-46
10		4,237.94	44.60	945	Z <sub>máx.</sub> = 36.31	Q <sub>máx.</sub> = 0.59	3000.00	4416.88	118.13	80	80	103.10	4" 100	4" 100		100
	Fim	4,237.94	44.60		Z <sub>jus.</sub> = 0.00	Q <sub>jus.</sub> = 0.00										

Em suma as ventosas terão o tamanho e posição conforme Quadro 3.8. Para detalhes, ver as plantas de projeto.

Quadro 3.8 – Localização ventosas por trecho e DN.

Ventosa	Dist Ac (m)	Cota GI (m)	H vala (m)	DN Ventosa (mm)	Modelo	Localização
1	0.00	7.87	2.42	80	D-46	Rua Eduardo Chartier
2	619.37	5.58	2.41	80	D-46	Rua São Nicolau
3	1547.92	7.29	TRAVESSIA*	80	D-46 ->100	Rua São Nicolau
4	1980.00	8.57	2.42	80	D-46	Rua São Nicolau
5	2422.50	14.90	2.33	100	D-46	Rua Pereira Pinto
6	2580.00	14.24	2.40	50	D-46	Av. Sertório
7	2940.00	14.57	2.29	80	D-46	Av. Sertório
8	3198.07	10.44	TRAVESSIA*	50	D-43-> 50	Av. Sertório
9	3725.46	27.17	2.51	50	D-46	Av. Sertório
10	4237.94	44.60	2.05	100	D-46	Av. Sertório

\*Ventosa aparente localizada no colo de uma travessia, sem necessidade de vala.

### 3.7.3 Especificação das válvulas

Os ventosas devem respeitar as seguintes especificações.

Quadro 3.9 – Especificações Técnicas das Ventosas

Características técnicas: ventosa automática [combinada ou tríplex função] para águas limpas	
Tipo construtivo:	Combinada ou tríplex função
Sistema "non slam":	( X ) Sim ( ) não
Função:	Admissão e expulsão de ar de tubulações pressurizadas
Diâmetro nominal (DN):	Conforme Quadro 3.8
Pressão mínima de operação:	0,2 bar
Classe de pressão:	PN 10
Pressão de fechamento com ar:	A partir de 0,8 bar
Pressão de fechamento com água:	A partir de 0,2 bar
Tipo de bóia/flutuador :	Com movimento de pêndulo, evitando travamentos e isolando vibrações
Formato do corpo:	Tipo cônico para se evitar acúmulos de resíduos
Tipo de conexão:	Flange ABNT 7675 PN 10
<b>Materiais empregados:</b>	
Corpo superior:	Nylon reforçado
Tira de elastômero:	Epdm
Guia:	Nylon reforçado
Flutuador superior:	Polipropileno expandido
Guia:	Nylon reforçado
Base:	Latão
Junta tórica:	Buna-n
Parafuso e porca:	Aço cromado
Flutuador inferior:	Polipropileno ou aço inox 304
Corpo inferior:	Ferro fundido
Revestimento:	Epóxi

### 3.7.4 Montagem das caixas de ventosas

As ventosas devem ser implantadas abrigadas em caixas que as resguarde de vandalismo e intempéries climáticas. As caixas devem ter acesso para permitir a sua adequada manutenção, porém não serão projetadas com escadas tipo marinheiro, conforme orientação do DMAE. Para o correto funcionamento da ventosa deve-se prever a implantação de postes de ventilação conforme ver modelo da Figura 3.15. Maiores detalhes podem ser visualizados na planta do projeto da adutora.

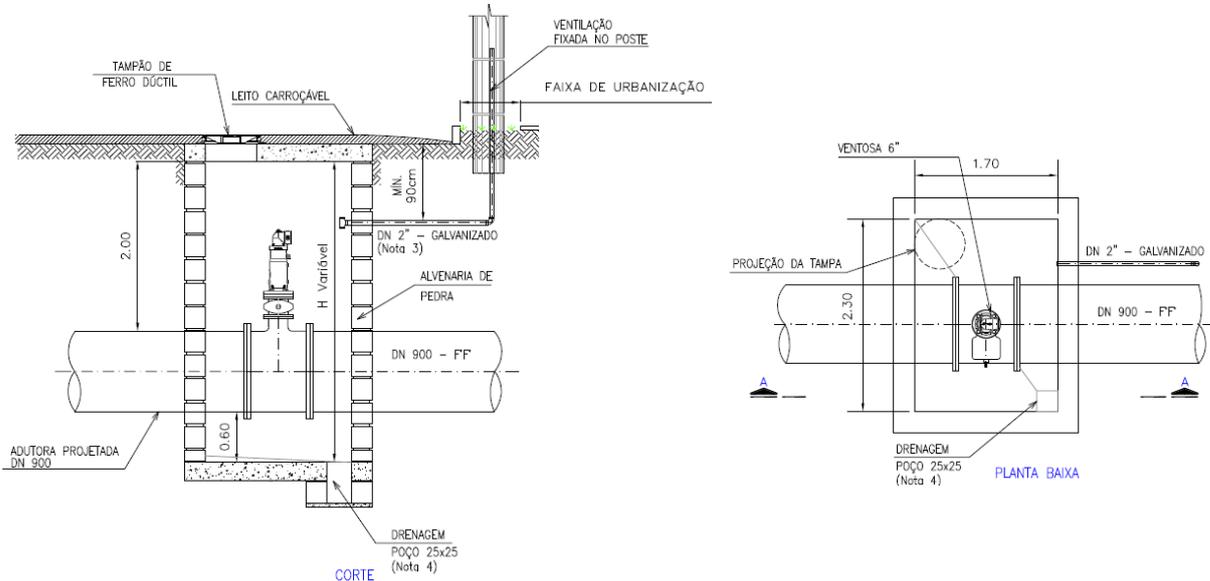


Figura 3.15 – Modelo da caixa de ventosas.

## 3.8 Estudo de Transiente Hidráulico

Este estudo tem por objetivo avaliar o comportamento do recalque de água tratada EBAT Ouro Preto, quanto à ocorrência de transitórios hidráulicos, determinando as medidas e dispositivos necessários à proteção do mesmo.

No Sistema São João, também há, além da EBAT Ouro Preto, a EBAT Sarandi e a EBAT Ary Tarragô. Os dois primeiros são recalques de maior porte, que serão alimentados direto da rede através de adutoras existentes e projetadas, operando como boosters. Desta forma, quando ocorrer uma parada não programada de um deles, ou dos dois ao mesmo tempo, haverá ocorrência de transitórios hidráulicos tanto à jusante quanto à montante dos recalques, devendo ocorrer influência dos transitórios de um recalque sobre o outro, e sobre o restante da rede. O terceiro, a EBAT Ary Tarragô, é um recalque de menor porte, que alimentará os reservatórios Manoel Elias. Por recalcar a partir de um reservatório e não diretamente da rede, este recalque não sofrerá influência direta dos transitórios dos outros recalques.

Considerando-se que os bombeamentos em estudo estão inseridos na rede de distribuição, foi desenvolvido um modelo de simulação de transitórios hidráulicos em rede, partindo-se do modelo em regime permanente, o qual foi simplificado. Tendo em vista a grande complexidade dos transitórios em rede e a influência entre os recalques, buscou-se delimitar as condições operacionais causadoras das maiores amplitudes de pressões transientes. Assim foram definidos quatro cenários operacionais, os quais, ainda, foram verificados para demanda máxima horária e demanda mínima.

Os cenários são os seguintes:

- Cenário 1: Reservatórios com níveis máximos e a parada concomitante dos recalques Ouro Preto e Sarandi
- Cenário 2: Reservatórios com níveis mínimos e a parada concomitante dos recalques Ouro Preto e Sarandi
- Cenário 3: Reservatórios com níveis máximos e a parada de um dos dois recalques.
- Cenário 4: Reservatórios com níveis mínimos e a parada de um dos dois recalques.

A simulação da ocorrência de escoamentos transitórios nos recalques foi feita através de modelagem matemática com base no método das características, levando em consideração todos os parâmetros e características considerados na modelagem do sistema distribuidor em regime permanente. Assim, foi realizado estudo de transitórios hidráulicos no sistema São João do DMAE, considerando-se inicialmente o sistema sem dispositivos adicionais de proteção, para os quatro cenários definidos, com o objetivo de determinar as condições críticas. Após foram definidos os sistemas de proteção para as piores condições do sistema, o que deverá garantir a segurança operacional com relação à ocorrência de transitórios hidráulicos.

### 3.8.1 Metodologia

Quando forem alteradas as condições de escoamento em um sistema hidráulico, por exemplo: a manobra de uma válvula ou pela entrada ou saída de operação de um ou mais GMBs, tem-se a passagem de uma condição de escoamento permanente para uma nova condição de escoamento permanente. No intervalo de tempo que separa estes dois estados de escoamento, ocorre um regime variável, ou transitório hidráulico, o qual, por tratar-se de uma perturbação de natureza oscilatória, pode gerar grandes esforços e levar o sistema à ressonância, ampliando a grandeza destes esforços transientes, podendo causar sérios danos às tubulações e estruturas dos recalques. Se, por qualquer motivo, ocorrer a concordância de fase da onda gerada pelo escoamento em regime variável, ou transitório hidráulico, com a frequência natural do conduto, esse fenômeno pode levar o sistema à ressonância, e, por conseguinte, ao colapso.

O modelo teórico utilizado para representar este fenômeno físico considera em sua formulação matemática a compressibilidade da água e a elasticidade da tubulação. As equações estão fundamentadas no princípio da conservação da quantidade de movimento e de massa. Tais equações são derivadas parciais de primeira ordem, não homogêneas, e sua solução se dá, normalmente, por métodos numéricos. A solução analítica somente é possível com simplificações que as tornam bastante restritas quanto às suas aplicações.

Dos métodos numéricos que podem ser utilizados para resolver as equações acima, o método das características é o mais usual e empregado, apresentando uma precisão satisfatória para reprodução do fenômeno modelado. Os programas de computador utilizados são baseados no método das características e consideram a compressibilidade da água e a elasticidade da tubulação nos cálculos, o que gera resultados com um ótimo nível de precisão. No presente trabalho será utilizado o software Bentley Hammer V8i. Ele possibilita a seleção de diversos dispositivos de proteção de maneira combinada, pois existem aqueles dispositivos que atuam unicamente no combate às pressões negativas e os que atuam no combate às pressões positivas. Juntos, se necessário, fazem a proteção do sistema como um todo. Na Figura 3.16 é apresentado o modelo esquemático do sistema São João considerado para este estudo.

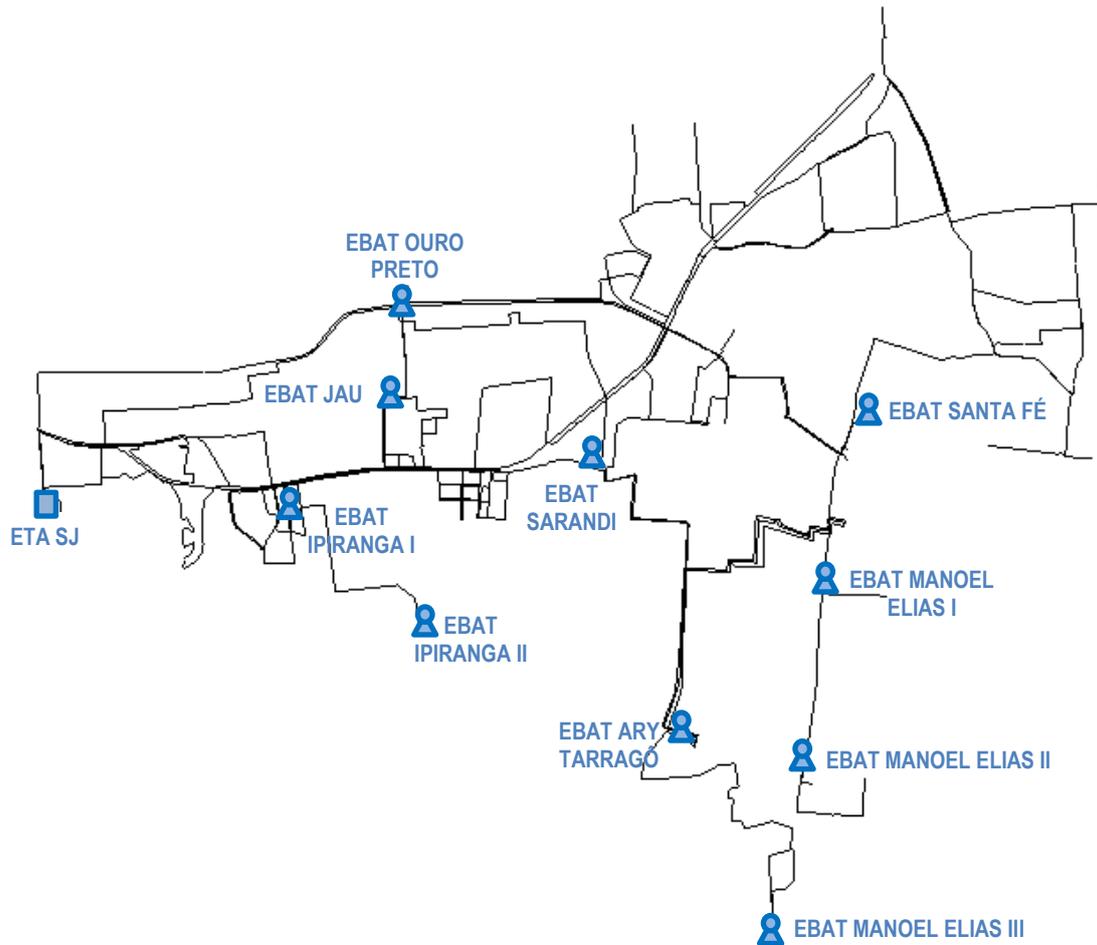


Figura 3.16 – Modelo Esquemático da Rede para Simulação de Regime Transiente.

Quadro 3.10 – Demandas que foram distribuídas aos nós (Qmh).

NÓ	Demanda (L/s)	NÓ	Demanda (L/s)	NÓ	Demanda (L/s)
NC-01	407,80	NO-142	34,58	NO-213	13,21
NC-07	283,21	NO-209	32,19	NO-137	12,73
NC-02	269,55	NO-090	30,85	NO-214	12,02
NC-05	229,54	NO-222	30,69	NO-176	11,32
NC-6B	224,41	NC-11	29,43	NO-195	11,18
NC-03	180,87	NO-094	29,26	NO-158	11,15
NC-06	145,54	NO-085	28,90	NO-153	10,45
NC-08	106,47	NC-15	28,80	NO-062	8,33
NC-04	82,91	NO-135	28,60	NO-180	8,27
NO-186	79,96	NO-106	24,43	NO-164	7,78
NC-12	70,54	NO-220	23,51	NO-191	7,32
NO-036	67,78	NO-114	23,27	NO-192	7,31
NC-10	65,06	NO-050	22,00	NO-166	6,92
NO-066	57,98	NO-082	19,85	NO-207	6,89
NO-079	50,11	NO-221	19,55	NO-049	6,78
NO-104	47,73	NO-224	18,46	NO-205	6,48

NÓ	Demanda (L/s)	NÓ	Demanda (L/s)	NÓ	Demanda (L/s)
NC-09	45,94	NO-159	18,34	NO-010	5,98
NO-095	41,47	NO-212	17,27	NO-007	5,96
NO-071	41,17	NO-133	15,62	NO-208	5,71
NC-14	39,21	NO-210	15,45	NO-206	3,27
NO-056	38,25	NO-211	14,84	NO-187	3,13
NO-083	36,70	NO-024	14,52	NO-088	1,15
NC-13	35,07	NO-152	13,24		

Para a simulação dos transientes com vazão máxima foi considerado o coeficiente K2 da hora de maior consumo que está contida na curva de demandas do sistema. Cabe salientar que a nomenclatura dos nós aqui adotada é a mesma do modelo hidráulico do regime permanente, Figura 3.17.

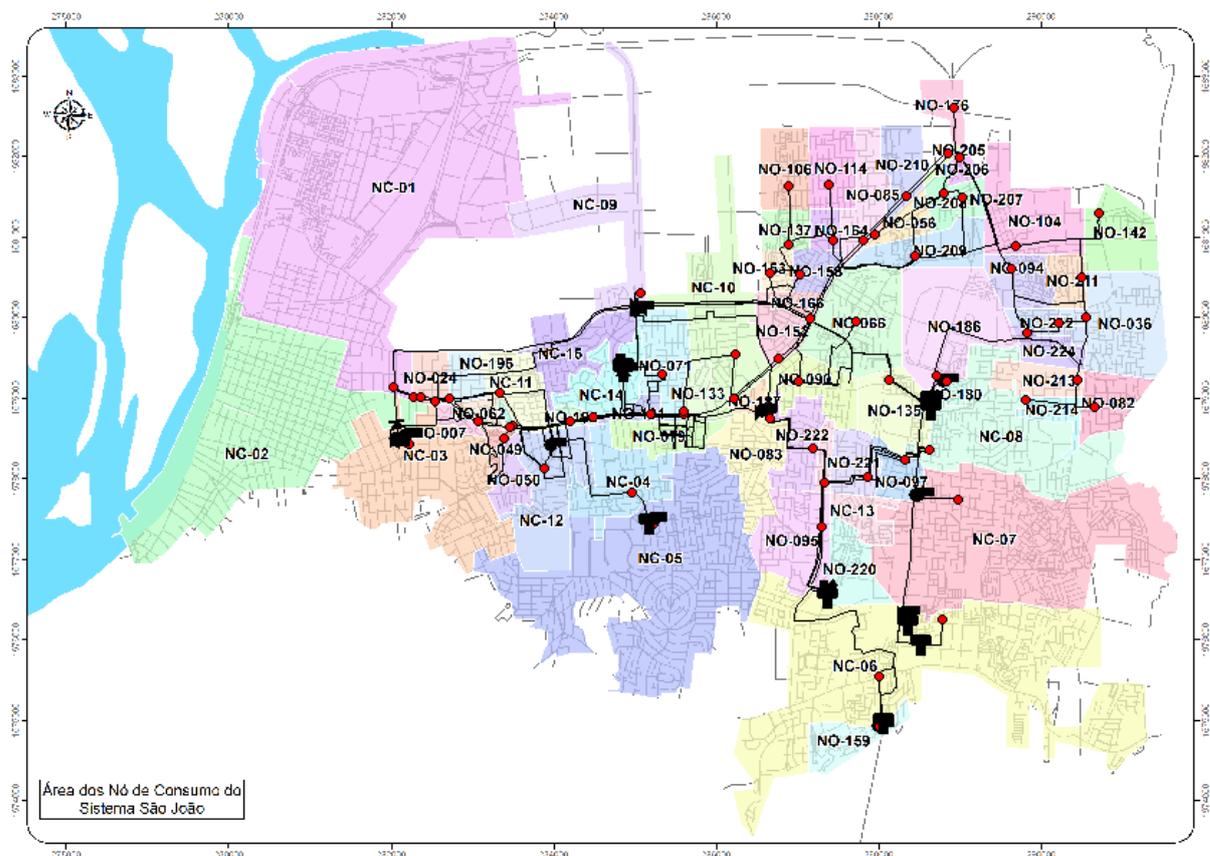


Figura 3.17 – Áreas de nós dos consumos concentrados.

### 3.8.2 Descrição do Sistema

As elevatórias de água tratada consideradas no estudo de transientes hidráulicos apresentam as seguintes características:

#### **EBAT OURO PRETO**

- Número de GMBs: 3 operativos e 1 reserva
- Modelo: Imbil ITAP 300-350
- Rotor: 345 mm
- Rotação: 1785 rpm
- Potência /GMB = 350 cv
- AMT= 35,55 mca

- Momento de Inércia do conjunto (WR<sup>2</sup>)= 7,27048 Kg.m<sup>2</sup>

#### **EBAT SARANDI**

- Número de GMBs: 3 operativos e 1 reserva
- Grupos 1 e 2
- Modelo: Imbil ITAP 200-400
- Rotor: 351 mm
- Rotação: 1780 rpm
- Potência /GMB = 160 cv
- AMT= mca
- Momento de Inércia do conjunto (WR<sup>2</sup>)= 2,82895 Kg.m<sup>2</sup>
- Grupos 3 e 4
- Modelo: KSB ETA 80-20
- Rotor: 180 mm
- Rotação: 3500 rpm
- Potência /GMB = 40 cv
- AMT= mca
- Momento de Inércia do conjunto (WR<sup>2</sup>)= 0,21006 Kg.m<sup>2</sup>

#### **EBAT ARY TARRAGÓ**

- Número de GMBs: 1 operativo e 1 reserva
- Modelo adotado como paradigma: Imbil BP 150450
- Rotor: 380 mm
- Rotação: 17750 rpm
- Potência /GMB = 150 cv
- Altura Manométrica Mínima= 69,81 mca
- Momento de Inércia do conjunto (WR<sup>2</sup>)= 3,95888 Kg.m<sup>2</sup>

#### **CELERIDADE**

$$a = \sqrt{\frac{K}{\rho \left( 1 + \frac{K \times D}{E \times e} \right)}}$$

- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  - massa específica da água;
- $k = 2,05E+09 \text{ N/m}^2$  - módulo de elasticidade da água;
- Ferro Fundido (FD):  $E=1,40E+11 \text{ N/m}^2$ - módulo de elasticidade;
- Aço (ACO):  $E=2,10E+11 \text{ N/m}^2$ - módulo de elasticidade;
- PEAD:  $E=1,20E+9 \text{ N/m}^2$ - módulo de elasticidade;
- Fibrocimento (FC):  $E=2,40E+10 \text{ N/m}^2$ - módulo de elasticidade.

No Quadro 3.11 são apresentadas as características dos tubos simulados, incluindo sua celeridade:

Quadro 3.11 – Características dos tubos utilizados para simulação do transiente.

Diâmetro (mm)	Material	Espessura (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Celeridade (m/s)
710	ACO	14	738	710,00	1250,58
519	ACO	6,5	532	519,00	1141,25
1016	ACO	16	1048	1016,00	1198,87
250	ACO	12	274	250,00	1415,76
509	ACO	11,5	532	509,00	1279,36
600	ACO	17,5	635	600,00	1328,02
300	ACO	13	326	300,00	1389,95
610	ACO	12,5	635	610,00	1258,91

Diâmetro (mm)	Material	Espessura (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Interno (mm)	Celeridade (m/s)
93	ACO	12,5	118	93,00	1492,86
400	FC	14,5	429	400,00	827,60
350	FC	14	378	350,00	856,82
300	FC	13	326	300,00	880,68
914	FD	15,5	945	914,00	1111,06
457	FD	11,5	480	457,00	1173,78
1016	FD	16	1048	1016,00	1090,85
710	FD	14	738	710,00	1150,94
812	FD	15	842	812,00	1133,9
610	FD	12,5	635	610,00	1160,82
407	FD	11	429	407,00	1227,91
97	FD	10,5	118	97,00	1446,9
206	FD	8	222	206,00	1304,06
103	FD	7,5	118	103,00	1403,43
154	FD	8	170	154,00	1355,08
407	FD	11	429	407,00	1227,91
509	FD	11,5	532	509,00	1185,30
1220	FD	17,5	1255	1220,00	1064,85
812	FD	15	842	812,00	1133,90
357	FD	10,5	378	357,00	1260,06
1016	FD	16	1048	1016,00	1090,85
914	FD	15,5	945	914,00	1111,06
710	FD	14	738	710,00	1150,94
610	FD	12,5	635	610,00	1160,82
299	FD	13,5	326	299,00	1303,39
156	FD	7	170	156,00	1330,52
457	FD	11,5	480	457,00	1173,78
341	PEAD	29,5	400	341,00	351,71
302	PEAD	26,5	355	302,00	350,35
93	PEAD	8,5	110	93,00	360,98
191	PEAD	17	225	191,00	356,48
268	PEAD	23,5	315	268,00	353,97
136	PEAD	12	160	136,00	355,01
383	PEAD	33,5	450	383,00	353,55

### 3.8.3 Descrição das Simulações

Foi desenvolvido um modelo de simulação de transientes hidráulicos para o sistema de recalque em rede considerando os níveis máximos e mínimos dos reservatórios, conforme os cenários descritos anteriormente. Estudou-se, então, o sistema para os cenários definidos, nas condições de consumo máximo e mínimo, sem dispositivos de proteção, para definir as piores condições do ponto de vista da ocorrência dos transitórios hidráulicos. Após, foram estudados os dispositivos necessários para a atenuação das pressões transitórias no sistema de recalque/distribuição de água tratada do sistema São João.

Pelas simulações, foi verificado que a pior condição em cada cenário ocorreu para o consumo máximo horário. Como a diferença não é muito grande, optou-se por apresentar os gráficos da pior condição, pois, caso contrário, seriam apresentados muitos gráficos quase iguais.

O modelo para a avaliação de transitórios hidráulicos do recalque Ouro Preto levou em consideração as tubulações principais do sistema São João e suas demais unidades, como recalques e reservatórios. Estão incluídas as adutoras existentes e projetadas de sucção e recalque, incluindo o by-pass existente que interliga a adutora de sucção com a tubulação de recalque, o que confere ao recalque um grau de proteção contra transitórios. Esse by-pass alivia sobrepressões à montante da elevatória e, ao fazer isso, ajuda a atenuar possíveis subpressões à jusante.

Na apresentação dos resultados, quando for referido sistema sem proteção, entenda-se sistema sem proteção adicional, além do by-pass existente. Para que o transiente possa ser avaliado de forma correta, precisa-se simular o sistema na sua integralidade, incluindo as unidades de montante e de jusante ao recalque. Serão apresentados os gráficos que demonstram essa condição. Porém, para adequar o relatório à forma como o projeto está sendo apresentado, serão apresentados, também, separadamente, os resultados para a adutora projetada de montante e para a adutora projetada de jusante.

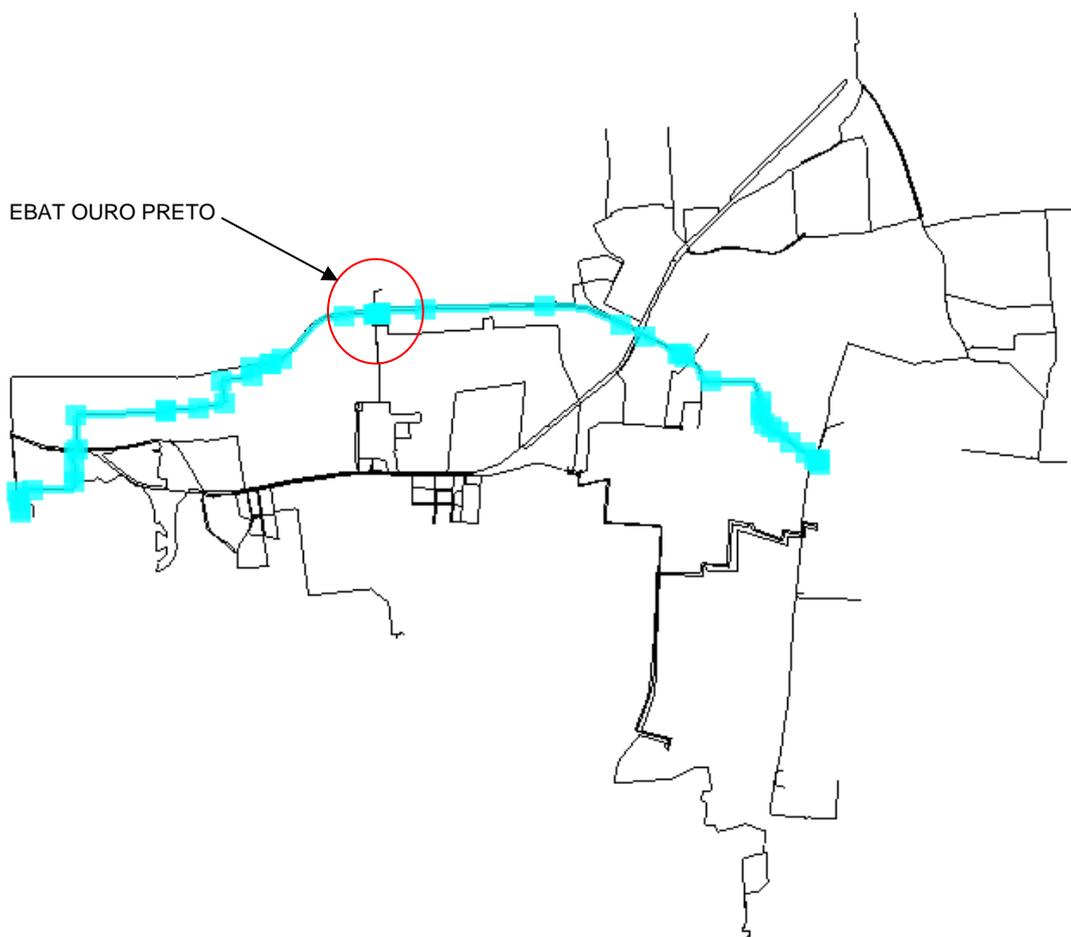


Figura 3.18 – Modelo Esquemático da Rede – Recalque Ouro Preto – Adutoras de Sucção e Recalque.

#### 3.8.3.1 Sistema sem proteção

A seguir são apresentados os resultados das simulações do sistema sem proteção para os cenários definidos.

**CENÁRIO 1:** considera os reservatórios em seu nível máximo, todos os recalques ativos e demanda máxima. A seguir são apresentados os gráficos da primeira simulação, para o sistema completo, onde se considerou o recalque sem nenhum dispositivo de proteção e transiente gerado pela parada brusca dos GMBs

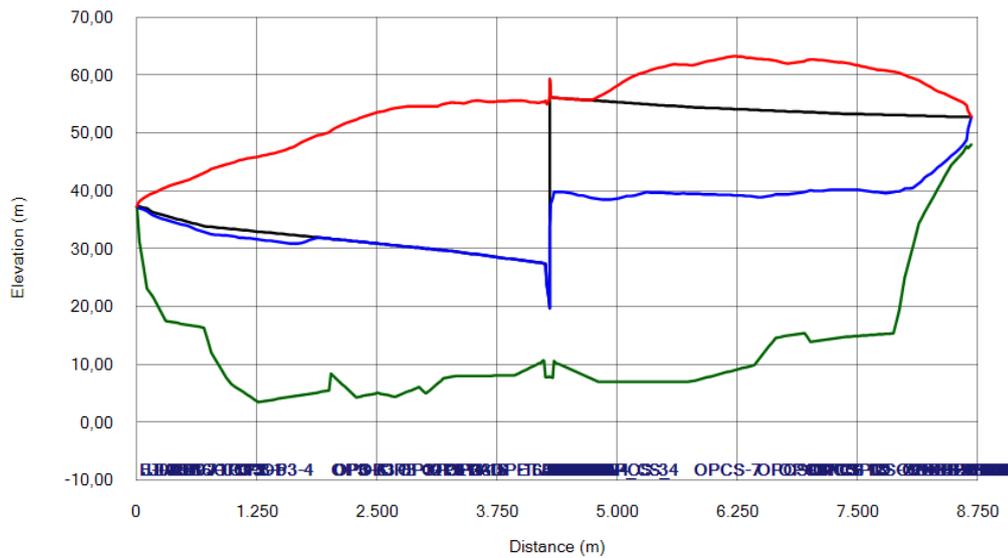


Figura 3.19 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 1.

**CENÁRIO 2:** considera os reservatórios em seu nível mínimo, todos os recalques ativos e demanda máxima.

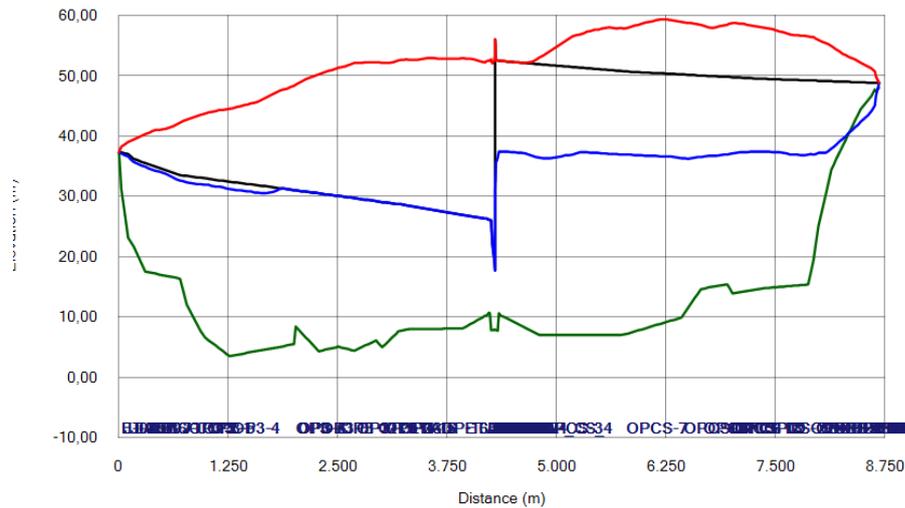


Figura 3.20 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 2.

**CENÁRIO 3:** considera os reservatórios em seu nível máximo, e a parada não programada apenas do recalque Ouro Preto, sem a interferência do transitório causado pela parada da EBAT Sarandi.

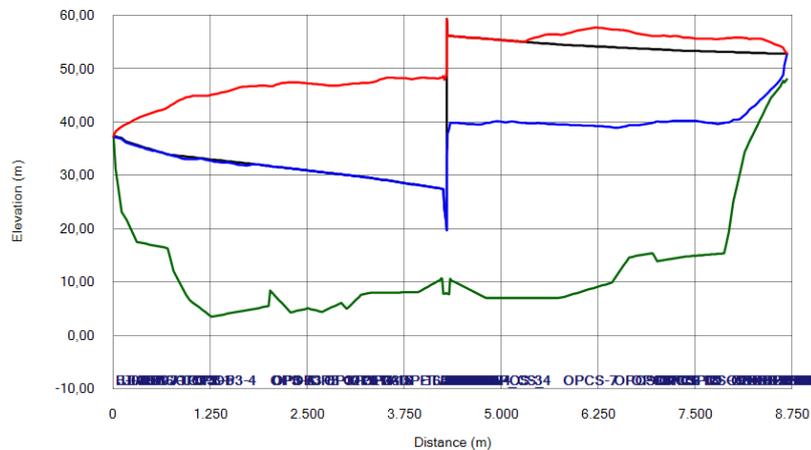


Figura 3.21 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 3.

**CENÁRIO 4:** considera os reservatórios em seu nível mínimo, e a parada não programada apenas do recalque Ouro Preto, sem a interferência do transitório causado pela parada da EBAT Sarandi.

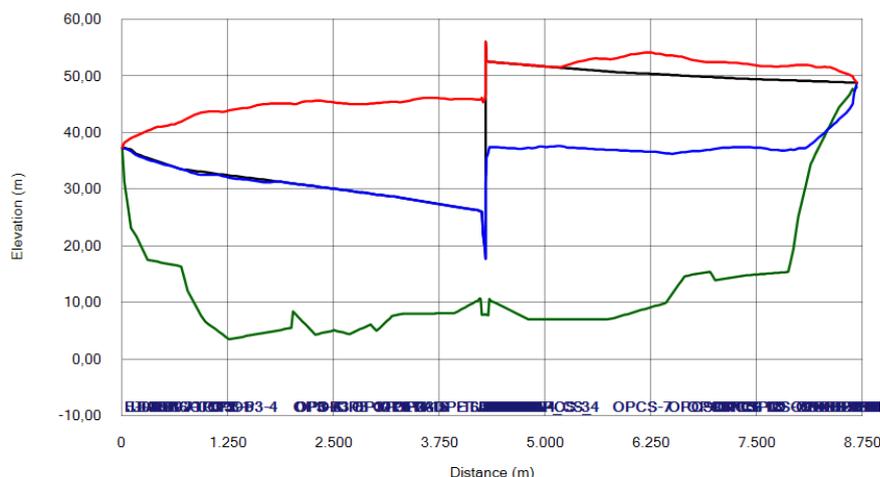


Figura 3.22 – Envoltórias de Pressões sem Proteção – Cenário 4.

Verifica-se que a maior sobrepressão ocorre no Cenário 1, com 54,71 mca, na adutora de recalque, e a pressão negativa de maior valor verificou-se no Cenário 2 e Cenário 4 (mesmo valor), com valor de -2,66 mca, na adutora de recalque, chegada no reservatório Costa e Silva. Verificou-se que o by-pass existente, interligando a adutora de sucção e a tubulação de recalque da EBAT Ouro Preto, foi eficiente na função de evitar sobrepressões à montante da elevatória e depressões transitórias à jusante.

A ocorrência de subpressões na adutora de água tratada, mesmo que em valores baixos, deve ser evitada, pois, tal ocorrência pode facilitar a contaminação da água. Logo, deverão ser previstas ventosas de tríplex função na chegada do reservatório Costa e Silva com a função de evitar subpressões transitórias.

### 3.8.3.2 Sistema com proteção

A seguir são apresentados os resultados das simulações do sistema com proteção para os cenários 2 e 4, os quais apresentaram pressões negativas.

Para proteger o sistema é previsto a instalação de três ventosas. As ventosas serão instaladas na chegada do reservatório Costa e Silva, conforme apresentado na Figura 3.23, os nós assinalados em vermelho apresentaram subpressões transitórias, ou seja, valores abaixo de 0,00 mca.

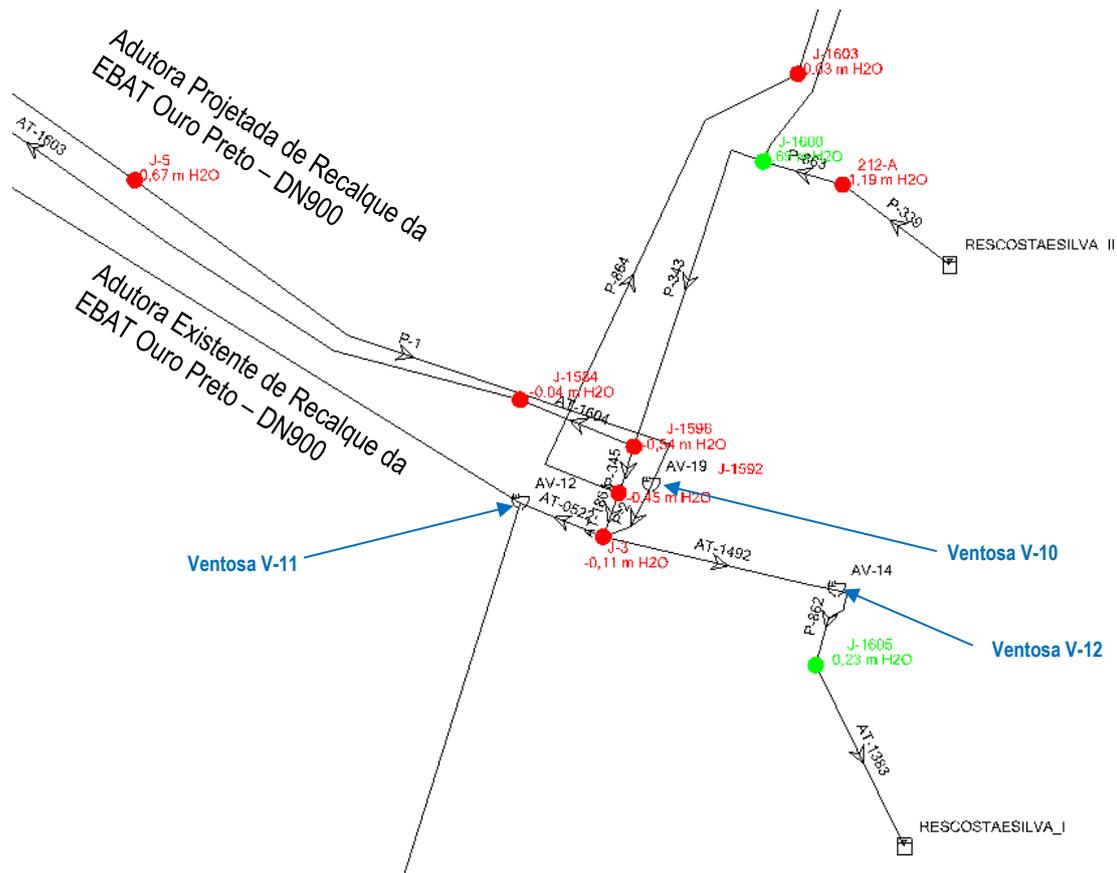


Figura 3.23 – Modelo Esquemático da Rede – Chegada reservatório Costa e Silva – Posição das Ventosas.

Além da ventosa V-10, dimensionada em regime permanente (Quadro 3.7), foram adotadas mais duas ventosas a serem instaladas nas caixas da adutora existente. As três ventosas devem ser do tipo combinada, com orifício automático e com orifício cinético provido de dispositivo anti-golpe. Um exemplo desse tipo de ventosa é a D-060 NS, da ARI.

Ventosa V-10 – DN100: a ventosa 1 de transiente, será a mesma ventosa prevista para o projeto hidráulico, a V - 10. Ela está situada no entroncamento final da adutora projetada de recalque, na estaca 4+237,94. O detalhamento da ventosa com DN100 encontra-se na planta EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQUE-01a16-01.

Ventosa V-11 – DN50: deve ser instalada uma ventosa rosqueável, em DN50, no tê existente DN900x700, localizado dentro da caixa na rua Silvestre Félix Rodrigues, próxima a Rótula do Batuque Costa e Silva. A Figura 3.24 foi retirada da prancha de Cadastro de Rede de Água – Aéreo 66 – Nó 107E, do DMAE, e aponta a localização da caixa. A instalação do tubo de ventilação é indispensável para a circulação do ar na caixa. Ele estará com a sua extremidade presa ao poste de iluminação presente na rótula, conforme mostra a Figura 3.25. Para esta instalação, será necessário escavar o caminho da caixa até o poste.

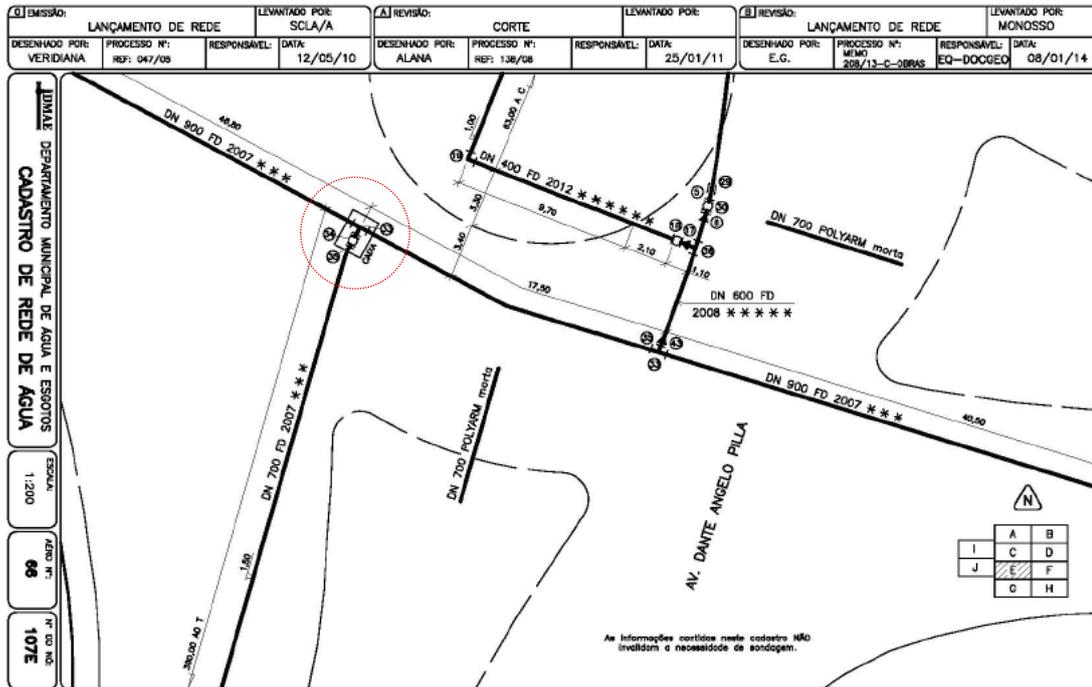


Figura 3.24 – Localização da caixa onde a V-11 será instalada.



Figura 3.25 - Modelo esquemático do tubo de ventilação da ventosa V-11

Ventosa V-12 – DN50: deve ser instalada uma ventosa rosqueável, em DN50, na tubulação existente de DN900, que fica dentro da caixa localizada junto ao Reservatório Semi-enterrado Costa e Silva, localizado na rua Silvestre Félix Rodrigues. A Figura 3.26 foi retirada da prancha de Cadastro de Rede de Água – Aéreo 66 – Nó 107H, do DMAE, e aponta a localização da caixa. A instalação do tubo de ventilação é indispensável para a circulação do ar na caixa. Ele estará com a sua extremidade fixada no gradil, conforme a Figura 3.27.

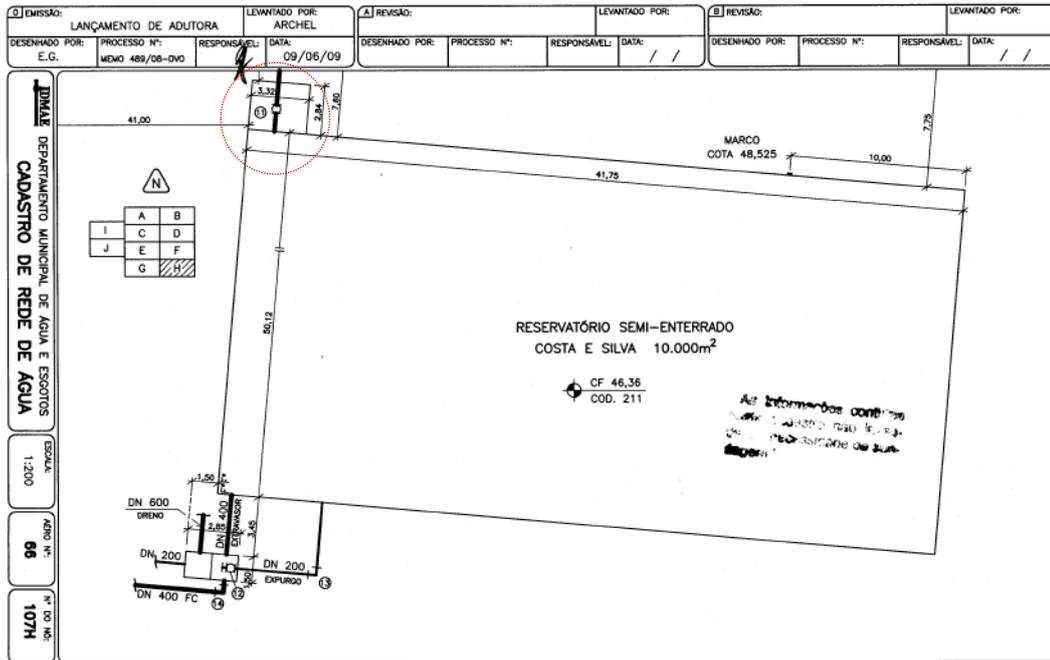


Figura 3.26 – Localização da caixa onde a V12 será instalada.



Figura 3.27 – Modelo esquemático do tubo de ventilação da ventosa V-12

A seguir são apresentados os resultados das simulações do sistema com proteção para a adutora de recalque da EBAT Ouro Preto.

A adutora de recalque tem como unidade de montante a EBAT Ouro Preto e unidade de jusante os reservatórios Costa e Silva (10.000m<sup>3</sup> e 2.500m<sup>3</sup>). Na Figura 3.28 pode ser observado o caminhamento da adutora projetada à jusante da EBAT, e nas Figura 3.29 e Figura 3.30 são apresentadas as envoltórias de pressão para a pior condição de pressões máximas (Cenário 1), para a qual deverão ser dimensionados os blocos de ancoragem (ou as juntas travadas, como será abordado no item 3.9), e nas figuras Figura 3.31 e Figura 3.32 são apresentadas as envoltórias de pressão para a pior condição de pressões mínimas (Cenário 4).

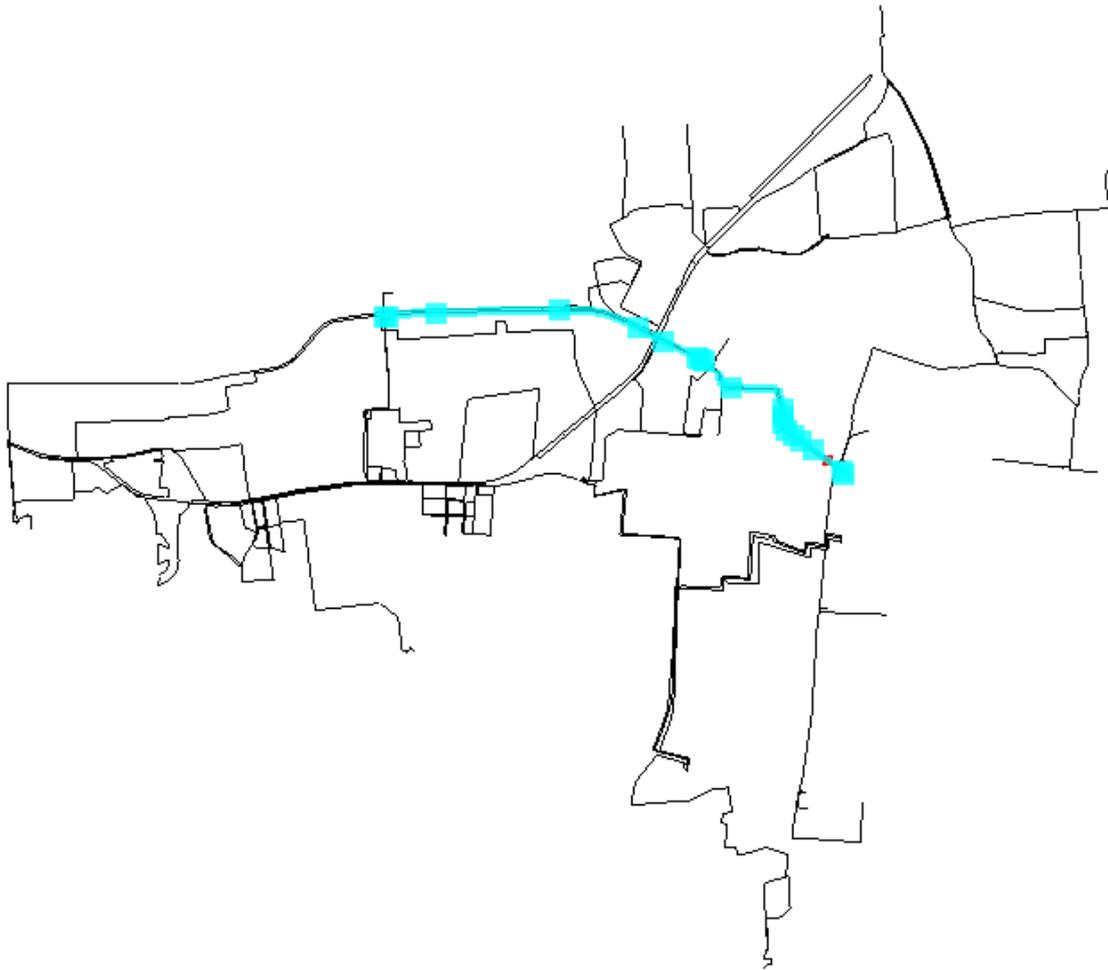


Figura 3.28 – Modelo Esquemático da Rede – Assinalada a adutora projetada de jusante da EBAT Ouro Preto.

**CENÁRIO 1:** considera os reservatórios em seu nível máximo, todos os recalques ativos e demanda máxima.

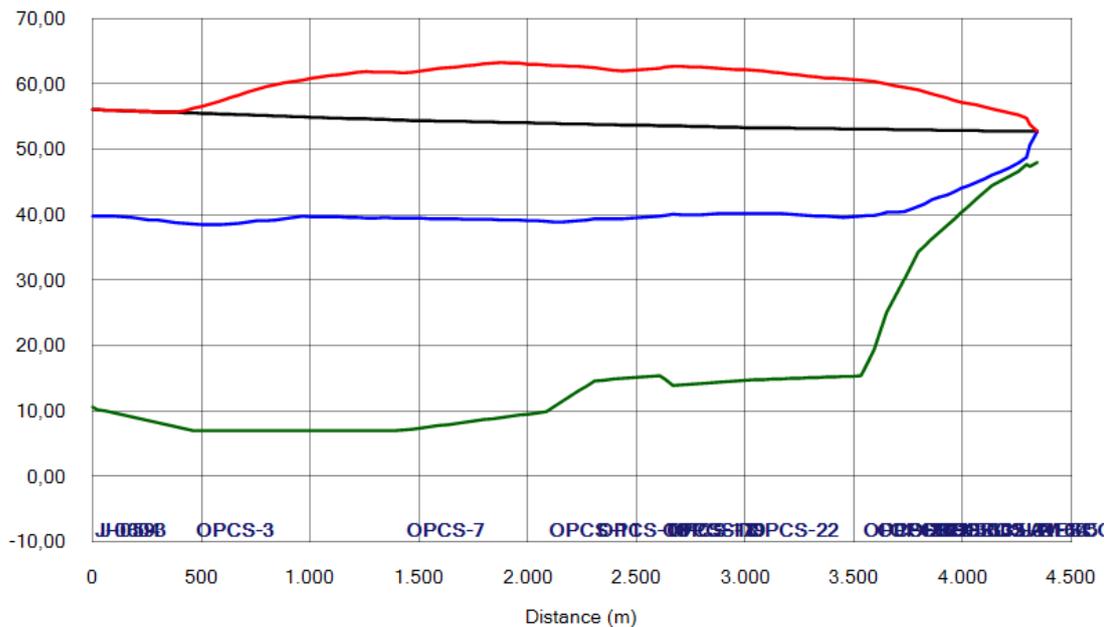


Figura 3.29 – Envoltórias de Pressões – Cenário 1 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto.

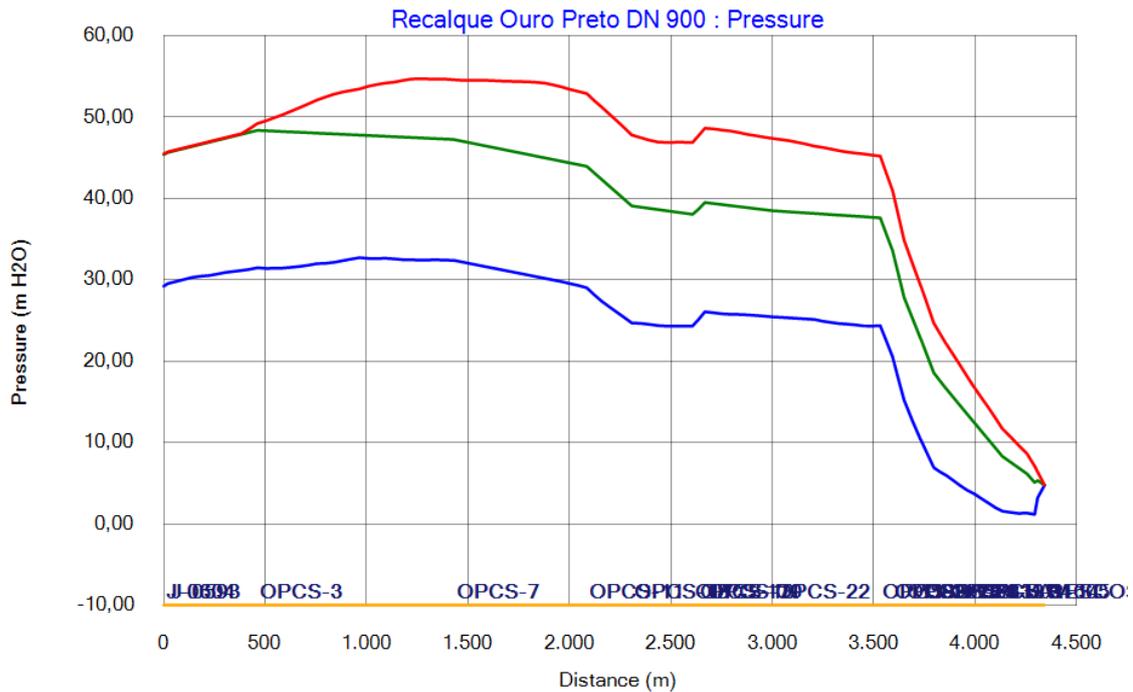


Figura 3.30 – Pressões Transientes – Cenário 1 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto.

Verifica-se que não há ocorrência de pressões negativas na adutora de recalque da EBAT Ouro Preto e a sobrepressão máxima é de 50 mca.

**CENÁRIO 4:** considera os reservatórios em seu nível mínimo, e a parada não programada apenas do recalque Ouro Preto, sem a interferência do transitório causado pela parada da EBAT Sarandi.

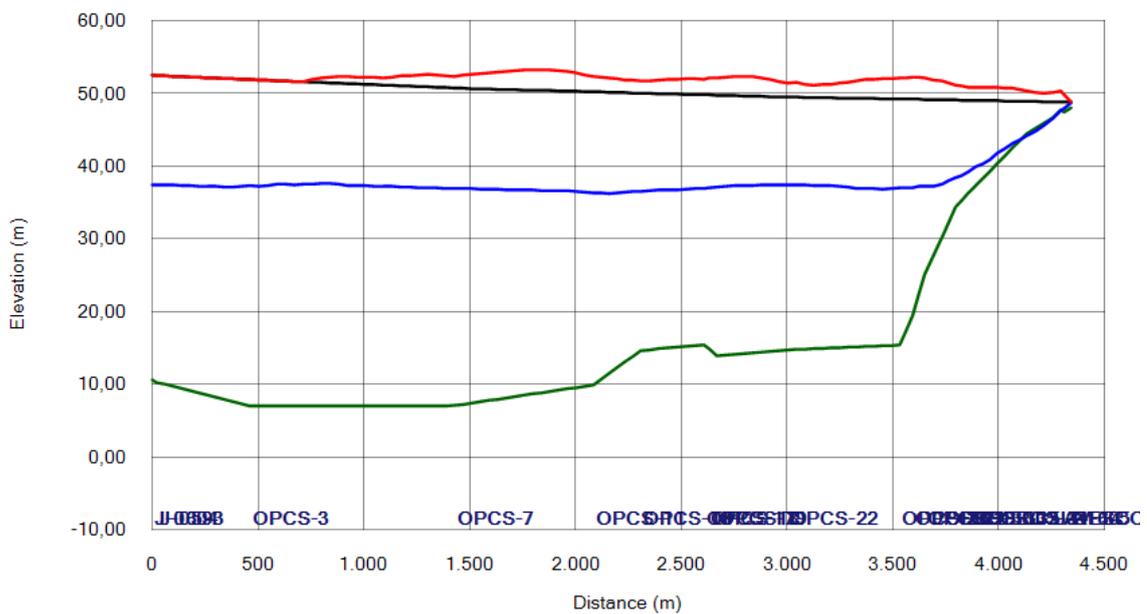


Figura 3.31 – Envoltórias de Pressões – Cenário 4 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto.

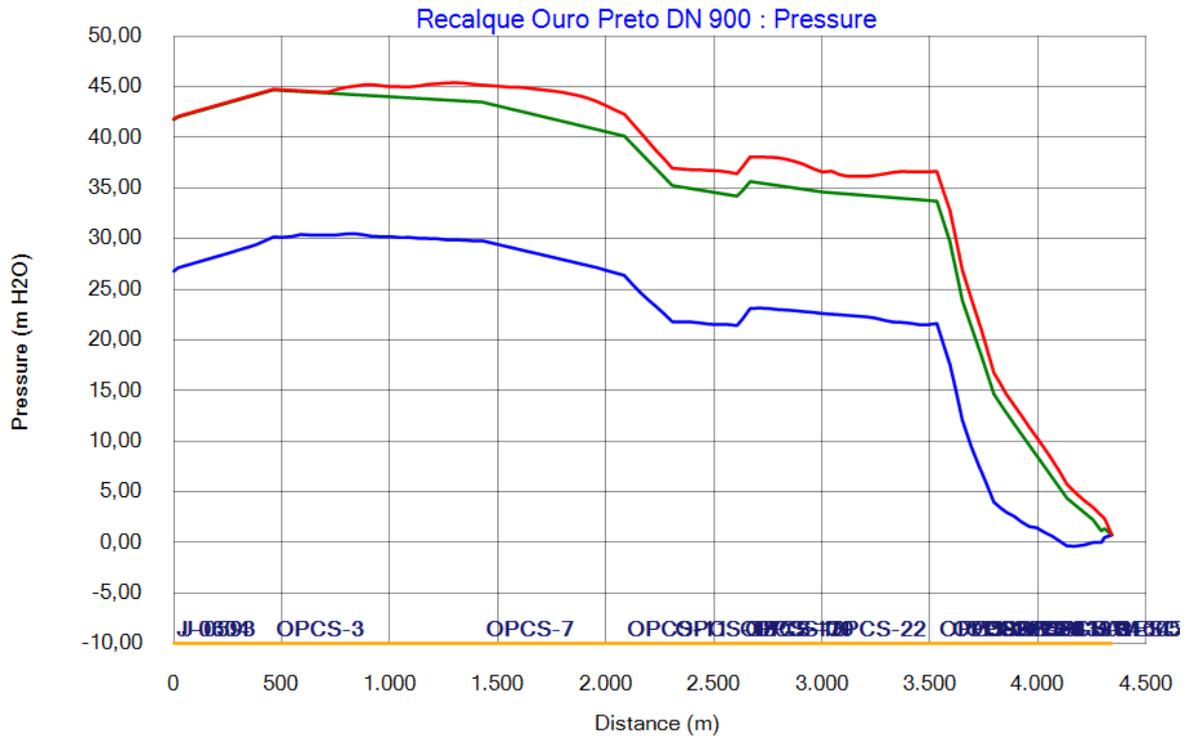


Figura 3.32 – Pressões Transiente – Cenário 4 – Adutora de Recalque EBAT Ouro Preto.

Verifica-se que não há ocorrência de sobrepressões na adutora de recalque da EBAT Ouro Preto e a pressão mínima é de -0,67 mca.

Pelo estudo apresentado para o recalque Ouro Preto, confirma-se a necessidade de implantação das três ventosas (V-10, V-11 e V-12) supracitadas.

### 3.9 Travamento Axial das Juntas

Nos casos de mudanças de direção da tubulação, são propostas duas formas para anular a resultante dos empuxos hidráulicos. A primeira solução é a tradicional, com a construção de blocos de ancoragem, feitos com concreto maciço. A utilização de bloco de ancoragem é uma medida estrutural que visa garantir a funcionalidade da linha de adução frente as pressões externas e internas que a adutora venha a sofrer. Os blocos mais usuais e economicamente vantajosos são construídos em concreto e acoplados nos pontos de interesse, de forma a garantir estabilidade na tubulação, Figura 3.33.

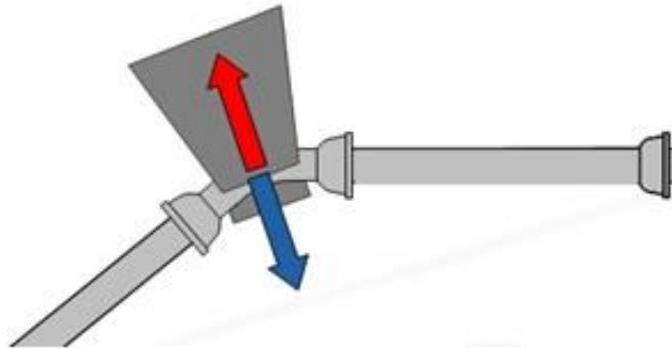


Figura 3.33 – Solução Tradicional de Ancoragem da Adutora.

A segunda é a utilização de juntas travadas transferindo assim os esforços das conexões para o solo através do atrito solo x tubo. Esta solução é muito eficiente e amplamente aplicada em casos de falta de espaço para construção dos blocos ou em casos onde há assentamento de tubos com inclinação elevada.

Para diâmetros de 80 a 600 mm é utilizado a Junta Travada Interna (JTI) e para diâmetros superiores a 600 a Junta Travada Externa (JTE).

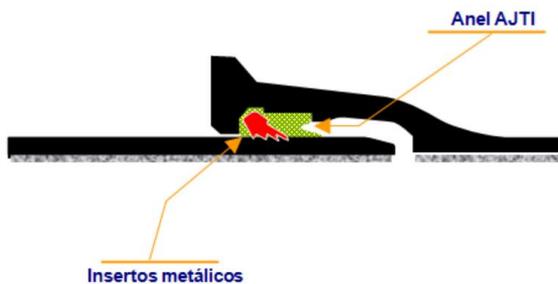


Figura 3.34 – Perfil da JTI em corte.

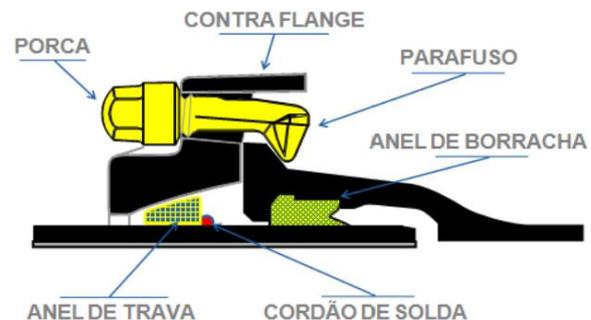


Figura 3.35 – Perfil da JTE em corte.

A implantação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto não dispõe de espaço para a colocação de blocos de ancoragem em concreto maciço, dado que seu caminhamento passa pelas principais avenidas de Porto Alegre e que, devido a ordem de grandeza da adutora, seus blocos seriam igualmente grandes.

Optou-se, então, pela utilização de Juntas Travadas Externamente e neste capítulo será demonstrado o cálculo dos comprimentos, a jusante e a montante, das tubulações e peças a travar.

### 3.9.1 Cálculo do Empuxo Hidráulico

Adutoras com juntas elásticas nas conexões estão sujeitas a esforços desequilibrantes nos locais de mudança de direção, como curvas, tês, entre outros. A força que incide na peça é chamado Empuxo Hidráulico, calculada em função da seção transversal da tubulação e da pressão de ensaio<sup>4</sup> de teste para verificação de sua estanqueidade:

$$E_H = 2P \cdot A_{SEÇÃO\ TRANSVERSAL} \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \qquad A_{SEÇÃO\ TRANSVERSAL} = \frac{\pi D_e^2}{4}$$

$$E_H = 2P \cdot \frac{\pi D_e^2}{4} \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Onde,

$E_H$  = Empuxo Hidráulico (em kgf);

$P$  = Pressão de ensaio de estanqueidade do trecho (em MPa);

$A$  = área da seção transversal da tubulação (em m<sup>2</sup>);

$\theta$  = angulação  $\theta$  da conexão (em graus);

$D_e$  =  $d_e$  o diâmetro externo da tubulação (em m);

A força de atrito gerada entre o contato da tubulação é calculada multiplicando o peso do conjunto solo-tubo por um coeficiente de atrito e de reaterro.

$$F_{AT} = K \cdot \mu \cdot (2W_{SOLO} + W_{TUBO} + W_{ÁGUA}) \qquad \mu = \alpha_2 \tan(0,8\varphi)$$

$$W_{SOLO} = \alpha_1 \cdot D_e \cdot \gamma_{SOLO} \cdot H_{RECOBRIMENTO} \qquad W_{ÁGUA} = d \cdot A_{SEÇÃO\ TRANSVERSAL}$$

Onde,

$F_{AT}$  = Força de Atrito (em kgf);

$K$  = Coeficiente de distribuição das pressões do reaterro em volta dos tubos ( $K$  utilizado = 1,25 adimensional);

$\mu$  = Coeficiente de atrito solo/tubo (adimensional);

$W_{SOLO}$  = massa linear do solo (em kg/m);

$W_{ÁGUA}$  = massa linear da água (em kg/m);

$W_{TUBO}$  = massa linear do tubo vazio (valor catalogado de 259,4 kg/m);

$\alpha_1$  = coeficiente de recobrimento, para reaterro (adimensional):

Juntas descobertas



$$\alpha_1 = 2/3$$

Juntas cobertas



$$\alpha_1 = 1$$

<sup>4</sup> Da NBR 9650/1986, item 3.4.3, a pressão máxima a ser atingida numa tubulação é a pressão de ensaio para verificação da estanqueidade do trecho, definida por: (a) 1,5 vezes a pressão de serviço máxima (pressão transitória), quando esta não for superior a 1,0 MPa, não devendo nunca ser inferior a 0,4 MPa. (b) a pressão de serviço máxima do trecho, acrescida de 0,5 MPa, quando esta for superior a 1,0 MPa.

$\alpha_2$  = coeficiente de revestimento, para tubo revestido com zinco e pintura betuminosa,  $\alpha_2 = 1$ , para tubo revestimento externo especial como polietileno ou poliuretano,  $\alpha_2 = 2/3$  (adimensional);

$\theta$  = ângulo de atrito interno do solo (em graus);

$H_{\text{RECOBRIMENTO}}$  = Altura de recobrimento do solo (em m);

$D_e$  = Diâmetro externo da tubulação (em m);

$A_{\text{SEÇÃO TRANSVERSAL}}$  = Área da Seção Transversal em função do diâmetro externo da tubulação (em  $m^2$ );

$\gamma_{\text{SOLO}}$  = massa específica de solo (em  $kg/m^3$ );

$d$  = densidade da água (adimensional)

### 3.9.2 Cálculo do Comprimento a Travar para Curvas Avulsas

O travamento dos tubos e conexões com bolsas é uma técnica alternativa aos blocos de ancoragem, para equilibrar os efeitos dos empuxos hidráulicos. É essencialmente empregada quando existem obstruções (zona urbana) ou em terrenos com baixa resistência mecânica. Esta técnica consiste em travar as juntas por um comprimento suficiente, a montante e a jusante de uma mudança de direção, a fim de utilizar as forças de atrito solo/tubo para equilibrar a força de empuxo hidráulico. O cálculo do comprimento a travar é independente do sistema de travamento utilizado (do tipo interno ou externo).

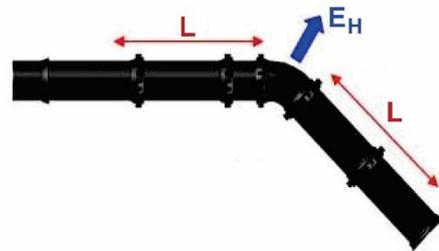


Figura 3.36 – Comprimento L a ser travado axialmente.

$$L = \frac{P \cdot A}{F_{AT}} \cdot \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} \right) \cdot \tan \frac{\theta}{2} \cdot C$$

Onde,

$L$  = Comprimento a Travar (em metros);

$P$  = Pressão de ensaio de estanqueidade do trecho (em Pa);

$A$  = área da seção transversal da tubulação (em  $m^2$ );

$F_{AT}$  = Força de Atrito (em N);

$\theta$  = ângulo da curva (em radianos);

$C$  = coeficiente de segurança (utilizado valor de 1,20 adimensional).

### 3.9.3 Cálculo do Comprimento a Travar para Curvas Sucessivas

Quando uma curva ocorre muito próxima de outra, o cálculo do comprimento a ser travado pelas JTE leva essa sucessividade em consideração. Nessa situação, um novo L é calculado, segundo a equação que segue:

$$L_1 = \frac{\frac{\pi}{2} - \beta}{F_{AT} \cos \beta} \cdot (P \cdot A \sin \beta - F_{AT} L_{P1} \cos \bar{\beta}) C$$

$$L_2 = \frac{\frac{\pi}{2} - \beta}{F_{AT} \cos \beta} \cdot (P \cdot A \sin \beta - F_{AT} L_{P2} \cos \bar{\beta}) C$$

$$\beta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \qquad \bar{\beta} = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2}$$

$$L_{P1} = \frac{L_P \sin \theta_2}{\sin \theta_1 + \sin \theta_2} \qquad L_{P2} = \frac{L_P \sin \theta_1}{\sin \theta_1 + \sin \theta_2}$$

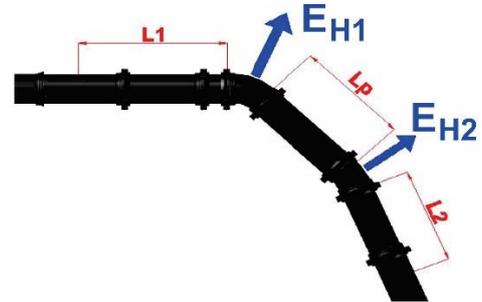


Figura 3.37 – Comprimento L a ser travado axialmente, para curvas sucessivas.

### 3.9.4 Resultado do dimensionamento

Os pontos da adutora onde deve ocorrer o travamento axial são aqueles em que há mudança de direção brusca, como curvas ou tês, a troca de direção do fluxo aumenta a possibilidade de desprendimento entre a ponta e a bolsa da peça de transição. A pressão de teste de estanqueidade é utilizada para dimensionar o comprimento dos tubos a utilizarem JTE.

Quadro 3.12 – Variáveis e características do solo e tubulação utilizados para dimensionamento.

Ângulo de atrito interno do solo	$\phi$	25,00	0
Coefficiente de Atrito do Solo	f	0,36	
Coefficiente de distribuição das pressões do reaterro	K	1,25	
Coefficiente de recobrimento	$\alpha_1$	0,67	
Coefficiente de revestimento	$\alpha_2$	1,00	
Diâmetro Interno da Tubulação	$D_i$	0,91	m
Diâmetro externo da tubulação	$D_e$	0,95	m
Área da Seção Transversal em Função do Diâmetro interno	$A(D_i)$	0,66	m <sup>2</sup>
Área da Seção Transversal em Função do Diâmetro externo	$A(D_e)$	0,70	m <sup>2</sup>
Massa específica de solo	$\gamma_{SOLO}$	1.900,00	kg/m <sup>3</sup>
Aceleração da gravidade	g	9,81	m/s <sup>2</sup>
Massa linear do tubo vazio	$W_{TUBO}$	259,40	kg/m
Massa linear de água	$W_{AGUA}$	655,26	kg/m
Coefficiente de Segurança	C	1,20	

Distancia Parcial	Distância Acumulada (m)	Deflexão da Curva (graus)	Cota do Terreno (m)	Geratriz Inferior (m)	Recobrimento (m)	Pressão Transitória (mca)	Pressão para Teste de Estanqueidade (MPa)	We (kg/m)	Fat (kgf)	Eh (kgf)	L (avulso) (m)	L (sucessivo) (m)	L adotado (m)
	2,98	45,00	10,22	7,73	2,49	45,61	0,67	2.979,33	3.127,11	36.692,46	9,01	13,26	14,00
1,78	4,76	45,00	10,14	7,64	2,50	45,61	0,67	2.994,89	3.141,27	36.692,46	8,97	13,26	14,00
27,02	31,78	45,00	9,32	6,33	2,99	45,74	0,67	3.579,03	3.672,79	36.790,92	7,70	9,66	14,00
4,02	35,80	45,00	9,14	6,13	3,01	45,77	0,67	3.596,99	3.689,13	36.814,30	7,67	9,66	14,00
1478,48	1.514,28	45,00	6,97	4,97	2,00	54,52	0,80	2.394,00	2.594,50	43.856,77	12,99		14,00
16,86	1.531,14	45,00	6,99	5,09	1,90	54,51	0,80	2.276,69	2.487,76	43.848,13	13,54		14,00
23,31	1.554,45	45,00	6,99	5,10	1,89	54,50	0,80	2.265,92	2.477,96	43.836,19	13,59		14,00
16,86	1.571,31	45,00	6,98	5,06	1,92	54,48	0,80	2.295,85	2.505,19	43.827,56	13,44		14,00
221,15	1.792,46	22,50	7,15	4,58	2,56	54,47	0,80	3.067,91	3.207,71	22.335,86	5,78		7,00
934,96	2.727,42	11,25	13,12	10,87	2,25	48,78	0,72	2.695,64	2.868,97	10.050,74	3,22		7,00
65,06	2.792,48	11,25	13,97	11,81	2,16	48,49	0,71	2.586,72	2.769,86	9.991,45	3,31		7,00
46,09	2.838,57	11,25	14,42	12,54	1,88	48,29	0,71	2.246,77	2.460,53	9.949,45	3,71		7,00
41,98	2.880,55	11,25	15,27	13,38	1,88	48,11	0,71	2.253,95	2.467,06	9.911,20	3,69		7,00
57,14	2.937,69	45,00	16,84	14,53	2,31	47,85	0,70	2.766,27	2.933,23	38.492,50	10,08	9,71	14,00
7,14	2.944,83	11,25	16,94	14,31	2,64	47,82	0,70	3.154,10	3.286,13	9.852,62	2,75	4,01	7,00
234,13	3.178,96	45,00	10,14	8,16	1,98	46,79	0,69	2.371,26	2.573,80	37.634,12	11,23	10,89	14,00
10,67	3.189,63	45,00	10,04	8,28	1,75	46,74	0,69	2.095,95	2.323,29	37.596,16	12,43	12,62	14,00
10,96	3.200,59	45,00	10,13	8,30	1,82	46,69	0,69	2.180,93	2.400,62	37.557,17	12,02	12,62	14,00
15,32	3.215,91	45,00	10,63	8,42	2,21	46,62	0,69	2.647,76	2.825,40	37.502,67	10,20		14,00
101,6	3.317,51	11,25	12,99	9,20	3,78	46,17	0,68	4.528,25	4.536,51	9.513,02	1,93		7,00
41,65	3.359,16	45,00	13,07	9,52	3,55	45,99	0,68	4.248,15	4.281,64	36.993,02	6,64		7,00
23,62	3.382,78	11,25	13,08	9,75	3,33	45,88	0,67	3.981,22	4.038,75	9.453,54	2,15		7,00
193,3	3.576,08	22,50	16,97	13,93	3,04	41,55	0,61	3.636,49	3.725,07	17.038,38	3,80		7,00
93,84	3.669,92	11,25	26,11	24,33	1,77	33,74	0,50	2.123,48	2.348,34	6.952,52	2,72		7,00

Distancia Parcial	Distância Acumulada (m)	Deflexão da Curva (graus)	Cota do Terreno (m)	Geratriz Inferior (m)	Recobrimento (m)	Pressão Transitória (mca)	Pressão para Teste de Estanqueidade (MPa)	We (kg/m)	Fat (kgf)	Eh (kgf)	L (avulso) (m)	L (sucessivo) (m)	L adotado (m)
19,67	3.689,59	22,50	27,34	25,34	2,00	32,37	0,48	2.396,39	2.596,68	13.274,19	4,24		<b>7,00</b>
22,53	3.712,12	11,25	28,71	26,49	2,23	30,79	0,45	2.663,33	2.839,56	6.344,70	2,05		<b>7,00</b>
480,42	4.192,54	22,50	46,04	43,33	2,71	10,34	0,40	3.239,08	3.363,46	11.158,61	2,75		<b>7,00</b>
10,98	4.203,52	22,50	46,28	43,64	2,64	10,11	0,40	3.158,88	3.290,48	11.158,61	2,82		<b>7,00</b>
25,68	4229,20	22,50	46,86	44,36	2,50	9,57	0,40	2992,50	3139,09	11158,61	2,95		<b>7,00</b>

Quadro 3.13 – Comprimentos a serem travados axialmente.

## **4 ANEXOS**

## 4 ANEXOS

Anexo I: Dados ventosas .....	82
Anexo II: Lista peças gráficas .....	84

## ANEXO I: DADOS VENTOSAS

# D-46 PN 16 / 25



## Ventosa Triplice Função “PRO” para Altas Vazões PAT.PEND

### Descrição

As ventosas da série D 046 PRO são válvulas de ar de alta performance que combinam as características de expulsão e admissão de ar das ventosas cinéticas com as características de expulsão de ar das ventosas automáticas.

O dispositivo automático da ventosa foi projetado para expelir pequenas bolhas de ar para a atmosfera quando a tubulação está totalmente preenchida e operando sob pressão. O dispositivo cinético atua expulsando grandes volumes de ar durante a operação de enchimento da tubulação e admitindo grandes volumes de ar durante a operação de esvaziamento. Quando ocorre separação de coluna de água, a ventosa abre e alivia as pressões negativas admitindo ar no sistema.

### Aplicações

- Estações de bombeamento após a bomba e após a válvula de retenção
- A jusante e a montante das válvulas de isolamento.
- Na saída de bombas de poços profundos
- Em trechos de linha longos em declive/active
- Nos pontos altos ao longo da linha e nos pontos elevados em relação à linha piezométrica
- Em finais de linha
- Antes dos medidores de vazão
- Em sistemas de filtragem

### Operação

O componente cinético da ventosa, com seu orifício de grande passagem, expulsa elevadas vazões de ar durante o enchimento do sistema e admite grandes vazões de ar durante seu esvaziamento ou quando ocorre separação de coluna de água. O ar em alta velocidade não vai provocar o fechamento prematuro do flutuador. O fechamento da ventosa só irá ocorrer quando a água preencher o corpo da ventosa e elevar o flutuador até a sede de vedação. A qualquer momento durante o funcionamento do sistema a pressão interna da tubulação poderá cair abaixo da pressão atmosférica, e o ar será admitido. A expulsão do ar de forma suave reduz a ocorrência de surtos de alta pressão e outros fenômenos destrutivos. A admissão de ar em resposta a pressão negativa protege o sistema das condições destrutivas do vácuo, prevenindo danos causados pela separação da coluna de água. A admissão de ar é essencial para drenar eficientemente a tubulação. O componente automático de expulsão de ar da ventosa libera o ar aprisionado quando o sistema está pressurizado.

**Sem a instalação de ventosas, as bolhas de ar acumulado podem causar os seguintes problemas hidráulicos:**

- Restrição da vazão devido ao efeito de estrangulamento, como se houvesse no sistema uma válvula parcialmente fechada. Em casos extremos, interrupção completa do fluxo.
- Operação hidráulica ineficiente, devido a distúrbios causados por ar contido nas tubulações.
- Intensificação de danos pelo efeito da cavitação.
- Transientes hidráulicos (golpes de aríete).
- Corrosão nas tubulações, conexões e acessórios.
- Perigo de explosão em caso de ruptura de tubulação, (ar comprimido com alta pressão).
- Imprecisões nas medições de vazão ou até mesmo o não funcionamento de medidores de vazão.

**Quando se inicia o enchimento do sistema, a ventosa opera de acordo com as seguintes etapas:**

1. A água flui pela tubulação, empurrando o ar, que gradativamente é expulso pela ventosa através do seu orifício cinético.
2. O líquido preenche o corpo da ventosa e o flutuador move-se para cima, para a posição “fechado”.
3. O ar aprisionado na tubulação, que se acumula nos pontos altos e ao longo da linha, caminha para dentro da ventosa preenchendo-a e ocupando o lugar do líquido.
4. Com a presença do ar dentro da ventosa o componente inferior do flutuador perde sustentação e move-se para baixo, puxando a lingueta vedante e abrindo o orifício automático de expulsão de ar.
5. O ar acumulado no corpo da ventosa é liberado para a atmosfera e em seguida o líquido volta a preencher o corpo, empurrando novamente o flutuador automático para cima e vedando o orifício de saída.

**Quando a pressão dentro do tubo cai abaixo da pressão atmosférica (pressão negativa):**

1. O flutuador imediatamente move-se para baixo, abrindo os orifícios cinético e automático.
2. O ar entra no sistema, evitando os efeitos da ocorrência de vácuo.

### Principais Características

- Pressão de trabalho: 0.1 - 16 / 0.1-25 bar.
- Pressão de teste: 1,5 vezes a pressão de trabalho da ventosa
- Temperatura máxima de operação: 60°C
- Temperatura máxima (intermitente): 90°C.
- Funcionamento confiável reduzindo ocorrência de golpe de aríete.
- Projeto avançado, permitindo alta capacidade de descarga de ar sem que ocorra fechamento prematuro

- Todas as seções transversais de passagem interna com área igual ou superior a área correspondente ao diâmetro da válvula
- Leve e pequena, de fácil instalação, estrutura simples e confiável
- Corpo em peça única. Reduz a possibilidade de vandalismo
- Orifício de descarga permite conexão a tubo “chaminé”
- Todos os componentes internos fabricados com materiais especiais, resistentes à corrosão.
- Manutenções rápidas:
- 2” – Todos os internos reunidos em um único componente substituível, tipo cartucho.
- 3” e 4” – Manutenção sem a necessidade de desmontar a válvula
- Orifício do dispositivo automático com grande área de passagem:
- Expulsão de ar em altas vazões.
- Reduzida possibilidade de obstrução.
- Utiliza lingueta vedante (menor sensibilidade a diferencial de pressão em relação ao flutuador de vedação direta)

### Seleção da ventosa

A ventosa está disponível com:

- Diâmetros: 2” ; 3” e 4”
- Fabricadas com flanges para atender as normas solicitadas (ABNT, ANSI, etc).
- Revestimento: epoxy fundido conforme norma DIN 30677-2.

### Opções

**D-46 NS PRO– inclusão de dispositivo “Non Slam”** →

(fechamento lento)  
A válvula D-46 PRO permite a inclusão de um disco ajustável (dispositivo Non Slam) que a transforma em uma válvula de fechamento lento “Non Slam”.

O dispositivo Non Slam pode ser facilmente montado na válvula, mesmo no campo, em um modelo D 46 PRO já em operação, ou a válvula pode ser adquirida na opção Non Slam (Neste caso o modelo é D 046 NS PRO).

**Orifício drenagem na parte superior** →

O orifício de drenagem na parte superior do modelo D 46 PRO vai permitir que quando a válvula estiver submetida a pressão e vedada, a água acumulada acima da vedação seja eliminada e não tenha acesso ao interior da tubulação.

Esta característica é importante para evitar que água com impurezas fique acumulada acima do mecanismo de vedação da válvula e tenha acesso ao interior da tubulação quando ocorrer uma situação de vácuo.

Um tubo de dreno poderá ser conectado ao dreno da parte superior para direcionar a água para longe da válvula D 46 PRO.

A válvula padrão é fornecida com o orifício de drenagem vedado. Opcionalmente a D 46 PRO pode ser pedida com o dreno aberto, com ou sem um tubo de dreno instalado no mesmo. (O orifício de drenagem pode ser também aberto no campo com facilidade).

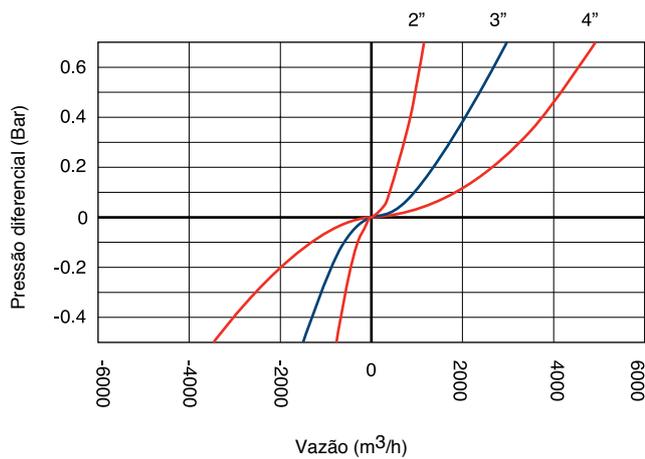
**Ao pedir o modelo D-46 PRO, por favor informe tamanho, pressão de trabalho, conexões e tipo do fluido.**



## D 46 NS PRO - Características do dispositivo Non Slam

Diâmetro Nominal da ventosa	Área total do NS	Orifício NS	Acionamento do NS (mca)	Vazão a 0,4 Kgf/cm <sup>2</sup>
2" (50mm)	78.5mm <sup>2</sup>	10 mm	0.15	76 m <sup>3</sup> /h
3" (80mm)	176.7mm <sup>2</sup>	15 mm	0.20	130 m <sup>3</sup> /h
4" (100mm)	314.0mm <sup>2</sup>	20 mm	0.20	260 m <sup>3</sup> /h

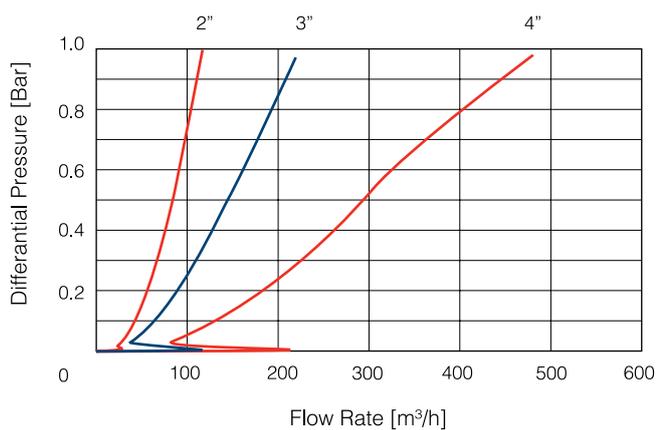
### D 46 PRO - VAZÃO DO ORIFÍCIO CINÉTICO



### D 46 PRO - VAZÃO DO ORIFÍCIO AUTOMÁTICO



### D 46 NS PRO - VAZÃO DO ORIFÍCIO CINÉTICO

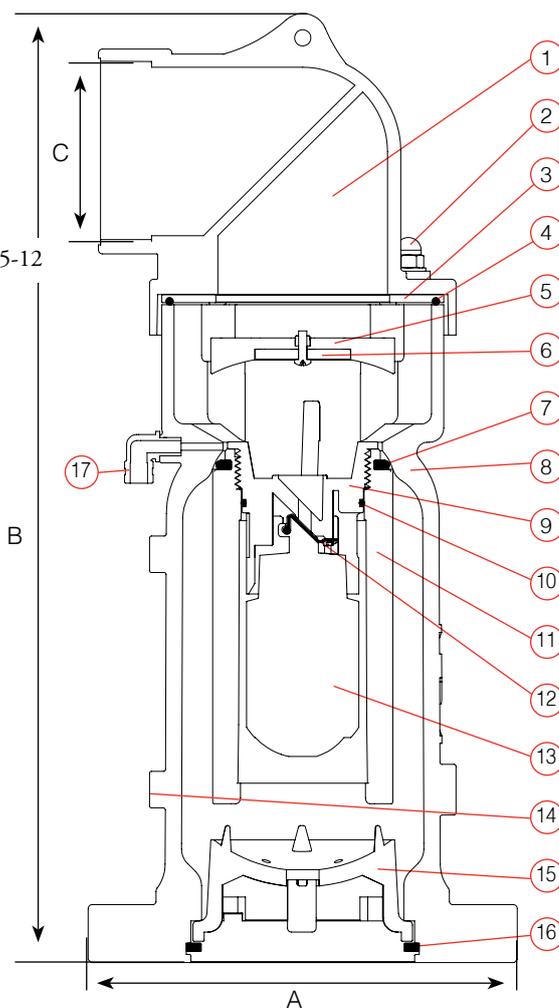


## DIMENSÕES E PESOS

Diâmetro Nominal	Dimensões mm		Conexão C	Peso Kg.	Área do Orifício mm <sup>2</sup>	
	A	B			cinético	automático
2" (50mm)	165	309	2" BSP Female	6.2	1964	13
3" (80mm)	210	427	3" BSP Female	13.9	5027	13
4" (100mm)	255	499	4" BSP Female	21.5	7854	13

## PEÇAS E ESPECIFICAÇÕES

No.	Peça	Material
1	Orifício de descarga	Polipropileno
2	Parafusos	Aço inox SAE 304
3	Vedação da descarga	EPDM
4	O'ring	EPDM
5	Disco NS (opcional)	Nylon
6	Atuador (obturador) tipo "flap" (opcional)	Nylon
7	Vedação do orifício cinético	EPDM
8	Corpo	Ferro dúctil ASTM A536 65-45-12
9	Capa do flutuador automático	Acetal
10	O'ring	EPDM
11	Flutuador do dispositivo cinético	Polipropileno
12	Lingueta vedante	EPDM
13	Flutuador do dispositivo automático	Polipropileno
14	Saída para alívio de pressão	
15	Trava do flutuador	Acetal
16	Anel elástico	Acetal
17	Orifício de drenagem	Polipropileno



# D-050<sub>PN 16</sub>

# D-050-C<sub>PN16</sub>

# D-052<sub>PN25</sub>



## Ventosa tríplice função

### Descrição

O modelo D-050 é uma ventosa de tríplice função e alta performance, que combina as características de expulsão e admissão de ar das ventosas cinéticas com a característica de expulsão de ar das ventosas automáticas.

O dispositivo automático da ventosa foi projetado para expelir pequenas bolhas de ar para a atmosfera quando a tubulação está totalmente preenchida e operando sob pressão.

O dispositivo cinético atua expulsando grandes volumes de ar durante a operação de enchimento da tubulação e admitindo grandes volumes de ar durante a operação de esvaziamento.

Quando ocorre separação de coluna de água, a ventosa abre e alivia as pressões negativas admitindo ar no sistema.

### Aplicações

- Sistemas de transporte e distribuição de água para saneamento e indústrias.

### Aplicações adicionais dos modelos D-050-C e D-052

- Proteção de adutoras vulneráveis a vandalismo e/ou roubo de água  
- Sistema de abastecimento instalados em áreas remotas

### Operação

O componente cinético da ventosa, com seu orifício de grande passagem, expulsa elevadas vazões de ar durante o enchimento do sistema e admite grandes vazões de ar durante seu esvaziamento ou quando ocorre separação de coluna de água.

O ar em alta velocidade não vai provocar o fechamento prematuro do flutuador. O fechamento da ventosa só irá ocorrer quando a água preencher o corpo da ventosa e elevar o flutuador até a sede de vedação.

A qualquer momento durante o funcionamento do sistema a pressão interna da tubulação poderá cair abaixo da pressão atmosférica, e o ar será admitido.

A expulsão do ar de forma suave reduz a ocorrência de surtos de alta pressão e outros fenômenos destrutivos. A entrada de ar em resposta a pressão negativa protege o sistema das condições destrutivas do vácuo, prevenindo danos causados pela separação da coluna de água. A admissão de ar é essencial para drenar eficientemente a tubulação.

O componente automático de expulsão de ar da ventosa libera o ar aprisionado quando o sistema está pressurizado.

**Sem a instalação de ventosas, as bolhas de ar acumulado podem causar os seguintes problemas hidráulicos:**

- Restrição da vazão devido ao efeito de estrangulamento, como se houvesse no sistema uma válvula parcialmente fechada. Em casos extremos, interrupção completa do fluxo.
- Operação hidráulica ineficiente, devido a distúrbios causados por ar contido nas tubulações.
- Intensificação de danos pelo efeito da cavitação.
- Transientes hidráulicos (golpes de arfete).
- Corrosão nas tubulações, conexões e acessórios.
- Perigo de explosão em caso de ruptura de tubulação, (ar comprimido com alta pressão).
- Imprecisões nas medições de vazão ou até mesmo o não funcionamento de medidores de vazão.

**Quando se inicia o enchimento do sistema, a ventosa opera de acordo com as seguintes etapas:**

1. A água flui pela tubulação, empurrando o ar, que gradativamente é expulso pela ventosa através do seu orifício cinético.
2. O líquido preenche o corpo da ventosa, levantando os flutuadores principal (cinético) e automático, que pressionam os respectivos mecanismos de vedação para as suas posições "fechado".
3. As bolhas de ar presentes ao longo da tubulação deslocam-se para dentro das ventosas e acumulam-se inicialmente no ponto mais alto do dispositivo automático, ocupando aos poucos o lugar do líquido em volta do flutuador deste dispositivo.
4. A quantidade de ar acumulado cresce até que o flutuador automático perde sustentação e desce, abrindo o orifício de alívio, e possibilitando a liberação deste ar.
5. Imediatamente após a liberação do ar acumulado o líquido volta a preencher o corpo, empurrando novamente o flutuador automático para cima e vedando o orifício de saída.

**Quando a pressão dentro do tubo cai abaixo da pressão atmosférica (pressão negativa):**

1. Os flutuadores descem imediatamente, abrindo os orifícios cinético e automático.
2. O ar entra no sistema, evitando os efeitos negativos da ocorrência de vácuo.

### Principais características:

- Pressão de trabalho:  
D-050, D-050-C: 0.2 - 16 bar

D-052: 0.2 - 25 bar

- Pressão de teste: 1,5 vezes a pressão de trabalho da ventosa
- Temperatura máxima de operação: 60° C
- Temperatura máxima intermitente: 90° C
- Operação confiável, reduzindo ocorrência de transientes hidráulicos.
- Projeto dinâmico, permite a descarga de ar em altas velocidades sem que ocorra fechamento prematuro da ventosa.
- Leve, de pequenas dimensões, estrutura simples, confiável.
- Projeto especial do assento do orifício: combinação de bronze e borracha EPDM que garante a operação por um longo período sem necessidade de manutenção.
- Dreno de saída, para remoção do excesso de líquido

**Componentes do dispositivo automático:**

- Corpo fabricado com materiais de alta resistência.
- Todas as partes em contato com o líquido são fabricadas com polímeros especialmente selecionados, resistentes à corrosão.

**Orifício de grande área de passagem:**

- Possibilidade extremamente reduzida de obstrução por detritos.
- Altas vazões de descarga e admissão de ar.
- Um único tamanho de orifício opera eficientemente em um amplo intervalo de pressão (até 25 bar), graças ao sistema de vedação através de lingueta vedante, patenteado pela ARI.

**Seleção da Ventosa**

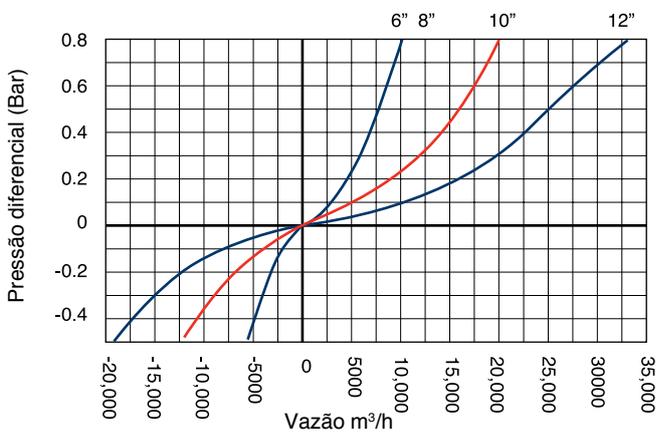
- Diâmetros: 2” a 12”.
- **D-050** para pressões até 16 bar
- **D-050-C** para pressões de até 16 bar, dotada de dispositivo automático com corpo metálico a prova de vandalismo.
- **D-052** para pressões de até 25 bar, dotada de dispositivo automático com corpo metálico a prova de vandalismo.
- As ventosas são fabricadas com flanges que atendem a quaisquer normas.
- Ventosa de 2” também está disponível com extremidade roscada padrão BSP ou NPT
- Revestimento interno: revestimento com epoxy fundido de acordo com a norma DIN 30677-2.
- Outras opções de revestimento disponíveis mediante solicitação.
- O dispositivo automático e o dispositivo cinético estão disponíveis como unidades independentes
- Para especificação adequada, recomenda-se o envio das propriedades químicas do fluido juntamente com a solicitação da ventosa;

**Mencionar no pedido de compra: Modelo, diâmetro, pressão de trabalho, tipo de fluido e norma da furação.**

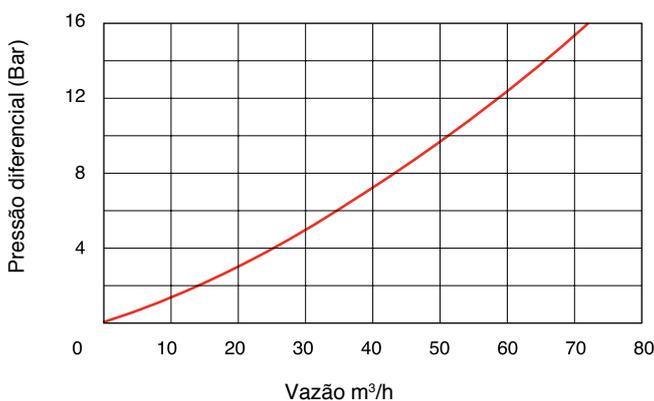
**VAZÃO DO ORIFÍCIO CINÉTICO**



**VAZÃO DO ORIFÍCIO CINÉTICO**



**VAZÃO DO ORIFÍCIO AUTOMÁTICO – D 050 / D-050-C**



**VAZÃO DO ORIFÍCIO AUTOMÁTICO – D 052**



## DIMENSÕES E PESOS

Diâmetro Nominal	Dimensões mm		Conexão		Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B	C	D		Cinético	Auto.
2" (50mm) Rosca	167	330	1½" BSP Fêmea	1/8" BSP Fêmea	9.4	794	12
2" (50mm) Flange	170	336	1½" BSP Fêmea	1/8" BSP Fêmea	12.4	794	12

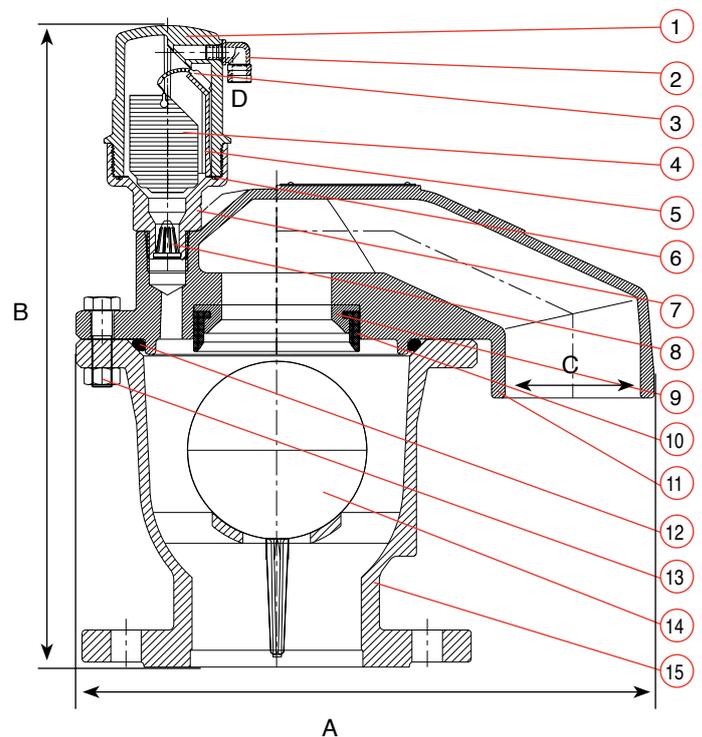


Diâmetro Nominal	Dimensões mm				Conexão D	Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B	Interno C	Externo			Cinético	Auto.
3" (80mm)	286	365	63.5	74.6	1/8" BSP Fêmea	18.4	1809	12
4" (100mm)	342	382	80.0	96.0	1/8" BSP Fêmea	26.4	3317	12
6" (150mm)	553	550	124.0	140.0	1/8" BSP Fêmea	76.6	17662	12
8" (200 mm)	553	554	124.0	140.0	1/8" BSP Fêmea	117	17662	12

Diâmetro Nominal	Dimensões mm		Conexão D	Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B			Cinético	Auto.
10" (250mm)	463	718	1/8" BSP Fêmea	150	31400	12
12" (300mm)	586	846	1/8" BSP Fêmea	162	49087	12

## PEÇAS E ESPECIFICAÇÕES

No.	Peça	Material
1.	Corpo	Nylon reforçado
2.	Orifício de descarga	Polipropileno
3.	Lingueta vedante	E.P.D.M.
4.	Flutuador	Polipropileno expandido
5.	Haste trava	Nylon reforçado
6.	Oring	BUNA-N
7.	Base	Latão ASTM B124
8.	Filtro	Nylon
9.	Assento do orifício	Bronze ASTM B-62 B271 C83600
10.	Vedação do orifício	E.P.D.M.
11.	Tampa	Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18
12.	Oring	BUNA-N
13.	Parafuso, porca e arruela	Aço zincado
14.	Flutuador	Policarbonato / Aço-inox
15.	Corpo	Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18
* Tela de cobertura 10" – 12"		Polietileno / Ferro dúctil ASTM A-48 CL35B / Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18



## DIMENSÕES E PESOS

Diâmetro Nominal	Dimensões mm		Conexão		Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B	C	D		Cinético	Auto.
2" (50mm) Rosca	173	340	1½" BSP Fêmea	1/8" BSP Fêmea	10.0	794	12
2" (50mm) Flange	173	346	1½" BSP Fêmea	1/8" BSP Fêmea	13.0	794	12

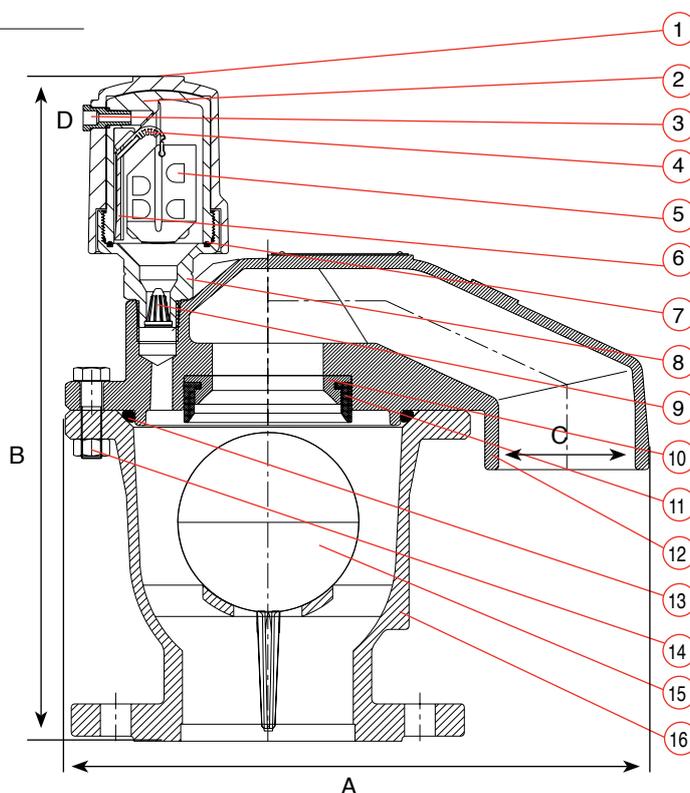


Diâmetro Nominal	Dimensões mm				Conexão D	Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B	Interno C	Externo			Cinético	Auto.
3" (80mm)	286	368	63.5	74.6	1/8" BSP Fêmea	19.3	1809	12
4" (100mm)	342	393	80.0	96.0	1/8" BSP Fêmea	27.4	3317	12
6" (150mm)	553	558	124.0	140.0	1/8" BSP Fêmea	79.0	17662	12
8" (200 mm)	553	560	124.0	140.0	1/8" BSP Fêmea	118.0	17662	12

Diâmetro Nominal	Dimensões mm		Conexão D	Peso Kg.	Área do Orifício (mm <sup>2</sup> )	
	A	B			Cinético	Auto.
10" (250mm)	463	724	1/8" BSP Fêmea	151.0	31400	12
12" (300mm)	586	853	1/8" BSP Fêmea	163.0	49087	12

## PEÇAS E ESPECIFICAÇÕES

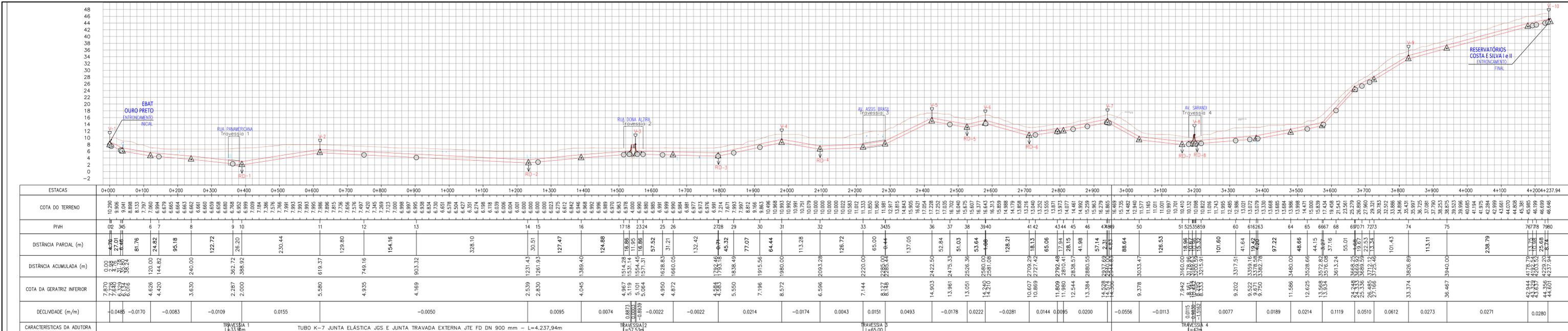
No.	Peça	Material
1.	Capa: D-050-C	Ferro fundido ASTM A-48 CL35B
	D-050-C / D-052	Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18
2.	Corpo	Nylon reforçado
3.	Orifício de descarga	Latão ASTM B124
4.	Lingueta vedante	E.P.D.M.
5.	Flutuador	Polipropileno expandido
6.	Haste	Nylon
7.	Oring	BUNA-N
8.	Base	Latão ASTM B124
9.	Filtro	Nylon
10.	Assento do orifício	Bronze ASTM B-62 B271 C83600
11.	Vedação do orifício	E.P.D.M.
12.	Tampa	Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18
13.	Oring	BUNA-N
14.	Parafuso, porca e arruela	Aço zincado
15.	Flutuador	Polycarbonato / Aço inox 304 L
16.	Corpo	Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18
	* Tela de cobertura 10" – 12"	Polietileno
		/ Ferro dúctil ASTM A-48 CL35B
		/ Ferro dúctil ASTM A-536-60-40-18

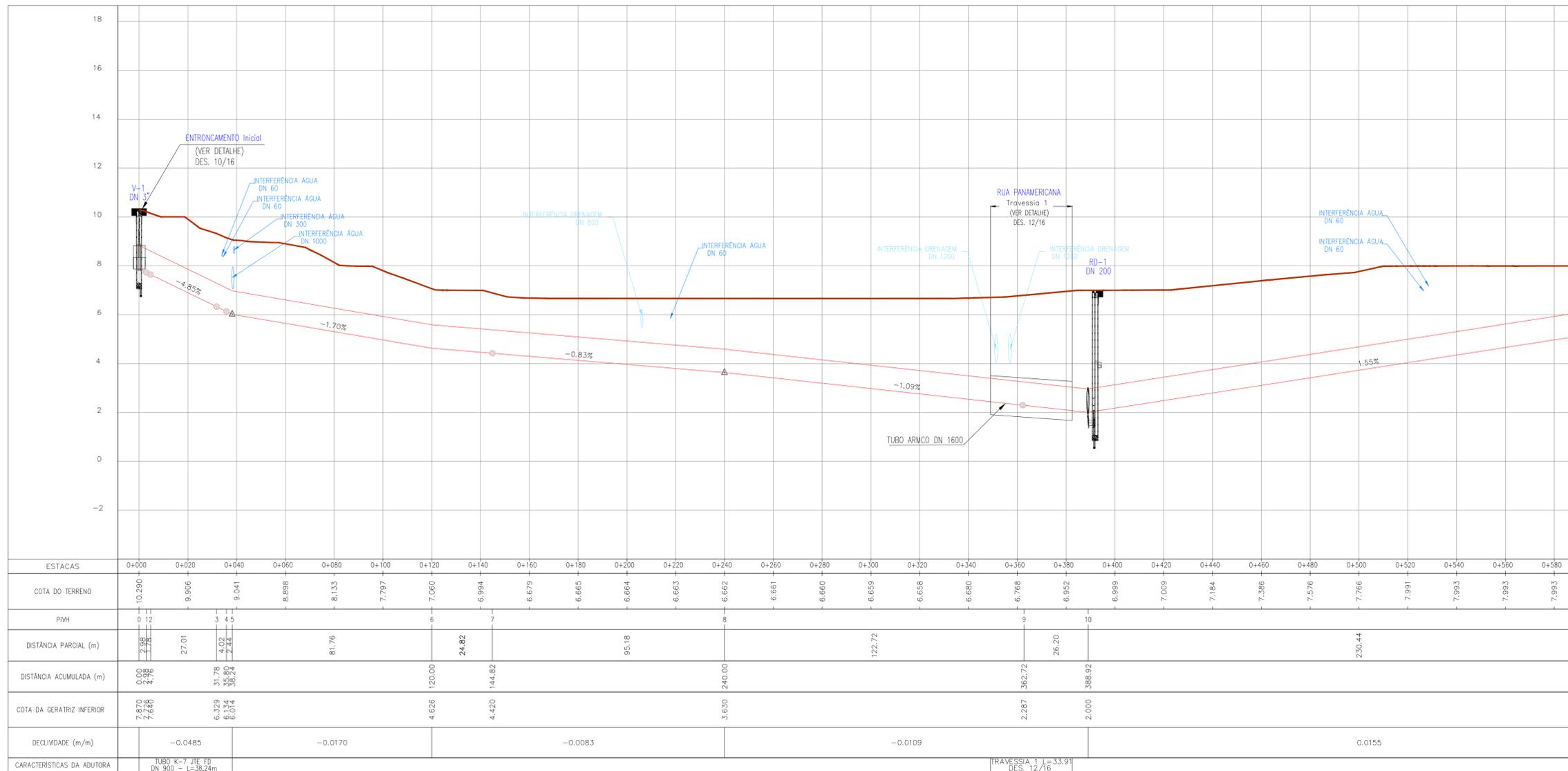


## ANEXO II: LISTA PEÇAS GRÁFICAS

Nº	DESENHO	REV	TÍTULO	NOME DO ARQUIVO	DESENHISTA	DATA REV	OBS
Volume 3 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto - Tomo 3.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico							
1	OPT-ADT-HID-RECALQ-01	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PLANTA GERAL	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
2	OPT-ADT-HID-RECALQ-02	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 01	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
3	OPT-ADT-HID-RECALQ-03	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 02	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
4	OPT-ADT-HID-RECALQ-04	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 03	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
5	OPT-ADT-HID-RECALQ-05	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 04	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
6	OPT-ADT-HID-RECALQ-06	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 05	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
7	OPT-ADT-HID-RECALQ-07	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 06	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
8	OPT-ADT-HID-RECALQ-08	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 07	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
9	OPT-ADT-HID-RECALQ-09	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: PERFIL E PLANTA 08	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
10	OPT-ADT-HID-RECALQ-10	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: ENTRONCAMENTO INICIAL	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
11	OPT-ADT-HID-RECALQ-11	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: ENTRONCAMENTO FINAL	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
12	OPT-ADT-HID-RECALQ-12	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: TRAVESSIA 1	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
13	OPT-ADT-HID-RECALQ-13	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: TRAVESSIA 2	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
14	OPT-ADT-HID-RECALQ-14	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: TRAVESSIA 3	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
15	OPT-ADT-HID-RECALQ-15	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: TRAVESSIA 4	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
16	OPT-ADT-HID-RECALQ-16	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO HIDRÁULICO: INTERLIGAÇÕES	EG0191-03-OPT-ADT-HID-RECALQ-01a16-01	REGINARA S.	DEZ/2018	
17	OPT-ADT-HID-CAIXAS-01	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - CAIXAS REGISTRO DE DESCARGA: PLANTA 01/02	EG0191-03-OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a2-00	REGINARA S.	DEZ/2018	

Nº	DESENHO	REV	TÍTULO	NOME DO ARQUIVO	DESENHISTA	DATA REV	OBS
Volume 3 – Ampliação da adutora de recalque da EBAT Ouro Preto - Tomo 3.3.3 – Projeto Hidráulico / Mecânico							
18	OPT-ADT-HID-CAIXAS-02	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - CAIXAS VENTOSA: PLANTA 02/02	EG0191-03-OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a2-00	REGINARA S.	DEZ/2018	
19	OPT-ADT-HID-DRENAG-01	2	ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO - PROJETO DE DRENAGEM DAS CAIXAS DE REGISTRO DE DESCARGA	EG0191-03-OPT-ADT-HID-DRENAG-01a1-01	RODRIGO SANTOS	DEZ/2018	

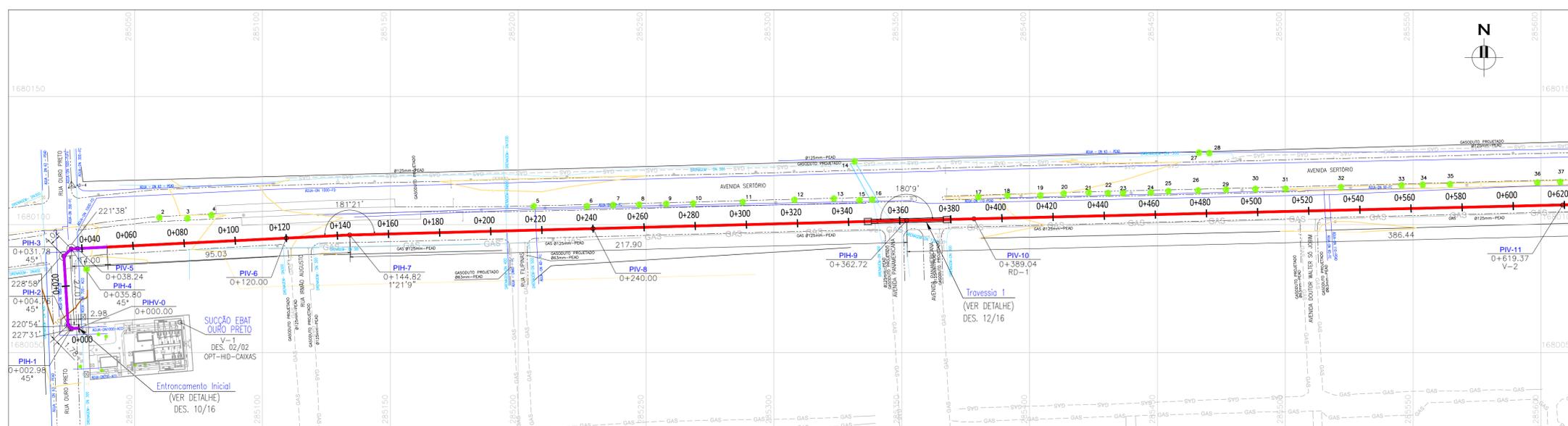
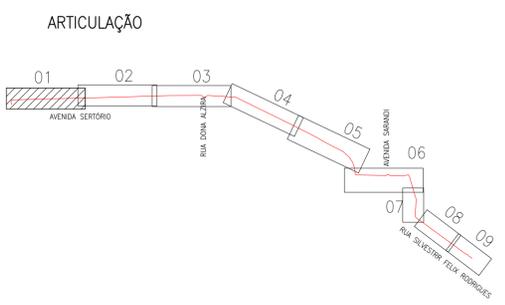




PERFIL 01/08  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)

- NOTAS:
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
  2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
  3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
  4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

- CONVENÇÕES PERFIL
- PERFIL DO TERRENO
  - PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
  - PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
  - ADUTORA PROJETADA
  - INTERFERÊNCIA DRENAGEM
  - INTERFERÊNCIA ESGOTO
  - INTERFERÊNCIA ÁGUA
  - INTERFERÊNCIA GÁS
- CONVENÇÕES PLANTA
- ALINHAMENTO PREDIAL
  - PAVIMENTO ALFALTO
  - PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
  - REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - GÁS
  - GASODUTO (CONFORME SULGÁS)
  - ADUTORA PROJETADA DN 900 TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
  - ADUTORA PROJETADA DN 900 TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
  - ÁRVORE
  - BOCA DE LOBO
  - CAIXA
  - POSTE DE CONCRETO
  - POSTE DE FERRO
  - POSTE DE MADEIRA
  - VÁLVULA
  - POÇO DE VISITA - ESGOTO
  - LUMINÁRIA
  - MARCO
  - TELEFONE PÚBLICO
  - HIDRANTE
  - PLACA
  - PARADA DE ÔNIBUS
  - SEMAFORO
  - CURVAS DE NÍVEL
  - GALERIA A CÉU A ABERTO
  - GALERIA SUBTERRÂNEA



PLANTA 01/08  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)

**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Fátima, 817 - Itaipangaba, Porto Alegre - RS  
 CEP: 91230-292 - (51) 3258.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

Diretoria de Gestão e Desenvolvimento

SISTEMA SÃO JOÃO  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 PERFIL E PLANTA 01/08

FOUNDO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8



**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

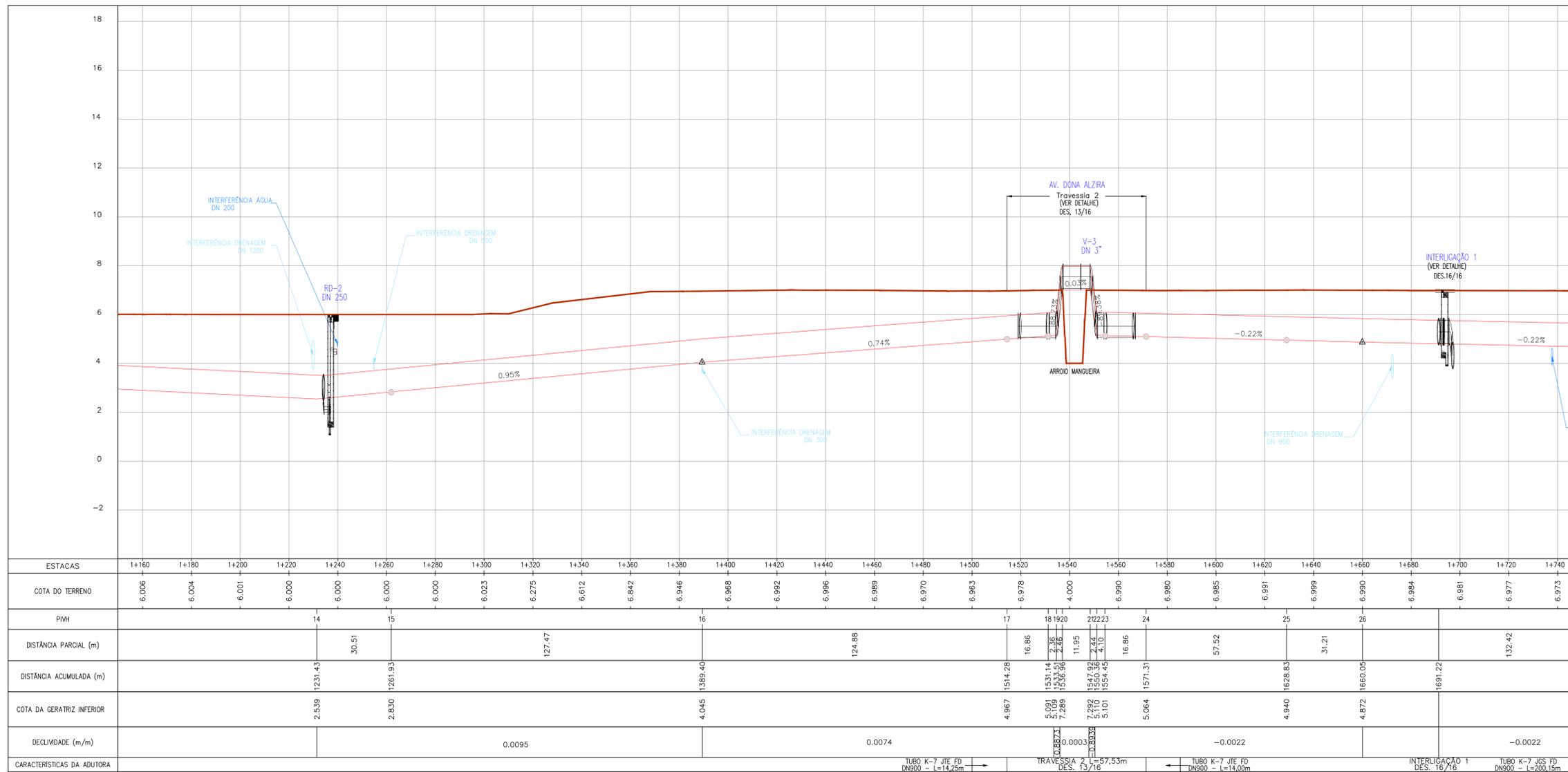
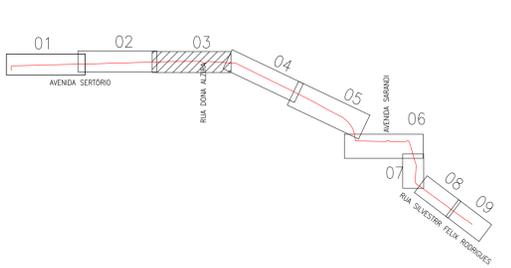
**CONVENÇÕES PERFIL**

- PERFIL DO TERRENO
- PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
- PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
- ADUTORA PROJETADA
- INTERFERÊNCIA DRENAGEM
- INTERFERÊNCIA ESGOTO
- INTERFERÊNCIA ÁGUA
- INTERFERÊNCIA GÁS

**CONVENÇÕES PLANTA**

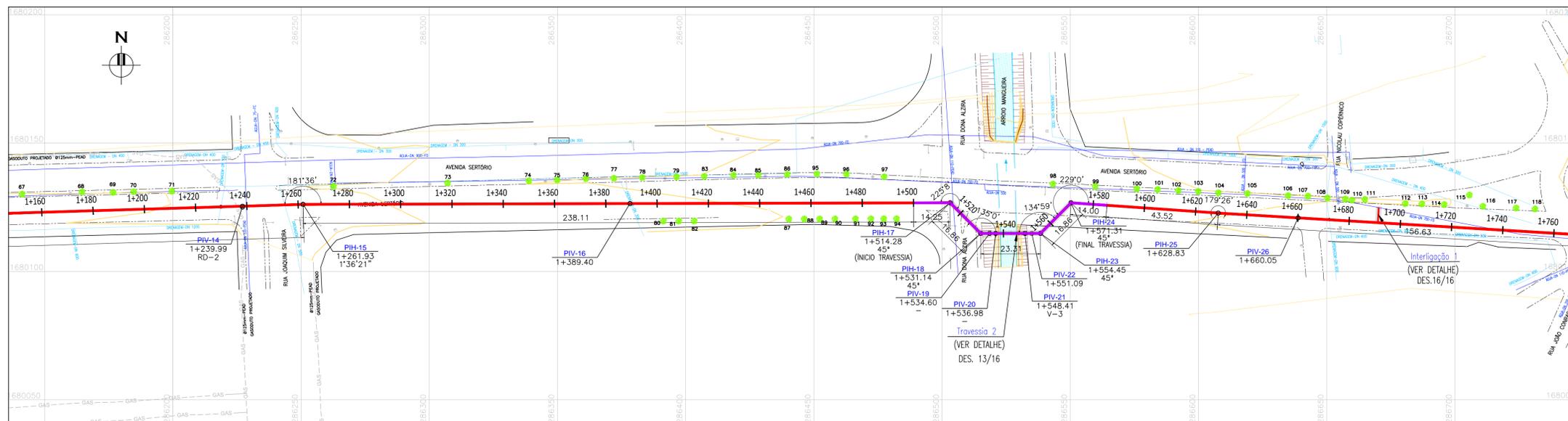
- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDADO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- GÁS
- GASODUTO (CONFORME SUGLAS)
- ADUTORA PROJETADA DN 900
- TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFÓRO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA

**ARTICULAÇÃO**



**PERFIL 03/08**

ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)



**PLANTA 03/08**

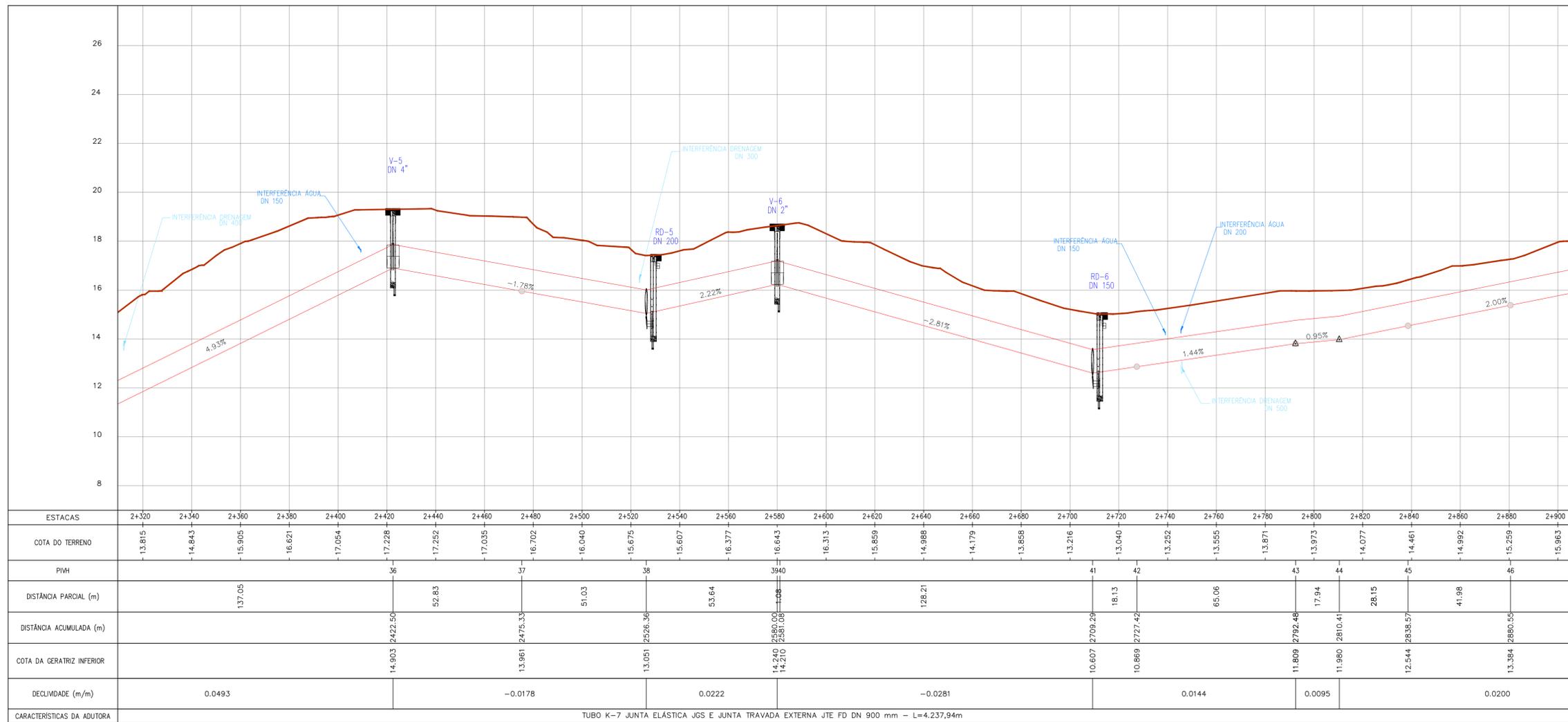
ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fátima, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
CNPJ 09.030.292 - (51) 3258.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRACADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO				
<b>Prefeitura Municipal de Porto Alegre</b> DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS				
Diretoria de Gestão e Desenvolvimento			<b>DMAE</b>	
FOUNDO DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA		DESENHO		
4811		REGINARA SILVA		
INDICADA		FRONTO		
DEZ 2018		4/16		
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA				
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS				
ENL/MPL. FISCAL DE PROJETO-DMAE				
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM				
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS				
ENG. MARCO FACCHIN				
EMPRESA DE PLANEJAMENTO				
ENG. AIRANA DO CANTO				
TÓRDO DO PROJETO/PROJETO				
03.080096.15.8				

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 PERFIL E PLANTA 03/08





**NOTAS:**

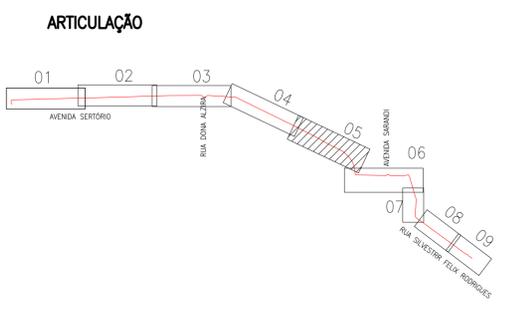
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

**CONVENÇÕES PERFIL**

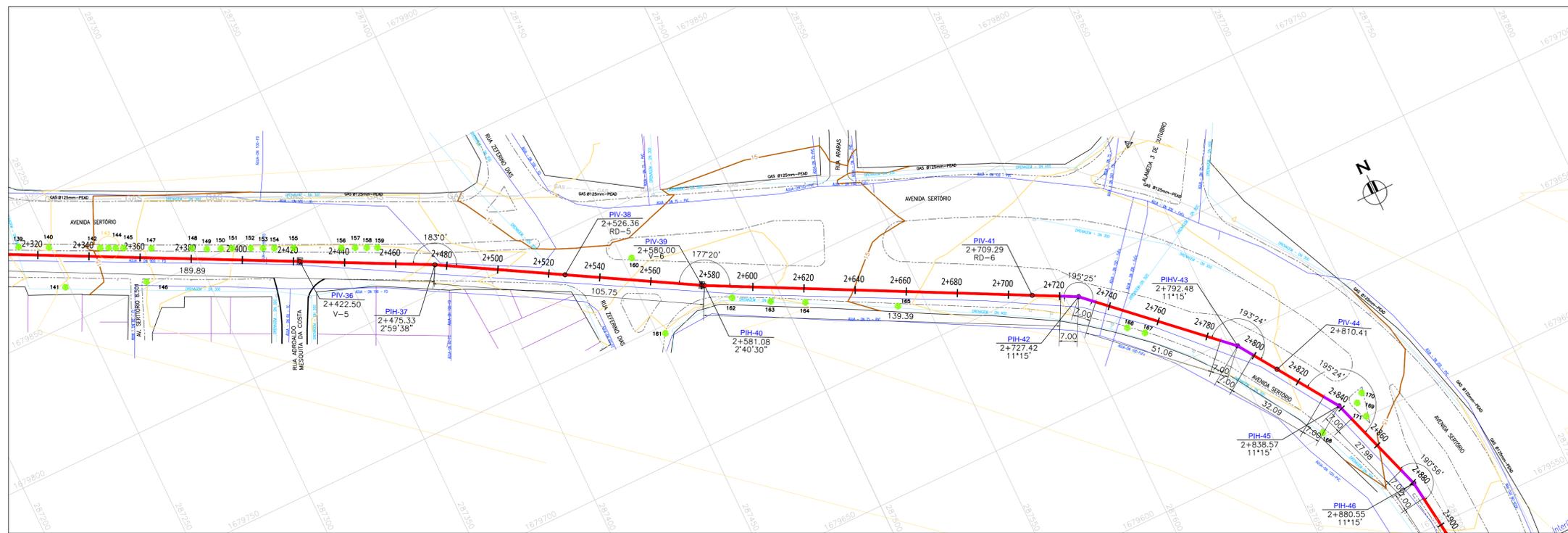
- PERFIL DO TERRENO
- PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
- PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
- ADUTORA PROJETADA
- INTERFERÊNCIA DRENAGEM
- INTERFERÊNCIA ESGOTO
- INTERFERÊNCIA ÁGUA
- INTERFERÊNCIA GÁS

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- GÁS (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ADUTORA PROJETADA DN 900
- TUBO JUNTA ELÁSTICA
- ADUTORA PROJETADA DN 900 TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA



**PERFIL 05/08**  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)



**PLANTA 05/08**  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)

**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Freguesia, 817 - Itaipopólis, Porto Alegre - RS  
 CEP: 91230-290 - (51) 3258.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 PERFIL E PLANTA 05/08

FOUN DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA: 4811  
 DESINHO: REGINARA SILVA  
 ESCALA: INDICADA  
 DATA: DEZ 2018  
 FOLHA: 6/16  
 RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS  
 ENL./FISCAL FISCAL DE PROJETO-DMAE: ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM  
 GERENÇA DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCIN  
 GERENÇA DE FURAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO  
 CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8

**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

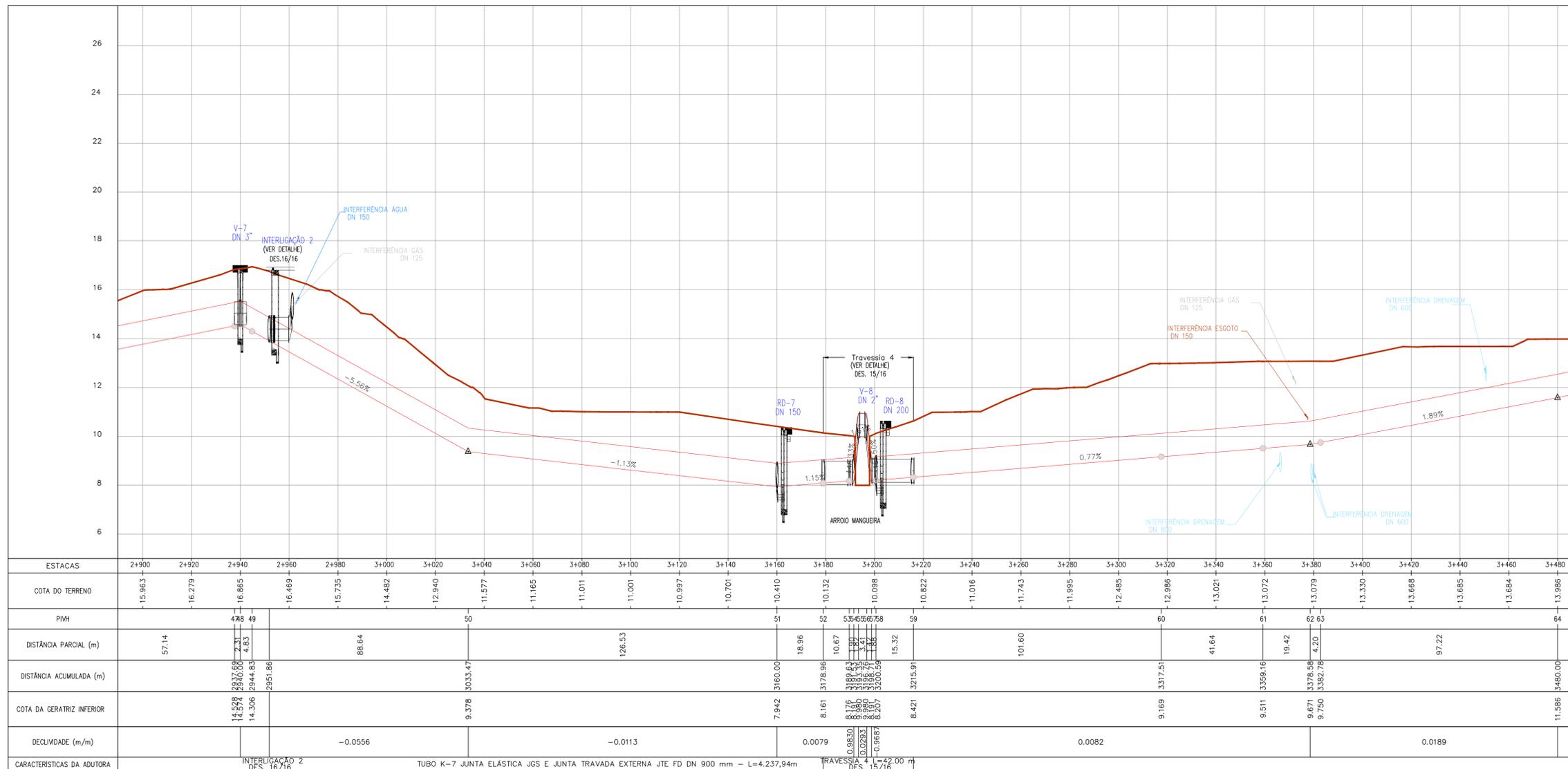
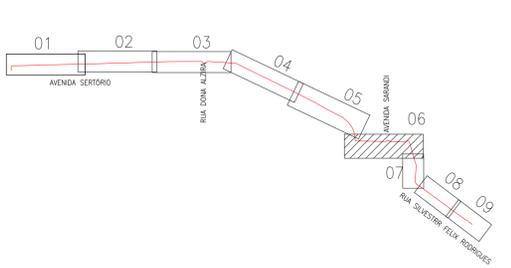
**CONVENÇÕES PERFIL**

- PERFIL DO TERRENO
- PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
- PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
- ADUTORA PROJETADA
- INTERFERÊNCIA DRENAGEM
- INTERFERÊNCIA ESGOTO
- INTERFERÊNCIA ÁGUA
- INTERFERÊNCIA GÁS

**CONVENÇÕES PLANTA**

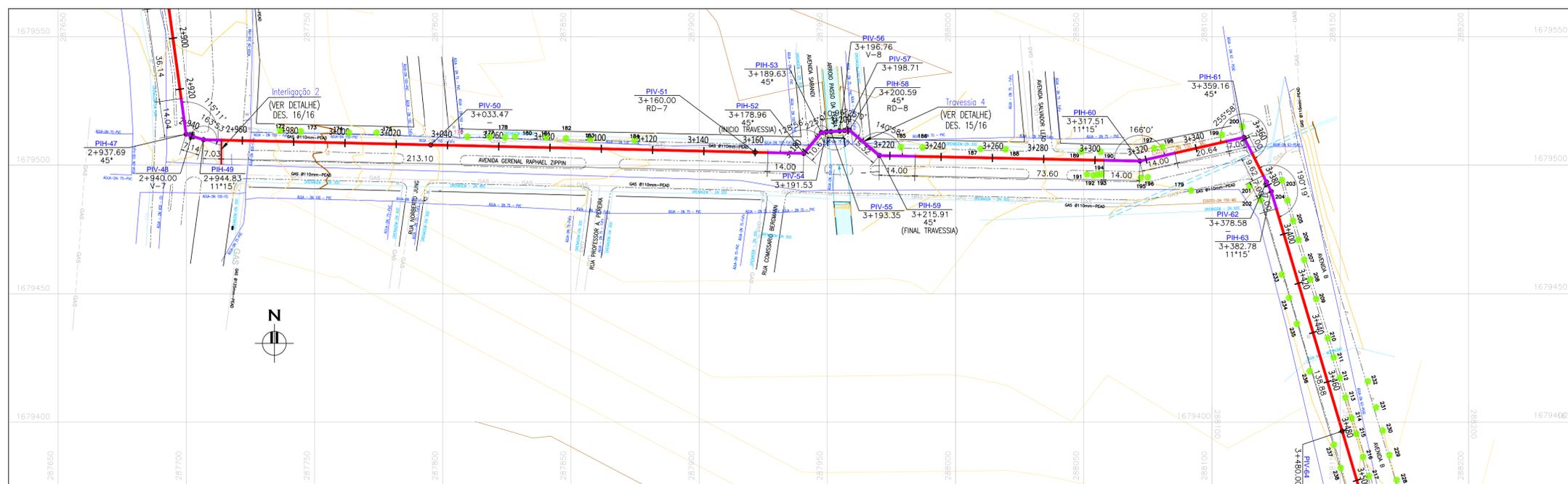
- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- GAS
- GASODUTO (CONFORME SULGÁS)
- ADUTORA PROJETADA DN 900
- TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMÁFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA

**ARTICULAÇÃO**



**PERFIL 06/08**

ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)



**PLANTA 06/08**

ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fregues, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
CNPJ 09.030.292 - (51) 3325.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRACADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

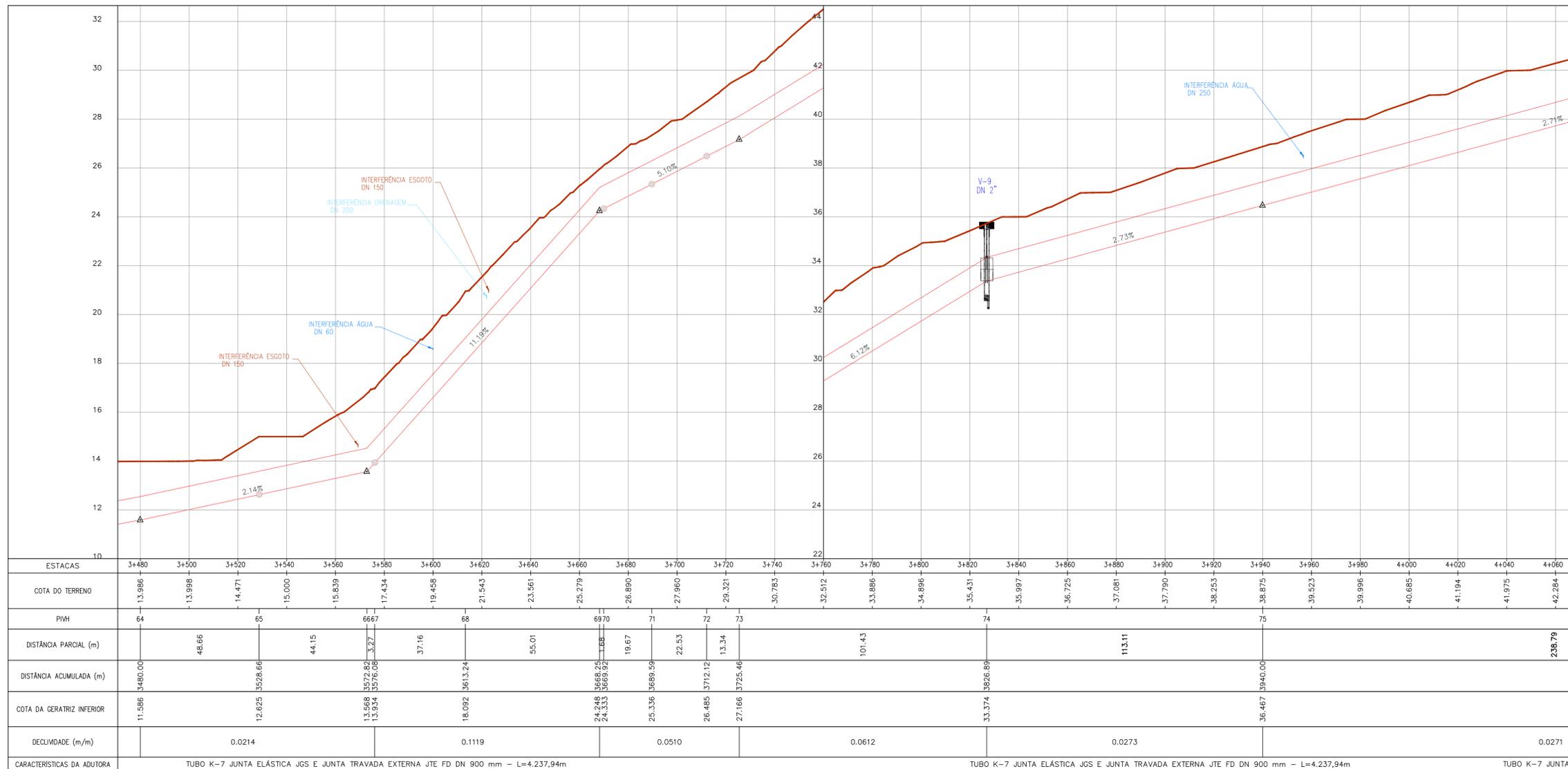
Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA: 4811  
INDICADA: DEZ 2018  
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS  
ENL./ARQ. FISCAL DE PROJETO-DMAE: ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM  
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCHIN  
EMPRESA DE FURNACEAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
PROJETO HIDRÁULICO  
PERFIL E PLANTA 06/08

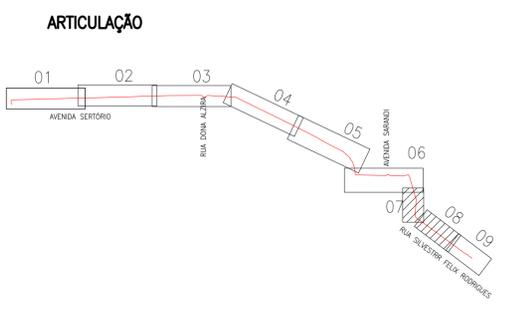
FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA: 4811  
INDICADA: DEZ 2018  
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS  
ENL./ARQ. FISCAL DE PROJETO-DMAE: ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM  
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCHIN  
EMPRESA DE FURNACEAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO  
CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8



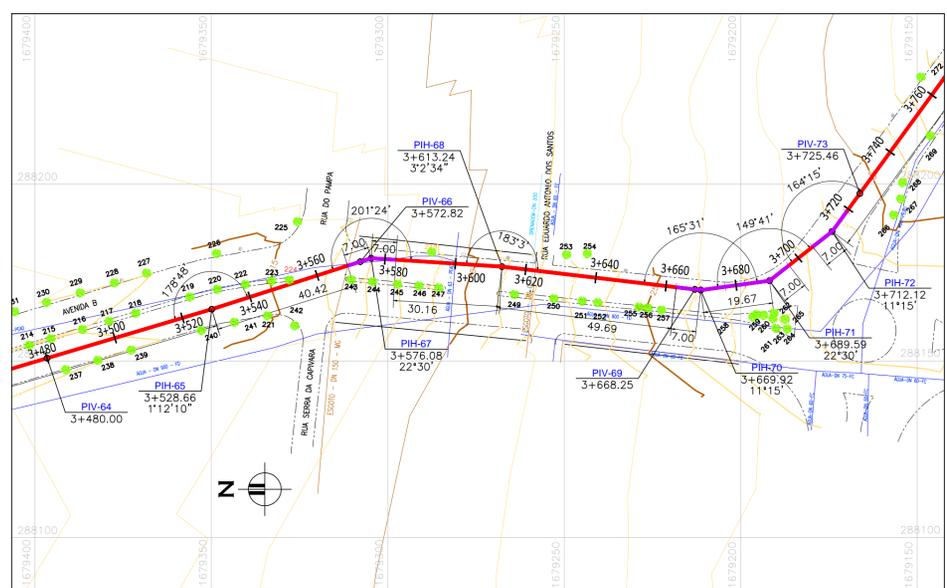
- NOTAS:**
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
  2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
  3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
  4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

- CONVENÇÕES PERFIL**
- PERFIL DO TERRENO
  - PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
  - PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
  - ADUTORA PROJETADA
  - INTERFERÊNCIA DRENAGEM
  - INTERFERÊNCIA ESGOTO
  - INTERFERÊNCIA ÁGUA
  - INTERFERÊNCIA GÁS

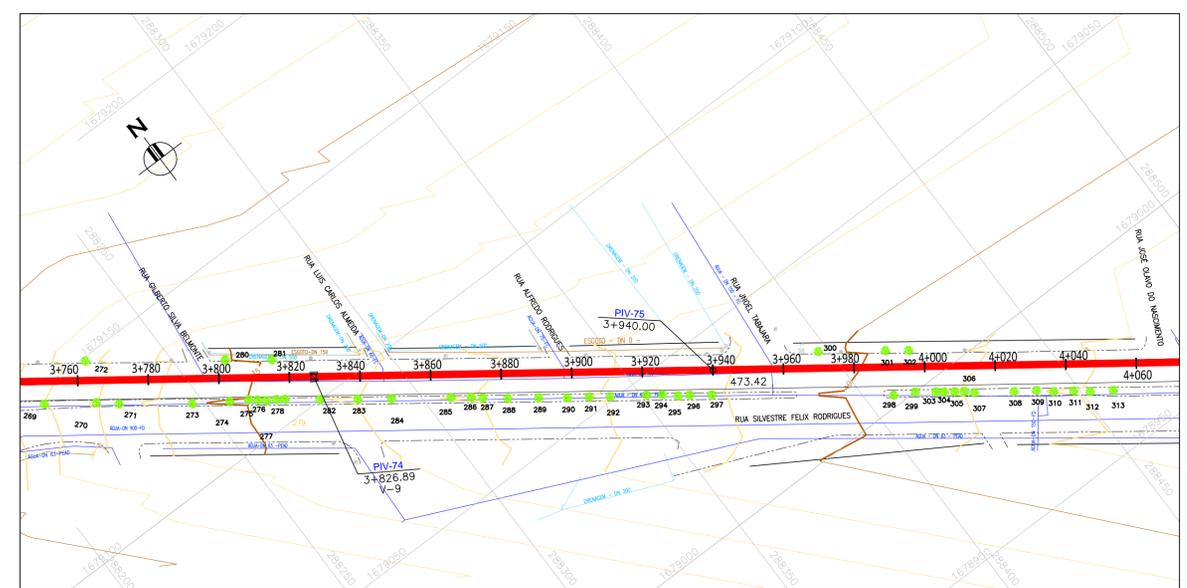
- CONVENÇÕES PLANTA**
- ALINHAMENTO PREDIAL
  - PAVIMENTO ALFALTO
  - PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
  - REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - GAS (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - ADUTORA PROJETADA DN 900
  - TUBO JUNTA ELÁSTICA
  - ADUTORA PROJETADA DN 900 TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
  - ÁRVORE
  - BOCA DE LOBO
  - CAIXA
  - POSTE DE CONCRETO
  - POSTE DE FERRO
  - POSTE DE MADEIRA
  - VÁLVULA
  - POÇO DE VISITA - ESGOTO
  - LUMINÁRIA
  - MARCO
  - TELEFONE PÚBLICO
  - HIDRANTE
  - PLACA
  - PARADA DE ÔNIBUS
  - SEMAFORO
  - CURVAS DE NÍVEL
  - GALERIA A CÉU A ABERTO
  - GALERIA SUBTERRÂNEA



**PERFIL 07/08**  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)



**PLANTA 07/08**  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)



**PLANTA 08/08 - TRECHO 1**  
 ESCALA: 1:1000 (A1)  
 1:2000 (A3)

**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Freixo, 817 - Itaipangaba, Foz de Azeite - RS  
 CEP: 91233-292 - (51) 3251.1008

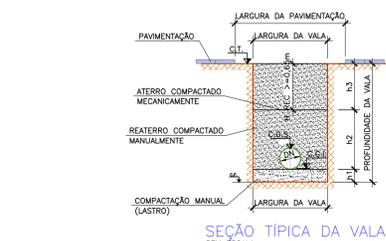
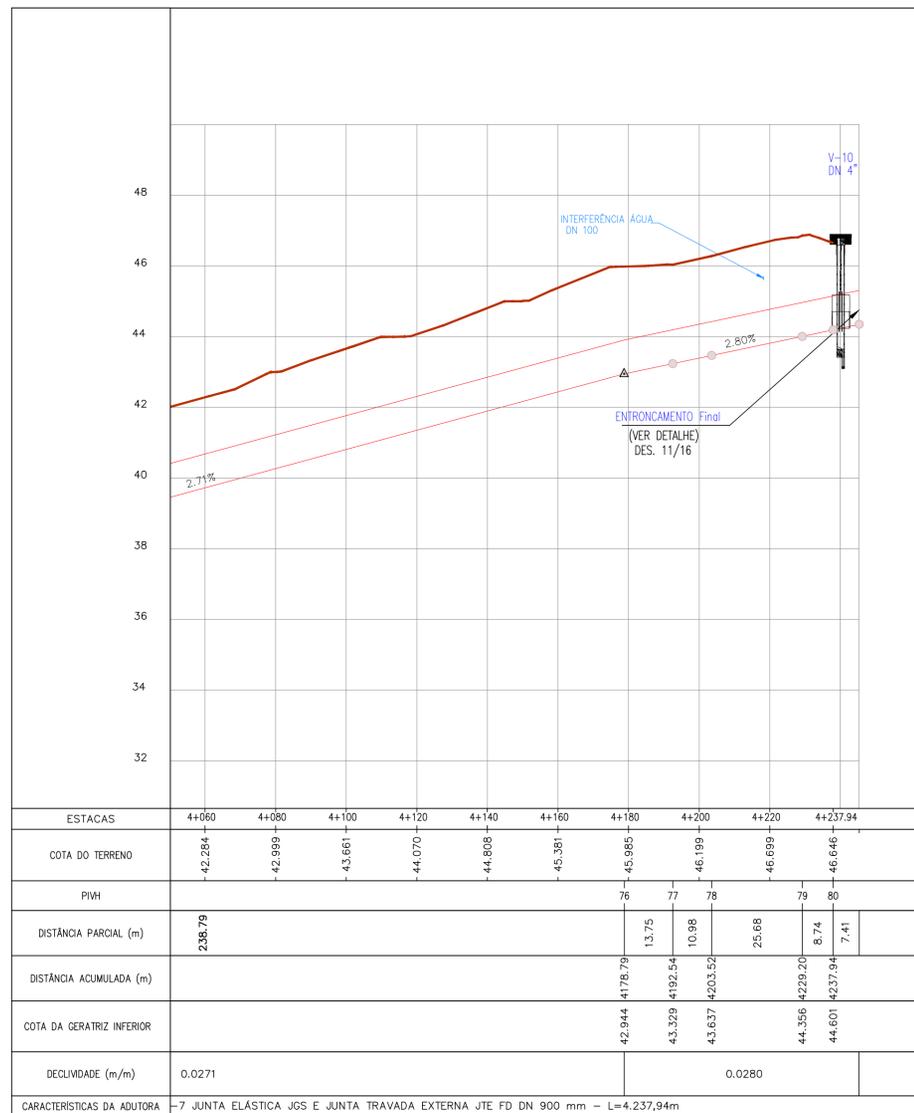
02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 PERFIL E PLANTA 07/08

FORMA DO PROJETO/TÓPODO DA OBRA: 4811  
 DATA INDICADA: DEZ 2018  
 RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS  
 ENL./ARQ. FISCAL DE PROJETO-DMAE: ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM  
 GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCHIN  
 GERÊNCIA DE FURAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO  
 CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8

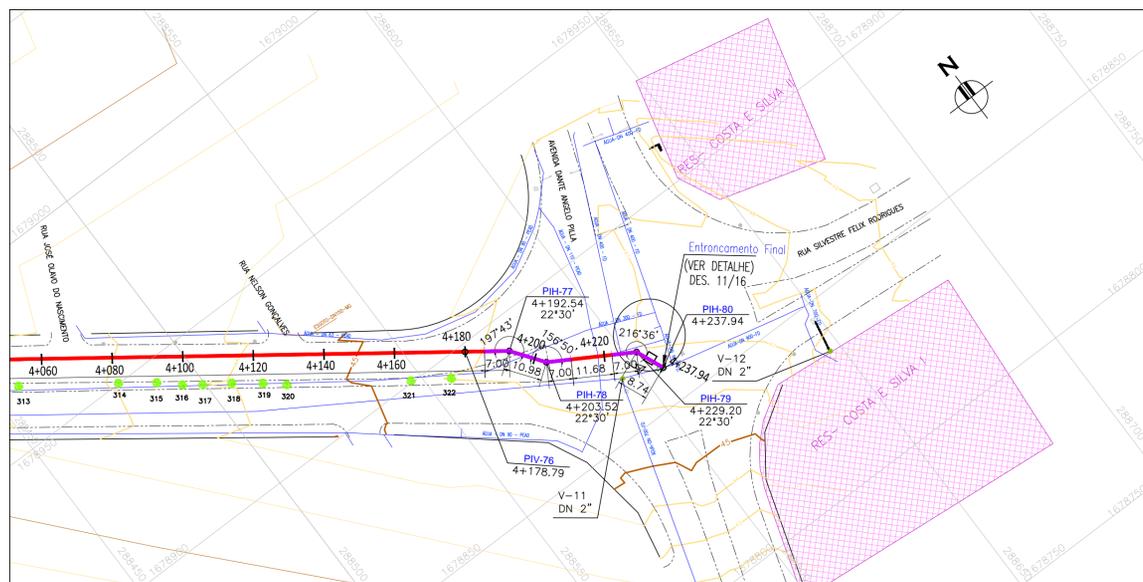


DN	Material do Tubo	Profundidade da vala (m)	Tipo de escoramento	Largura da Vala (m)	Tipo de pavimento	Largura Pavimto (m)	Reenchimento da vala (m)				
							Largura da Vala - picada lado	Largura total	h1	h2	h3
900	Ferro Fundido	até 2	-	1.75	A	0.30	2.35	0.1	0.2	1.0	
					B	0.20	2.15				
					C	0	1.75				
					Blindagem Pesada	A	0.30				2.65
						B	0.20				2.45
						C	0				2.05
					3 a 4	A	0.30				2.75
		B	0.20	2.55							
		C	0	2.15							
		Blindagem Pesada	A	0.30	2.90						
			B	0.20	2.70						
			C	0	2.30						
		5 a 6	A	0.30	3.05						
			B	0.20	2.85						
C	0		2.45								
acima 7	A	0.30	3.20								
	B	0.20	3.00								

Tipos de Pavimentos:
A - No Leito da Rua: - Pav. Articulado ou Asfalto
B - No Leito da Rua: - Demais Pavimentos
C - Sem Pavimentos

**PERFIL 08/08**

ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)



**PLANTA 08/08**

ESCALA: 1:1000 (A1)  
1:2000 (A3)

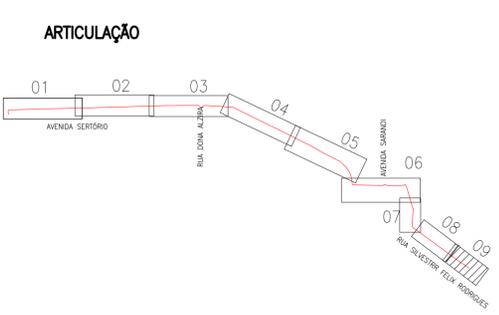
PI	Distância (km)	Coordenadas		Cota	Curva 1	Curva 2
		x	y			
PIH-0	0+000.00	285,028.19	1,680,059.58	7.870	-	-
PIH-1	0+002.98	285,025.21	1,680,059.48	7.726	45°	-
PIH-2	0+004.76	285,023.96	1,680,060.76	7.640	45°	-
PIH-3	0+031.78	285,022.34	1,680,087.72	6.329	45°	-
PIH-4	0+035.80	285,025.21	1,680,090.54	6.134	-	-
PIV-5	0+038.24	285,027.65	1,680,090.66	6.016	-	-
PIV-6	0+120.00	285,109.31	1,680,094.72	4.626	-	-
PIH-7	0+144.82	285,134.10	1,680,095.95	4.420	-	-
PIV-8	0+240.00	285,229.25	1,680,098.44	3.630	-	-
PIH-9	0+362.72	285,351.92	1,680,101.64	2.287	-	-
PIV-10	0+388.92	285,378.12	1,680,102.26	2.000	-	-
PIV-11	0+619.37	285,608.50	1,680,107.68	5.580	-	-
PIH-12	0+749.16	285,738.26	1,680,110.73	4.935	-	-
PIH-13	0+903.32	285,892.35	1,680,115.23	4.169	-	-
PIV-14	1+231.43	286,220.31	1,680,125.21	2.539	-	-
PIH-15	1+261.93	286,250.80	1,680,126.13	2.830	-	-
PIV-16	1+389.40	286,378.27	1,680,126.44	4.045	-	-
PIH-17	1+514.28	286,503.15	1,680,126.74	4.967	45°	-
PIH-18	1+531.14	286,515.07	1,680,114.82	5.091	45°	-
PIV-19	1+533.51	286,517.43	1,680,114.82	5.109	-	-
PIV-20	1+535.96	286,519.89	1,680,114.82	7.289	-	-
PIV-21	1+547.92	286,531.84	1,680,114.82	7.292	-	-
PIV-22	1+550.36	286,534.28	1,680,114.82	5.110	-	-
PIH-23	1+554.45	286,538.38	1,680,114.82	5.101	45°	-
PIH-24	1+571.31	286,550.30	1,680,126.74	5.064	45°	-
PIH-25	1+628.83	286,607.68	1,680,122.73	4.940	-	-
PIV-26	1+660.05	286,638.84	1,680,120.86	4.872	-	-
PIH-27	1+792.46	286,771.02	1,680,112.94	4.584	22°30'	-
PIV-28	1+793.18	286,771.65	1,680,112.62	4.583	-	-
PIH-29	1+838.49	286,812.05	1,680,092.06	5.550	-	-
PIH-30	1+915.56	286,881.26	1,680,058.17	7.196	-	-
PIV-31	1+980.00	286,939.11	1,680,029.79	8.572	-	-
PIV-32	2+093.28	287,040.81	1,679,979.89	6.596	-	-
PIV-33	2+220.00	287,154.57	1,679,924.08	7.144	-	-
PIV-34	2+285.00	287,212.93	1,679,895.45	8.127	-	-
PIH-35	2+285.44	287,213.33	1,679,895.25	8.148	-	-
PIV-36	2+422.50	287,335.69	1,679,833.52	14.903	-	-
PIH-37	2+475.33	287,382.86	1,679,809.72	13.961	-	-
PIV-38	2+526.36	287,427.16	1,679,784.39	13.051	-	-
PIV-39	2+580.00	287,473.72	1,679,757.76	14.240	-	-
PIH-40	2+581.08	287,474.66	1,679,757.22	14.210	-	-
PIV-41	2+709.29	287,588.80	1,679,698.84	10.607	-	-
PIH-42	2+727.42	287,604.94	1,679,690.58	10.869	11°15'	-
PIH-43	2+792.48	287,652.90	1,679,646.62	11.809	11°15'	-
PIV-44	2+810.41	287,662.95	1,679,631.76	11.980	-	-
PIH-45	2+838.57	287,678.73	1,679,608.45	12.544	11°15'	-
PIH-46	2+880.55	287,692.19	1,679,568.69	13.384	11°15'	-
PIH-47	2+937.69	287,699.91	1,679,512.07	14.528	45°	-
PIV-48	2+940.00	287,702.12	1,679,511.38	14.574	-	-
PIH-49	2+944.83	287,708.72	1,679,509.93	14.306	11°15'	-
PIV-50	3+033.47	287,795.34	1,679,507.91	9.378	-	-
PIV-51	3+160.00	287,921.84	1,679,505.03	7.942	-	-
PIH-52	3+178.96	287,940.79	1,679,504.60	8.161	45°	-
PIH-53	3+189.63	287,947.69	1,679,512.74	8.284	45°	-
PIV-54	3+190.60	287,948.65	1,679,512.82	8.295	-	-
PIV-55	3+191.98	287,950.02	1,679,512.94	10.344	-	-
PIV-56	3+198.07	287,956.10	1,679,513.44	10.442	-	-
PIV-57	3+199.49	287,957.51	1,679,513.56	8.295	-	-
PIH-58	3+200.59	287,958.61	1,679,513.65	8.304	45°	-
PIH-59	3+215.91	287,970.30	1,679,503.76	8.421	45°	-
PIH-60	3+317.51	288,071.88	1,679,501.61	9.202	11°15'	-
PIH-61	3+359.16	288,112.49	1,679,510.83	9.522	45°	22°30'
PIV-62	3+378.58	288,121.26	1,679,493.50	9.671	-	-
PIH-63	3+382.78	288,123.15	1,679,489.75	9.750	11°15'	-
PIV-64	3+480.00	288,150.79	1,679,396.54	11.586	-	-
PIH-65	3+528.66	288,164.62	1,679,349.89	12.625	-	-
PIV-66	3+572.82	288,178.05	1,679,307.83	13.568	-	-
PIH-67	3+576.08	288,179.05	1,679,304.71	13.934	22°30'	-
PIH-68	3+613.24	288,176.66	1,679,267.63	18.092	-	-
PIV-69	3+668.25	288,170.22	1,679,213.01	24.248	-	-
PIH-70	3+669.92	288,170.03	1,679,211.34	24.333	-	-
PIH-71	3+689.59	288,172.68	1,679,191.85	25.336	11°15'	-
PIH-72	3+712.12	288,186.58	1,679,174.12	26.485	11°15'	-
PIV-73	3+725.46	288,197.35	1,679,166.24	27.166	-	-
PIV-74	3+826.89	288,279.22	1,679,106.36	33.374	-	-
PIV-75	3+940.00	288,370.51	1,679,039.59	36.467	-	-
PIV-76	4+178.79	288,563.25	1,678,898.62	42.944	-	-
PIH-77	4+192.54	288,574.34	1,678,890.50	43.329	22°30'	-
PIH-78	4+203.52	288,580.82	1,678,881.63	43.637	22°30'	-
PIH-79	4+229.20	288,602.89	1,678,868.51	44.356	22°30'	-
PIH-80	4+237.94	288,606.26	1,678,860.45	44.601	-	-

RELAÇÃO DE PEÇAS - ADUTORA				
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	QUANTIDADE
1	TUBO JUNTA ELÁSTICA JGS	FFD K7	900	3919
2	TUBO JUNTA TRAVADA JTE	FFD K7	900	287
3	CURVA 11915' JUNTA TRAVADA EXTERNA	FFD	900	9
4	CURVA 22930' JUNTA TRAVADA EXTERNA	FFD	900	3
5	CURVA 45° JUNTA TRAVADA EXTERNA	FFD	900	14
6	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=0,1m	FFD K7	900	1
7	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=1,3m	FFD K7	900	1
8	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=1,8m	FFD K7	900	1
9	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=2,3m	FFD K7	900	1
10	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=2,9m	FFD K7	900	1
11	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=2,9m	FFD K7	900	1
12	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=3m	FFD K7	900	1
13	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=3,7m	FFD K7	900	1
14	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=4m	FFD K7	900	2
15	TUBO JUNTA TRAVA EXTERNA L=6m	FFD K7	900	1

- NOTAS:**
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA;
  2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16;
  3. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS, DOS ENTRONCAMENTOS E DAS INTERLIGAÇÕES INDICADAS NOS RESPECTIVOS DETALHES;
  4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02;

- CONVENÇÕES PERFIL**
- PERFIL DO TERRENO
  - PONTO DE INFLEXÃO VERTICAL
  - PONTO DE INFLEXÃO HORIZONTAL
  - ADUTORA PROJETADA
  - INTERFERÊNCIA DRENAGEM
  - INTERFERÊNCIA ESGOTO
  - INTERFERÊNCIA ÁGUA
  - INTERFERÊNCIA GÁS

- CONVENÇÕES PLANTA**
- ALINHAMENTO PREDIAL
  - PAVIMENTO ALFALTO
  - PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
  - REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
  - GÁS - GASODUTO (CONFORME SUGLÁS)
  - ADUTORA PROJETADA DN 900
  - TUBO JUNTA ELÁSTICA
  - ADUTORA PROJETADA DN 900 TUBO JUNTA TRAVADA EXTERNA
  - ÁRVORE
  - BOCA DE LOBO
  - CAIXA
  - POSTE DE CONCRETO
  - POSTE DE FERRO
  - PARADA DE MADEIRA
  - VÁLVULA
  - POÇO DE VISITA - ESGOTO
  - LUMINÁRIA
  - MARCO
  - TELEFONE PÚBLICO
  - HIDRANTE
  - PLACA
  - PARADA DE ÔNIBUS
  - SEMAFORO
  - CURVAS DE NÍVEL
  - GALERIA A CÉU A ABERTO
  - GALERIA SUBTERRÂNEA



**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Freixo, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
CNPJ 09.030.292-01 (11) 3335.1008

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

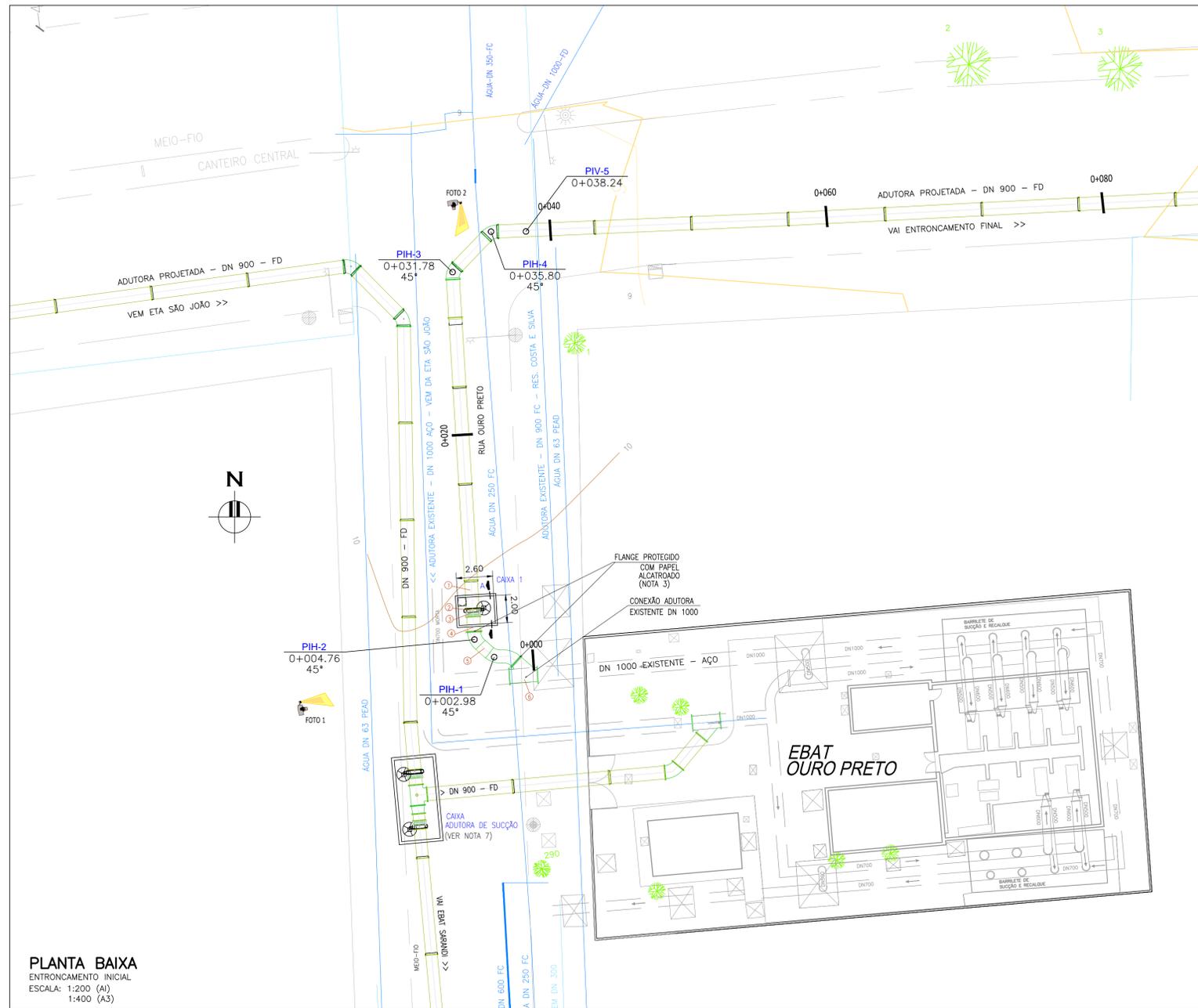
**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**DMAE**

Diretoria de Gestão e Desenvolvimento

FOUN DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA	DESENHO
4811	REGINARA SILVA
INDICADA	INDICADA
DEZ 2018	9/16
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	RESP. FISCAL DE PROJETO-DMAE
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	GERÊNCIA DE FURACAMENTO
ENG. MARCO FACCHIN	ENG. AIRANA DO CANTO
TÓRDO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
PROJETO HIDRÁULICO  
PERFIL E PLANTA 08/08



**PLANTA BAIXA**  
ENTRONCAMENTO INICIAL  
ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)



FOTO 1



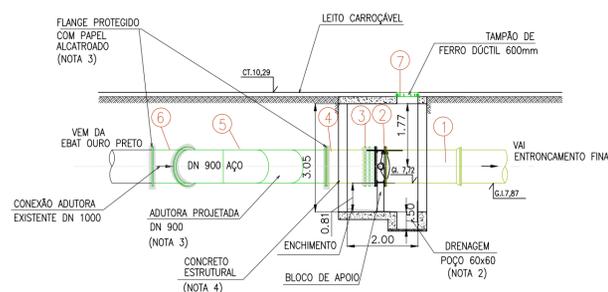
FOTO 2

**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
2. DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL, QUANDO ESGOTADA A POSSIBILIDADE PELO TUBO EXTRAISSOR.
3. A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARCÃO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPOXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.
4. VEDAR PASSAGEM DA TUBULAÇÃO COM ARGAMASSA FORTE.
5. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
6. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS NOS DESENHOS 12 A 15/16.
7. CAIXA REFERENTE À ADUTORA DE SUÇÃO. PEÇAS E CONSTRUÇÃO DAS CAIXAS ESPECIFICADAS NO PROJETO DA ADUTORA DE SUÇÃO.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NIVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA

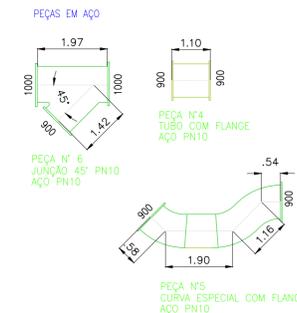


**ENTRONCAMENTO INICIAL - CORTE AA**  
ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)

**RELAÇÃO DE PEÇAS - ENTRONCAMENTO INICIAL**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TUBO COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA ELÁSTICA JIS L=2,00m	FFD	900	Pç	1
2	VÁLVULA BORBOLETA FLANGEADA PN 10	FFD	900	Pç	1
3	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN 10	FFD	900	Pç	1
4	TUBO COM FLANGES PN10 L=1,10m	AÇO	900	Pç	1
5	CURVA ESPECIAL COM FLANGES PN10	AÇO	900	Pç	1
6	JUNÇÃO 45° COM FLANGES PN 10	AÇO	1000x900	Pç	1
7	TAMPAO DE FERRO DÓCTIL	FERRO	600	Pç	1

(\*) PEÇAS EM AÇO  
(\$) VER NOTA 4



**OBSERVAÇÃO:**

- AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS, GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fátima, 817 - Interlagos - São Paulo - SP  
CNPJ: 06.920.292 - (11) 3358.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA: 48111  
DESENHO: REGINARA SILVA

ESCALA: 1:200  
INDICADA: DEZ 2018  
PRIMEIRA: 10/16

RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA:  
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS

ENL./ARQ. FISCAL DE PROJETO-DMAE:  
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM

GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS:  
ENG. MARCO FACCHIN

GERÊNCIA DE FURAMENTO:  
ENG. AIRANA DO CANTO

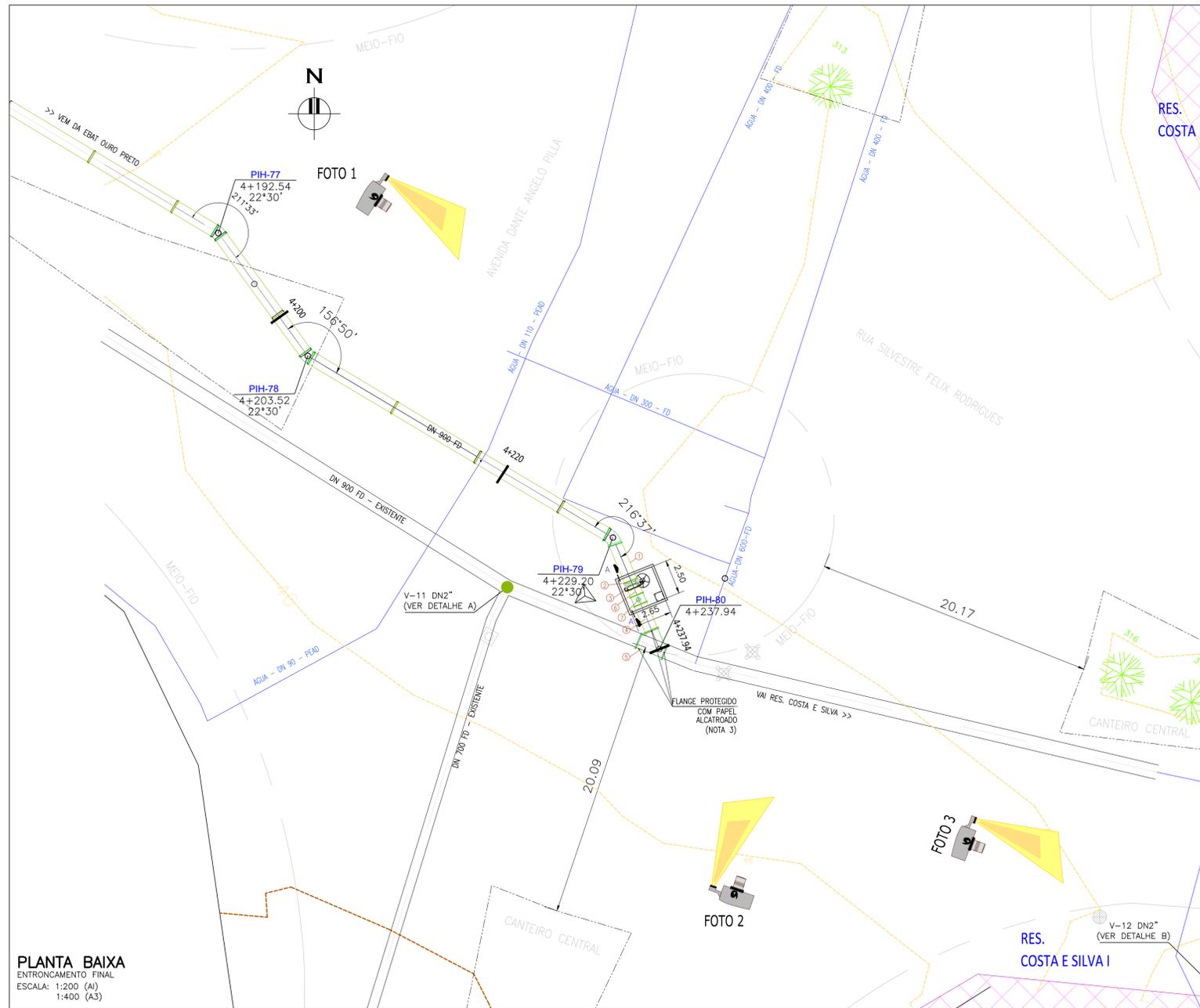
TÓRDO DO PROJETO/PROCESSO:  
03.080096.15.8

**SISTEMA SÃO JOÃO**

ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO

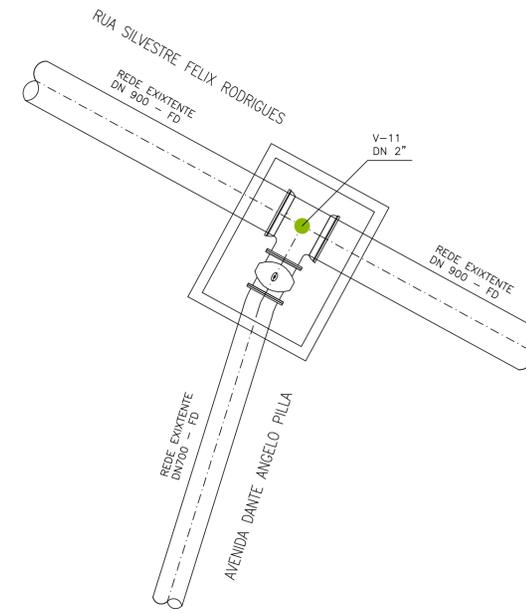
PROJETO HIDRÁULICO

ENTRONCAMENTO INICIAL - PLANTA E CORTE



**PLANTA BAIXA**  
ENTRONCAMENTO FINAL  
ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)

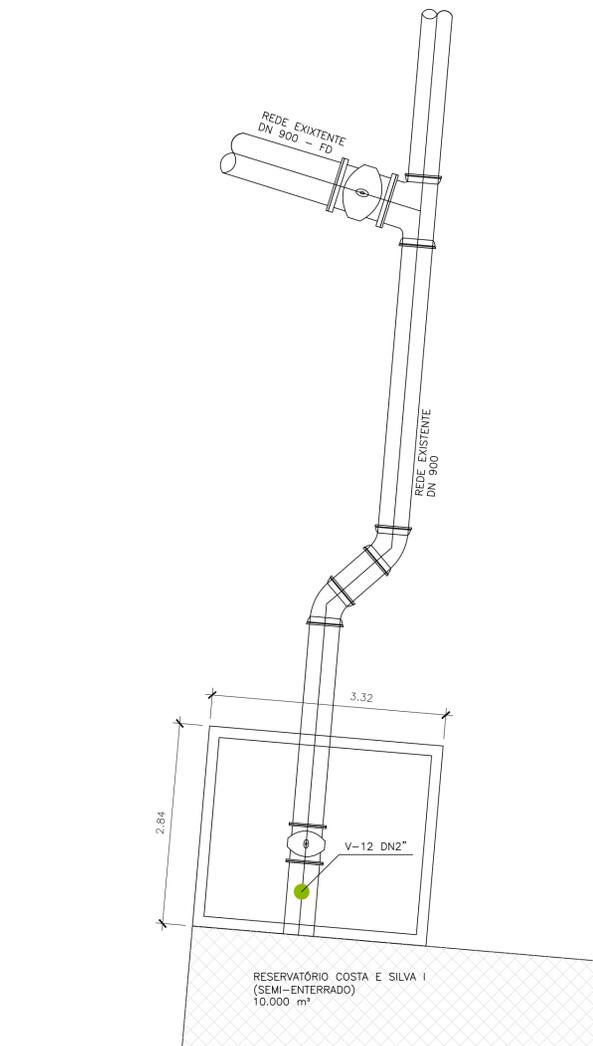
**DETALHE A (CADASTRO DMAE)**  
ESCALA: 1:50 (A1)  
1:100 (A3)



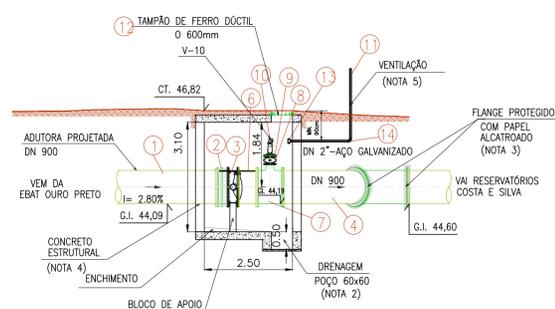
- NOTAS:**
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
  2. DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL, QUANDO ESGOTADA A POSSIBILIDADE PELO TUBO EXTRAVASOR.
  3. A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARÇÃO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPÓXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.
  4. VEDAR PASSAGEM DA TUBULAÇÃO COM ARGAMASSA FORTE.
  5. TUBO DE VENTILAÇÃO DA CAIXA DE VENTOSA SERÁ ENCAMINHADO ATÉ A FAIXA DE URBANIZAÇÃO DO PASSEIO PÚBLICO, SENDO FIXADO NO POSTE.
  6. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
  7. RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS NOS DESENHOS 12 A 15/16.
  8. AS VENTOSAS 11 E 12 SERÃO INSTALADAS NA TUBULAÇÃO EXISTENTE, UTILIZANDO SE ROSCA.

**CONVENÇÕES PLANTA**

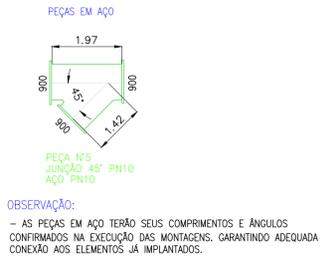
- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA



**DETALHE B (CADASTRO DMAE)**  
ESCALA: 1:50 (A1)  
1:100 (A3)



**ENTRONCAMENTO FINAL - CORTE AA**  
ESCALA: 1:100 (A1)  
1:200 (A3)



**OBSERVAÇÃO:**  
- AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS, GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.

**RELAÇÃO DE PEÇAS - ENTRONCAMENTO FINAL - RÓTULA DO BATUQUE**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TUBO COM FLANGE PN10 E PONTA PARA JUNTA ELÁSTICA JGS L=3,56m	FFD	900	PG	1
2	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN 10	FFD	900	PG	1
3	VÁLVULA BORBOLETA FLANGEADA PN 10	FFD	900	PG	1
4	TUBO COM FLANGES PN10 L=2,65m	FFD	900	PG	1
5	JUNÇÃO 45° COM FLANGES PN 10	AÇO	900x900	PG	1
6	TUBO COM FLANGES PN10 L=0,50m	FFD	900	PG	1
7	TE COM FLANGES PN10	FFD	900x200	PG	1
8	VÁLVULA DE GAVETA COM FLANGES E CUNHA DE BORRACHA CORPO CURTO	FFD	200	PG	1
9	PLACA DE REDUÇÃO PN10	FFD	200x100	PG	1
10	VENTOSA PN10	FFD	4"	PG	1
11	TUBO DE VENTILAÇÃO	AÇO GAL.	2"	m	10
12	TAMPÃO DE FERRO DÓCTIL	FERRO	600	PG	1
13	TE	AÇO GAL.	2"	PG	1
14	CURVA 90°	AÇO GAL.	2"	PG	1

(\*) PEÇAS EM AÇO  
(\$) VER NOTA 3



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fátima, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
CNPJ 09.030.292-01 (11) 3258.1508

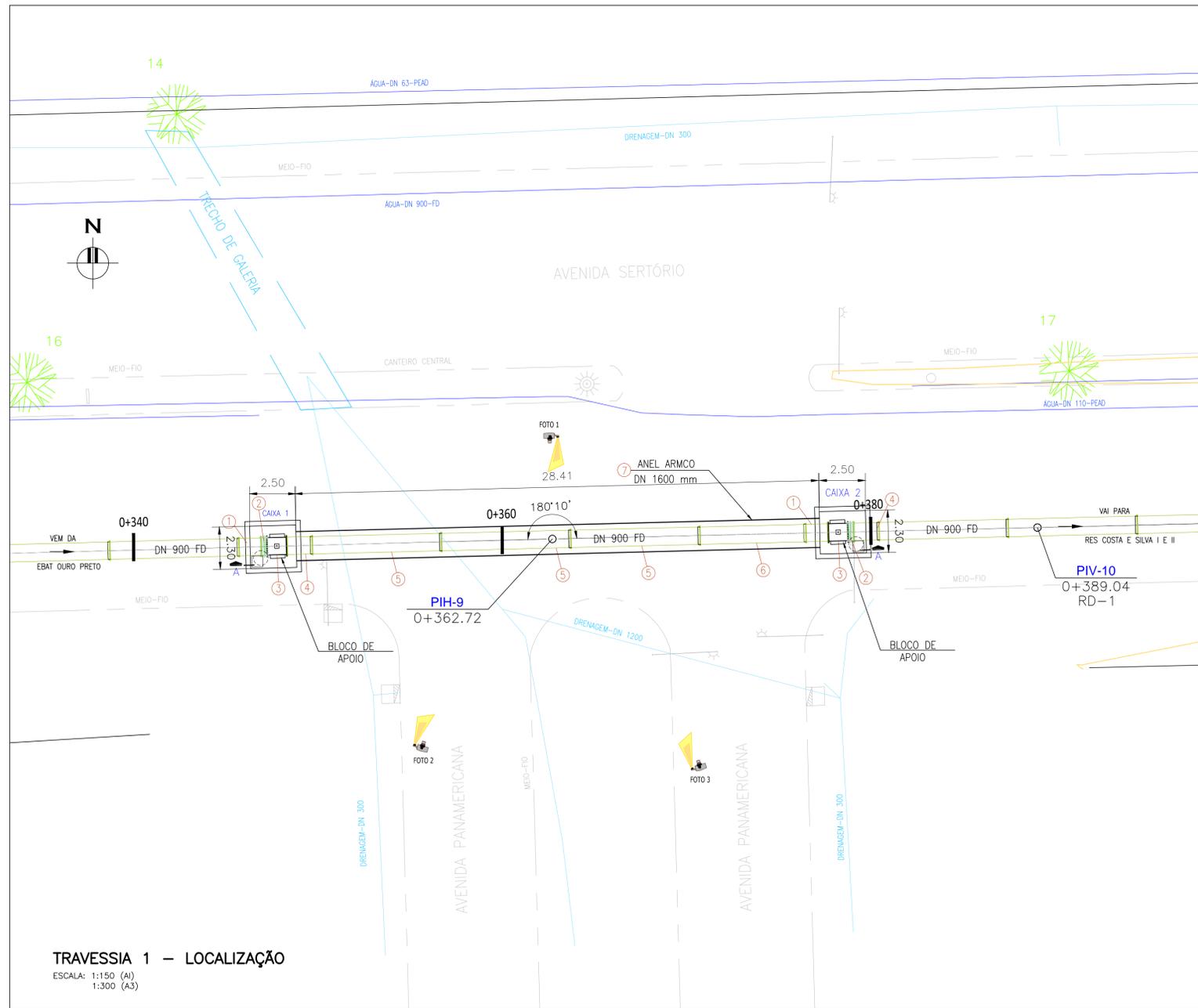
02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
PROJETO HIDRÁULICO  
ENTRONCAMENTO FINAL - PLANTA E CORTE

FOUN DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA	DESENHO
4811	REGINARA SILVA
DATA	PROJETO
INDICADA DEZ 2018	11/16
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL./MPL. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCIN	
ESCALA DE FLUXOGRAMA	
ENG. AIRANA DO CANTO	
TÓRDO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	



**TRAVESSIA 1 – LOCALIZAÇÃO**  
 ESCALA: 1:150 (A1)  
 1:300 (A3)



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3

**NOTAS:**

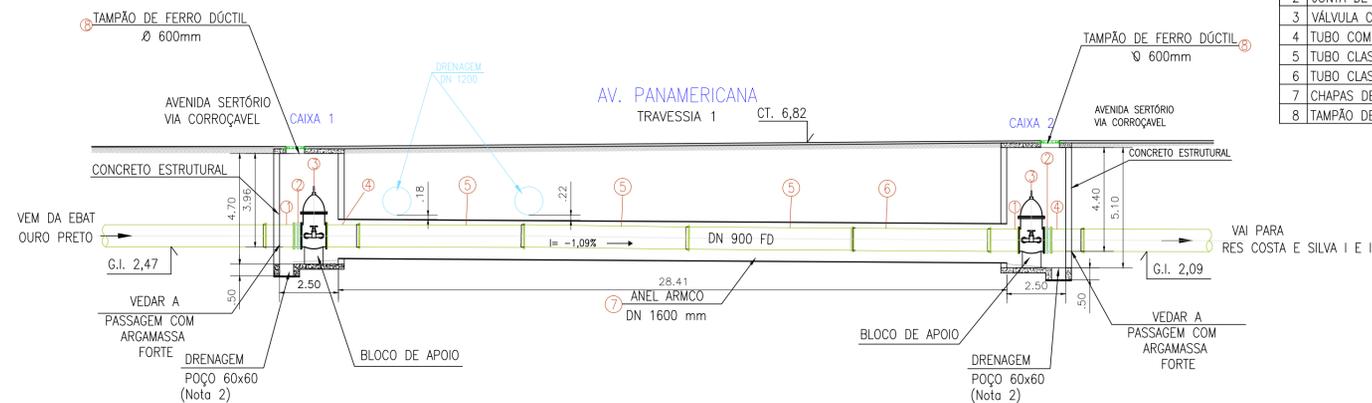
1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
2. DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL, QUANDO ESGOTADA A POSSIBILIDADE PELO TUBO EXTRAVASOR.
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
4. RELAÇÃO DE PEÇAS DO ENTROCAMENTO INICIAL NO DESENHO 10/16 E ENTROCAMENTO FINAL NO DESENHO 11/16.
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01002.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPÍPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA – ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMÁFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA

**RELAÇÃO DE PEÇAS – TRAVESSIA 1 – NÃO DESTRUTIVA – AV.PANAMERICANA**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TUBO COM FLANGE E PONTA PN 10 L=1,32m	FFD	900	pc	2
2	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN10	FFD	900	pc	2
3	VÁLVULA COM FLANGES SEM REDUTOR E COM BY-PASS	FFD	900	pc	2
4	TUBO COM FLANGE PN10 E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,26m	FFD	900	pc	2
5	TUBO CLASSE K7 PONTA E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=7,00 m	FFD	900	pc	3
6	TUBO CLASSE K7 PONTA E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=5,85 m	FFD	900	pc	1
7	CHAPAS DE AÇO CORRUGADO DE ALTA RESISTÊNCIA – TUNNEL LINE	AÇO	1600	m	28,41
8	TAMPÃO DE FERRO DÚCTIL	FD	600	pc	2



**TRAVESSIA 1 – CORTE AA**  
 ESCALA: 1:200 (A1)  
 1:400 (A3)

**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Freixo, 817 - Itaipopólis - Porto Alegre - RS  
 CEP: 91230-290 - (51) 3258.1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 TRAVESSIA 1 – PLANTA E CORTE

FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA	DESENHO
4811	REGINARA SILVA
INDICADA	FRONTO
DEZ 2018	12/16
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL./ARL. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCHIN	
GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO	
ENG. AIRANA DO CANTO	
TÓRDO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	

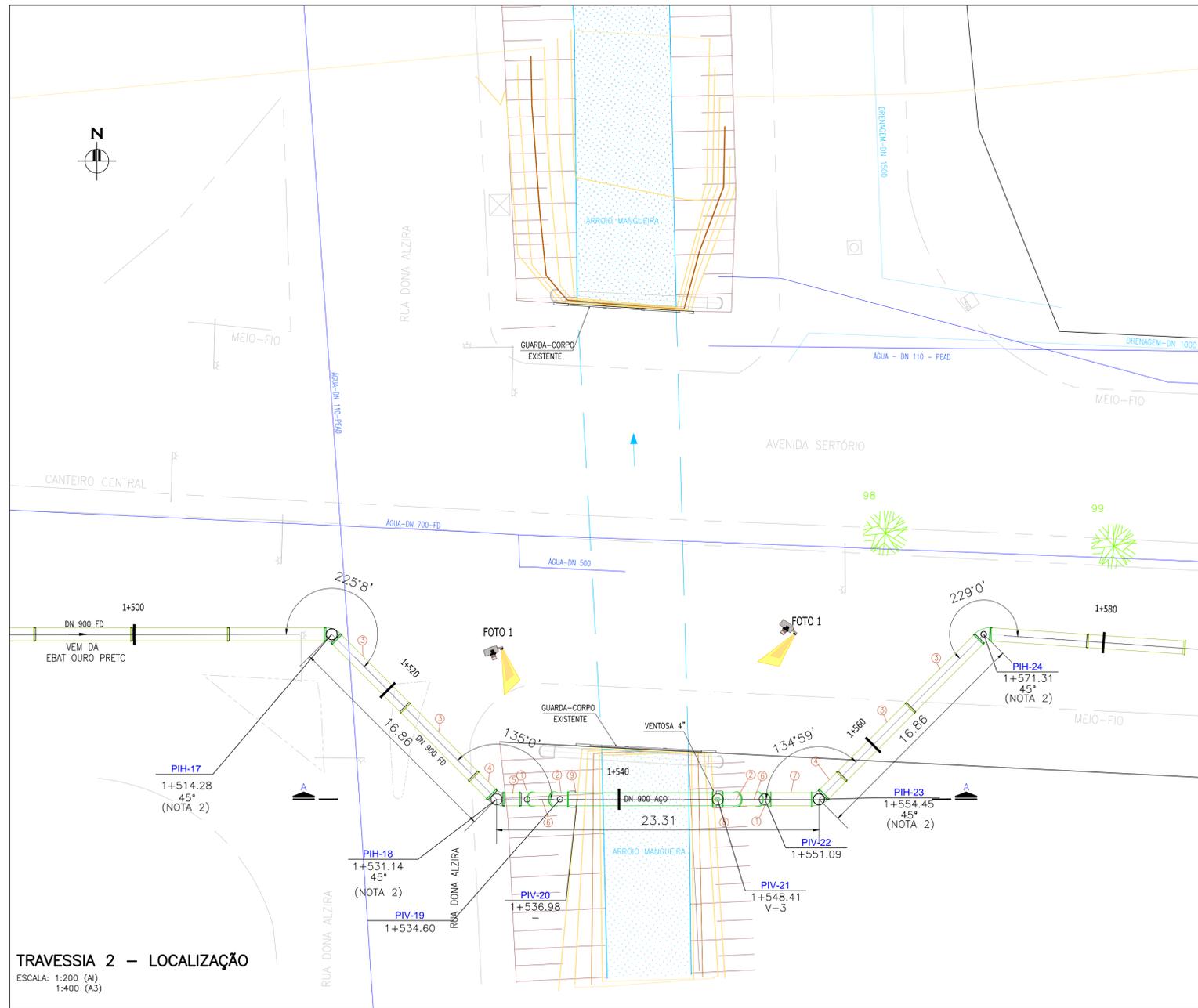


FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3

**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DO ENTROCAMENTO INICIAL NO DESENHO 10/16 E ENTROCAMENTO FINAL NO DESENHO 11/16.
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01002.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFÓRO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA

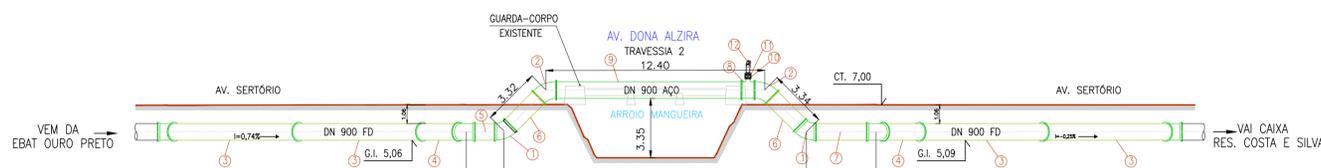
**RELAÇÃO DE PEÇAS - TRAVESSIA 2 - AÉREA - RUA DONA ALZIRA**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	CURVA 45° COM BOLSAS JTE	FFD	900	pc	2
2	CURVA 45° COM FLANGES PN10	AÇO	900	pc	2
3	TUBO K7 PONTA E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS TRAVADA EXTERNA L=7,00	FFD	900	pc	4
4	TUBO CILÍNDRICO PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=2,00m	FFD	900	pc	2
5	TUBO CILÍNDRICO PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=1,35m	FFD	900	pc	1
6	TUBO COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=2,35m	FFD	900	pc	2
7	TUBO CILÍNDRICO PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=3,18m	FFD	900	pc	1
8	TE COM FLANGES PN10	AÇO	900x200	pc	1
9	TUBO COM FLANGES PN10 L=10,50m	AÇO	900	pc	1
10	VÁLVULA DE CUNHA COM FLANGES E CUNHA DE BORRACHA CORPO CURTO	FFD	200	pc	1
11	PLACA DE REDUÇÃO PN10	FFD	200x80	pc	1
12	VENTOSA PN10	FFD	3"	pc	1

(\*) PEÇAS EM AÇO

**OBSERVAÇÃO:**

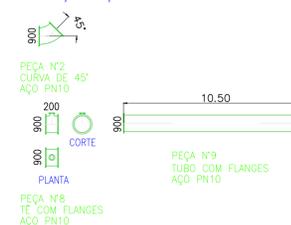
- AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS, GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.



**TRAVESSIA 2 - CORTE AA**

ESCALA: 1:200 (A1)  
 1:400 (A3)

**PEÇAS EM AÇO**



**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Fátima, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
 CEP: 93020-220 - (51) 3258.1500

O2	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
O1	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**IDMAE**

FOUN DO PROJETO/CÓDIGO DA OBRA	DESENHO
4811	REGINARA SILVA
ESCALA	PROJETO
INDICADA	13/16
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL./ARL. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCHIN	
GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO	
ENG. AIRANA DO CANTO	
CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	

**SISTEMA SÃO JOÃO**

ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO

PROJETO HIDRÁULICO

TRAVESSIA 2 - PLANTA E CORTE

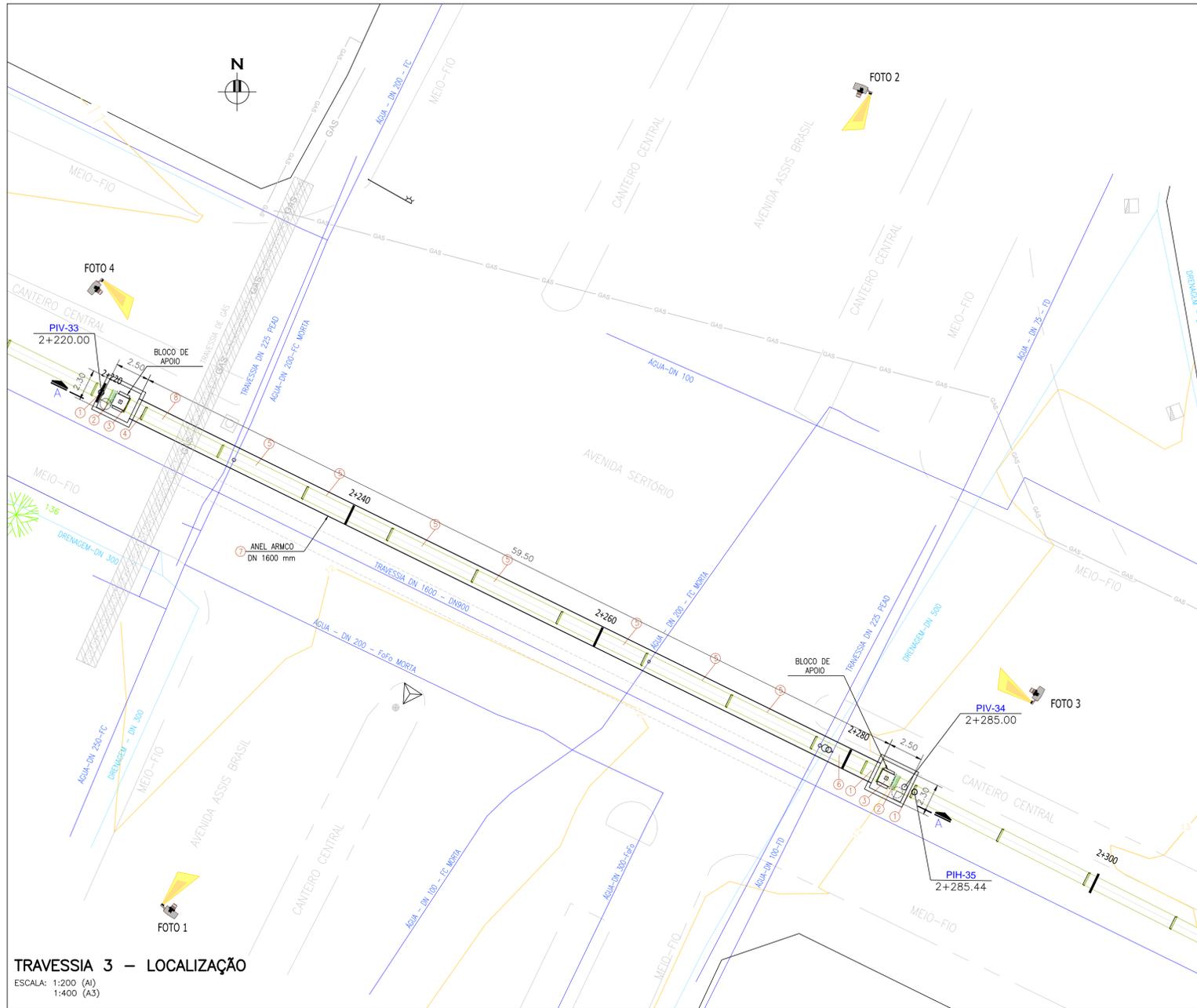


FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



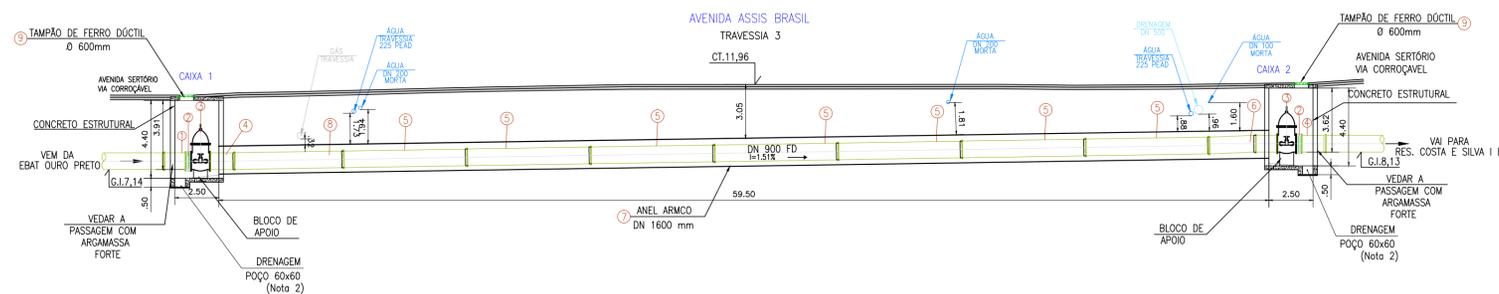
FOTO 4

**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
2. DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL, QUANDO ESGOTADA A POSSIBILIDADE PELO TUBO EXTRAVASOR.
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
4. RELAÇÃO DE PEÇAS DO ENTROCAMENTO INICIAL NO DESENHO 10/16 E ENTROCAMENTO FINAL NO DESENHO 11/16.
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01002.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE GÁS (CONFORME CADASTRO SULGÁS)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA – ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA



**RELAÇÃO DE PEÇAS – TRAVESSIA 3 – NÃO DESTRUTIVA – AV. ASSIS BRASIL**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	TUBO COM FLANGE E PONTA PN 10 L=1,32m	FFD	900	pc	2
2	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN10	FFD	900	pc	2
3	VÁLVULA COM FLANGES SEM REDUTOR E COM BY-PASS	FFD	900	pc	2
4	TUBO COM FLANGE PN10 E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,26m	FFD	900	pc	2
5	TUBO CLASSE K7 PONTA E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=7,00 m	FFD	900	pc	7
6	TUBO CLASSE K7 PONTA E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=4,05 m	FFD	900	pc	1
7	CHAPAS DE AÇO CORRUGADO DE ALTA RESISTÊNCIA – TUNNEL LINE	AÇO	1600	m	60
8	TUBO CLASSE K7 PONTA E BOLSA JUNTA ELÁSTICA JGS L=6.15 m	FFD	900	pc	1
9	TAMPAO DE FERRO DÓCTIL	FD	600	pc	2

**Engeplus**  
 engenharia e consultoria Ltda.  
 Av. Fátima, 817 - Itaipava - Foz de Iguaçu - RS  
 CEP: 91230-220 - (51) 3255-1508

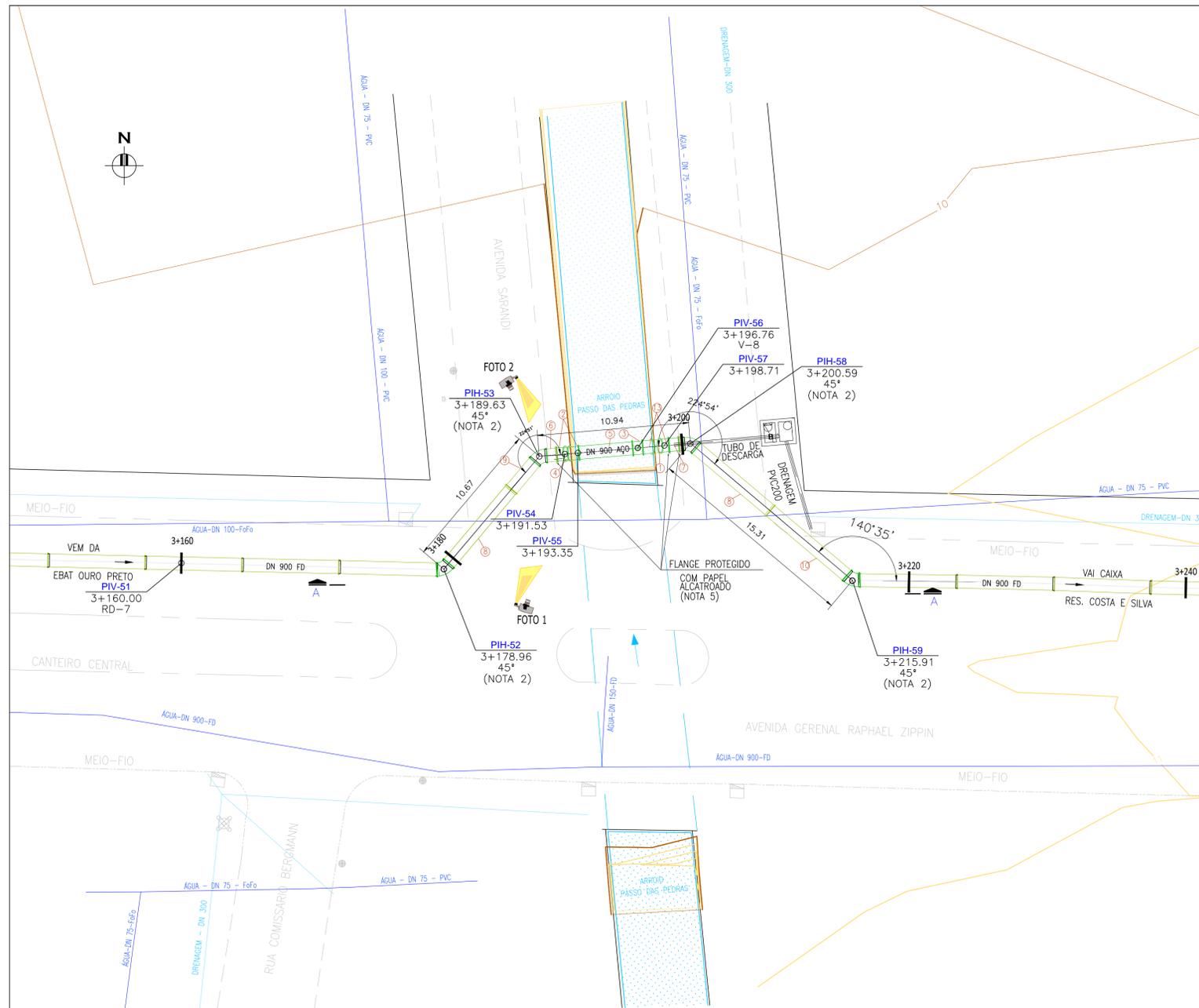
02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

Diretoria de Gestão e Desenvolvimento

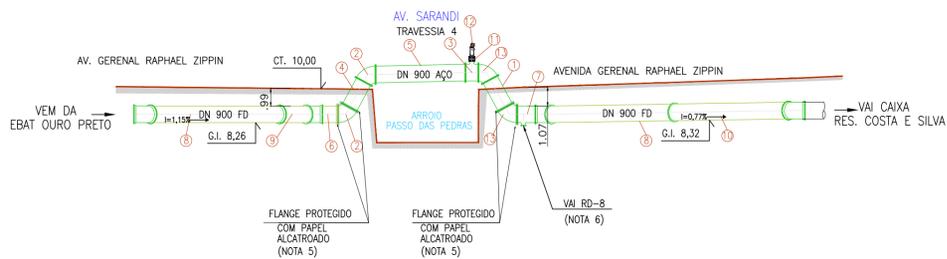
**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO HIDRÁULICO  
 TRAVESSIA 3 – PLANTA E CORTE

FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA	DESENHO
48/11	REGINARA SILVA
DATA INDICADA	PRIMEIRA
DEZ 2018	14/16
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL/MPL. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCHIN	
GERÊNCIA DE FURAMENTO	
ENG. AIRANA DO CANTO	
TÓRDO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	



**TRAVESSIA 4 – LOCALIZAÇÃO**

ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)



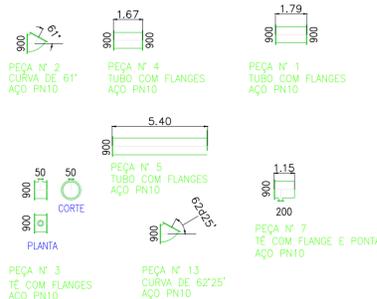
**TRAVESSIA 4 – CORTE AA**

ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)

**RELAÇÃO DE PEÇAS – TRAVESSIA 4 – AÉREA – AV.SARANDI**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TUBO COM FLANGES PN10 L=1,79m	AÇO	900	pc	1
2	CURVA 61° COM FLANGES PN10	AÇO	900	pc	2
3	TE COM FLANGES PN10	AÇO	900x50	pc	1
4	TUBO COM FLANGES PN10 L=1,67m	AÇO	900	pc	1
5	TUBO COM FLANGES PN10 L=5,40m	AÇO	900	pc	1
6	TUBO COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=0,85m	FFD	900	pc	1
7	TE COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=2,00m	AÇO	900x200	pc	1
8	TUBO N7 PONTA E BOLSA COM JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=7,00	FFD	900	pc	2
9	TUBO CILÍNDRICO PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=2,82m	FFD	900	pc	1
10	TUBO CILÍNDRICO PARA JUNTA TRAVADA EXTERNA JTE L=6,35m	FFD	900	pc	1
11	VÁLVULA DE GAVETA COM FLANGES E CUNHA DE BORRACHA CORPO CURTO	FFD	50	pc	1
12	VENTOSA PN10	FFD	2"	pc	1
13	CURVA 62'25' COM FLANGES PN10	AÇO	900	pc	2

**PEÇAS EM AÇO**



**OBSERVAÇÃO:**

AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS, GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.

**NOTAS:**

1. MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
2. RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
3. RELAÇÃO DE PEÇAS DO ENTROCAMENTO INICIAL NO DESENHO 10/16 E ENTROCAMENTO FINAL NO DESENHO 11/16.
4. DETALHAMENTO DA CAIXA DE REGISTROS E CAIXA DE VENTOSAS, VER DESENHO OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a022.
5. A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARÇAO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPOXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.
6. CAIXA REGISTRO DE DESCARGA DETALHADA NO DES.1/2 - OPT-ADT-HID-CAIXAS-01a02.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ARVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA – ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA



FOTO 1



FOTO 2

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Franga, 817 - Neópolis - Porto Alegre - RS  
CNPJ 09230-220 - (51) 3325 1008

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA

DMAE/ENG\*ARQ\* FISCAL DE OBRA  
EMPRESA/ENG\*ARQ\* RESP. EXECUÇÃO  
CREA

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**IDMAE**

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

FORMA DO PROJETO/CODIGO DA OBRA: 4811  
DESENHO: REGINARA SILVA

ESCALA	DATA	FRANCA
INDICADA	DEZ 2018	15/16

RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS  
ENGENHEIRO DE PROJETOS-DMAE: ENG. GIORIANO DA SILVA JOBIM  
GERENCIADOR DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCIANI  
GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO

CODIGO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8

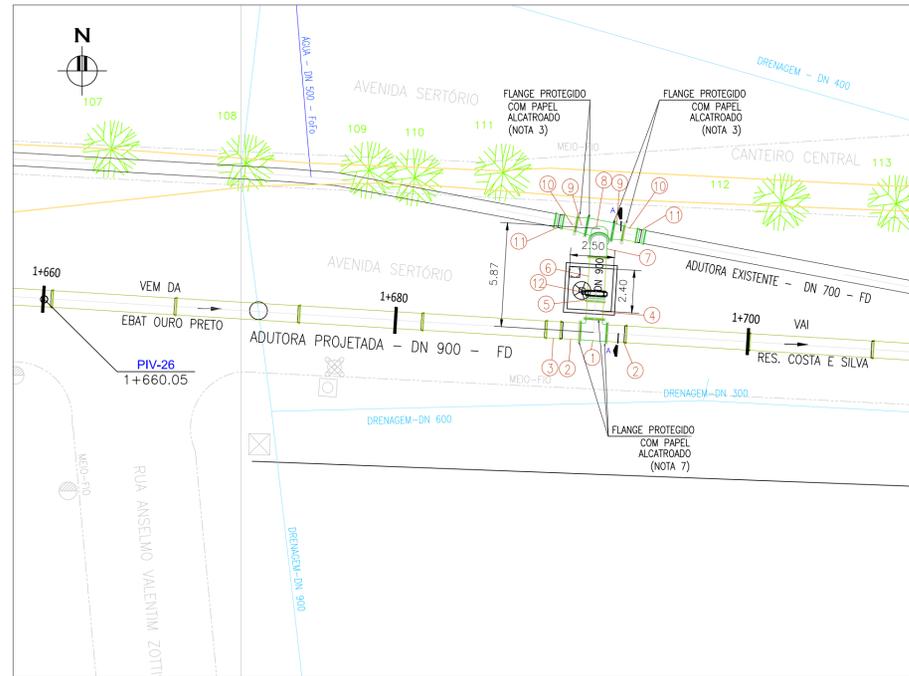
**SISTEMA SÃO JOÃO**  
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
PROJETO HIDRÁULICO  
TRAVESSIA 4 – PLANTA E CORTE

**NOTAS:**

- MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.
- DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL, QUANDO ESGOTADA A POSSIBILIDADE PELO TUBO EXTRAVASOR.
- A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARÇAO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPÓXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.
- VEDAR PASSAGEM DA TUBULAÇÃO COM ARGAMASSA FORTE.
- RELAÇÃO DE PEÇAS DA ADUTORA VER DESENHO 09/16.
- RELAÇÃO DE PEÇAS DAS TRAVESSIAS NOS DESENHOS 12 A 15/16.

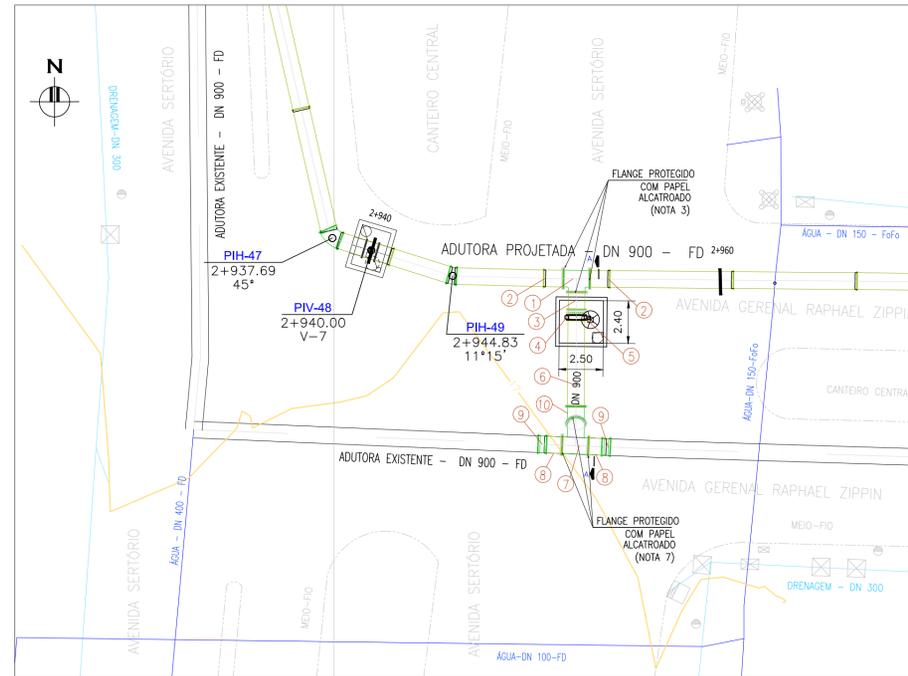
**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- PAVIMENTO ALFALTO
- PAVIMENTO PARELELEPIPEDO
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- BOCA DE LEÃO
- MARCO
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFORO
- CURVAS DE NÍVEL
- GALERIA A CÉU A ABERTO
- GALERIA SUBTERRÂNEA



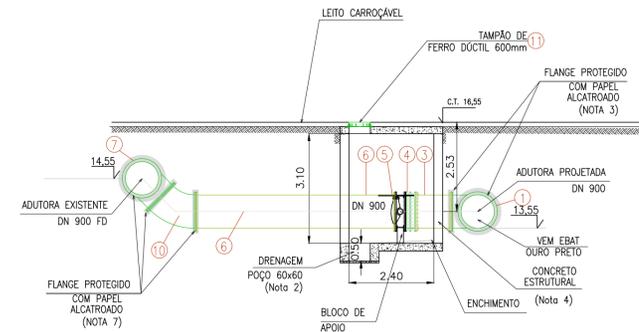
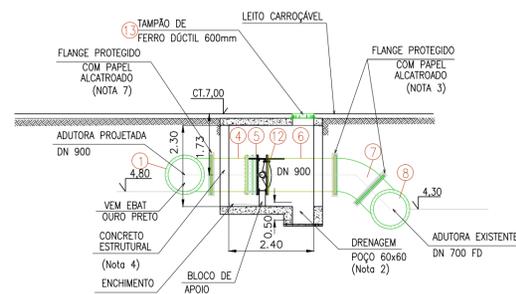
**INTERLIGAÇÃO 1 - LOCALIZAÇÃO**

ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)



**INTERLIGAÇÃO 2 - LOCALIZAÇÃO**

ESCALA: 1:200 (A1)  
1:400 (A3)

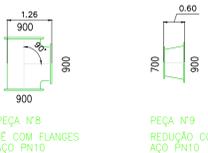


**RELAÇÃO DE PEÇAS - INTERLIGAÇÃO 1 - AV. SERTÓRIO/RUA ANSELMO V. ZOTTI**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TE COM FLANGES PN10	FFD	900x900	pc	1
2	TUBO COM FLANGES PN10 E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,00m	FFD	900	pc	2
3	TUBO CILÍNDRICO COM PONTAS PARA JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,00m	FFD	900	pc	1
4	TUBO COM FLANGE PN10 JGS L=1,00m	FFD	900	pc	1
5	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE	FFD	900	pc	1
6	TUBO COM FLANGES PN10 JGS L=1,91m	FFD	900	pc	1
7	CURVA 45° COM FLANGES PN10	FFD	900	pc	1
8	TE COM FLANGES PN10	AÇO	900x900	pc	1
9	REDUÇÃO COM FLANGES PN10	AÇO	900x700	pc	2
10	TUBO COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,00m	FFD	900	pc	2
11	LUIVA COM BOLSAS LIGS	FFD	900	pc	2
12	VÁLVULA BORBOLETA FLANGEADA PN 10	FFD	900	pc	1
13	TAMPÃO DE FERRO DÚCTIL	FERRO	600	pc	1

(\*) PEÇAS EM AÇO  
(§) VER NOTA 3

**PEÇAS EM AÇO**



**OBSERVAÇÃO:**

- AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS. GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.

**RELAÇÃO DE PEÇAS - INTERLIGAÇÃO 2 - AV. SERTÓRIO/AV. GEN. RAPHAEL ZIPPIN**

Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT
1	TE COM FLANGES PN10	FFD	900x900	pc	1
2	TUBO COM FLANGES PN10 E BOLSA COM JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,00m	FFD	900	pc	2
3	TUBO COM FLANGE PN10 JGS L=1,00m	FFD	900	pc	1
4	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE	FFD	900	pc	1
5	VÁLVULA BORBOLETA FLANGEADA PN 10	FFD	900	pc	1
6	TUBO COM FLANGES PN10 JGS L=5,64m	FFD	900	pc	1
7	TE COM FLANGES PN10	AÇO	900x900	pc	1
8	TUBO COM FLANGES PN10 E PONTA PARA JUNTA ELÁSTICA JGS L=1,00m	FFD	900	pc	2
9	LUIVA COM BOLSAS LIGS	FFD	900	pc	2
10	CURVA 45° COM FLANGES PN10	FFD	900	pc	1
11	TAMPÃO DE FERRO DÚCTIL	FERRO	600	pc	1

(\*) PEÇAS EM AÇO  
(§) VER NOTA 3

**PEÇAS EM AÇO**



**OBSERVAÇÃO:**

- AS PEÇAS EM AÇO TERÃO SEUS COMPRIMENTOS E ÂNGULOS CONFIRMADOS NA EXECUÇÃO DAS MONTAGENS. GARANTINDO ADEQUADA CONEXÃO AOS ELEMENTOS JÁ IMPLANTADOS.

**INTERLIGAÇÃO 1 - CORTE AA**

ESCALA: 1:100 (A1)  
1:200 (A3)

**INTERLIGAÇÃO 2 - CORTE AA**

ESCALA: 1:100 (A1)  
1:200 (A3)

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fátima, 817 - Itaipopólis - Porto Alegre - RS  
CEP: 91230-220 - (51) 3255 1508

02	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS E EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÃO DO TRAÇADO PARA ATENDER PROJ. AMBIENTAL E JTE	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
**DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS**

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**DMAE**

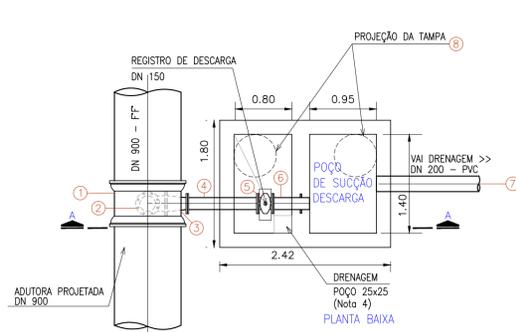
FORMA DO PROJETO/TÓRDO DA OBRA	DESENHO
48111	REGINARA SILVA
DATA INDICADA	PROPOSTA
DEZ 2018	15/16
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL/MPL. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCHIN	
GERÊNCIA DE FURAMENTO	
ENG. AIRANA DO CANTO	
CODIGO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	

**SISTEMA SÃO JOÃO**

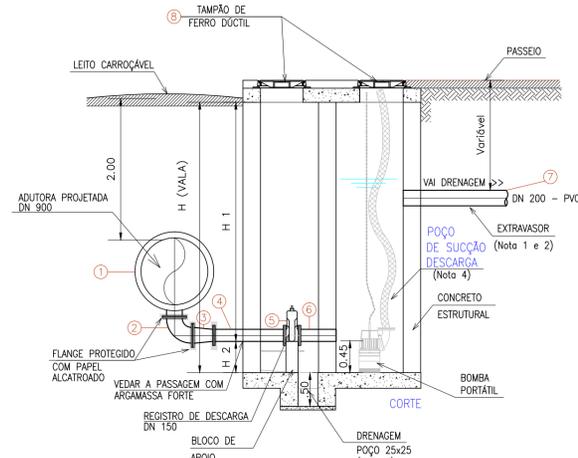
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO

PROJETO HIDRÁULICO

INTERLIGAÇÕES



CAIXA REGISTRO DE DESCARGA - DN150  
SAÍDA 90° - DN200 PARA DN150  
ESC.: 1:50



QUANTIDADE DE CAIXAS: 2

RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA REGISTRO DE DESCARGA DN150 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X 200	PC	1
2	Curva 90° com flanges	FFD	200	PC	1
3	Redução com flanges	FFD	200 X 150	PC	1
4	Tubo com flange L-variável (ver Nota 2)	FFD	150	PC	1
5	* Válvula de gaveta c/ flanges e cunha de borracha corpo curto c/ cabeçote	FFD	150	PC	1
6	Tubo flange e ponta com aba de vedação	FFD	150	PC	1
7	Tubo coletor de esgoto	PVC ESGOTO	200	m	10.15
8	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	2

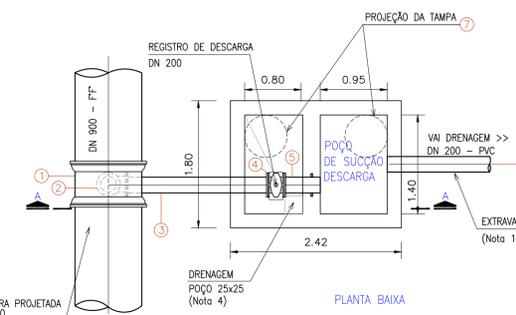
\* Válvula de gaveta c/ flanges e cunha de borracha corpo curto c/ cabeçote (nº1), ver volume de especificações técnicas.

LOCALIZAÇÃO DO REGISTRO DE DESCARGA:  
RD-5: ESTACA 2-520  
RD-7: ESTACA 3-160

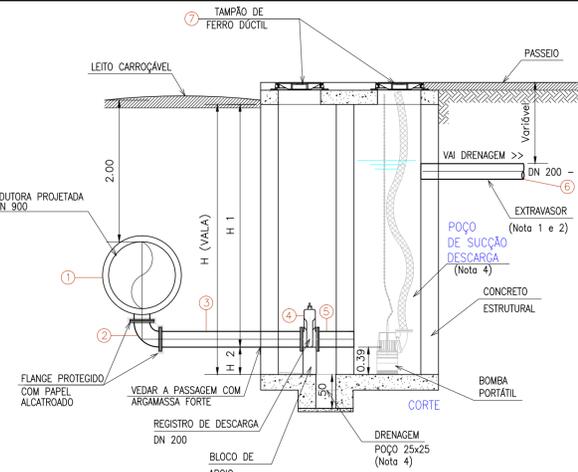
NOTAS

- 1 - ALTURA DO EXTRAVASOR CONFORME A COTA DA DRENAGEM
- 2 - COMPRIMENTO VARIÁVEL DE ACORDO COM PONTO FINAL DE DRENAGEM DO POÇO DE SUÇÃO, VER COMPRIMENTO NA TABELA GERAL, ENCONTRADA NESTA PRANCHA.
- 3 - O TUBO DE VENTILAÇÃO DA CAIXA DE VENTOSA SERÁ ENCAMINHADO ATÉ A FAIXA DE URBANIZAÇÃO DO PASSEIO PÚBLICO, SENDO FIXADO NO POSTE.
- 4 - DRENAGEM SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL.
- 5 - A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARÇÃO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPOXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.

Descarga	Estaca	Distância Acumulada (m)	Cota G1 (m)	H vala (m)	H1 (m)	H2 (m)	Diâmetro descarga (mm)	Vazão de Drenagem (m³/s)	Localização
1	380	388.92	2,00	5,25	4,85	0,40	200	0,24	Avenida Sertrio
2	1220	1231.43	2,54	3,75	3,31	0,44	250	0,33	Avenida Sertrio
3	1780	1793.18	4,58	2,80	2,42	0,38	200	0,19	Avenida Sertrio
4	2080	2093.28	6,60	3,75	3,25	0,50	200	0,28	Avenida Sertrio
5	2520	2526.36	13,05	2,80	2,22	0,58	150	0,07	Avenida Sertrio
6	2700	2709.29	10,61	2,80	2,30	0,50	200	0,19	Avenida Sertrio
7	3160	3160.00	7,94	2,80	2,32	0,48	150	0,14	Av. General Raphael Zippin
8	3180	3199.49	8,30	2,00	1,63	0,37	200	0,59	Av. General Raphael Zippin



CAIXA REGISTRO DE DESCARGA - DN200  
SAÍDA 90°  
ESC.: 1:50

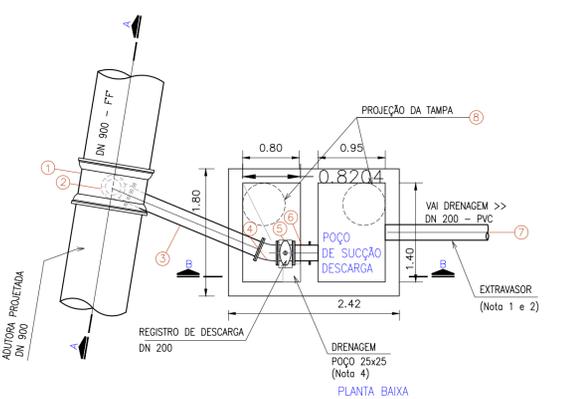


QUANTIDADE DE CAIXAS: 4

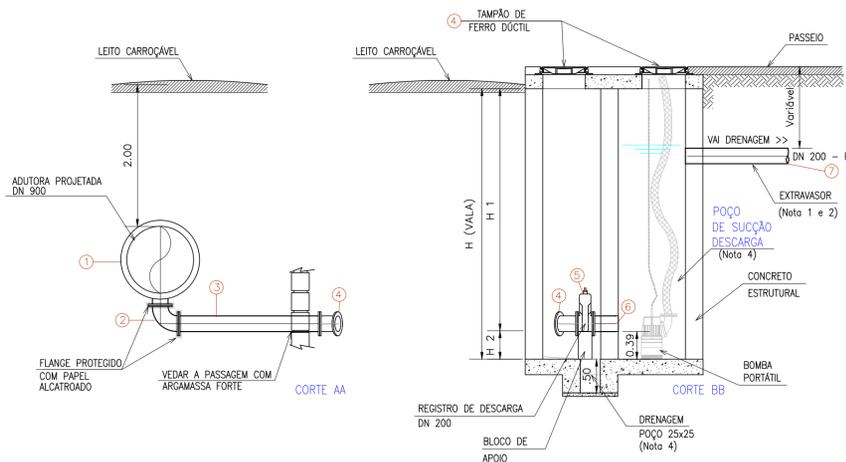
RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA REGISTRO DE DESCARGA DN200 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X 200	PC	1
2	Curva 90° com flanges	FFD	200	PC	1
3	Tubo com flange L-variável (ver Nota 2)	FFD	200	PC	1
4	* Válvula de gaveta c/ flanges e cunha de borracha corpo curto c/ cabeçote (Nº 1)	FFD	200	PC	1
5	Tubo flange e ponta com aba de vedação	FFD	200	PC	1
6	Tubo coletor de esgoto	PVC ESGOTO	200	m	25.75
7	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	2

\* Ver volume de especificações técnicas.

LOCALIZAÇÃO DOS REGISTROS DE DESCARGA:  
RD-1: ESTACA 0-380  
RD-3: ESTACA 1-780 - Caso especial: A peça Nº 1 deve ser: Tê com bolsas JTE e flange  
RD-4: ESTACA 2-080  
RD-8: ESTACA 3-180 - Caso especial: A peça Nº 1 está especificada na Travessia Número 6



CAIXA REGISTRO DE DESCARGA DN200  
ENTRADA 90° SAÍDA 22°30'  
ESC.: 1:50

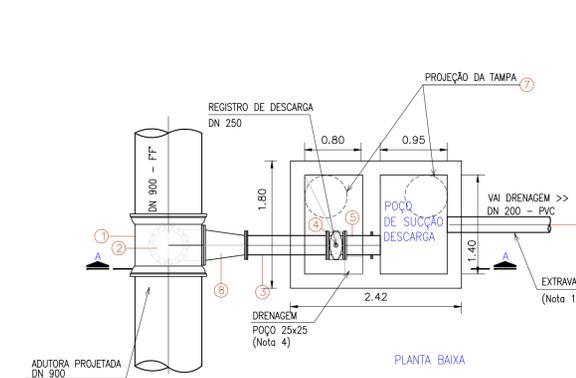


QUANTIDADE DE CAIXAS: 1

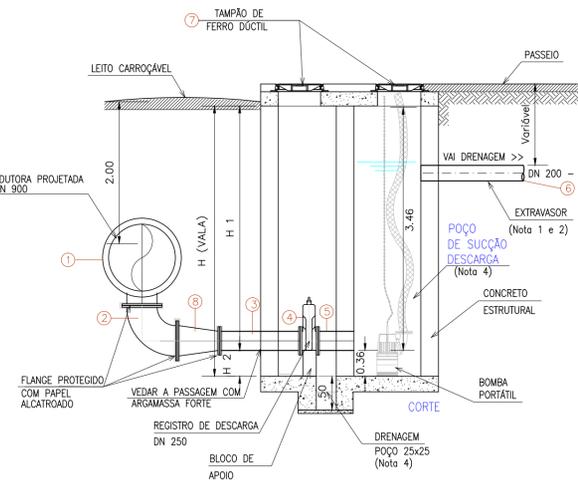
RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA REGISTRO DE DESCARGA DN200 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X 200	PC	1
2	Curva 90° com flanges	FFD	200	PC	1
3	Tubo com flange L-variável (ver Nota 2)	FFD	200	PC	1
4	Curva 22°30' com flanges	FFD	200	PC	1
5	* Válvula de gaveta c/ flanges e cunha de borracha corpo curto c/ cabeçote (Nº 1)	FFD	200	PC	1
6	Tubo flange e ponta com aba de vedação	FFD	200	PC	1
7	Tubo coletor de esgoto	PVC ESGOTO	200	PC	9.00
8	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	2

\* Ver volume de especificações técnicas.

LOCALIZAÇÃO DO REGISTRO DE DESCARGA:  
RD-6: ESTACA 2-700



CAIXA REGISTRO DE DESCARGA - DN250  
SAÍDA 90°  
ESC.: 1:50



QUANTIDADE DE CAIXAS: 1

RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA REGISTRO DE DESCARGA DN250 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X400	PC	1
2	Curva 90° com flanges	FFD	400	PC	1
3	Tubo com flange L-variável (ver Nota 2)	FFD	250	PC	1
4	* Válvula de gaveta c/ flanges e cunha de borracha corpo curto c/ cabeçote (Nº 1)	FFD	250	PC	1
5	Tubo flange e ponta com aba de vedação	FFD	250	PC	1
6	Tubo coletor de esgoto	PVC ESGOTO	200	m	2.50
7	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	2
8	Redução com flanges	FFD	400 X250	PC	1

LOCALIZAÇÃO DO REGISTRO DE DESCARGA:  
RD-2: 1-220

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fozes, 317 - Itaipava - Porto Alegre - RS  
CNPJ 09.330.220 - (51) 3255.1508

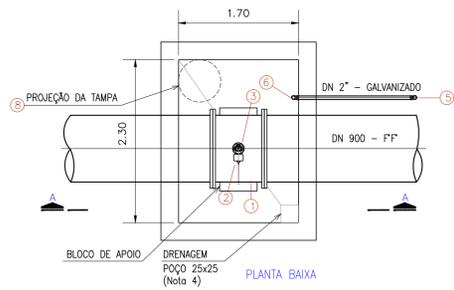
02	HIDRÁULICO	EDIÇÃO FINAL	RODRIGO S.	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS	REGINARA	25/04/2018
DESENHO PROJETO		MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO				
<b>Prefeitura Municipal de Porto Alegre</b> DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS				
<b>Diretoria de Gestão e Desenvolvimento</b>			<b>DMAE</b>	
FORMA DO PROJETO/CÓDIGO DA OBRA		DESENHO		
ESTACA 4811		REGINARA SILVA		
ESCALA 1:50	DATA DEZ 2018	FOLHA 1/2		
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA				
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS				
ENL./ARL. FISCAL DE PROJETO-DME				
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM				
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS				
ENG. MARCO FACCHIN				
SUPERVISOR DE FUNDAMENTO				
ENG. AIRANA DO CANTO				
CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO				
03.080096.15.8				

**SISTEMA SÃO JOÃO**

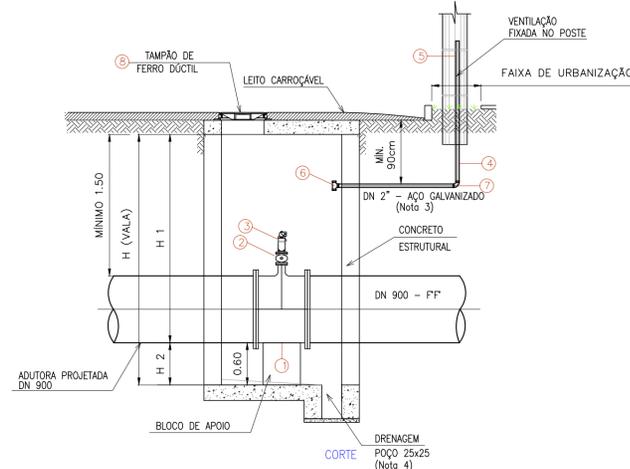
ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO

CAIXAS - REGISTRO DE DESCARGA

PLANTA 01/02



CAIXA DE VENTOSA DN50  
ESC.: 1:50



QUANTIDADE DE VENTOSAS: 2 (VER NOTA 5)

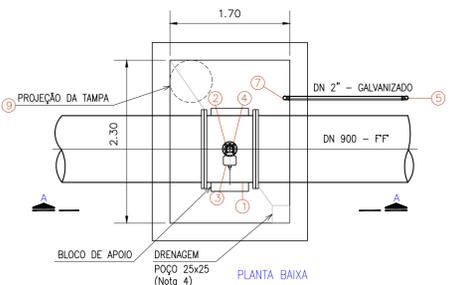
RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA VENTOSA DN50 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com flanges	Aço	900 X 50	PC	1
2	Válvula de Gaveta com Flanges e Cunha de Borracha Corpo Curto PN10	FFD	50	PC	1
3	Ventosa	FFD	2"	PC	1
4	Tubo de ventilação	Aço Galvanizado	2"	m	10,00
5	Abraçadeira Ajustável	Aço Galvanizado	-	PC	2
6	Tê	Aço Galvanizado	2"	PC	1
7	Curva 90°	Aço Galvanizado	2"	PC	1
8	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	1

LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS:  
V-6 - ESTACA 2-580  
V-9 - ESTACA 3-720

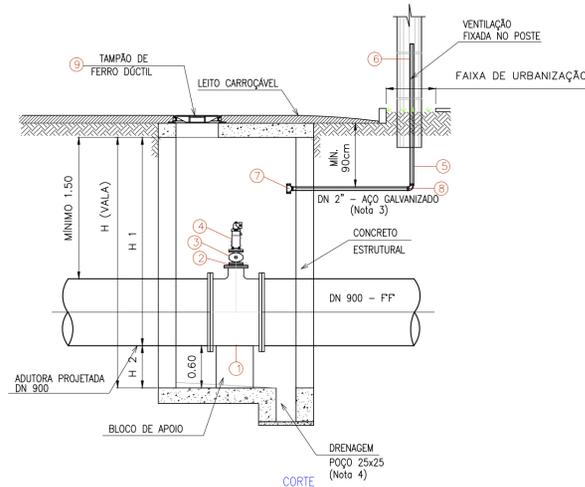
NOTAS

- 1 - ALTURA DO EXTRAÍDOR CONFORME A COTA DA DRENAÇÃO
- 2 - COMPRIMENTO VARIÁVEL DE ACORDO COM PONTO FINAL DE DRENAÇÃO DO POÇO DE SUÇÃO, VER COMPRIMENTO NA TABELA GERAL, ENCONTRADA NESTA PRANCHA.
- 3 - O TUBO DE VENTILAÇÃO DA CAIXA DE VENTOSA SERÁ ENCAMINHADO ATÉ A FAIXA DE URBANIZAÇÃO DO PASSEIO PÚBLICO, SENDO FIXADO NO POSTE.
- 4 - DRENAÇÃO SERÁ REALIZADA POR BOMBA PORTÁTIL.
- 5 - A LINHA DE RECALQUE POSSUIE 12 VENTOSAS, DETALHADAS CONFORME EXPLOITADO ABAIXO:
  - V-1 INSERÇÃO DE VENTOSA NA TUBULAÇÃO EXISTENTE, DENTRO DA EBAT OURO PRETO;
  - V-2 DETALHADA COMO VENTOSA DN80
  - V-3 DETALHADA NA TRAVESSIA 2
  - V-4 DETALHADA COMO VENTOSA DN80
  - V-5 DETALHADA COMO VENTOSA DN100
  - V-6 DETALHADA COMO VENTOSA DN50
  - V-7 DETALHADA COMO VENTOSA DN80
  - V-8 DETALHADA NA TRAVESSIA 4
  - V-9 DETALHADA COMO VENTOSA DN50
  - V-10 DETALHADA NO ENTRONCAMENTO FINAL DA ADUTORA
  - V-11 DETALHADA NO ENTRONCAMENTO FINAL DA ADUTORA (DES. 11/16 - OPT-ADT-HID-RECALQUE-01e16)
  - V-12 DETALHADA NO ENTRONCAMENTO FINAL DA ADUTORA (DES. 11/16 - OPT-ADT-HID-RECALQUE-01e16)
- 6 - VENTOSAS 11 E 12 ORIENTADAS DOS ESTUDO DE TRANSIENTE, INSTALADAS NA ADUTORA EXISTENTE
- 7 - A PROTEÇÃO DOS FLANGES ENTERRADOS DEVERÁ SER FEITA COM 2 DEMÃOS DE ZARÇÃO DE BOA QUALIDADE, 3 DEMÃOS DE TINTA A BASE DE EPOXI E FINALMENTE REVESTIDO COM MANTA DE BORRACHA SINTÉTICA e=3mm.

Ventosa	Distância Acumulada	Cota G	Hivale	H1	H2	DN Ventosa	Modelo	Localização
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)		
1	0,00	7,87	2,45	2,27	0,18	80	D-46	Rua Eduardo Charier
2	619,37	5,58	2,45	2,26	0,19	80	D-46	Rua São Nicolau
3	1547,50	7,29	TRAVESSIA ÁREA	0,00	0,00	80	D-46-1190	Rua São Nicolau
4	1980,00	8,57	2,45	2,27	0,18	80	D-46	Rua São Nicolau
5	2422,50	14,90	2,45	2,18	0,27	100	D-46	Rua Penha Preta
6	2580,00	14,24	2,45	2,25	0,20	50	D-46	Av. Sertório
7	2940,00	14,57	2,45	2,14	0,31	80	D-46	Av. Sertório
8	3188,07	10,41	TRAVESSIA ÁREA	0,00	0,00	50	D-43-7-50	Av. Sertório
9	3725,46	27,17	2,45	2,36	0,09	50	D-46	Av. Sertório
10	4237,84	44,60	2,15	1,90	0,25	100	D-46	Av. Sertório



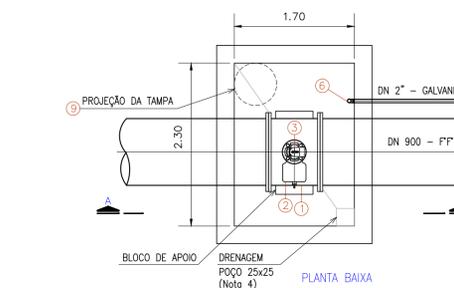
CAIXA DE VENTOSA DN80  
ESC.: 1:50



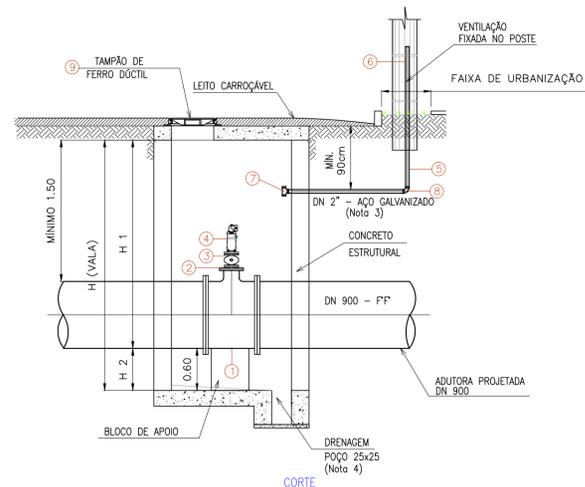
QUANTIDADE DE VENTOSAS: 3 (VER NOTA 5)

RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA VENTOSA DN80 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X 200	PC	1
2	Placa de Redução	FFD	200 X 80	PC	1
3	Válvula de Gaveta com Flanges e Cunha de Borracha Corpo Curto PN10	FFD	80	PC	1
4	Ventosa	FFD	3"	PC	1
5	Tubo de ventilação	Aço Galvanizado	2"	m	10,00
6	Abraçadeira Ajustável	Aço Galvanizado	-	PC	2
7	Tê	Aço Galvanizado	2"	PC	1
8	Curva 90°	Aço Galvanizado	2"	PC	1
9	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	1

LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS:  
V-2 - ESTACA 0-600  
V-4 - ESTACA 1-980  
V-7 - ESTACA 2-940



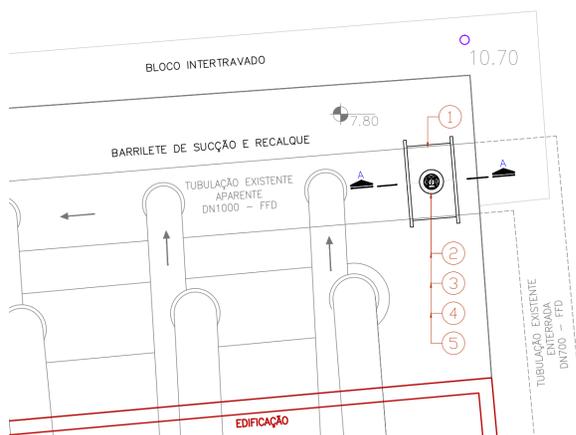
CAIXA DE VENTOSA DN 2"  
ESC.: 1:50



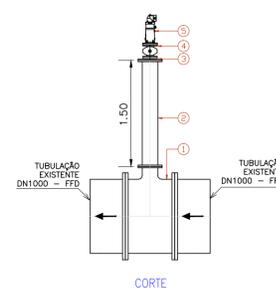
QUANTIDADE DE VENTOSAS: 1 (VER NOTA 5)

RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA VENTOSA DN100 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com bolsas JGS e flange	FFD	900 X 200	PC	1
2	Placa de Redução	FFD	200 X 100	PC	1
3	Válvula de Gaveta com Flanges e Cunha de Borracha Corpo Curto PN10	FFD	100	PC	1
4	Ventosa	FFD	4"	PC	1
5	Tubo de ventilação	Aço Galvanizado	2"	m	10,00
6	Abraçadeira Ajustável	Aço Galvanizado	-	PC	2
7	Tê	Aço Galvanizado	2"	PC	1
8	Curva 90°	Aço Galvanizado	2"	PC	1
9	Tampão de ferro dúctil	FD	600	PC	1

LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS:  
V-5 - ESTACA 2-420



VENTOSA DN 3"  
ESC.: 1:50



QUANTIDADE DE VENTOSAS: 1 (VER NOTA 5)

RELAÇÃO DE PEÇAS - CAIXA PARA VENTOSA DN80 (PARA UMA CAIXA)					
Nº	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DIÂMETRO	UNIDADE	QUANT.
1	Tê com flanges PN10	FFD	1000 X 200	PC	1
2	Tubo com flanges L=1,50 PN10	FFD	200	PC	1
3	Placa de Redução PN10	FFD	200 X 80	PC	1
4	Válvula de Gaveta com Flanges e Cunha de Borracha Corpo Curto PN10	FFD	80	PC	1
5	Ventosa	FFD	3"	PC	1

LOCALIZAÇÃO DAS VENTOSAS:  
V-1 - EBAT OURO PRETO (V1)

**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.  
Av. Fregues, 317 - Heliópolis - Porto Alegre - RS  
CNPJ 03030-220 - (51) 3255 1508

02	HIDRÁULICO	EDIÇÃO FINAL	RODRIGO S.	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	PADRONIZAÇÃO DAS CAIXAS	REGINARA	25/04/2018
DESENHO		PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

**Prefeitura Municipal de Porto Alegre**  
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

**Diretoria de Gestão e Desenvolvimento**

**SISTEMA SÃO JOÃO**

ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO

CAIXAS - VENTOSAS

PLANTA 02/02

FORMA DO PROJETO/CÓDIGO DA OBRA: 48111

DESIGNO: REGINARA SILVA

ESCALA: 1:50

DATA: DEZ 2018

FOLHA: 2/2

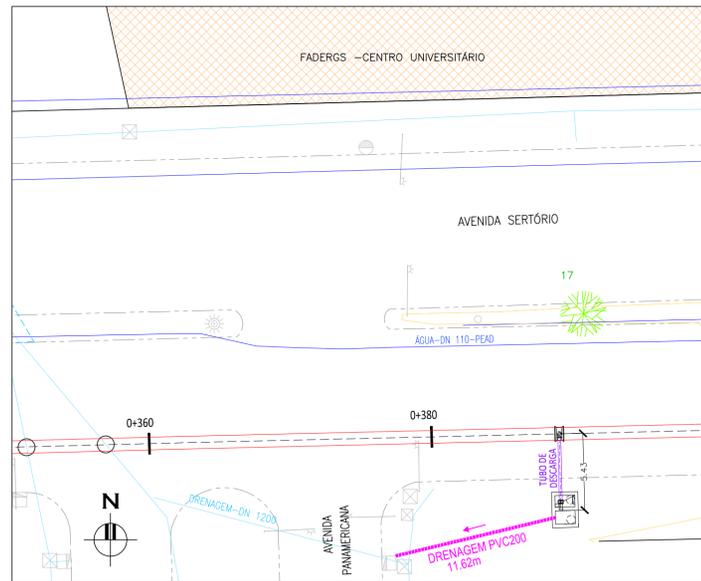
RESP. TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA: ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS

ENL./ARL. FISCAL DE PROJETO-DMAE: ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM

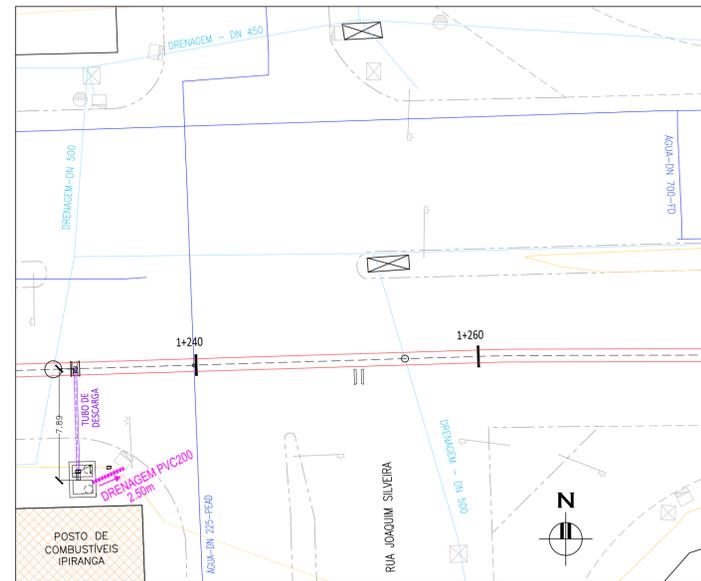
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS: ENG. MARCO FACCHIN

GERÊNCIA DE FURAMENTO: ENG. AIRANA DO CANTO

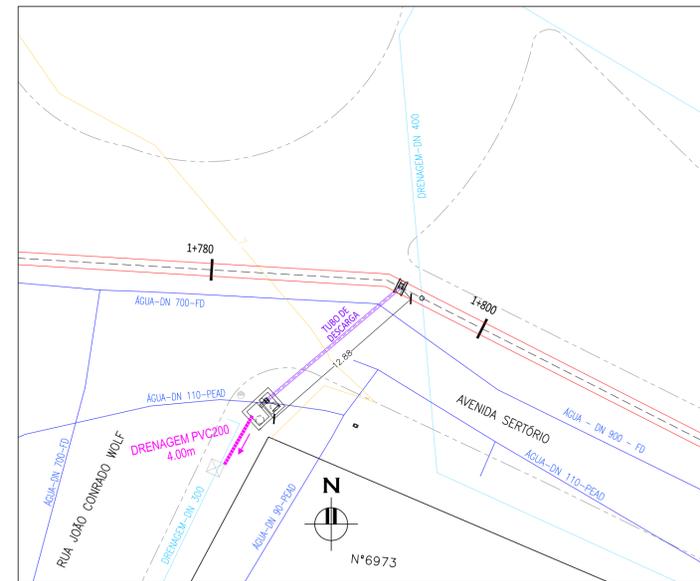
CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO: 03.080096.15.8



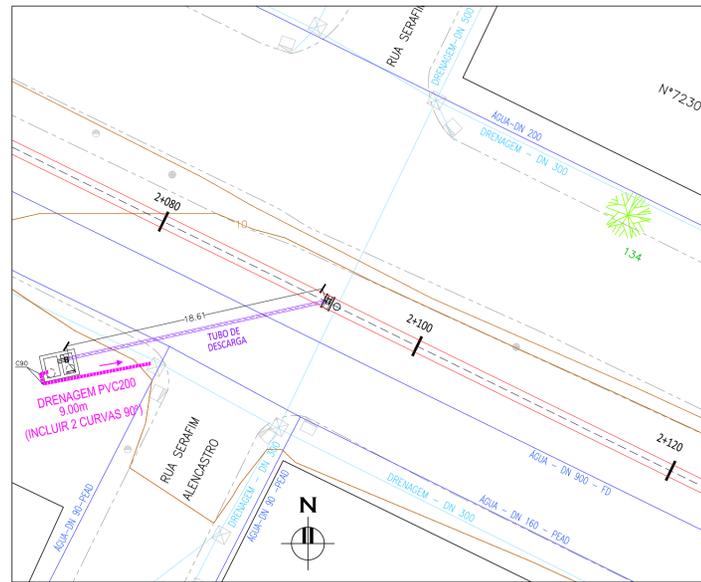
**DESCARGA 01 DN200**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



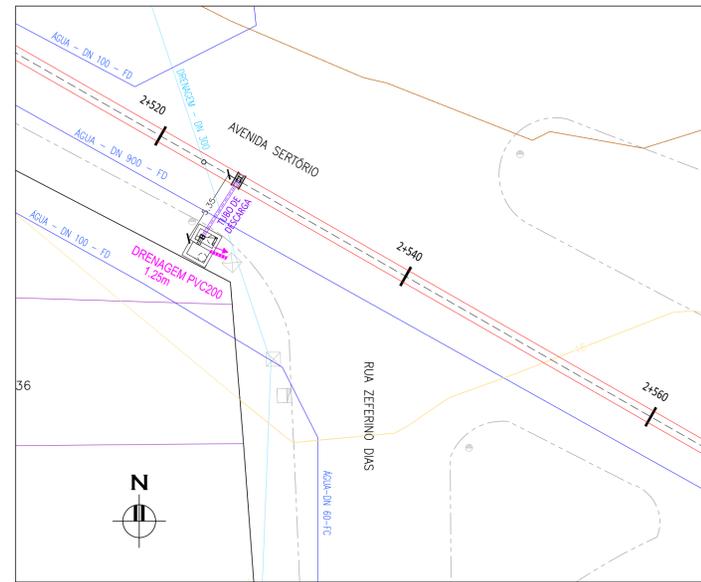
**DESCARGA 02 DN250**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



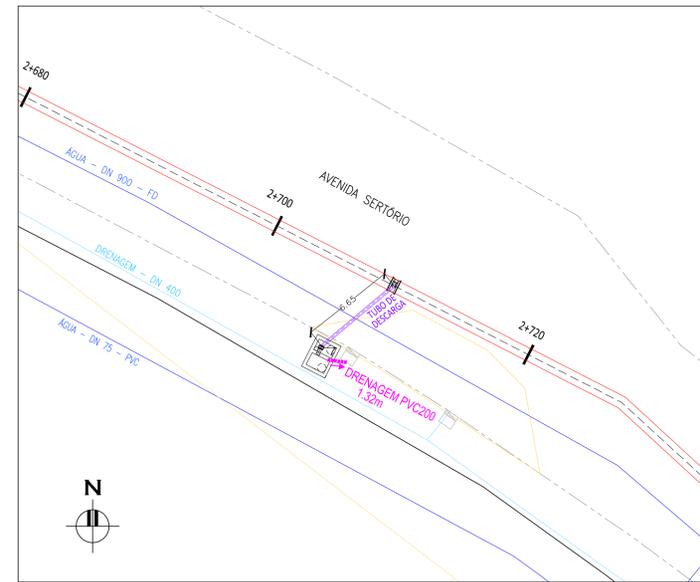
**DESCARGA 03 DN200**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



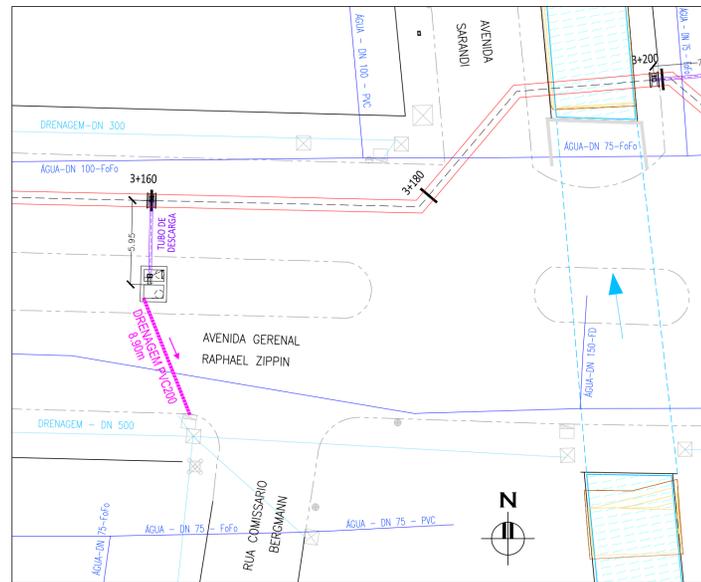
**DESCARGA 04 DN200**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



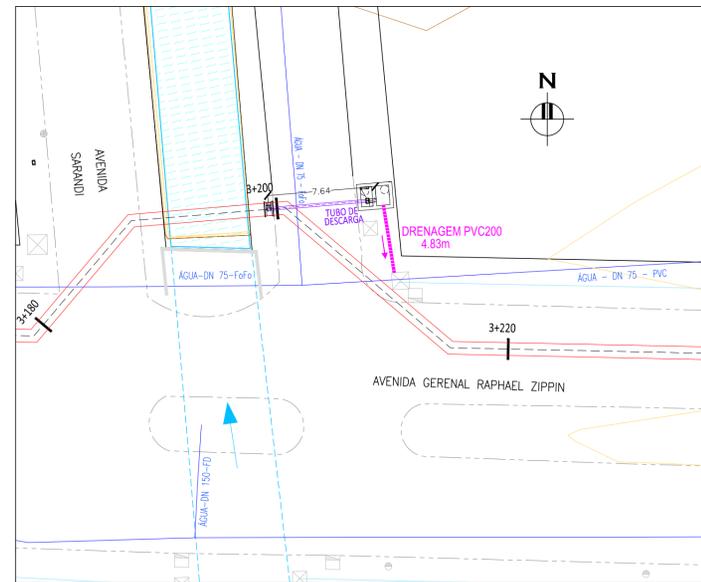
**DESCARGA 05 DN150**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



**DESCARGA 06 DN200**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



**DESCARGA 07 DN150**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)



**DESCARGA 08 DN200**  
 ESCALA: 1:250 (A1)  
 1:500 (A3)

**NOTAS:**  
 1- MEDIDAS E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO QUANDO INDICADO DE OUTRA FORMA.  
 2- VER DETALHE DA CAIXA COM REGISTRO DE DESCARGA NO PROJETO HIDRÁULICO DA ADUTORA.

**CONVENÇÕES PLANTA**

- ALINHAMENTO PREDIAL
- - - PAVIMENTO ALFALTO
- - - - PAVIMENTO PARALELEPIPEDO
- ADUTORA PROJETADA DN 900
- ADUTORA EXISTENTE DN 1000 (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE CLOACAL (CONFORME CADASTRO DMAE)
- REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM URBANA (CONFORME CADASTRO DMAE)
- DRENAGEM DA CAIXA DE REGISTRO
- TUBULAÇÃO DE DESCARGA
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- CAIXA
- POSTE DE CONCRETO
- POSTE DE FERRO
- POSTE DE MADEIRA
- VÁLVULA
- POÇO DE VISITA - ESGOTO
- LUMINÁRIA
- TELEFONE PÚBLICO
- HIDRANTE
- PLACA
- PARADA DE ÔNIBUS
- SEMAFÓRO
- CURVAS DE NÍVEL

**QUANTITATIVO TUBOS DE DESCARGA E DRENAGEM**

- TUBO DE DESCARGA F\*F\* 150 - 11,30 m
- TUBO DE DESCARGA F\*F\* 200 - 51,21 m
- TUBO DE DESCARGA F\*F\* 250 - 7,89 m
- TUBO DE DRENAGEM PVC 200 - 47,40 m



02	HIDRÁULICO	EDIÇÃO FINAL	REGINARA	20/12/2018
01	HIDRÁULICO	ALTERAÇÕES NO DESENHO	REGINARA	25/04/2018
DESENHO	PROJETO	MODIFICAÇÃO	REVISÃO	DATA
DMAE/ENG*/ARO* FISCAL DE OBRA			CREA	
EMPRESA/ENG*/ARO* RESP. EXECUÇÃO			CREA	

Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
 DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS

Diretoria de Gestão e Desenvolvimento

**SISTEMA SÃO JOÃO**  
 ADUTORA RECALQUE EBAT OURO PRETO  
 PROJETO DE DRENAGEM DAS  
 CAIXA DE REGISTRO DE DESCARGA

FORMA DO PROJETO/CÓDIGO DA OBRA	DESENHO
4B11	RODRIGO SANTOS
ESCALA	FOLHA
1:250	DEZ 2018
	1/1
RESP.TÉCNICO-EMPRESA CONTRATADA	
ENG. LUIZ CARLOS K. CAMPOS	
ENL./ARQ. FISCAL DE PROJETO-DMAE	
ENG. GIORDANO DA SILVA JOBIM	
GERÊNCIA DE PROJETOS E OBRAS	
ENG. MARCO FACCHIN	
GERÊNCIA DE FURACAMENTO	
ENG. AIRANA DO CANTO	
CÓDIGO DO PROJETO/PROCESSO	
03.080096.15.8	