

Projeto de Engenharia

Superintendência Municipal de Água e Esgoto de Catalão-GO SAE

**PROJETOS EXECUTIVOS PARA A CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM,
DUPLICAÇÃO DA ADUTORA E REABILITAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ÁGUA.**

BACIA DO RIBEIRÃO PARI - CATALÃO-GOÍÁS

**Volume 01B -Relatório de Projeto
Captação e Adução**

Abril/2016

Projeto de Engenharia

Superintendência Municipal de Água e Esgoto de Catalão-GO SAE

**PROJETOS EXECUTIVOS PARA A CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM,
DUPLICAÇÃO DA ADUTORA E REABILITAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ÁGUA.**

BACIA DO RIBEIRÃO PARI - CATALÃO-GOÍÁS

**Volume 01B -Relatório de Projeto
Captação e Adução**

Abril/2016

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	5
2.1	Descrição do sistema existente.....	8
2.2	Concepção básica dos sistemas de produção existentes	8
2.2.1	Sistema produtor pari.....	9
2.2.2	Sistema produtor samambaia	10
2.2.3	Poços profundos / tratamento	12
2.2.4	Estação de Tratamento de Água.....	13
2.2.5	Reservação	15
2.3	Situação operacional	15
2.4	Projeção da população e das demandas de água	16
2.5	Avaliação da disponibilidade hídrica dos mananciais de abastecimento.....	17
3	CONCEPÇÃO PROPOSTA	18
3.1	Aspectos Físicos	19
3.1.1	Localização e Acesso	19
3.1.2	Clima	19
3.1.3	Relevo.....	20
3.1.4	Vegetação.....	20
3.1.5	Geologia.....	21
3.2	Aspectos sanitários	22
3.2.1	Abastecimento de água.....	22
3.2.2	Disposição dos Esgotos.....	22
3.3	Aspectos socioeconômicos	22
3.3.1	Distribuição de renda.....	22
3.3.2	Atividades Econômicas.....	22
3.4	Determinação da população e das vazões de projeto	23
4	DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO.....	25
4.1	Descrição geral.....	26
4.1.1	Captação Pari – Adutora de Água Bruta Pari Samambaia – AAB Pari_EAB01	26
4.1.2	Adutora de Água bruta - AAB EAB01-EAB02.....	42
4.1.3	Adutora de Água bruta - AAB EAB02-ETA.....	58
4.1.4	Eta compacta – estação de tratamento de água tipo aberta	73
4.2	Fotos do sistema atual	82
5	ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA PROPOSTO.....	94
5.1	Equipamentos para estações de bombeamento.....	95
5.1.1	Generalidades	95
5.1.2	Recebimento dos Equipamentos.....	95
5.1.3	Transporte dos Equipamentos.....	95
5.1.4	Montagem de Válvulas de Gaveta.....	96
5.1.5	Montagem de Outras Válvulas com Exceção das de Gaveta	96
5.1.6	Recebimento dos Serviços	97
5.2	Tubos e conexões de ferro fundido	97
5.2.1	Escopo do Fornecimento.....	97
5.2.2	Condições Gerais	98
5.2.3	Características Técnicas	98
5.2.4	Ensaio e Testes de Fábrica.....	99
5.2.5	Peças Sobressalentes.....	99
5.3	Tubos e peças em aço	100
5.3.1	Escopo do Fornecimento.....	100
5.3.2	Condições Gerais	100
5.3.3	Características Técnicas	101
5.3.4	Revestimento e Proteção	105
5.3.5	Marcação dos Tubos	106
5.3.6	Peças especiais.....	107
5.3.7	Ensaio e Testes de Fábrica.....	108

5.3.8	Peças Sobressalentes.....	113
5.4	Registros de gaveta.....	113
5.4.1	Escopo do Fornecimento.....	113
5.4.2	Condições Gerais.....	114
5.4.3	Características Técnicas.....	114
5.5	Ventosas.....	115
5.5.1	Escopo do Fornecimento.....	115
5.5.2	Condições Gerais.....	115
5.5.3	Características Técnicas.....	116
5.6	Válvula borboleta.....	118
5.6.1	Objetivo.....	118
5.6.2	Generalidades.....	118
5.6.3	Identificação do equipamento.....	118
5.6.4	Garantia.....	119
5.6.5	Embalagem, transporte e armazenagem.....	119
5.6.6	Características técnicas da válvula.....	119
5.6.7	Inspeção e ensaios.....	124
5.6.8	Inspeção de fabricação.....	124
5.6.9	Ensaio.....	124
5.6.10	Garantia e controle da qualidade.....	125
5.6.11	Acessórios.....	125
5.6.12	Documentos.....	125
5.6.13	Documentos de fabricação.....	126
5.6.14	Documentação Final.....	126
5.6.15	Posições da Válvula com relação ao sentido de fluxo.....	126
5.7	Medidor de vazão ultrassônico intrusivo para água.....	135
5.7.1	Escopo do fornecimento.....	135
5.7.2	Geral.....	135
5.7.3	Características técnicas.....	136
5.7.4	Condições de serviço e requisitos técnicos.....	136
5.8	Válvulas de retenção.....	137
5.8.1	Escopo do Fornecimento.....	137
5.8.2	Condições Gerais.....	137
5.8.3	Características Técnicas.....	138
5.9	Medidor de vazão eletromagnético.....	139
5.9.1	Escopo do Fornecimento.....	139
5.9.2	Condições Gerais.....	139
5.9.3	Características Técnicas.....	140
5.9.4	Condições de Serviço e Requisitos Técnicos.....	140
6	ESPECIFICAÇÃO GERAL PARA BLOCOS DE ANCORAGEM.....	142
6.1	Descrição geral.....	143
6.1.1	Metodologia.....	143
6.1.2	Modelo 01.....	144
6.1.3	Modelo 02.....	144
6.1.4	Modelo 03.....	145
6.1.5	Modelo 04.....	146
6.1.6	Modelo 05.....	146
6.1.7	Modelo 06.....	147
6.1.8	Modelo 07.....	148
6.1.9	Modelo 08.....	148
6.1.10	Modelo 09.....	149
6.1.11	Modelo 10.....	150
6.1.12	Modelo 11.....	150
6.1.13	Modelo 12.....	151
6.1.14	Modelo 13.....	152
6.1.15	Modelo 14.....	152
6.1.16	Modelo 15.....	153
6.1.17	Modelo 16.....	154

7	ESCAVAÇÃO - DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO	155
7.1	Especificações técnicas	156
7.1.1	Movimento de terra	156
7.1.2	Serviços complementares	159
7.1.3	Escoramento	160
7.1.4	Esgotamento	161
7.1.5	Demolição	162
7.1.6	Assentamento de tubulação	163
7.1.7	Caixas	165
7.1.8	Diversos	166

1 APRESENTAÇÃO

A Basitec Projetos e Construções LTDA apresenta o Projeto Executivo para à ampliação e melhoria do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Catalão, que é operado pela Superintendência Municipal de Água e Esgoto - SAE. O projeto objetiva dotar o sistema de condições adequadas para o suprimento da demanda de água ao longo do horizonte do projeto (2012-2042). As obras que abrangem o projeto são as seguintes:

Estações de Captação e Elevação de Água Bruta:

Prancha: PR 204_BAS_SISTEMA_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_SISTEMA_GERAL_3D_R00

Captação de Água Bruta;

Prancha: PR 204_BAS_CAP_PARI_ARRANJO_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_PRI_R00

Prancha: PR 201_BAS_CAP_PARI_FLU_AUX_R00

Prancha: PR 204_BAS_CAP_PARI_BAR_SUC_R00

Interligação Flutuantes – Adutoras – Existentes e a ser Instalada;

Prancha: PR 204_BAS_CAP_INT_R00

Duplicação Adutora Pari – Samambaia – AAB Pari Samambaia;

Prancha: PR 204_BAS_SISTEMA_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_SISTEMA_GERAL_3D_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_CAP_PARI_INT_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_CX_INT_JUS_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_1-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_2-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_3-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_4-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_5-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_6-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_7-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_8-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_9-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_10-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_11-11_R00

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_BLOCO_ANCORAGEM_R00

Interligação Adutoras – Existente e a ser Instalada ao Barrilete de Sucção da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01;

Prancha: PR 204_BAS_ADUT_PAR_PERFIL_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_CAP_PARI_INT_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_CX_INT_JUS_R00

- Modelagem Hidráulica.

Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01;

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_CX_INT_JUS_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DESV_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_CX_MANOBRA_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_CX_MED_VAZÃO_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_DESC_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_TRIP_FUN_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_BLOCO_ANCORAGEM_R00

Duplicação de trecho de Adução da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia
01 à Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – 830m;

Modelagem Hidráulica.

Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02;

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_DN350_DN300_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_DN350_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_VEN_TRI_DN350_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_01_DN350_DN300_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_02_DN350_DN300_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_03_DN350_DN300_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_04_DN350_DN300_R00

Prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_BLOCO_ANCORAGEM_R00

Duplicação de Trecho de Adução da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia
02 à Estação de Tratamento de Água – 1790m;

Modelagem Hidráulica.

Tratamento de Água – 1930m;

Modelagem Hidráulica.

2.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

O presente projeto diz respeito à ampliação dos Sistemas de Produção 'Pari' e 'Samambaia' do Sistema de Abastecimento de Água de Catalão, GO e abrange as seguintes unidades:

- Captação e EAB Pari;
- AAB Pari;
- EAB Intermediária Pari;
- AAB Intermediária Pari;
- Captação e EAB Samambaia;
- AAB Samambaia;
- EAB Intermediária Samambaia;
- AAB Intermediária Samambaia

As obras de ampliação e melhoria dos sistemas de produção deverão ser executadas com recursos financeiros via OGU, e visam o atendimento de 100% da população ao longo do horizonte de projeto (ano 2042)

2.2 CONCEPÇÃO BÁSICA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EXISTENTES

O SAE de Catalão é atendido por dois principais sistemas de produção - o Pari e o Samambaia – e conta ainda com diversos sistemas independentes de poços profundos, cuja produção totaliza cerca de 100 L/s.

O Sistema Produtor Pari é composto por captação superficial no Ribeirão Pari e é constituído por duas elevatórias em série: EAB Captação Pari e a EAB Intermediária Pari. A elevatória Captação Pari recalca água da captação até a EAB Intermediária Pari, e essa recalca até a caixa de areia da EAB Samambaia. Esse sistema serve de reforço para o Sistema Samambaia nos períodos críticos de seca.

Da mesma forma, o Sistema Produtor Samambaia é composto por captação superficial no Ribeirão Samambaia e é constituído por três elevatórias em série: EAB Captação Samambaia, EAB Samambaia e a EAB Intermediária Samambaia. A elevatória Captação Samambaia recalca água da captação até a caixa de areia. Já a EAB Samambaia recalca do desarenador até a EAB Intermediária Samambaia e que por fim recalca até a ETA.

A seguir, a Figura 1.1 mostra o esquema dos sistemas de produção 'Pari' e 'Samambaia' do SAA de Catalão e logo em seguida é apresentado um breve descritivo de cada uma das unidades desses sistemas.

Figura 1.1 – Esquema dos Sistemas de Produção 'Pari' e 'Samambaia'.



2.2.1.2 EAB CAPTAÇÃO PARI

A EAB Captação Pari é dotada de 3 conjuntos elevatórios submersíveis, instaladas em poço úmido. O acionamento das bombas é manual e não existe sistema de comunicação instalado. As bombas instaladas são da marca Flygt, modelo CP 3201.180, impulsor 454.

2.2.1.3 AAB CAPTAÇÃO PARI

A AAB Captação Pari possui extensão total de 530 m, em PRFV, DN 350, e interliga as estações elevatórias Captação Pari e Intermediária Pari.

2.2.1.4 EAB INTERMEDIÁRIA PARI

Caixa de areia

A caixa de areia está situada na área da EAB Intermediária Pari e possui duas câmaras com dimensões de 5,00 x 2,00 x 0,95 m, limpeza hidráulica através de 7 descargas de fundo - DN 50 mm - em cada uma das câmaras. A calha Parshall de 1' (0,35 m) é localizada a jusante da caixa de areia e serve para controle de lâmina e medição de vazão.

Poço de Sucção

O poço de sucção foi construído em concreto armado e dimensões em planta de 1,95 m x 8,90 m e altura de 2,95 m.

Casa de Bombas

Na Casa de Bombas existem 2 conjuntos moto-bomba instalados, com as seguintes características: Bombas Worthington, modelo 5 LR-15 e motores com potência de 55 cv, 1750 rpm. O transformador existente é de 250 kVA.

Recentemente, foi instalada provisoriamente o outro conjunto moto-bomba reserva da EAB Intermediária Samambaia, que recalca vazão ligeiramente superior do que as outras 2 bombas (Worthington 5 LR-15) em operação.

2.2.1.5 AAB INTERMEDIÁRIA PARI

A AAB Intermediária Pari possui extensão total 7.290 m, em PRFV DN 350 (PN 22,5).

A proteção contra transientes hidráulicos existente nessa linha é constituída por uma válvula antecipadora de onda DN 100, localizada na área da elevatória Intermediária Pari e uma estrutura quebra-vácuo, no ponto alto da adutora, já próximo à captação Samambaia.

2.2.2 Sistema produtor samambaia

2.2.2.1 CAPTAÇÃO SAMAMBAIA

A Captação Samambaia é composta por barragem de nível, tomada de água com tubulação de derivação, poço de sucção e caixa de areia.

Barragem de Nível

A barragem do ribeirão Samambaia e os muros de arrimo agregados à mesma são construídos em concreto armado e o nível da água é controlado através de vertedor constituído por placas de madeira. A barragem contém descarga de fundo e a lâmina de água à montante é da ordem de 1,5 m.

Tomada de Água

A tomada d'água ocorre por meio de tubulação em aço DN 500 que direciona o fluxo para o poço de sucção, dotado de duas câmaras independentes, onde estão instaladas as bombas da EAB Captação Samambaia. O isolamento do poço de sucção ocorre por meio de comporta acionada de forma manual por meio de pedestal de manobra.

EAB Captação Samambaia

A EAB Captação Samambaia é constituída por bombas submersíveis, modelo Flygt NP 3202 180 LT, e opera conforme as seguintes características técnicas:

- Quantidade: 2, sendo 1 reserva
- Vazão: 160 a 280 L/s
- AMT: 17 a 13 mca

Caixa de Areia

A Caixa de Areia é circular / metálica e possui o fundo cônico. Possui diâmetro de 5,0 m e altura útil de 10,6 m.

2.2.2.2 EAB SAMAMBAIA

Localizada na área da Captação do Ribeirão Samambaia, esta elevatória recalca água bruta da caixa de areia até a coluna de equilíbrio na área da EAB Intermediária Samambaia. Quando necessário, esta elevatória também recebe a água proveniente do Sistema Pari.

A casa de bomba possui ponte rolante com capacidade para 5,0 t e abriga hoje dois conjuntos elevatórios, cujas características são as seguintes: Worthington 6 LNH-24 com rotores de 22" e 23,6" (tipo B), um motor WEG 600 cv e outro GE 550 CV, ambos com frequência de 60 Hz e rotação de 1780 rpm.

No barrilete de recalque de cada bomba existe uma válvula de retenção e um registro de gaveta acionado eletricamente. Já no início da adutora de água bruta estão instalados um medidor de vazão eletromagnético, um medidor de pressão (desativado) e ainda duas válvulas auto-operadas modelo BERMAD, uma controladora de bomba e a outra antecipadora de onda.

O prédio da casa de força está instalado ao lado da casa de bombas e nela estão instalados: um transformador de 750 kVA, que responde pelo suprimento de energia para o funcionamento das bombas.

2.2.2.3 AAB CAPTAÇÃO SAMAMBAIA

A AAB Samambaia interliga a EAB Samambaia à EAB Intermediária Samambaia. É parcialmente duplicada em FºFº DN 300 e PRFV DN 350 (PN 22,5). A adutora em DN 300 possui extensão de 3.730 m e a de DN 350 possui extensão de 2.900 m.

2.2.2.4 EAB INTERMEDIÁRIA SAMAMBAIA

É responsável pela continuidade do recalque de água bruta até a ETA. É composta por torre de equilíbrio e casa de bombas idêntica a EAB Captação

Samambaia. São 2 conjuntos moto-bomba instalados conforme as seguintes características: Worthington 6 LNH-24 com rotores de 22" e 23,6" (tipo B), um motor WEG 600 cv e outro GE 500 CV, ambos com frequência de 60 Hz e rotação de 1780 rpm.

A casa de bombas da EAB Intermediária Samambaia é dotada de ponte rolante com capacidade para 5,0 t, com acionamento eletromecânico. No barrilete de recalque de cada bomba existe uma válvula de retenção e um registro de gaveta acionado eletricamente.

Já no início da adutora de água bruta estão instalados um medidor de vazão eletromagnético, um medidor de pressão (desativado) e ainda duas válvulas auto-operadas modelo BERMAD, uma controladora de bomba e a outra antecipadora de onda.

O prédio da casa de força está instalado ao lado da casa de bombas e possui transformador de 750 kVA.

2.2.2.5 AAB INTERMEDIÁRIA SAMAMBAIA

Essa adutora interliga a EAB Intermediária Samambaia e a ETA. É também parcialmente duplicada em FºFº DN 300 e PRFV DN 350 (PN 22,5). A adutora em DN 300 possui extensão de 4.560 m e a de DN 350 possui extensão de 2.850 m.

2.2.3 Poços profundos / tratamento

A cidade de Catalão possui 6 sistemas independentes de poços profundos, que complementam o abastecimento de água. A capacidade total de produção dos poços existentes é de 120 L/s, porém ao considerar o tempo de funcionamento dos mesmos de no máximo 20 horas diárias tem-se produção efetiva da ordem de 100 L/s. O Quadro 1.1 apresenta as principais características dos poços perfurados.

Quadro 2.1 – Sistemas Independentes dos Poços Profundos.

Sistema	Poço	Vazão (m³/h)	Vazão (L/s)
Ipanema	P11	20,2	5,6
	P12	39,6	11,0
	P13	7,9	2,2
	P14	16,9	4,7
	P15	16,6	4,6
	Total	101,2	28,1
Santo Antônio	P02	16,7	4,6
	P03	43,0	12,0
	P04	23,4	6,5
	P05	23,3	6,5
	P06	-	-
	P07	17,1	4,8
	Total	123,5	34,3
Goianiense	P40	15,2	4,2

	P41	15,8	4,4
	P44	8,7	2,4
	P16	10,0	2,8
	P17	27,0	7,5
	P18	12,0	3,3
	P19	10,0	2,8
	Total	98,8	27,4
UFG	P48	15,0	4,2
	P49	7,0	1,9
	Total	22,0	6,1
Bairro de Lucas	P60	12,8	3,6
	P61	6,0	1,7
	Total	18,8	5,2
ETA	P20	6,1	1,7
	P21	43,9	12,2
	P22	16,9	4,7
	Total	66,9	18,6
Total		431,2	119,8

Quanto às características construtivas dos poços, todos são dotados de revestimento e filtro. Os poços tubulares perfurados apresentam grande variação nas vazões disponíveis, mostrando o alto grau de anisotropia dos aquíferos fissurados.

2.2.4 Estação de Tratamento de Água

A ETA do Sistema de Abastecimento de Água de Catalão está localizada no Bairro Cruzeiro II, parte alta da cidade, a 8,3 km da captação Samambaia. É do tipo convencional e trata hoje a vazão de 180 l/s (648 m³/h).

Basicamente, o processo de tratamento é constituído pelas seguintes fases:

- coagulação: com cal e sulfato de alumínio através de bomba dosadora alimentada por 2 tanques de preparo com 1.500 l cada;
- medição de vazão e mistura rápida: medidor Parshall de W = 9" (22,9 cm);
- floculação: dois floculadores mecanizados, em paralelo, com profundidade útil de 2 m, cada uma com 3 agitadores. O volume útil total é de 192 m³;
- decantação: 2 unidades convencionais, retangulares, com área útil de 187 m² cada, profundidade útil de 4,0 m e extensão total das canaletas de coleta de 15,0 m;
- filtração: 4 filtros rápidos de fluxo descendente, retangulares, em câmara única de 18,5 m² de área filtrante e altura total de 2,8 m;
- desinfecção: com cloro, através de um clorador à vácuo, com aplicação da solução no canal de água filtrada;

- fluoretação: através de ácido fluossilícico aplicado com bomba dosadora;
- correção de pH: com cal, através de bomba dosadora, com aplicação de solução no canal de água filtrada (pós-alkalinização).
- o tanque de contato, última unidade de processo da ETA, alimenta, por gravidade, os reservatórios de distribuição (2 x 1350 m³, semi-enterrados). A lavagem dos filtros é realizada a partir de um reservatório elevado, localizado no último pavimento da casa de química, com capacidade de 170 m³.

Completa a estação de tratamento, uma Casa de Química, com 3 pavimentos e um pátio anexo. A Casa de Química é constituída pelos seguintes compartimentos:

- galeria dos filtros;
- elevatória de água de lavagem (recalca para o reservatório superior);
- hall de acesso;
- depósito de reagentes;
- sala de produtos químicos;
- escritório e laboratório;
- sanitários;
- reservatório superior de 170 m³.

ELEVATÓRIA DE ÁGUA DE LAVAGEM - EAT EAL

A EAT EAL recalca água para o reservatório elevado da casa de química, o qual, além de atender a demanda para operação da ETA, responde também pelo abastecimento do Bairro Cruzeiro II. As instalações dessa elevatória situam-se ao lado do canal de água filtrada, no interior da casa de química. Esta elevatória possui duas bombas instaladas, sendo uma delas reserva, com as seguintes características: Bomba: centrífuga de eixo horizontal, KSB 80-26, 1.710 rpm; Motor ARNO trifásico, 12,5 cv, 220/380 V, 60 Hz, 1.745 rpm.

A tubulação de recalque é a mesma de descida para lavagem dos filtros, em Ferro Fundido, FOFO DN 400 mm, com extensão de 20 m.

ELEVATÓRIA ETA - EAT ETA

A Elevatória ETA recalca água do reservatório apoiado de 500 m³ para o reservatório elevado de 200 m³, ambos localizados na área da Estação de Tratamento de Água. A adutora possui extensão de 180 m sendo em DEFOFO, DN 200 mm.

Essa elevatória responde pelo suprimento de água dos bairros abastecidos pela rede reservatório elevado 200 m³, localizados nas proximidades da ETA. Suas instalações foram recentemente construídas. Possui dois conjuntos motor-bomba instalados, sendo um reserva, com as seguintes características: Bomba: centrífuga de eixo horizontal, IMBIL INI 80250, 1750 rpm, Rotor = 246 mm; Motor WEG, 20 cv, 220/380/440 V, 1760 rpm, rendimento 92,4 %.

ELEVATÓRIA CENTRAL - EAT CENTRAL

A Elevatória Central, localizada na área do escritório central da SAE, recalca água para a área de reservação Pontal. Essa elevatória é constituída de uma bomba submersível (tipo bomba de poço) instalada diretamente no interior do reservatório enterrado de 150 m³. Os conjuntos elevatórios apresentam as seguintes características: Bomba Submersível Marca Leão; Motor: Carcaça acoplada à bomba, 18 cv.

A adutora em PVC PBA DN 100, com extensão da ordem de 2.640 m é interligada com a rede de abastecimento dos reservatórios Pontal, ou seja, realiza distribuição em marcha.

2.2.5 Reservação

O complexo de reservação de água atualmente existente em Catalão é formado por 10 centros de reservação (Quadro 2.2), englobando 18 reservatórios com volume útil total de 5.940 m³.

Quadro 2.2: Características dos reservatórios do SAA de Catalão.

Centro de Reservação	Reservatório	
	Tipo*	Capacidade (m ³)
ETA	REL	200 m ³
	REL	170 m ³
	RSE	1.350 m ³
	RSE	1.350 m ³
	RSE	500 m ³
Clay Mendes	RAP	350 m ³
	RAP	350 m ³
Nossa Senhora de Fátima	RAP	350 m ³
	RAP	280 m ³
Central	RET	150 m ³
Ponta l Norte	REL	100 m ³
	REL	50 m ³
Rodoviária	RAP	350 m ³
Castelo Branco	REL	50 m ³
Castelinho	RAP	200 m ³
	REL	20 m ³
Bela Vista	REL	20 m ³
Ipameia	RAP	100 m ³

*RET – Reservatório Enterrado

RAP – Reservatório Apoiado

RSE – Reservatório Semienterrado

REL – Reservatório Elevado.

2.3 SITUAÇÃO OPERACIONAL

A cidade de Catalão é abastecida por um sistema relativamente antigo (1972) que foi sendo ampliado ao longo dos anos com o incremento de novas unidades, além da realização de adequações nas unidades existentes para ampliação de suas capacidades nominais. Mesmo assim as unidades existentes ainda são suficientes para atender a demanda atual e não apresentam problemas operacionais que comprometam o abastecimento da população. Todavia, há necessidade de se

promover ampliações para garantir o atendimento as demandas futuras, decorrentes do crescimento previsto para a cidade nos próximos anos.

2.4 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS DEMANDAS DE ÁGUA

Os estudos demográficos e territoriais – elaborados no âmbito do Plano Municipal de Saneamento do Sistema de Abastecimento de Água – estimaram a evolução da população urbana da cidade de Catalão, conforme indicado no Quadro 2.2. A área de abrangência para a Ampliação do SAA de Catalão compreende uma área de aproximadamente 2.791 ha.

Quadro 2.2 – Evolução da População Urbana e Atendida pelo SAA.

Ano	Pop. Urbana (hab.)	Índice de Atendimento	Pop. Atendida (hab.)
2022	96.289	100 %	96.289
2032	110.498	100 %	110.498
2042	121.807	100 %	121.807

Os parâmetros de projeto admitidos para o cálculo das demandas de água do sistema são:

$$Q_{\text{méd}} = P.q/86.400$$

$$Q_{\text{dia}} = k_1.Q_{\text{méd}}$$

$$Q_{\text{hor}} = k_1.k_2.Q$$

Onde:

- $Q_{\text{méd}}$ = consumo médio de água, l/s;
- Q_{dia} = consumo máximo diário de água, l/s;
- Q_{hor} = consumo máximo horário de água, l/s;
- k_1 = coeficiente de máxima vazão diária = 1,20;
- k_2 = coeficiente de máxima vazão horária = 1,5;
- q = coeficiente de consume per-capita variando de 237 L/hab.dia (2022) a 225 L/hab.dia (2042);
- P = população atendível, hab.

De acordo com os parâmetros estabelecidos, foram obtidas as vazões de projeto apresentadas no Quadro 1.3 a seguir.

Quadro 1.3 – Projeções da população atendida e das demandas totais de água para Catalão.

Ano	Pop. Urbana (hab)	Consumo Per Capita (L/hab)	Demanda (L/s)		
			Média	Máxima Diária	Máxima Horária
2022	96.289	237	264	317	475
2032	110.498	231	295	355	532
2042	121.807	225	317	381	571

2.5 AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HIDRÍCIA DOS MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO

O Córrego Samambaia nasce nas proximidades da BR-050, que liga Catalão a Campo Alegre de Goiás, com coordenadas aproximadas de latitude 18°07' e longitude 47°54'. Seus principais afluentes na margem esquerda são os córregos Mato do Arroz e Bananeira, entre os quais se localiza a captação de água bruta.

O Ribeirão Pari é formado pelos córregos Samambaia e Baru, que se unem a cerca de 5 km a jusante da captação Samambaia. Este manancial é utilizado para suprir a demanda de água nos períodos de estiagem, quando a disponibilidade hídrica do Córrego Samambaia diminui e, por outro lado, a demanda de água é elevada.

A determinação da capacidade hídrica dos mananciais abastecedores de Catalão partiu de análises de correlação com dados obtidos nas estações fluviométricas dos rios São Bento e Veríssimo. Os estudos hidrológicos apontaram que a vazão mínima nos cursos d'água da região ocorre entre os meses de setembro a novembro e que a vazão específica em 95% do tempo ($Q_{95\%}$) é correspondente a 2,9 L/s/km².

Como as áreas de drenagem do Córrego Samambaia e do Ribeirão Pari são respectivamente de 80 km² e 177 km², obtêm-se então as seguintes vazões mínimas estimadas para esses mananciais:

$$\text{Córrego Samambaia: } Q_{(95)} = 80 \text{ km}^2 \times 2,9 \text{ L/s / km}^2 = 232 \text{ L/s}$$

$$\text{Ribeirão Pari: } Q_{(95)} = 177 \text{ km}^2 \times 2,9 \text{ L/s / km}^2 = 513 \text{ L/s}$$

A legislação estadual vigente em Goiás estabelece que a vazão máxima de exploração em uma determinada seção fluvial, considerando a modalidade de captação a fio d'água, é de 50% da vazão de referência Q_{95} para o conjunto de usuários da bacia. Cabe lembrar que os 50% restantes de vazão no curso d'água são considerados como fluxo residual mínimo que, de acordo com a legislação estadual, deve ser mantido à jusante da seção fluvial.

No Quadro 1.4, a seguir, é apresentada uma síntese das disponibilidades hídricas avaliadas para as seções fluviais de interesse no Córrego Samambaia e Ribeirão Pari.

Quadro 1.4 – Análise da disponibilidade hídrica nos mananciais de interesse.

Curso d'água	Área (km ²)	Q_{95} (L/s)	50% da Q_{95} (L/s)
Samambaia	80	232	116
Pari	177	513	256

Neste aspecto, vale lembrar que as captações de água bruta Samambaia e Pari já possuem outorgas de 120 L/s e 160 L/s, respectivamente, emitidas pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH).

3 CONCEPÇÃO PROPOSTA

3.1 ASPECTOS FÍSICOS

3.1.1 Localização e Acesso

A área beneficiada pelo projeto corresponde à cidade de Catalão, localizada no Sudeste do Estado de Goiás, na latitude 18° 9' 57"S e longitude 47° 56' 47"O, conforme mostra a Figura 04. No ano de 2013, segundo o IBGE, conta com 94.896 habitantes, perfazendo uma área de 3.778 Km².

Catalão é considerada uma cidade de pequeno porte, de acordo com a classificação apresentada por ABDALA (2013, p. 01) que cita que são consideradas "pequenas as cidades com até 100 mil habitantes, médias as cidades com população compreendida entre 100 e 500 mil habitantes e, com população acima de 500 mil habitantes, cidades de grande porte" apontado por Santos, Costa e Andrade (2001), e, de acordo com IBGE (2010).

Nesse contexto, salienta-se que após meados da década de 1970, dá início a um processo de intenso desenvolvimento urbano devido à instalação de mineradoras na região. Vale lembrar que até então, a economia local baseava-se na exploração agrícola e, desde então, devido à riqueza mineralógica do sudoeste goiano, empresas nacionais de exploração de minérios, como multinacionais, encetaram na exploração da região impulsionando o crescimento demográfico da região.

Localização geográfica da área de estudo e recorte do município de Catalão - GO

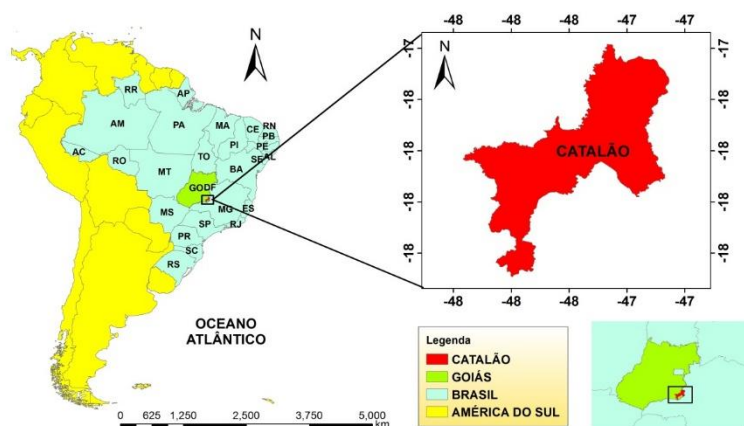


Figura 01: Localização geográfica da área de estudo e recorte do município de Catalão -GO

Fonte: IBGE 2004.

Os acessos principais ao municípios se dão pela BR 050 e GO 020, acessos esses que deixam a cidade em posição privilegiada com relação a escoação de produção e interligação com os principais centros urbanos, comerciais e industriais do país.

3.1.2 Clima

Na região Centro Oeste, o clima é classificado como tropical, apresentando duas estações bem definidas, menos pelas temperaturas, mas principalmente pelo regime de chuvas. O verão quente e chuvoso estende-se de outubro ou novembro até março ou abril, conforme a latitude, e é controlado pelas massas tropicais, bastante instáveis na primavera e no verão. (SANT' ANNA NETO; NERY, 2005).

3.1.3 Relevo

O município de Catalão possui duas paisagens geomorfológicas distintas: a nordeste do Rio São Marcos, uma área plana de chapada, com altitudes oscilando em torno dos 1.000 metros e ao sul desta, escarpas e mares de morro; a oeste do referido rio, áreas mais acidentadas, entremeadas por pequenos vales fluviais chamados veredas, com altitude oscilando em torno dos 800 metros. Finalmente, as porções mais baixas do território encontram-se na parte meridional do mesmo, nas margens do rio Paranaíba, cercania dos povoados de Pedra Branca e Olhos d'Água, onde as altitudes estão próximas dos 650 metros e o relevo é suave. Indo destes vales para as direções norte e leste, começam os domínios de mares de morro, os quais predominam largamente no município; neles, as altitudes aumentam paulatinamente, chegando a estar entre 800 e 900 metros na região do município de Catalão e a mais de 1.200 metros, seguindo rumo ao norte.

Finalmente, na porção nordeste do município, ocupando cerca de 100 mil hectares, se encontra o Chapadão de Catalão, que se prolonga pelo Estado de Minas Gerais, quase todo acima da cota dos mil metros de altitude. É uma área de relevo bastante plano, com baixa declividade e solos profundos, cercado por áreas bastante escarpadas ao sul e pelos rios Paranaíba, a leste, e São Marcos, a oeste. Em relação ao sítio urbano, ocorrem três formas de relevo básicas: morros, pequenos vales e áreas planas elevadas. Os morros do município são três: o de São João é o mais alto e no alto do qual existe a Igreja de São João, construção de relevante interesse turístico; Três Cruzes, no alto do qual situa-se o centro cultural e Santo Antônio, o mais baixo dos três e que tem em seu cume, a igreja de Santo Antônio, que também tem interesse histórico. Entre estes morros há um sem número de vales e baixadas, entrecortados por córregos como os do Almoço e do Pirapitinga. Finalmente, ao norte do sítio urbano, há uma área plana e alta, com altitude de cerca de 900 metros, que é para onde o sítio urbano mais está se expandindo.

3.1.4 Vegetação

O cerrado é o segundo maior bioma nacional e é uma das áreas de maior diversidade no mundo, constituída por um mosaico vegetacional composto por formações campestres (campos limpos, sujo e rupestre), formações savânicas (cerrado sensu stricto, cerrado denso, cerrado ralo e cerrado rupestre) e florestais (cerradão, matas de galeria ciliares e secas) (Ribeiro e Walter 2008).

A área central de sua ocorrência é a região do planalto central brasileiro, estendendo-se para as regiões norte, nordeste e sudeste (Eiten 1972; Ribeiro e Walter 2008).

De acordo com a definição de Myers et al. (2000) o cerrado é considerado um hotspot, pois é um ambiente com elevada concentração de espécies endêmicas e excepcional perda de habitat. Mesmo estando localizada na área core de distribuição do domínio do Cerrado, a literatura com dados de levantamento da flora regional da região sudeste de Goiás ainda é muito reduzida.

Levantamentos da vegetação na região sudeste de Goiás foi realizado apenas no município de Catalão (Ferreira e Moreno 2010), sendo que os demais estudos próximos a esta região foram no Parque Estadual de Caldas Novas, região sul de Goiás (Silva et al.

2002; Moreno e Cardoso 2006), em Silvânia região leste do estado (Felfili e Silva Junior 1993), além de descrições de algumas espécies da flora regional (Coleção Rizzo, 1981).

A variação na vegetação do cerrado é produto de interações como fertilidade do solo, profundidade do lençol freático e declividade (Eiten 1972), que em conjunto, produzem um gradiente de formas fisionômicas que vão desde campo limpo, com predominância do estrato herbáceo, até formações florestais onde predomina o estrato arbóreo (Eiten 1972; Ribeiro e Walter 2008). Considerando apenas os remanescentes mais extensos e menos dissecados dessas superfícies, os solos restringem-se basicamente aos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, os quais são descritos genericamente como profundos, pobres em nutrientes, praticamente sem minerais primários facilmente intemperizáveis e com relevo plano a suave ondulado.

Apesar da aparente homogeneidade, o detalhamento desse universo é uma necessidade comprovada pela variabilidade química, física e mineralógica desses solos (Ker e Resende 1996). Apesar de escassos, alguns estudos realizados em escala espacial reduzida, indicam que dentro de uma mesma região climática, o tipo de solo pode ser utilizado como indicativo da composição florística a ser implantada em projetos de recomposição da vegetação (Rodrigues e Gandolfi 1996).

Estudos envolvendo a disponibilidade de nutrientes do solo são de grande importância quando relacionados com a dinâmica de distribuição de espécies, sabendo que algumas espécies não toleram baixa fertilidade do solo, ou são sensíveis a minerais como alumínio.

Alguns trabalhos já foram realizados relacionando solo-vegetação na estrutura de fitofisionomias do cerrado (Moreno et. al. 2008), a influência da topografia sobre as variações da composição florística (Cardoso e Schiavini 2002) e na estrutura da comunidade arbóreo arbustiva de floresta estacional semidecidual (Botrel et. al. 2002), Além das relações solosuperfície geomórfica e evolução da paisagem (Motta et. al. 2002).

3.1.5 Geologia

O Complexo Alcalino-Carbonatítico de Catalão integra um conjunto de diversas instruções formadas no Cretáceo Superior que contém, além de suítes carbonatíticas, Kimberlitos e rochas assemelhadas, sendo conhecida por Província do Alto Paranaíba. Esta Província compreende a região Sudeste de Goiás e Triângulo Mineiro, e é caracterizada não só por suas associações petrológicas, mas também pelo seu potencial meralogenético para o nióbio, fosfato, titânio e diamante, entre outros bens minerais.

Catalão é constituído por um agrupamento de tipos petrográficos no qual foram reconhecidas quatro séries magmáticas principais. A série dos piroxenitos destaca-se pelo seu potencial para o fosfato, enquanto a série dos carbonatítica, além dele, é importante por ser rica em Nióbio, um único estágio específico conhecido por rocha mineralizada. Uma outra fase magmática digna de nota é aquela que formou os fosforitos, que têm como maior importância e seu elevado conteúdo em fosfato, sendo também mineralizada em pirocloro.

3.2 ASPECTOS SANITÁRIOS

3.2.1 Abastecimento de água

Hoje, a cidade de Catalão conta com Trinta e sete mil novecentos e sessenta e sete (37.967) economias ativas, dados fornecidos pela Superintendência Municipal de Água e Esgoto – SAE – Catalão - GO, com uma população de 96.836 habitantes, senso IBGE 2014 e apresenta um crescimento demográfico acima da média nacional.

É importante lembrar que no período entre o ano de Dois mil (2000) ao ano de Dois mil e doze (2012), foram criados Trinta e três (33) novos loteamentos e efetivadas novas Quinze mil cento e noventa e quatro (15.194) primeiras ligações, ou seja, a cidade de Catalão passou por um crescimento acima de Quarenta por cento (40%), em seu consumo de água.

3.2.2 Disposição dos Esgotos

Catalão possui cerca de 62% (sessenta e dois por cento) de suas economias ativas atendidas por rede de coleta de esgoto, sendo o volume captado, destinado à Estação de Tratamento de Esgoto, para despejo no Ribeirão Pirapitinga, afluente do São Francisco, constituinte da Bacia Hidrográfica do Paranaíba.

3.3 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

3.3.1 Distribuição de renda

Apesar de ser apenas o 14º mais populoso município de Goiás, Catalão apresentava o quinto maior PIB do Estado de Goiás, perdendo apenas para a capital Goiânia, Anápolis, Aparecida de Goiânia e Rio Verde. Seus habitantes apresentam igualmente a terceira maior renda per capita do estado, atrás apenas de Chapadão do Céu e São Simão.

A economia catalana encontrava-se também entre as maiores em todos os setores da economia goiana: uma indústria forte, um setor de serviços e comércio bastante desenvolvidos, agropecuária produtiva e a maior província mineral do estado de Goiás. Todavia, a maior característica da economia catalana, ao menos no que tange aos municípios mais ricos de Goiás é sua desigualdade social, sensivelmente menor. Assim, mais do que um município de muita gente rica, o modelo catalano privilegia a classe média.

3.3.2 Atividades Econômicas

O município de Catalão é detentor do terceiro maior PIB industrial de Goiás, a agropecuária do mesmo também é uma atividade econômica significativa, está entre os grandes produtores estaduais de soja, milho, trigo, arroz, feijão, mandioca, café e palmito de Goiás, sendo que o cultivo de grãos dá-se sobretudo no distrito de Santo

Antônio do Rio Verde. Possui também considerável rebanhos de aves e bovinos, no distrito de Catalão.

A Indústria catalana conta com a presença da MMC Automotores do Brasil, do Grupo Souza Ramos, empresa autorizada a montar os veículos da marca Mitsubishi no Brasil, é a maior empresa instalada na cidade e emprega diretamente cerca de 3.500 funcionários. A economia do município está assentada nos segmentos minero-metal-mecânico, sedia o Distrito Mineiro Industrial (DIMIC) de propriedade do governo estadual. As principais empresas lá instaladas são as montadoras John Deere e Mitsubishi. Também merece destaque as empresas instaladas na área mineradora conhecida como "Chapadão". Lá destacam-se as empresas mineradoras Anglo American (de origem inglesa, dona da Mineração Catalão e Copebrás) e Vale Fertilizantes (antiga Fosfertil), as quais, além de plantas extratoras, contam também com plantas industriais.

Além disso, polariza a indústria do vestuário na região. Embora a economia secundária esteja fortemente consolidada pelos segmentos minero-metal-mecânico, a indústria do vestuário é representativa no município, com mais de 150 micro e pequenas indústrias formais e informais. O segmento é representado em especial pelo setor de moda íntima. Para promover o aumento da sua competitividade, o Ministério da Integração Nacional, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Goiás, Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e Senai, executa, desde 2006, o programa de desenvolvimento econômico de Arranjo Produtivo Local (APL) de confecções de moda íntima feminina. As ações estão voltadas para a capacitação dos recursos humanos e assistência técnica e tecnológica. Seu intuito é ampliar os conhecimentos das empresas em gestão da produção, comercialização e marketing, com a consequente qualificação do produto e expansão do mercado. Catalão é um dos municípios contemplados no "Programa de Qualificação e Extensão da Moda Íntima" do Estado de Goiás, da Gerência de Arranjos Produtivos Locais e Artesanato, da Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás (SIC).

Já em 1892, Catalão foi reconhecida pela Expedição Cruls como um município repleto dos mais variados tipos de minérios, sendo que o diamante em particular é explorado no município desde o início do século XIX. Além de terem sido encontrados em Catalão alguns dos maiores e mais preciosos diamantes do Brasil, o município possui ainda algumas das maiores jazidas minerais do Estado de Goiás, com depósitos de Argila, Argila Refratária (Caulim), Brita Basalto, Fosfato, Nióbio, Titânio, Turfa, Vermiculita, Urânio, Tório, Estrôncio e **terras raras** (Lantânio, Cério, Praseodímio, Neodímio, Samário, Európio, Gadolínio, Érbio, Ítrio, Itérbio, Lutécio e Térbio).

Todavia, apenas alguns desses minérios são explorados, como é o caso do nióbio (explorado pela Anglo American - Mineração Catalão), do fosfato (explorado e industrializado pela Vale Fertilizantes e Anglo American - Copebrás) e das argilas, exploradas por várias companhias ceramistas instaladas no município. Os demais minérios identificados já estão com seus depósitos registrados para as mais diversas companhias, como é o caso do titânio, registrado pela Companhia Vale do Rio Doce.

3.4 DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS VAZÕES DE PROJETO

A área de abrangência para a Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água de Catalão compreende uma área de aproximadamente 2.791 ha. Devidos as características da ocupação urbana da cidade, os estudos demográficos e territoriais definiram duas (02) Zonas Homogêneas, sendo a zona de ocupação urbana (ZOU), caracterizada pelo adensamento populacional na malha urbana da cidade, e a zona de expansão, caracterizada por áreas com ocupação ainda inexpressiva. As projeções

do crescimento populacional da cidade de Catalão consideraram os seguintes parâmetros:

- Período de alcance do plano: 30 anos;
- Número de etapas básicas de implantação: 1;
- Ano de início de operação do sistema: 2.016;
- Área de abrangência do sistema: 2.791 ha;

Os parâmetros de projeto admitidos para o cálculo das demandas do sistema são:

$$Q_{\text{méd}} = P.q/86.400$$

$$Q_{\text{dia}} = k_1.Q_{\text{méd}}$$

$$Q_{\text{hor}} = k_1.k_2.Q$$

Onde:

$Q_{\text{méd}}$ = consumo médio de água, l/s;

Q_{dia} = consumo máximo diário de água, l/s;

Q_{hor} = consumo máximo horário de água, l/s;

k_1 = coeficiente de máxima vazão diária = 1,20;

k_2 = coeficiente de máxima vazão horária = 1,5;

P = população atendível, hab.

De acordo com os parâmetros estabelecidos, foram obtidas as vazões de projeto apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Projeções de crescimento das populações urbana e atendível.

Ano	Índice de atendimento %	População (hab.)		Per-capita total (l/s.hab)	Demanda (l/s)		
		Urbana	Atendível		Média	Máx. Diária	Máx. Horária
2012	95%	79.491	75.516	239	208,89	250,67	376,01
2022	100%	96.289	96.289	237	264,13	316,96	475,44
2032	100%	110.498	110.498	231	295,43	354,52	531,78
2042	100%	121.807	121.807	225	317,21	380,65	570,98

A ampliação do SAA de Catalão abrangerá as seguintes unidades:

- Barragem de Acumulação de Água Bruta (Pari);
- Captação Pari;
- Captação Samambaia – Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 (EAB 01);
- Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 (EAB 02);
- Conjunto Transformador 1500KVA Pari;
- Conjunto Transformador 1500KVA Samambaia;
- Conjunto Transformador 1500KVA EAB Samambaia;
- Adutora de Água Bruta Pari - Duplicação (AAB 01);
- Estação de Tratamento de Água (ETA).

4 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

4.1 DESCRIÇÃO GERAL

4.1.1 Captação Pari – Adutora de Água Bruta Pari Samambaia – AAB Pari_EAB01

A construção da barragem, permitirá a instalação de um sistema de captação que operará sobre flutuantes, pranchas: **PR 204_BAS_PARI_GERAL_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_PRI_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_AUX_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_INT_R00, PR 204_BAS_BAR_SUC_R00**, reduzindo assim, a necessidade de intervenções civis quanto a construção de casas de máquinas, o que acarretará na redução do custo de implantação do sistema, bem como nos custos operacionais do mesmo, vale observar que o sistema de flutuantes, em casos de estiagens extremas e rebaixamento do nível da barragem, permitirá o melhor aproveitamento do volume de água armazenado pela barragem, reduzindo assim o volume morto ao menor nível, pranchas: **PR 204_BAS_PARI_GERAL_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_PRI_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_AUX_R00, PR 204_BAS_CAP_PARI_INT_R00, PR 204_BAS_BAR_SUC_R00**.

O Sistema deverá ser composto por dois módulos flutuantes independentes, prancha: **PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_PRI_R00**, e em cada unidade deverá ser instalada uma bomba submersível Modelo R2-390-500CV, pranchas: **PR 204_BAS_CAP_PARI_BOM, PR 204_BAS_CAP_PARI_BOMB_R2-390-500B_R00**, as quais serão interligadas por um barrilete fabricado em Aço Carbono DN 600mm PN 10, prancha: **PR 204_BAS_CAP_PARI_BAR_SUC_R00**, que fará a interligação desse à adutora de PEAD DN 600mm PN 12, prancha: **PR 204_BAS_PARI_GERAL_R00**, que será sustentada por 215 flutuantes auxiliares, prancha: **PR 204_BAS_CAP_PARI_FLU_AUX_R00**, garantindo a flutuação da adutora de PEAD bem como os cabos de alimentação elétrica dos conjuntos motobombas.

Quando em solo, essa adutora será bifurcada em “y” e conectada à adutora de Ferro Fundido, FOFO, DN 350mm PN 22,5, já existente e à adutora de PVC, DN 400mm PN 12, a ser instalada, prancha: **PR 204_BAS_CAP_PARI_INT_R00**, onde serão instaladas vinte e duas ventosas de tríplex função, pranchas: **PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_2-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_3-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_4-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_5-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_6-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_7-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_8-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_9-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_10-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00**, a jusante, após 7.290m, já na Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, será ligada a adutora de FOFO, DN 350mm PN 22,5, já existente, na forma de “Y” invertido, conectada ao barrilete de sucção, pranchas: **PR 204_BAS_EAB01_CX_INT_JUS_R00, PR 204_BAS_EAB01_BAR_SUC_R00**.

A estação de bombeamento, captação Pari, deverá ser formada por três sistemas motobomba iguais, sendo dois atuantes e um outro reserva fria, pranchas: **PR 204_BAS_CAP_PARI_BOM, PR 204_BAS_CAP_PARI_BOMB_R2-390-500B_R00**, não instalada. As características principais de cada conjunto são:

- Vazão nominal: 210 l/s;
- Altura manométrica: 116 mca;

- Velocidade de rotação da bomba funcionando em seu regime nominal: 1750 rpm;
- Potência elétrica nominal: 500CV;
- Diâmetro do rotor da bomba: 330mm.

Para poder analisar os fenômenos transitórios originados pelas paradas do bombeamento, é necessário dispor dos seguintes dados:

- Curva característica da bomba com as informações: altura-vazão (H-Q), potência-vazão (P-Q) e rendimento-vazão (R-Q). (Em anexo)
- Velocidade de rotação nominal da bomba: 1750 rpm
- Momento de inércia da bomba: 1,859 kg.m²

4.1.1.1 Curva característica (H-Q) Definição de potência

A curva característica H-Q da bomba permite definir a altura manométrica fornecida pela mesma segundo a vazão bombeada. Esta curva não só é fundamental para a análise do funcionamento da instalação em regime transitório, como também é decisiva na determinação do regime permanente inicial da instalação.

4.1.1.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

4.1.1.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS GERAIS

Conjunto moto-bomba monobloco submersível, operação em qualquer ângulo de inclinação, dentro ou fora d'água, em qualquer ponto da linha de recalque. Todos os parafusos utilizados no conjunto moto-bomba deverão ser confeccionados em aço inox.

4.1.1.2.2 MOTOR

Elétrico, assíncrono, de indução tipo gaiola, trifásico, submerso (bobinas confeccionadas com fio encapado), refrigerado do pelo próprio líquido bombeado, dimensionado para operação em sistemas com partida compensada (65% In), estrela-triângulo, suave (soft-starter) e acionamento por conversor de frequência. Classe de isolamento F (mínimo) e grau de proteção IPW 68 (mínimo) fator de potência 1,15.

Deverão ser providos de plaquetas de identificação, conforme a NBR 7094, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço

4.1.1.2.3 BOMBA

4.1.1.2.3.1 CARCAÇA

Confeccionada em Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18), com olhais para suspensão, e indicação do sentido de rotação através de seta, fundida na carcaça ou gravada em placa de aço inoxidável fixada sob a mesma.

4.1.1.2.3.2 PROPULSOR (IMPULSOR)

Em aço Inoxidável AISI-304

4.1.1.2.3.3 EIXO

Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)

4.1.1.2.3.4 MANCAIS

Mancais de deslizamento radial e axial.

4.1.1.2.3.5 ANÉIS DE DESGASTE

Deverão ser previstos anéis de desgaste substituíveis, confeccionados em bronze GCU SM-10, no propulsor e na carcaça da bomba.

4.1.1.2.3.6 VEDAÇÃO

Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton.

4.1.1.2.3.7 IDENTIFICAÇÃO

O equipamento deverá possuir placa de identificação confeccionada em aço inoxidável, fixada em local de fácil acesso, contendo obrigatoriamente as seguintes informações:

- Nome do fabricante, modelo, número de série, data de fabricação, vazão(m³/h) e altura manométrica (mca) no ponto de trabalho, diâmetro do rotor(mm), potência (kW / CV), rotação (rpm).

4.1.1.2.4 PINTURA

4.1.1.2.4.1 LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES

A limpeza das superfícies deverá ser feita por meio de jateamento abrasivo aometal quase branco, grau A Sa 2½ da norma SIS 055900:1998 ("Pictorial surfaces preparation standards for painting steel surfaces"), em conformidade à NTS 085 (Preparo de superfícies metálicas para pintura), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.1.2.4.2 PARTES CONFECCIONADAS EM FERRO FUNDIDO OU AÇO CARBONO

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 144 (Esquema de pintura para equipamentos e materiais em aço-carbono ou ferro fundido novos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.1.2.4.3 PARTES CONFECCIONADAS EM MATERIAIS METÁLICOS NÃO FERROSOS

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 145(Esquema de pintura para equipamentos e materiais metálicos não-ferrosos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.1.2.4.4 PARTES CONFECCIONADAS EM AÇO INOXIDÁVEL

Não deverão ser pintadas ou revestidas, recebendo somente acabamento superficial para remoção completa de sujidades (carepas formadas durante o tratamento térmico ou soldagem, depósitos, óleos ou graxas e partículas provenientes do processo de usinagem, entre outras). A superfície também não deverá apresentar porosidades.

Os conjuntos moto bomba deverão ser fornecidas com:

- Tipo de motor: elétrico, submerso, assíncrono e rebobinável

- Tipo do moto bomba: submersível
- Tipo Construtivo: Monobloco
- Posição de instalação: Horizontal, vertical ou inclinada (atende ambas)
- Tipo do rotor: Semi-Axial
- Classe de Isolação: IPW 68 (NBR 6146)
- Nº de polos: 06 ou 08
- Fator de serviço: 1,15
- Refrigeração e lubrificação: a água
- Velocidade: 890 à 1160 rpm
- Frequência: 60Hz
- Carcaça de entrada : Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Rotor: em aço Inoxidável AISI-304
- Difusor: Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Vedação do eixo: Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton
- Mancal: deslizante
- Flange de entrada: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Flange de Saída: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Eixo: Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)
- Comprimento mínimo do cabo: 10 m
- Na carcaça deverá haver uma flecha indicando o sentido de rotação do rotor.
- O rotor deverá ser estática e dinamicamente balanceado.
- As bombas deverão ser providas de plaquetas de identificação, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.
- Comprimento total do conjunto : 5650 mm
- Altura máxima : 3468 mm

4.1.1.3 DADOS DE OPERAÇÃO

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| • Potência do Motor: | 500 CV |
| • Potência | 368 CV |
| • Vazão por bomba: | 756 m ³ /h |
| • Pressão por bomba: | 116 mca |
| • Rendimento Bomba: | 83 % |
| • Corrente Nominal: | 62,5 A |
| • Quantidade: | 03 |
| • Tensão: | 4160 V |

4.1.1.4 COMPROVAÇÃO DOS VALORES GARANTIDOS DO EQUIPAMENTO

O Fornecedor deverá prever teste de bancada assistido pelo Cliente, realizado conforme NBR-6400 em 100% dos equipamentos a serem fornecidos, para checagem e validação do ponto de operação estipulado no projeto.

Os parâmetros de eficiência reais de ensaio de cada bomba deverão ser levantados em ensaios de bancada, utilizando-se instrumentação e equipamentos devidamente aferidos.

As carcaças da bomba serão submetidas em fábrica a testes hidrostáticos por um período de 30 minutos, com pressão de 1,5 vezes a pressão de trabalho.

As referidas aferições e testes deverão ser atestadas por certificados de calibração. A empresa que realiza a calibração dos instrumentos deve ser acreditada pelo INMETRO e/ou ter padrões rastreáveis pela RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Deve-se exigir este certificado que comprove que a empresa que realiza a calibração é acreditada por um destes órgãos.

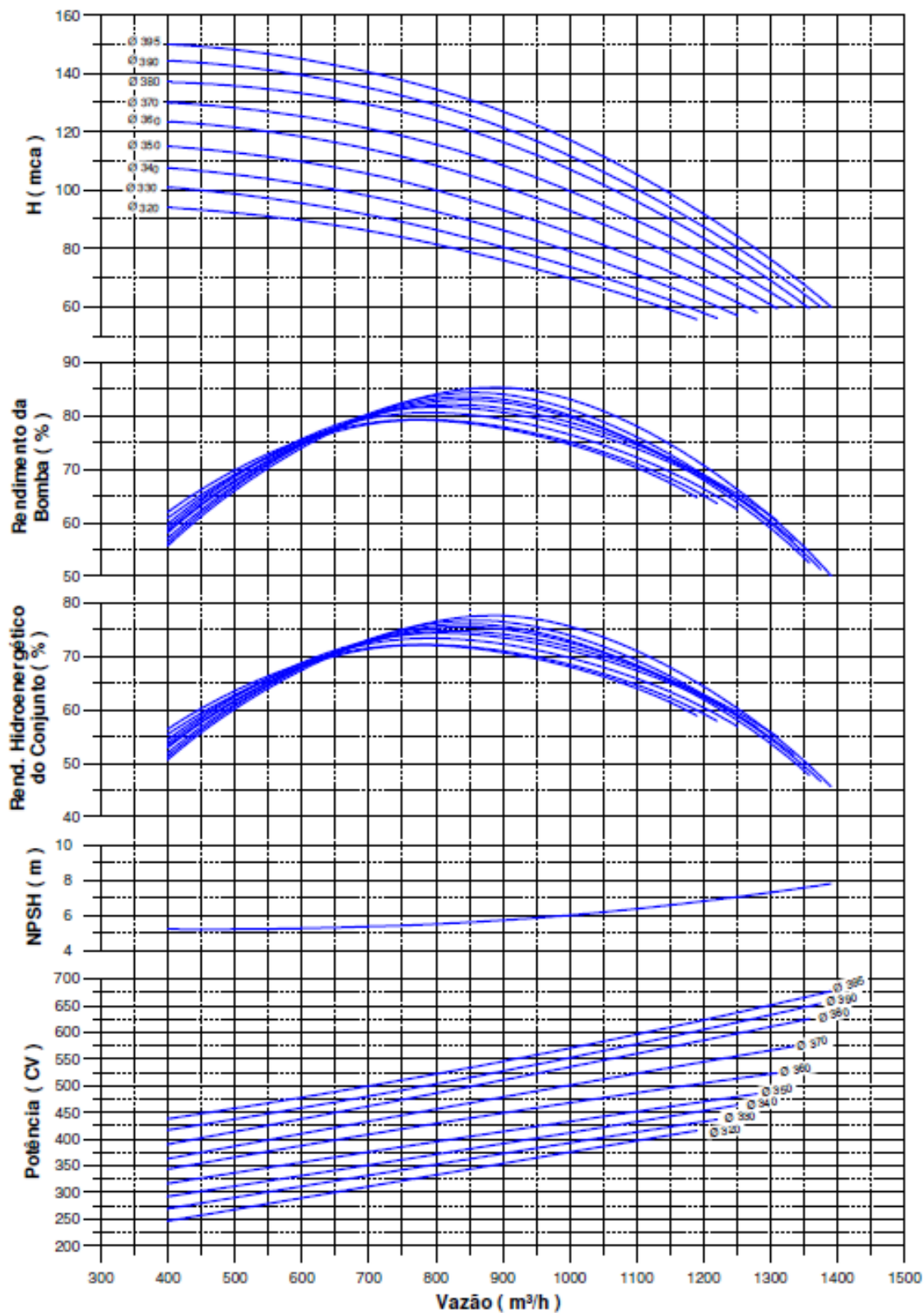
Os resultados dos testes de bancada deverão ser registrados em relatório específico, a ser emitido pelo Fornecedor e assinado por todos os participantes (Fornecedor e Contratante).

Caso seja verificado que os equipamentos tenham apresentado rendimento inferior ao especificado pelo Fornecedor em sua proposta de fornecimento, a Contratante poderá solicitar o cancelamento do Pedido de Compras em questão, sem qualquer responsabilidade sobre os custos gerados até a fase de testes dos equipamentos, aplicando-se as penalidades previstas no Contrato de Fornecimento.

Já instaladas em campo, caso as bombas venham a apresentar rendimento no ponto de trabalho menor que aquele obtido nas instalações da proponente por ocasião dos testes testemunhados, as mesmas serão imediatamente devolvidas ao fabricante e o respectivo Contrato de Fornecimento será cancelado, cabendo a aplicação das penalidades previstas.

A informação correspondente à curva H-Q da bomba obtém-se como mostrado na Figura 02.

GRÁFICO DE PERFORMANCE



As características da instalação referente as cotas na sucção, cota 695m, perfil topográfico **pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00**, NF Barragem Pari e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 744m, assim como o detalhe do perfil longitudinal da adutora, **prancha: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00**.

Para a determinação do modelo de bomba a ser utilizado, levando em consideração a curva de performance da mesmas, utilizou-se o Método Baseado na Variação Linear dos Custos das Tubulações:

Parte-se do princípio que o custo de implantação da tubulação tem sua variação linearmente com o seu diâmetro, então:

$$Custo(Diâmetro) = \lambda \times Diâmetro$$

O custo de implantação é dado por:

$$C_{implantação} = \lambda \times D \times L$$

O custo anual de energia de bombeamento é:

$$C_{energia} = P \times Nb \times p$$

Onde P é a potência requerida (kW), Nb é o número de horas de bombeamento no ano (horas) e p é a tarifa de energia elétrica (R\$/kWh).

Substituindo a potência P temos:

$$C_{energia} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + h_f)}{\eta} \times Nb \times p$$

Onde Q é a vazão (m³/s), H_g o desnível geométrico e η é o rendimento do conjunto motor bomba. As perdas (h_f) podem ser determinadas através das equações:

$$h_f = \beta \cdot L \frac{Q^2}{D^5}$$

Onde a variável β é dada por:

$$\beta = \frac{8}{\pi^2 g} \left(f + \frac{(\Sigma K)D}{L} \right)$$

O custo de energia deve ser atualizado e é dado pela multiplicação do custo energético anual pelo fator de atualização (Fa). O fator de atualização é calculado com base na taxa de juros anual e a taxa de aumento anual de energia elétrica.

O Custo total é portanto:

$$C_{total} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + \beta \cdot L \frac{Q^2}{D^5}) \times N_b \times p}{\eta} \times F_a + \lambda \cdot D \cdot L$$

Essa equação representa a curva de custo total para diferentes diâmetros e para encontrar o menor custo da curva em questão para derivar em função do diâmetro para encontrar o ponto mínimo da equação que será admitido como o ponto do diâmetro ótimo.

Após aplicar a derivada em função do diâmetro e organizar a equação temos:

$$D_{otimo} = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \sqrt{Q}$$

Em analogia com a fórmula de Bresse ($k\sqrt{Q}$) temos

$$k = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \text{ que } k \text{ tem o valor de:}$$

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	50
Comprimento da tubulação	m	7700
Vazão requerida	l/s	169,6
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	82
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A B
	0,01359102	8,58 8,58
Variável de perdas "β"		0,0011230
Diâmetro ótimo teórico	mm	342,60
Diâmetro ótimo comercial (DN)		400,00
Diâmetro ótimo interno	mm	400,00
Velocidade de escoamento	m/s	1,35
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A B
	0,01369576	8,54 8,54
Perda total	mca	24,48
Perda unitária	m/m	0,0032
Altura manométrica	mca	74,48
Potência requerida	kW	151,11
Potência requerida	CV	205,32
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	748.983,28

Figura 03: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta Pari – EAB 0, 1PVC DN 400 mm PN 12.

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	50
Comprimento da tubulação	m	7700
Vazão requerida	l/s	150,4
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	82
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A B
	0,01381685	8,51 8,51
Variável de perdas "p"		0,0011416
Diâmetro ótimo teórico	mm	323,51
Diâmetro ótimo comercial (DN)		350,00
Diâmetro ótimo interno	mm	350,00
Velocidade de escoamento	m/s	1,56
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A B
	0,01376316	8,52 8,52
Perda total	mca	37,71
Perda unitária	m/m	0,0049
Altura manométrica	mca	87,71
Potência requerida	kW	157,82
Potência requerida	CV	214,43
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	782.233,32

Figura 04: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta Pari – EAB 01, FOFO DN 350 mm PN 22.

Conforme mostrado na Figura 03 e 04 o sistema impulsor escolhido terá como característica principal de operação uma vazão de **320 (1152 m³/h)** e uma altura manométrica máxima de **87,71mca**, pior situação do trecho em FOFO DN 350mm PN 22, adutora já instalada. A curva da bomba escolhida operando a 60Hz e a 50Hz pode ser observada na figura 02.

A concepção proposta para atender o projeto de bombeamento Pari, prevê a captação para Final de Plano de 320 L/s que será recalçada para a Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01. O esquema do modelo proposto como solução está disposto nas Figuras 05, 06, 07, 08, e 09.

Os modelos apresentados a seguir, foram obtidos através de programa de computação, EPANET 2, sendo este um modelo automatizado de simulação que ajuda a atingir este objetivo. Permite simular o comportamento hidráulico e de qualidade da água de um sistema de distribuição sujeito a diversas condições operacionais, durante um determinado período de funcionamento.

O EPANET contém um conjunto de ferramentas de cálculo para apoio à simulação hidráulica, onde se destacam como principais características:

- * Dimensão ilimitada do número de componentes da rede analisada Cálculo da perda de carga utilizando as fórmulas de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ou Chezy-Manning Consideração das perdas de carga singulares em curvas, alargamentos, estreitamentos, etc;

- * Modelagem de bombas de velocidade constante ou variável Cálculo da energia de bombeamento e do respectivo custo;

- * Modelagem dos principais tipos de válvulas, incluindo válvulas de seccionamento, de retenção, reguladoras de pressão e de vazão;

- * Modelagem de reservatórios de armazenamento de nível variável de formas diversas, através de curvas de volume em função da altura de água;

- * Múltiplas categorias de consumo nos nós, cada uma com um padrão próprio de variação no tempo;

- * Modelagem da relação entre pressão e vazão efluente de dispositivos emissores (p.ex. aspersores de irrigação, ou consumos dependentes da pressão);

- * Possibilidade de basear as condições de operação do sistema em controles simples, dependentes de uma só condição (p.ex., altura de água num reservatório de nível variável, tempo), ou em controles com condições múltiplas.

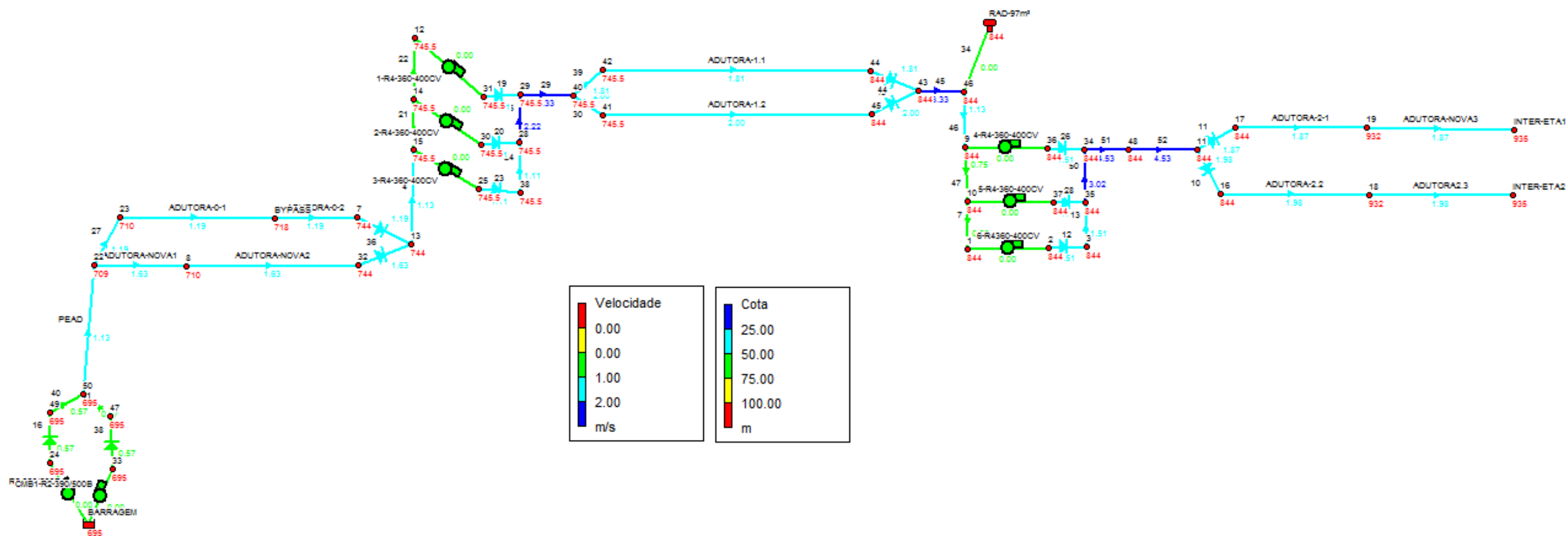


Figura 05: Modelagem do Sistema de Bombeamento Cota x Velocidade.

A Captação Samambaia, apresenta, conforme modelo, para o trecho já instalado, adutora de FOFO DN 350mm PN 22, Captação Pari, cota 695m, prancha: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, velocidade de escoamento de 1,39m/s, para a vazão de 154l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho de adução a ser implantada, o modelo acima, adutora de PVC DN 400mm PN 16, captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744mm, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, velocidade de escoamento de 1,91m/s, para a vazão de 169,6l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

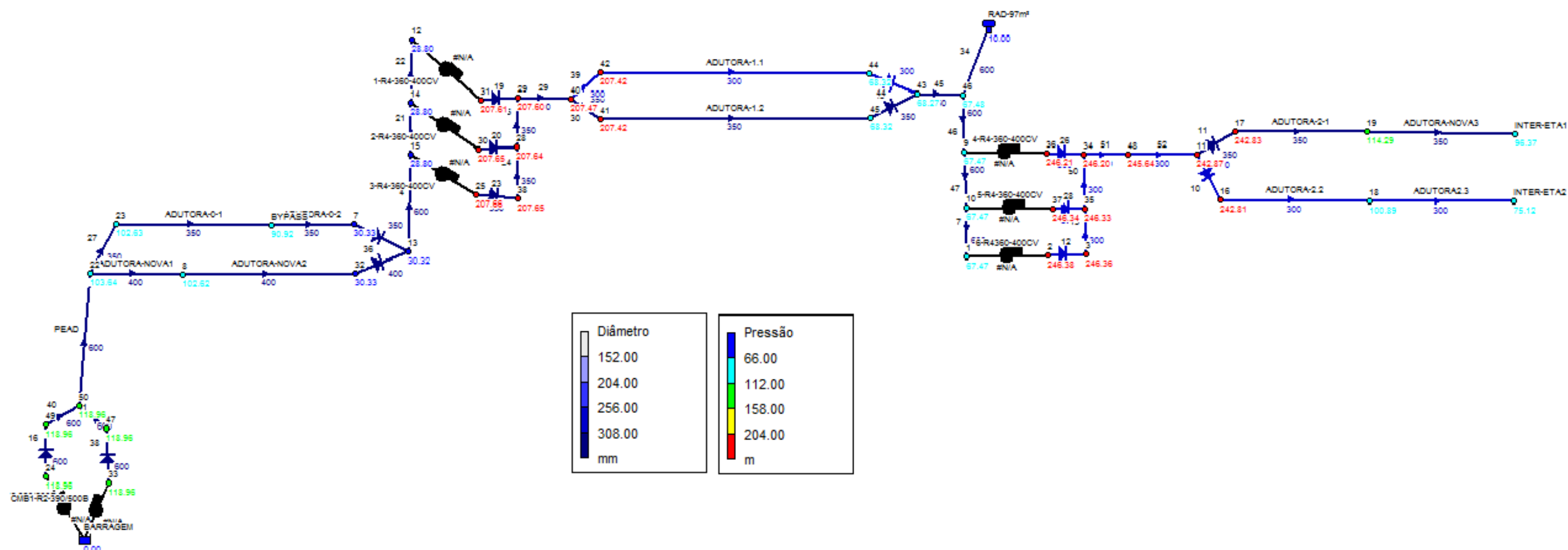


Figura 06: Modelagem do Sistema de Bombeamento Diâmetro Nominal x Pressão.

A Captação Samambaia, apresenta, conforme modelo, para o trecho já instalado, adutora de FOFO DN 350mm PN 22, Captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64mca, para a vazão de 154l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca na entrada do sistema de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01- EAB 01.

Já para o trecho de adução a ser implantada, o modelo acima, adutora de PVC DN 400mm PN 16, captação Pari, cota 695m PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744mm, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64, para a vazão de 169,6l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca na entrada do sistema de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01.

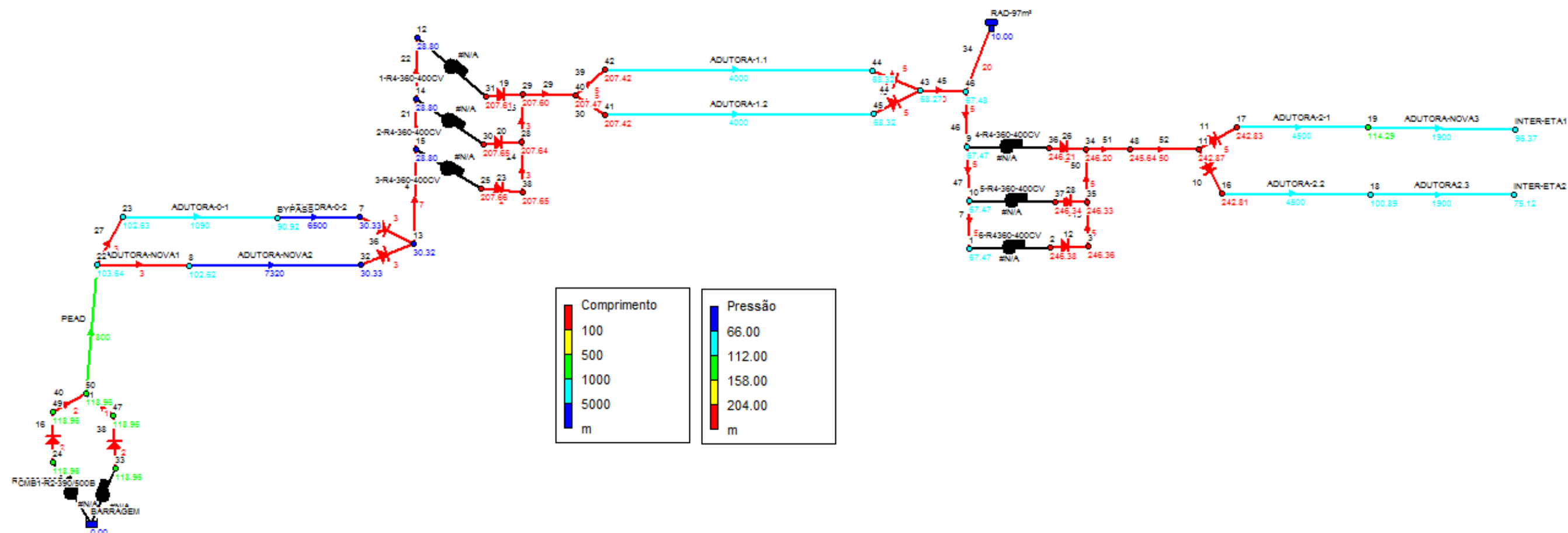


Figura 07: Modelagem do Sistema de Bombeamento Comprimento x Pressão

A Captação Samambaia, apresenta, conforme modelo, para o trecho já instalado, adutora de FOFO DN 350mm PN 22, Captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744m pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64mca, para a vazão de 154l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca, após percorrer um trecho de 7590m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00.

Já para o trecho de adução a ser implantada, o modelo acima, adutora de PVC DN 400mm PN 16, captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744mm, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64, para a vazão de 169,6l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca, após percorrer um trecho de 7700m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00.

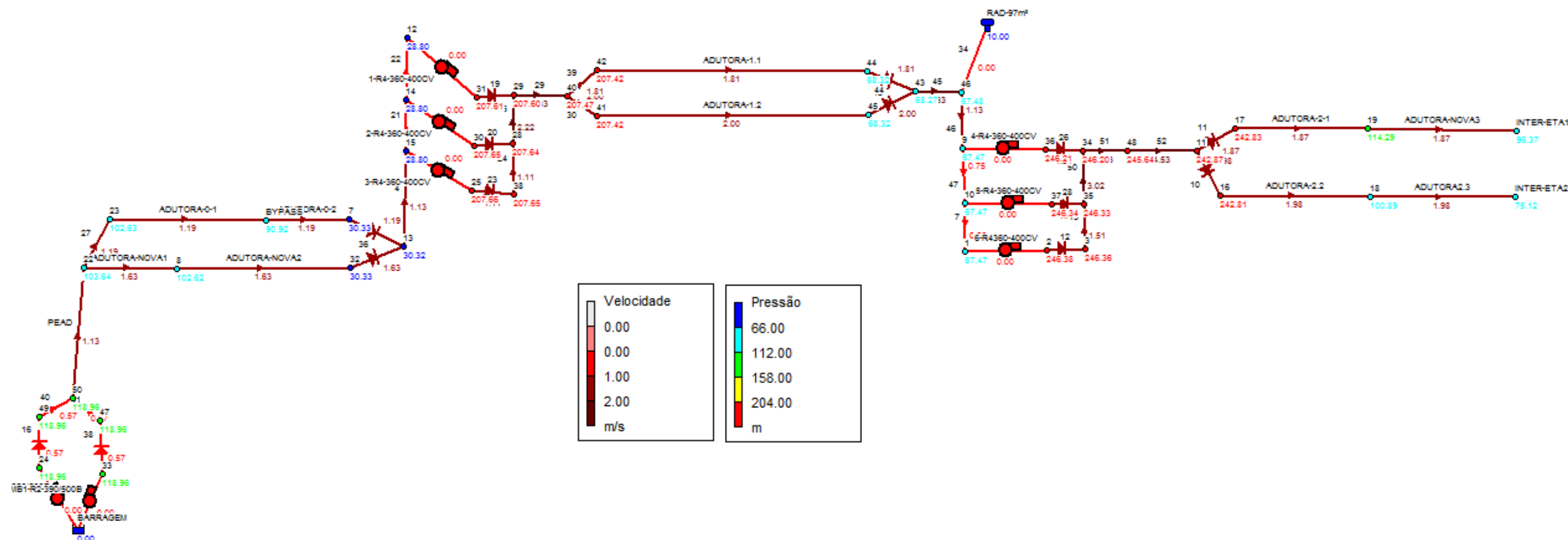


Figura 08: Modelagem do Sistema de Bombeamento Velocidade x Pressão.

A Captação Samambaia, apresenta, conforme modelo, para o trecho já instalado, adutora de FOFO DN 350mm PN 22, Captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64mca, para a vazão de 154l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca, após percorrer um trecho de 7590m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, a velocidade de escoamento de 1,39m/s, para a vazão de 154l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho de adução a ser implantada, o modelo acima, adutora de PVC DN 400mm PN 16, captação Pari, cota 695m, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 744mm, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, pressão de 103,64, para a vazão de 169,6l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 30,32mca, após percorrer um trecho de 7700m, pranchas: PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_GERAL_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_1-11_R00, PR 204_BAS_ADUT_PARI_PERFIL_11-11_R00, a velocidade de escoamento de 1,91m/s, para a vazão de 169,6l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

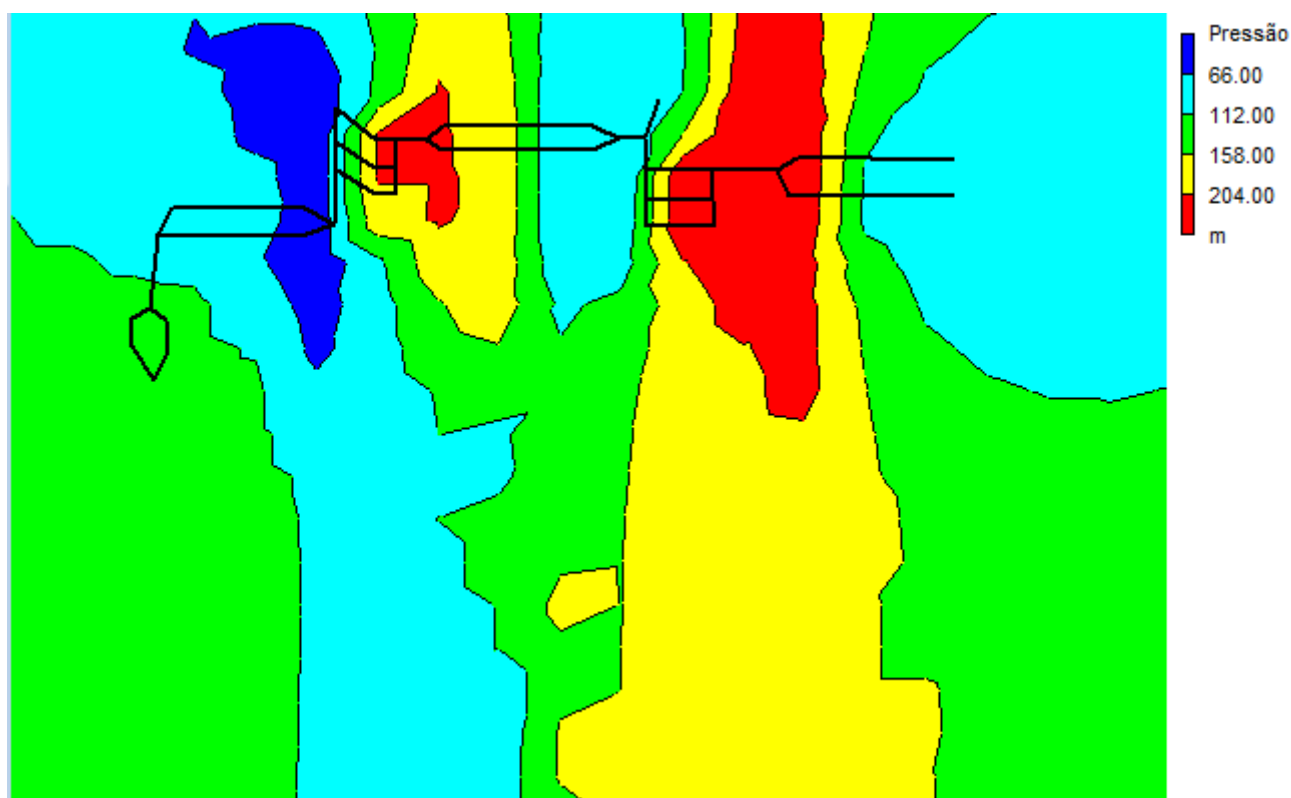


Figura 09: Modelagem do Sistema de Bombeamento Isolinhas de Pressão.

4.1.1.5 NPSH

Deve-se Ter sempre em mente que, em operações de bombeamento, a pressão em qualquer ponto da linha de sucção nunca deve ser menor que a pressão de vapor P_v do líquido bombeado na temperatura de trabalho, caso contrário haveria vaporização do líquido, com conseqüente redução da eficiência de bombeio. Neste caso, ocorreria cavitação no rotor da bomba pela implosão das bolhas de vapor. Este processo é acompanhado por elevado nível de ruído e vibração, e violenta corrosão das partes internas da bomba.

Deste modo, para evitar estes efeitos negativos, a energia disponível para levar o fluido do reservatório até o bocal de sucção da bomba deverá ser a altura estática de sucção h_s menos a pressão de vapor (expressa como coluna líquida) do líquido na temperatura de bombeio. Esta energia disponível é chamada Saldo de Carga de Sucção (em inglês, Net Positive Suction Head - NPSH).

É necessário estabelecer uma diferença entre NPSH disponível (NPSH_d) e NPSH requerido (NPSH_r); o primeiro é característica do sistema no qual a bomba opera, enquanto que o NPSH requerido é função da bomba em si, representando a energia mínima que deve existir entre a carga de sucção e a pressão de vapor do líquido para que a bomba possa operar satisfatoriamente.

Tanto o NPSH disponível quanto o requerido variam com a vazão do líquido; o NPSH disponível é reduzido com o aumento de vazão, devido ao aumento da perda de carga por atrito. O NPSH requerido, sendo função da velocidade do fluido no interior da bomba, aumenta com a vazão.

Pelo que foi dito acerca do NPSH disponível e requerido, ficou claro que a bomba opera satisfatoriamente se:

$$\text{NPSH}_d > \text{NPSH}_r$$

A NPSH disponível deve sempre ser maior que a NPSH requerida, para a bomba operar corretamente. É prática normal ter pelo menos 2 a 3 pés extras de NPSH disponível no flange de sucção, para evitar qualquer problema no ponto de interesse.

Os cálculos referentes ao NPSH tornam-se desnecessários, uma vez que o sistema de bombeamento trabalhará afogado, não sendo passível de cavitação.

4.1.2 Adutora de Água bruta - AAB EAB01-EAB02

A instalação de nova rede de adução, para a adequação da vazão final do projeto (2042), implica em ajustes no barrilete de sucção e recalque da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia – EAB 01, prancha: PR 204_BAS_EAB01_BAR_SUC_R00, PR 204_BAS_EAB01_BAR_REC_R00 bem como duplicação de um trecho final entre as Elevatórias de Água Bruta EAB 01 e EAB 02, cota 817m e cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.

A tubulação já existente, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, Ferro Fundido, FOFO, DN 350 PN 22, 7590m, permanecerá inalterada, bem como seus dispositivos de proteção Hidromecânica e a mesma será interligada a um novo barrilete de sucção a ser instalado de Aço Carbono DN 600mm PN 12, prancha: PR 204_BAS_EAB01_BAR_RC_R00, PR 204_BAS_EAB02_BAR_SUC_R00.

A adutora a ser instalada, PCV, DEFOFO, DN 400 PN 16, 7290m, também será interligada a esse barrilete de sucção de Aço Carbono DN 600mm PN 12, prancha: PR 204_BAS_EAB02_BAR_SUC_R00 na cota 744m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.

O Sistema de bombeamento, considerado como um BOOSTER, ou estação pressurizadora, será alimentada pelo barrilete de sucção, pranchas: PR 204_BAS_EAB01_BAR_SUC_R00, PR 204_BAS_EAB01_BOMB_R4-360-400B_R00, PR 204_BAS_EAB01_BAR_REC_R00, PR 204_BAS_EAB01_CX_RHO_R00, PR 204_BAS_EAB01_CX_MED_VAZÃO_R00, PR 204_BAS_EAB01_CX_MANOBRA_R00, será composto por quatro conjunto motobomba, Modelo 4R-360-400CV, ligados diretamente ao barrilete de recalque DN 600mm Aço Carbono, prancha: PR 204_BAS_EAB01_BOMB_R4-360-400B_R00 e deverá recalcar o volume de água à Estação Elevatória de Água Bruta 02 – EAB 02, através de dois trechos de adução, trecho 01, Ferro Fundido FOFO DN 300mm PN 22, trecho 02, Fibra de Vidro DN 350mm PN 16 já existentes, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.

O trecho final da adutora de fibra de vidro DN 350mm PN 16, será finalizada até a chegada à Estação Elevatória de Água Bruta 02, trecho esse, equivalente a 830m, essa intervenção será feita com a utilização de tubulação de diâmetro equivalente, em PVC DEFOFO PN 16, pranchas: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_R00, PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_TRIP_FUN_R00, PR 204_BAS_EAB01_EAB02_DUP_DN350_DESV_R00 quando finalizadas, ambas adutoras serão conectadas a um barrilete de sucção DN 600 FOFO, localizado na chegada da Estação Elevatória de Água Bruta 02, pranchas: PR 204_BAS_EAB02_ARRANJO_GERAL_R00, PR 204_BAS_EAB02_GERAL_R00, PR 204_BAS_EAB02_ISOMÉTRICA_R00, PR 204_BAS_EAB02_ISOMÉTRICA_3D_R00, PR 204_BAS_EAB02_BAR_SUC_R00, PR 204_BAS_EAB02_BOMB_R4-360-400B_R00, PR 204_BAS_EAB02_BAR_REC_R00, PR 204_BAS_EAB02_CX_MED_VAZÃO_R00, PR 204_BAS_EAB02_CX_MANOBRA_R00.

A EAB 01, deverá ser formada por quatro sistemas motobomba iguais, sendo três atuantes e um outro como reserva fria, não instalada. As características principais de cada conjunto são:

- Vazão nominal: 106 l/s;
- Altura manométrica: 180mca;

- Velocidade de rotação da bomba funcionando em seu regime nominal: 1750 rpm;
- Potência elétrica nominal: 400CV;
- Diâmetro do rotor da bomba: 330mm.

Para poder analisar os fenômenos transitórios originados pelas paradas do bombeamento, é necessário dispor dos seguintes dados:

- Curva característica da bomba com as informações: altura-vazão (H-Q), potência-vazão (P-Q) e rendimento-vazão (R-Q). (Em anexo)
- Velocidade de rotação nominal da bomba: 1750 rpm
- Momento de inércia da bomba: 5,387 kg.m²

4.1.2.1 Curva característica (H-Q) Definição de potência

A curva característica H-Q da bomba permite definir a altura manométrica fornecida pela mesma segundo a vazão bombeada. Esta curva não só é fundamental para a análise do funcionamento da instalação em regime transitório, como também é decisiva na determinação do regime permanente inicial da instalação.

4.1.2.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

4.1.2.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS GERAIS

Conjunto moto-bomba monobloco submersível, operação em qualquer ângulo de inclinação, dentro ou fora d'água, em qualquer ponto da linha de recalque. Todos os parafusos utilizados no conjunto moto-bomba deverão ser confeccionados em aço inox.

4.1.2.2.2 MOTOR

Elétrico, assíncrono, de indução tipo gaiola, trifásico, submerso (bobinas confeccionadas com fio encapado), refrigerado do pelo próprio líquido bombeado, dimensionado para operação em sistemas com partida compensada (65% In), estrela-triângulo, suave (soft-starter) e acionamento por conversor de frequência. Classe de isolamento F (mínimo) e grau de proteção IPW 68 (mínimo) fator de potência 1,15.

Deverão ser providos de plaquetas de identificação, conforme a NBR 7094, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.

4.1.2.2.3 BOMBA

4.1.2.2.3.1 CARCAÇA

Confeccionada em Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18), com olhais para suspensão, e indicação do sentido de rotação através de seta, fundida na carcaça ou gravada em placa de aço inoxidável fixada sob a mesma.

4.1.2.2.3.2 PROPULSOR (IMPULSOR)

Em aço Inoxidável AISI-304

4.1.2.2.3.3 EIXO

Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)

4.1.2.2.3.4 MANCAIS

Mancais de deslizamento radial e axial.

4.1.2.2.3.5 ANÉIS DE DESGASTE

Deverão ser previstos anéis de desgaste substituíveis, confeccionados em bronze GCU SM-10, no propulsor e na carcaça da bomba.

4.1.2.2.3.6 VEDAÇÃO

Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton.

4.1.2.2.3.7 IDENTIFICAÇÃO

O equipamento deverá possuir placa de identificação confeccionada em aço inoxidável, fixada em local de fácil acesso, contendo obrigatoriamente as seguintes informações:

- Nome do fabricante, modelo, número de série, data de fabricação, vazão(m³/h) e altura manométrica (mca) no ponto de trabalho, diâmetro do rotor (mm), potência (kW / CV), rotação (rpm).

4.1.2.2.4 PINTURA

4.1.2.2.4.1 LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES

A limpeza das superfícies deverá ser feita por meio de jateamento abrasivo ao metal quase branco, grau A Sa 2½ da norma SIS 055900:1998 ("Pictorial surfaces preparation standards for painting steel surfaces"), em conformidade à NTS 085 (Preparo de superfícies metálicas para pintura), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.2.2.4.2 PARTES CONFECCIONADAS EM FERRO FUNDIDO OU AÇO CARBONO

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 144 (Esquema de pintura para equipamentos e materiais em aço-carbono ou ferro fundido novos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.2.2.4.3 PARTES CONFECCIONADAS EM MATERIAIS METÁLICOS NÃO FERROSOS

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 145 (Esquema de pintura para equipamentos e materiais metálicos não-ferrosos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.2.2.4.4 PARTES CONFECCIONADAS EM AÇO INOXIDÁVEL

Não deverão ser pintadas ou revestidas, recebendo somente acabamento superficial para remoção completa de sujidades (carepas formadas durante o tratamento térmico ou soldagem, depósitos, óleos ou graxas e partículas provenientes do processo de usinagem, entre outras). A superfície também não deverá apresentar porosidades.

Os conjuntos moto bomba deverão ser fornecidas com:

- Tipo de motor: elétrico, submerso, assíncrono e rebobinável

- Tipo do moto bomba: submersível
- Tipo Construtivo: Monobloco
- Posição de instalação: Horizontal, vertical ou inclinada (atende ambas)
- Tipo do rotor: Semi-Axial
- Classe de Isolação: IPW 68 (NBR 6146)
- Nº de polos: 06 ou 08
- Fator de serviço: 1,15
- Refrigeração e lubrificação: a água
- Velocidade: 890 à 1160 rpm
- Frequência: 60Hz
- Carcaça de entrada : Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Rotor: em aço Inoxidável AISI-304
- Difusor: Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Vedação do eixo: Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton
- Mancal: deslizante
- Flange de entrada: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Flange de Saída: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Eixo: Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)
- Comprimento mínimo do cabo: 10 m
- Na carcaça deverá haver uma flecha indicando o sentido de rotação do rotor.
- O rotor deverá ser estática e dinamicamente balanceado.
- As bombas deverão ser providas de plaquetas de identificação, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.
- Comprimento total do conjunto : 5650 mm
- Altura máxima : 3468 mm

4.1.2.3 DADOS DE OPERAÇÃO

• Potência do Motor:	400 CV
• Potência	295 CV
• Vazão por bomba:	381,6 m³/h
• Pressão por bomba:	180 mca
• Rendimento Bomba:	83 %
• Corrente Nominal:	564,6 A
• Quantidade	04
• Tensão	380 V

4.1.2.4 COMPROVAÇÃO DOS VALORES GARANTIDOS DO EQUIPAMENTO

O Fornecedor deverá prever teste de bancada assistido pelo Cliente, realizado conforme NBR-6400 em 100% dos equipamentos a serem fornecidos, para checagem e validação do ponto de operação estipulado no projeto.

Os parâmetros de eficiência reais de ensaio de cada bomba deverão ser levantados em ensaios de bancada, utilizando-se instrumentação e equipamentos devidamente aferidos.

As carcaças da bomba serão submetidas em fábrica a testes hidrostáticos por um período de 30 minutos, com pressão de 1,5 vezes a pressão de trabalho.

As referidas aferições e testes deverão ser atestadas por certificados de calibração. A empresa que realiza a calibração dos instrumentos deve ser acreditada pelo INMETRO e/ou ter padrões rastreáveis pela RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Deve-se exigir este certificado que comprove que a empresa que realiza a calibração é acreditada por um destes órgãos.

Os resultados dos testes de bancada deverão ser registrados em relatório específico, a ser emitido pelo Fornecedor e assinado por todos os participantes (Fornecedor e Contratante).

Caso seja verificado que os equipamentos tenham apresentado rendimento inferior ao especificado pelo Fornecedor em sua proposta de fornecimento, a Contratante poderá solicitar o cancelamento do Pedido de Compras em questão, sem qualquer responsabilidade sobre os custos gerados até a fase de testes dos equipamentos, aplicando-se as penalidades previstas no Contrato de Fornecimento.

Já instaladas em campo, caso as bombas venham a apresentar rendimento no ponto de trabalho menor que aquele obtido nas instalações da proponente por ocasião dos testes testemunhados, as mesmas serão imediatamente devolvidas ao fabricante e o respectivo Contrato de Fornecimento será cancelado, cabendo a aplicação das penalidades previstas.

A informação correspondente à curva H-Q da bomba obtém-se como mostrado na Figura 10.

GRÁFICO DE PERFORMANCE

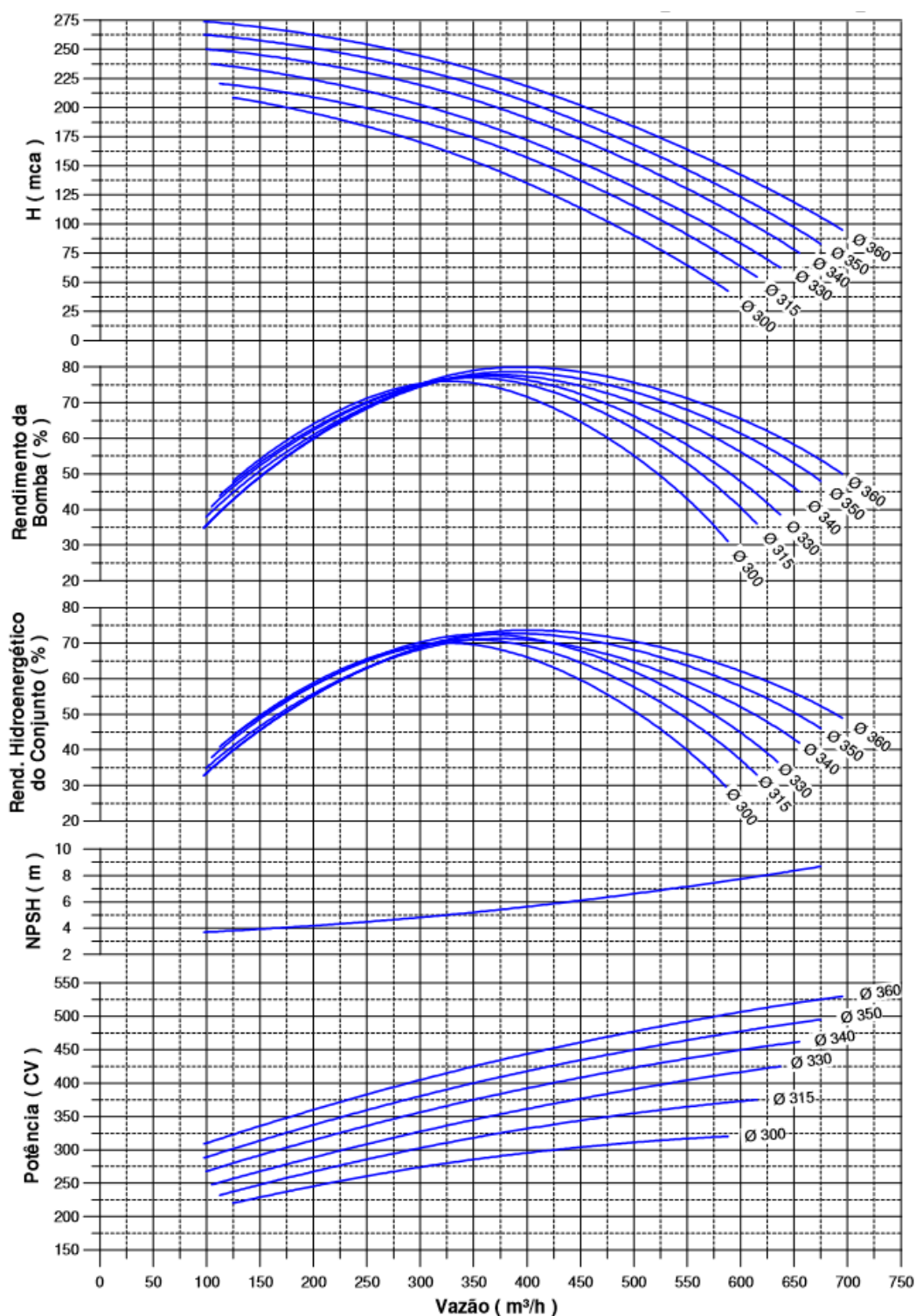


Figura 10: Curva da bomba

Fonte : Fabricante .

As características da instalação referente as cotas na sucção, cota 745,5m, perfil topográfico **prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFILGERAL_R00**, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01 e Estação Elevatória de Água Bruta 02 – EAB 02, cota

844m, assim como o detalhe do perfil longitudinal da adutora, **prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.**

Para a determinação do modelo de bomba a ser utilizado, levando em consideração a curva de performance da mesmas, utilizou-se o Método Baseado na Variação Linear dos Custos das Tubulações:

Parte-se do princípio que o custo de implantação da tubulação tem sua variação linearmente com o seu diâmetro, então:

$$Custo(Diâmetro) = \lambda \times Diâmetro$$

O custo de implantação é dado por:

$$C_{implantação} = \lambda \times D \times L$$

O custo anual de energia de bombeamento é:

$$C_{energia} = P \times Nb \times p$$

Onde P é a potência requerida (kW), Nb é o número de horas de bombeamento no ano (horas) e p é a tarifa de energia elétrica (R\$/kWh).

Substituindo a potência P temos:

$$C_{energia} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + h_f)}{\eta} \times Nb \times p$$

Onde Q é a vazão (m³/s), H_g o desnível geométrico e η é o rendimento do conjunto motor bomba. As perdas (h_f) podem ser determinadas através das equações:

$$h_f = \beta \cdot L \frac{Q^2}{D^5}$$

Onde a variável β é dada por:

$$\beta = \frac{8}{\pi^2 g} \left(f + \frac{(\Sigma K)D}{L} \right)$$

O custo de energia deve ser atualizado e é dado pela multiplicação do custo energético anual pelo fator de atualização (Fa). O fator de atualização é calculado com base na taxa de juros anual e a taxa de aumento anual de energia elétrica.

O Custo total é portanto:

$$C_{total} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + \beta \cdot L \frac{Q^2}{D^5}) \times Nb \times p}{\eta} \times F_a + \lambda \cdot D \cdot L$$

Essa equação representa a curva de custo total para diferentes diâmetros e para encontrar o menor custo da curva em questão para derivar em função do diâmetro para encontrar o ponto mínimo da equação que será admitido como o ponto do diâmetro ótimo.

Após aplicar a derivada em função do diâmetro e organizar a equação temos:

$$D_{otimo} = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \sqrt{Q}$$

Em analogia com a fórmula de Bresse ($k\sqrt{Q}$) temos

$$k = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \text{ que } k \text{ tem o valor de:}$$

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	108
Comprimento da tubulação	m	4000
Vazão requerida	l/s	185
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	80
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A B
	0,01343502	8,63 8,63
Variável de perdas "β"		0,0011101
Diâmetro ótimo teórico	mm	358,59
Diâmetro ótimo comercial (DN)		300,00
Diâmetro ótimo interno	mm	300,00
Velocidade de escoamento	m/s	2,61
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A B
	0,01328195	8,68 8,68
Perda total	mca	61,83
Perda unitária	m/m	0,0155
Altura manométrica	mca	169,83
Potência requerida	kW	385,26
Potência requerida	CV	523,46
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	1.909.544,87

Figura 11: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta EAB 01 – EAB 02 DN 300mm.

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	108
Comprimento da tubulação	m	4000
Vazão requerida	l/s	185
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	80
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A B
	0,01343502	8,63 8,63
Variável de perdas "p"		0,0011101
Diâmetro ótimo teórico	mm	358,59
Diâmetro ótimo comercial (DN)		350,00
Diâmetro ótimo interno	mm	350,00
Velocidade de escoamento	m/s	1,92
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A B
	0,01339241	8,64 8,64
Perda total	mca	28,84
Perda unitária	m/m	0,0072
Altura manométrica	mca	136,84
Potência requerida	kW	310,44
Potência requerida	CV	421,79
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	1.538.670,37

Figura 12: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta EAB 01 – EAB 02 DN 350mm.

Conforme mostrado na Figura 11 e 12 o sistema impulsor escolhido terá como característica principal de operação uma vazão de **320 (1152 m³/h)** e uma altura manométrica máxima de **169,83 mca**, pior situação do trecho em 300mm. A curva da bomba escolhida operando a 60Hz e a 50Hz pode ser observada na figura 10.

A concepção proposta para atender o projeto de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 EAB 01, prevê a captação para Final de Plano de 320 L/s que será recalçada para a Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02. O esquema do modelo proposto como solução está disposto nas Figuras 13, 14, 15, 16 e 17.

Os modelos apresentados a seguir, foram obtidos através de programa de computação, EPANET 2, sendo este um modelo automatizado de simulação que ajuda a atingir este objetivo. Permite simular o comportamento hidráulico e de qualidade da água de um sistema de distribuição sujeito a diversas condições operacionais, durante um determinado período de funcionamento.

O EPANET contém um conjunto de ferramentas de cálculo para apoio à simulação hidráulica, onde se destacam como principais características:

- * Dimensão ilimitada do número de componentes da rede analisada Cálculo da perda de carga utilizando as fórmulas de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ou Chezy-Manning Consideração das perdas de carga singulares em curvas, alargamentos, estreitamentos, etc;

- * Modelagem de bombas de velocidade constante ou variável Cálculo da energia de bombeamento e do respectivo custo;

- * Modelagem dos principais tipos de válvulas, incluindo válvulas de seccionamento, de retenção, reguladoras de pressão e de vazão;

- * Modelagem de reservatórios de armazenamento de nível variável de formas diversas, através de curvas de volume em função da altura de água;

- * Múltiplas categorias de consumo nos nós, cada uma com um padrão próprio de variação no tempo;

- * Modelagem da relação entre pressão e vazão efluente de dispositivos emissores (p.ex. aspersores de irrigação, ou consumos dependentes da pressão);

- * Possibilidade de basear as condições de operação do sistema em controles simples, dependentes de uma só condição (p.ex., altura de água num reservatório de nível variável, tempo), ou em controles com condições múltiplas.

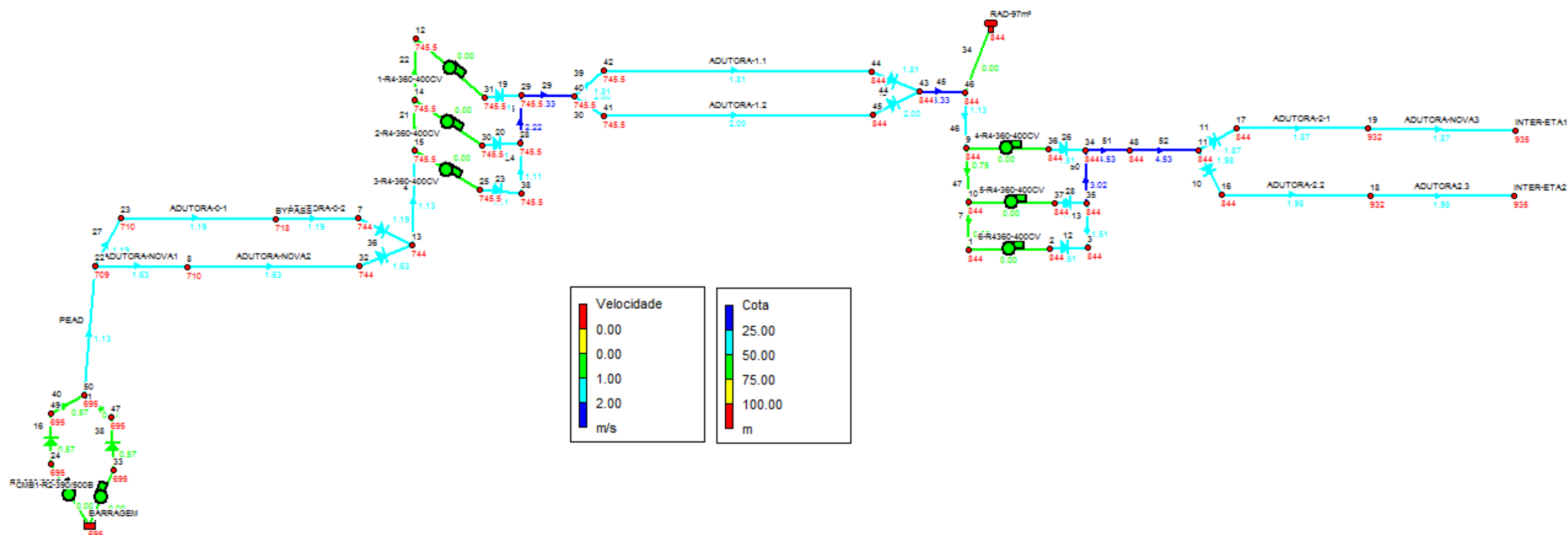


Figura 13: Modelagem do Sistema de Bombeamento Cota x Velocidade.

A Estação elevatória de Água Bruta 01 – EAB 01, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação Elevatória de Água Bruta 01- EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00 e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, velocidade de escoamento de 1,81m/s, para a vazão de 185l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02, cota 844mm, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, velocidade de escoamento de 2,00m/s, para a vazão de 185l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

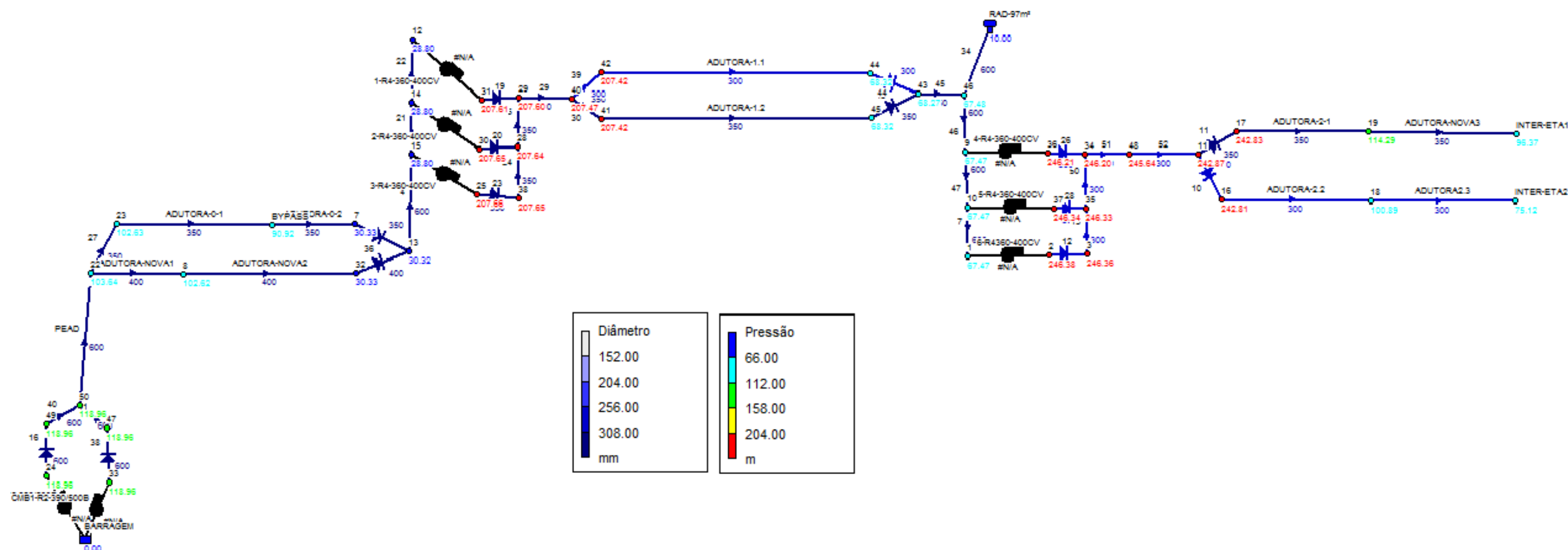
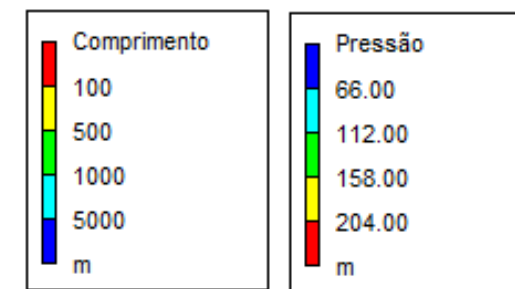


Figura 14: Modelagem do Sistema de Bombeamento Diâmetro Nominal x Pressão.

A Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 207,65mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca na entrada do sistema de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02- EAB 02.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01- EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844mm, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 207,65, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca na entrada do sistema de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02.



O Sistema de Bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844m, prancha XXX, pressão de 207,65mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca, após percorrer um trecho de 4000m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.

Já para o trecho de adução 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844mm prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 207,65mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca, após percorrer um trecho de 4000m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00.

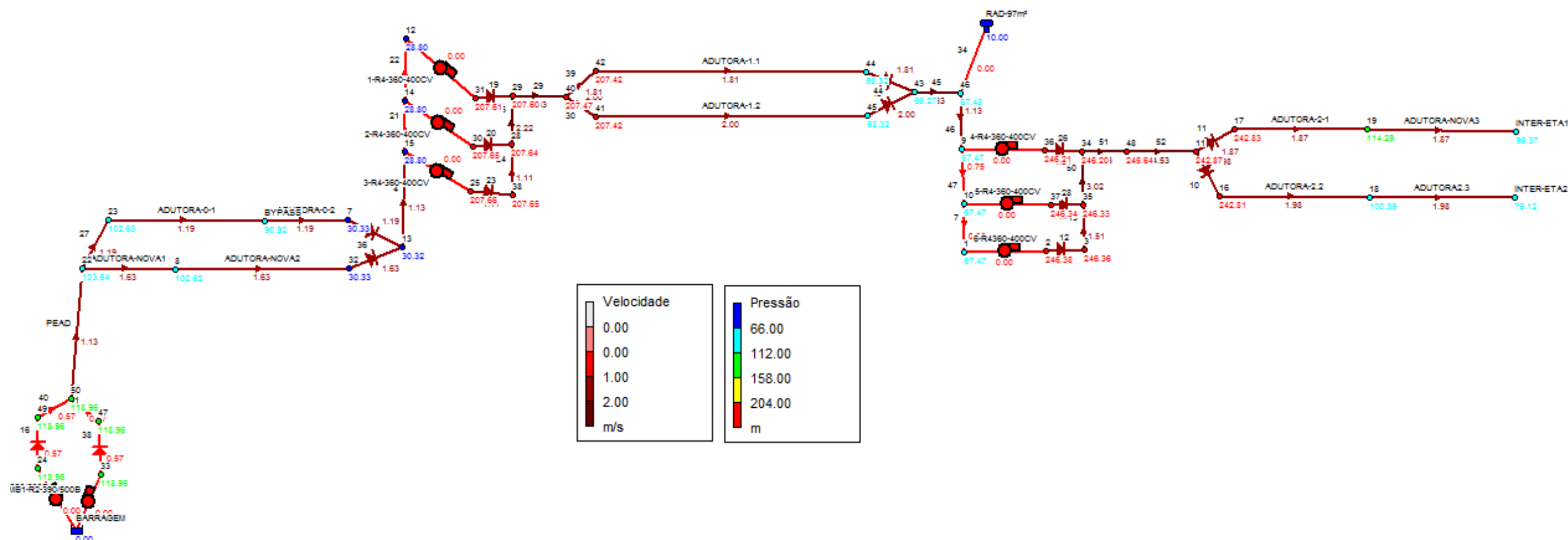


Figura 16: Modelagem do Sistema de Bombeamento Velocidade x Pressão.

O Sistema de Bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01- EAB 01, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 745,5m prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 2 – EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 207,65mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca, após percorrer um trecho de 4000m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, a velocidade de escoamento de 1,81m/s, para a vazão de 185l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844mm, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 207,65, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 67,48mca, após percorrer um trecho de 4000m, prancha: PR 204_BAS_EAB01_EAB02_PERFIL_GERAL_R00, a velocidade de escoamento de 2,0m/s, para a vazão de 185l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

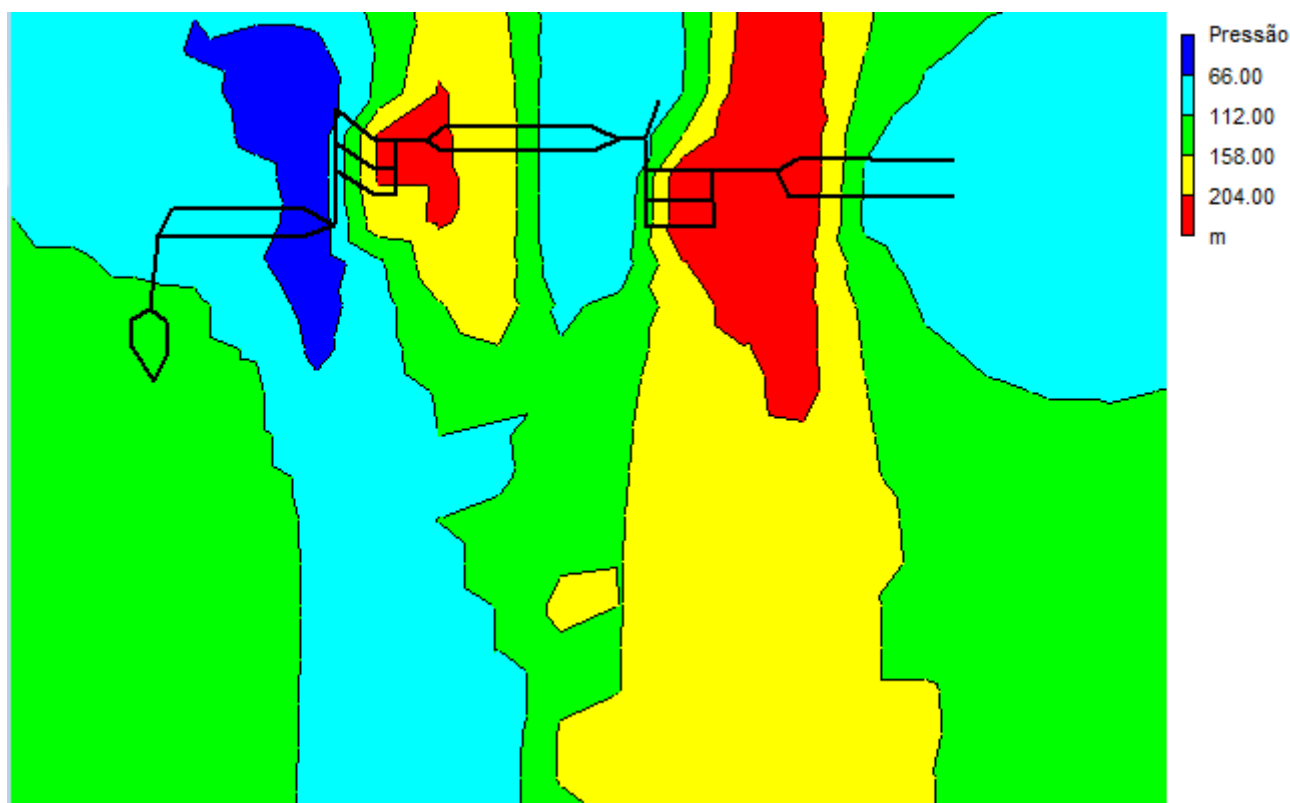


Figura 17: Modelagem do Sistema de Bombeamento Isolinhas de Pressão.

4.1.2.5 NPSH

Deve-se Ter sempre em mente que, em operações de bombeamento, a pressão em qualquer ponto da linha de sucção nunca deve ser menor que a pressão de vapor P_v do líquido bombeado na temperatura de trabalho, caso contrário haveria vaporização do líquido, com consequente redução da eficiência de bombeio. Neste caso, ocorreria cavitação no rotor da bomba pela implosão das bolhas de vapor. Este processo é acompanhado por elevado nível de ruído e vibração, e violenta corrosão das partes internas da bomba.

Deste modo, para evitar estes efeitos negativos, a energia disponível para levar o fluido do reservatório até o bocal de sucção da bomba deverá ser a altura estática de sucção h_s menos a pressão de vapor (expressa como coluna líquida) do líquido na temperatura de bombeio. Esta energia disponível é chamada Saldo de Carga de Sucção (em inglês, Net Positive Suction Head - NPSH).

É necessário estabelecer uma diferença entre NPSH disponível (NPSH_d) e NPSH requerido (NPSH_r); o primeiro é característica do sistema no qual a bomba opera, enquanto que o NPSH requerido é função da bomba em si, representando a energia mínima que deve existir entre a carga de sucção e a pressão de vapor do líquido para que a bomba possa operar satisfatoriamente.

Tanto o NPSH disponível quanto o requerido variam com a vazão do líquido; o NPSH disponível é reduzido com o aumento de vazão, devido ao aumento da perda de carga por atrito. O NPSH requerido, sendo função da velocidade do fluido no interior da bomba, aumenta com a vazão.

Pelo que foi dito acerca do NPSH disponível e requerido, ficou claro que a bomba opera satisfatoriamente se:

$NPSH_d > NPSH_r$

A NPSH disponível deve sempre ser maior que a NPSH requerida, para a bomba operar corretamente. É prática normal ter pelo menos 2 a 3 pés extras de NPSH disponível no flange de sucção, para evitar qualquer problema no ponto de interesse.

Os cálculos referentes ao NPSH tornam-se desnecessários, uma vez que o sistema de bombeamento trabalhará sobre pressão positiva conforme demonstrado na figura 16, pressão 30,32mca.

4.1.3 Adutora de Água bruta - AAB EAB02-ETA

O Sistema de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, também considerado como um BOOSTER, ou estação pressurizadora, será alimentada pelo barrilete de sucção de Aço Carbono DN 600mm, prancha: PR 204_BAS_EAB02_BAR_SUC_R00, e será composto por quatro conjunto motobomba, Modelo 4R-360-400CV, ligados diretamente ao barrilete de recalque Aço Carbono DN 600mm, prancha: PR 204_BAS_EAB02_BAR_REC_R00, e deverá recalcar o volume de água à Estação de Tratamento de Água – ETA, através de dois trechos de adução, trecho 01, Ferro Fundido FOFO DN 300mm PN 22, com 6300m de comprimento, trecho 02, Fibra de Vidro DN 350mm PN 16 já, com 4500m já finalizados e 1830m de adução à ser instalado em PVC DEFOFO DN 350mm PN 16, pranchas: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_DN350_DN300_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_DN350_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DES_VEN_TRI_DN350_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_01_DN350_DN300_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_02_DN350_DN300_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_03_DN350_DN300_R00, PR204_BAS_EAB02_ETA_DUP_DET_04_DN350_DN300_R00.

A EAB 02, deverá ser formada por quatro sistemas motobomba iguais, prancha: PR 204_BAS_EAB02_BOMB_R4-360-400B_R00, sendo três atuantes e um outro como reserva fria, não instalada. As características principais de cada conjunto são:

- Modelo: R4-360-400CV;
- Vazão nominal: 106 l/s;
- Altura manométrica: 190mca;
- Velocidade de rotação da bomba funcionando em seu regime nominal: 1750 rpm;
- Potência elétrica nominal: 400CV;
- Diâmetro do rotor da bomba: 340mm.

Para poder analisar os fenômenos transitórios originados pelas paradas do bombeamento, é necessário dispor dos seguintes dados:

- Curva característica da bomba com as informações: altura-vazão (H-Q), potência-vazão (P-Q) e rendimento-vazão (R-Q). (Em anexo)
- Velocidade de rotação nominal da bomba: 1750 rpm
- Momento de inércia da bomba: 1,859 kg.m²

4.1.3.1 Curva característica (H-Q) Definição de potência

A curva característica H-Q da bomba permite definir a altura manométrica fornecida pela mesma segundo a vazão bombeada. Esta curva não só é fundamental para a análise do funcionamento da instalação em regime transitório, como também é decisiva na determinação do regime permanente inicial da instalação.

4.1.3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

4.1.3.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS GERAIS

Conjunto moto-bomba monobloco submersível, operação em qualquer ângulo de inclinação, dentro ou fora d'água, em qualquer ponto da linha de recalque. Todos os parafusos utilizados no conjunto moto-bomba deverão ser confeccionados em aço inox.

4.1.3.2.2 MOTOR

Elétrico, assíncrono, de indução tipo gaiola, trifásico, submerso (bobinas confeccionadas com fio encapado), refrigerado do pelo próprio líquido bombeado, dimensionado para operação em sistemas com partida compensada (65% In), estrela-triângulo, suave (soft-starter) e acionamento por conversor de frequência. Classe de isolamento F (mínimo) e grau de proteção IPW 68 (mínimo) fator de potência 1,15.

Deverão ser providos de plaquetas de identificação, conforme a NBR 7094, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.

4.1.3.2.3 BOMBA

4.1.3.2.3.1 CARCAÇA

Confeccionada em Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18), com olhais para suspensão, e indicação do sentido de rotação através de seta, fundida na carcaça ou gravada em placa de aço inoxidável fixada sob a mesma.

4.1.3.2.3.2 PROPULSOR (IMPULSOR)

Em aço Inoxidável AISI-304

4.1.3.2.3.3 EIXO

Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)

4.1.3.2.3.4 MANCAIS

Mancais de deslizamento radial e axial.

4.1.3.2.3.5 ANÉIS DE DESGASTE

Deverão ser previstos anéis de desgaste substituíveis, confeccionados em bronze GCU SM-10, no propulsor e na carcaça da bomba.

4.1.3.2.3.6 VEDAÇÃO

Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton.

4.1.3.2.3.7 IDENTIFICAÇÃO

O equipamento deverá possuir placa de identificação confeccionada em aço inoxidável, fixada em local de fácil acesso, contendo obrigatoriamente as seguintes informações:

- Nome do fabricante, modelo, número de série, data de fabricação, vazão(m³/h) e altura manométrica (mca) no ponto de trabalho, diâmetro do rotor (mm), potência (kW / CV), rotação (rpm).

4.1.3.2.4 PINTURA

4.1.3.2.4.1 LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES

A limpeza das superfícies deverá ser feita por meio de jateamento abrasivo ao metal quase branco, grau A Sa 2½ da norma SIS 055900:1998 ("Pictorial surfaces preparation standards for painting steel surfaces"), em conformidade à NTS 085 (Preparo de superfícies metálicas para pintura), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.3.2.4.2 PARTES CONFECCIONADAS EM FERRO FUNDIDO OU AÇO CARBONO

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 144 (Esquema de pintura para equipamentos e materiais em aço-carbono ou ferro fundido novos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.3.2.4.3 PARTES CONFECCIONADAS EM MATERIAIS METÁLICOS NÃO FERROSOS

O processo de pintura deverá atender à todas as prescrições da NTS 145 (Esquema de pintura para equipamentos e materiais metálicos não-ferrosos e sujeitos à umidade frequente), incluindo suas referências normativas e documentos complementares.

4.1.3.2.4.4 PARTES CONFECCIONADAS EM AÇO INOXIDÁVEL

Não deverão ser pintadas ou revestidas, recebendo somente acabamento superficial para remoção completa de sujidades (carepas formadas durante o tratamento térmico ou soldagem, depósitos, óleos ou graxas e partículas provenientes do processo de usinagem, entre outras). A superfície também não deverá apresentar porosidades.

Os conjuntos moto bomba deverão ser fornecidas com:

- Tipo de motor: elétrico, submerso, assíncrono e rebobinável
- Tipo do moto bomba: submersível
- Tipo Construtivo: Monobloco
- Posição de instalação: Horizontal, vertical ou inclinada (atende ambas)
- Tipo do rotor: Semi-Axial
- Classe de Isolação: IPW 68 (NBR 6146)
- Nº de polos: 06 ou 08
- Fator de serviço: 1,15
- Refrigeração e lubrificação: a água
- Velocidade: 890 à 1160 rpm
- Frequência: 60Hz
- Carcaça de entrada : Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Rotor: em aço Inoxidável AISI-304
- Difusor: Ferro Fundido Nodular GGG-40 (ASTM A-536 Gr 60-40-18)
- Vedação do eixo: Selo Mecânico de molas múltiplas, com faces em carbeto de tungstênio e anéis em Viton
- Mancal: deslizante
- Flange de entrada: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Flange de Saída: DN 600 PN 10 (norma ISSO 2531)
- Eixo: Aço SAE 4140 com revestimento em carboneto de tungstênio (para motores abaixo de 75CV) ou com buchas recambiáveis de alta dureza (para motores acima de 75CV)
- Comprimento mínimo do cabo: 10 m
- Na carcaça deverá haver uma flecha indicando o sentido de rotação do rotor.
- O rotor deverá ser estática e dinamicamente balanceado.
- As bombas deverão ser providas de plaquetas de identificação, de aço inoxidável, contendo todos os dados básicos das condições de serviço.
- Comprimento total do conjunto : 5650 mm

- Altura máxima : 3468 mm

4.1.3.3 DADOS DE OPERAÇÃO

- | | |
|----------------------|------------|
| • Potência do Motor: | 400 CV |
| • Potência | 295 CV |
| • Vazão por bomba: | 381,6 m³/h |
| • Pressão por bomba: | 180 mca |
| • Rendimento Bomba: | 83 % |
| • Corrente Nominal: | 564,6 A |
| • Quantidade | 04 |
| • Tensão | 380 V |

4.1.3.4 COMPROVAÇÃO DOS VALORES GARANTIDOS DO EQUIPAMENTO

O Fornecedor deverá prever teste de bancada assistido pelo Cliente, realizado conforme NBR-6400 em 100% dos equipamentos a serem fornecidos, para checagem e validação do ponto de operação estipulado no projeto.

Os parâmetros de eficiência reais de ensaio de cada bomba deverão ser levantados em ensaios de bancada, utilizando-se instrumentação e equipamentos devidamente aferidos.

As carcaças da bomba serão submetidas em fábrica a testes hidrostáticos por um período de 30 minutos, com pressão de 1,5 vezes a pressão de trabalho.

As referidas aferições e testes deverão ser atestadas por certificados de calibração. A empresa que realiza a calibração dos instrumentos deve ser acreditada pelo INMETRO e/ou ter padrões rastreáveis pela RBC (Rede Brasileira de Calibração). Deve-se exigir este certificado que comprove que a empresa que realiza a calibração é acreditada por um destes órgãos.

Os resultados dos testes de bancada deverão ser registrados em relatório específico, a ser emitido pelo Fornecedor e assinado por todos os participantes (Fornecedor e Contratante).

Caso seja verificado que os equipamentos tenham apresentado rendimento inferior ao especificado pelo Fornecedor em sua proposta de fornecimento, a Contratante poderá solicitar o cancelamento do Pedido de Compras em questão, sem qualquer responsabilidade sobre os custos gerados até a fase de testes dos equipamentos, aplicando-se as penalidades previstas no Contrato de Fornecimento.

Já instaladas em campo, caso as bombas venham a apresentar rendimento no ponto de trabalho menor que aquele obtido nas instalações da proponente por ocasião dos testes testemunhados, as mesmas serão imediatamente devolvidas ao fabricante e o respectivo Contrato de Fornecimento será cancelado, cabendo a aplicação das penalidades previstas.

A informação correspondente à curva H-Q da bomba obtém-se como mostrado na Figura 18.

GRÁFICO DE PERFORMANCE

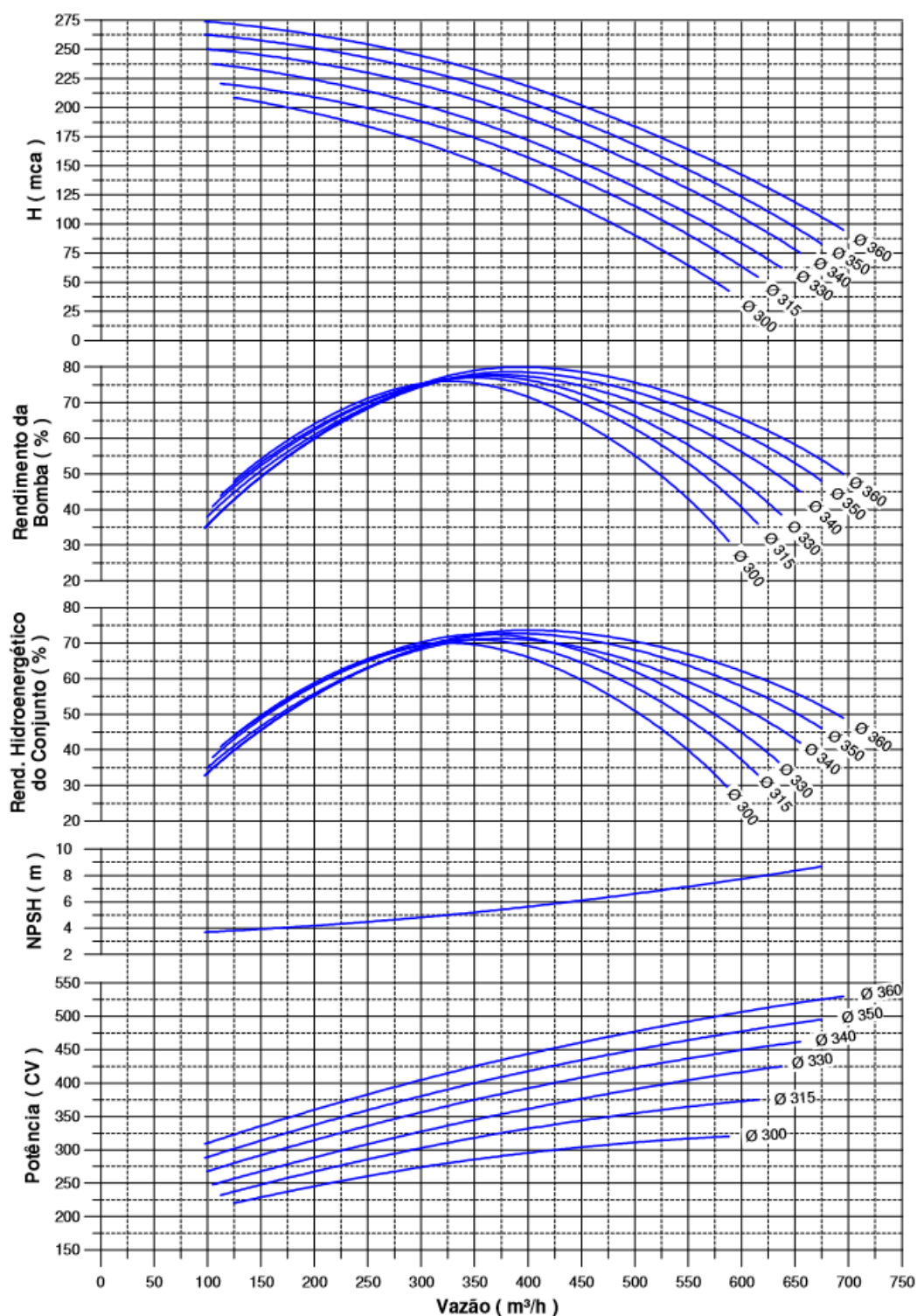


Figura 18: Curva da bomba

Fonte : Fabricante .

As características da instalação referente as cotas na sucção, cota 844m, perfil topográfico prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, Estação Elevatória de

Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02 e Estação de Tratamento de Água – ETA, cota 935m, assim como o detalhe do perfil longitudinal da adutora, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00.

Para a determinação do modelo de bomba a ser utilizado, levando em consideração a curva de performance da mesmas, utilizou-se o Método Baseado na Variação Linear dos Custos das Tubulações:

Parte-se do princípio que o custo de implantação da tubulação tem sua variação linearmente com o seu diâmetro, então:

$$Custo(Diâmetro) = \lambda \times Diâmetro$$

O custo de implantação é dado por:

$$C_{implantação} = \lambda \times D \times L$$

O custo anual de energia de bombeamento é:

$$C_{energia} = P \times Nb \times p$$

Onde P é a potência requerida (kW), Nb é o número de horas de bombeamento no ano (horas) e p é a tarifa de energia elétrica (R\$/kWh).

Substituindo a potência P temos:

$$C_{energia} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + h_f)}{\eta} \times Nb \times p$$

Onde Q é a vazão (m³/s), H_g o desnível geométrico e η é o rendimento do conjunto motor bomba. As perdas (h_f) podem ser determinadas através das equações:

$$h_f = \beta \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Onde a variável β é dada por:

$$\beta = \frac{8}{\pi^2 g} \left(f + \frac{(\Sigma K) D}{L} \right)$$

O custo de energia deve ser atualizado e é dado pela multiplicação do custo energético anual pelo fator de atualização (Fa). O fator de atualização é calculado com base na taxa de juros anual e a taxa de aumento anual de energia elétrica.

O Custo total é portanto:

$$C_{total} = \frac{9,81 \times Q \times (H_g + \beta \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}) \times Nb \times p}{\eta} \times F_a + \lambda \cdot D \cdot L$$

Essa equação representa a curva de custo total para diferentes diâmetros e para encontrar o menor custo da curva em questão para derivar em função do diâmetro para encontrar o ponto mínimo da equação que será admitido como o ponto do diâmetro ótimo.

Após aplicar a derivada em função do diâmetro e organizar a equação temos:

$$D_{otimo} = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \sqrt{Q}$$

Em analogia com a fórmula de Bresse ($k\sqrt{Q}$) temos

$$k = 1,913 \left(\frac{\beta \cdot p \cdot N_b \cdot F_a}{\lambda \cdot \eta} \right)^{0,166} \text{ que } k \text{ tem o valor de:}$$

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	91
Comprimento da tubulação	m	6300
Vazão requerida	l/s	185
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	75
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A
	0,01343502	8,63
Variável de perdas "β"		0,0011101
Diâmetro ótimo teórico	mm	362,46
Diâmetro ótimo comercial (DN)		350,00
Diâmetro ótimo interno	mm	350,00
Velocidade de escoamento	m/s	1,92
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A
	0,01339241	8,64
Perda total	mca	45,43
Perda unitária	m/m	0,0072
Altura manométrica	mca	136,43
Potência requerida	kW	330,13
Potência requerida	CV	448,54
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	1.636.269,15

Figura 19: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta EAB 02 – ETA DN
300mm.

Planilha DEIR - Dimensionamento Econômico de Instalações de Recalque		
Dados	Unidade	Quantidade
Altura geométrica	m	91
Comprimento da tubulação	m	6300
Vazão requerida	l/s	185
Somatório dos coef. (perdas localizadas)	-	0
Coeficiente de majoração das perdas contínuas	-	1,00
Rendimento do conjunto motor-bomba	%	75
Viscosidade cinemática da água	m ² /s	0,000001004
Rugosidade absoluta	mm	0,02
Período de utilização	anos	30
Utilização média anual	horas	5840
Preço do kWh	\$	0,063
Taxa de aumento anual de energia	%	6
Taxa de juro anual	%	12
Diâmetro atribuído (interno)	mm	366,2
Custo de implantação da tubulação atribuída	\$/m	375,00
Cálculo das variáveis		
Coeficiente de atualização da energia "Fa"		13,47
Parâmetro de custo "λ"	R\$/m/m	1024,03
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (tubulação atribuída)		
	f	A B
	0,01343502	8,63 8,63
Variável de perdas "β"		0,0011101
Diâmetro ótimo teórico	mm	362,46
Diâmetro ótimo comercial (DN)		300,00
Diâmetro ótimo interno	mm	300,00
Velocidade de escoamento	m/s	2,61
Cálculo do coeficiente de atrito "f" (diâmetro ótimo interno)		
	f	A B
	0,01328195	8,68 8,68
Perda total	mca	97,38
Perda unitária	m/m	0,0155
Altura manométrica	mca	188,38
Potência requerida	kW	455,84
Potência requerida	CV	619,34
Custo atualizado da energia (valor presente)	\$	2.259.338,32

Figura 20: Planilha de Cálculo do método DEIR para a adutora de água bruta EAB 02 – ETA DN

350mm.

Conforme mostrado na Figura 19 e 20 o sistema impulsor escolhido terá como característica principal de operação uma vazão de **320 (1152 m³/h)** e uma altura manométrica máxima de **188,38mca**, pior situação do trecho em 300mm. A curva da bomba escolhida operando a 60Hz e a 50Hz pode ser observada na figura 18.

A concepção proposta para atender o projeto de bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 EAB 02, prevê a captação para Final de Plano de 320 L/s que será recalçada para a Estação de Tratamento de Água - ETA. O esquema do modelo proposto como solução está disposto nas Figuras 21, 22, 23, 24 e 25.

Os modelos apresentados a seguir, foram obtidos através de programa de computação, EPANET 2, sendo este um modelo automatizado de simulação que ajuda a atingir este objetivo. Permite simular o comportamento hidráulico e de qualidade da

água de um sistema de distribuição sujeito a diversas condições operacionais, durante um determinado período de funcionamento.

O EPANET contém um conjunto de ferramentas de cálculo para apoio à simulação hidráulica, onde se destacam como principais características:

- * Dimensão ilimitada do número de componentes da rede analisada Cálculo da perda de carga utilizando as fórmulas de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ou Chezy-Manning Consideração das perdas de carga singulares em curvas, alargamentos, estreitamentos, etc;

- * Modelagem de bombas de velocidade constante ou variável Cálculo da energia de bombeamento e do respectivo custo;

- * Modelagem dos principais tipos de válvulas, incluindo válvulas de seccionamento, de retenção, reguladoras de pressão e de vazão;

- * Modelagem de reservatórios de armazenamento de nível variável de formas diversas, através de curvas de volume em função da altura de água;

- * Múltiplas categorias de consumo nos nós, cada uma com um padrão próprio de variação no tempo;

- * Modelagem da relação entre pressão e vazão efluente de dispositivos emissores (p.ex. aspersores de irrigação, ou consumos dependentes da pressão);

- * Possibilidade de basear as condições de operação do sistema em controles simples, dependentes de uma só condição (p.ex., altura de água num reservatório de nível variável, tempo), ou em controles com condições múltiplas.

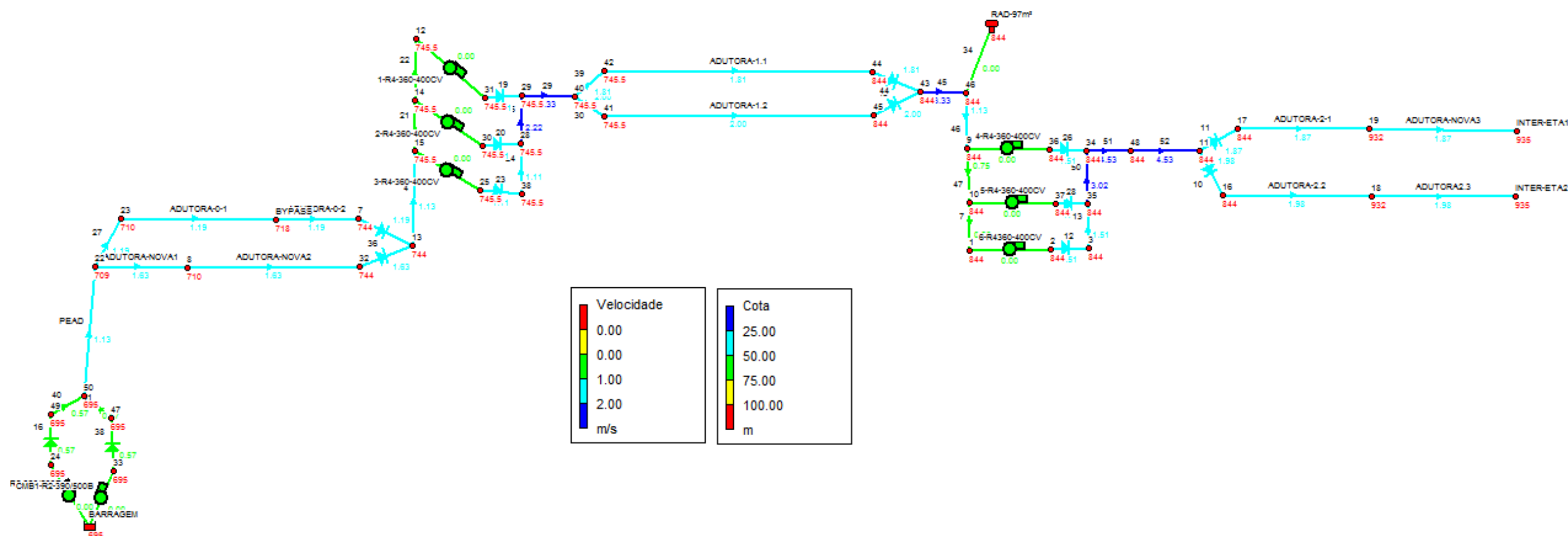


Figura 21: Modelagem do Sistema de Bombeamento Cota x Velocidade.

A Estação elevatória de Água Bruta 02 – EAB 02, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação Elevatória de Água Bruta 02- EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água - ETA, cota 935m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, velocidade de escoamento de 1,87m/s, para a vazão de 185l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água - ETA, cota 935mm, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, velocidade de escoamento de 1,98m/s, para a vazão de 185l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

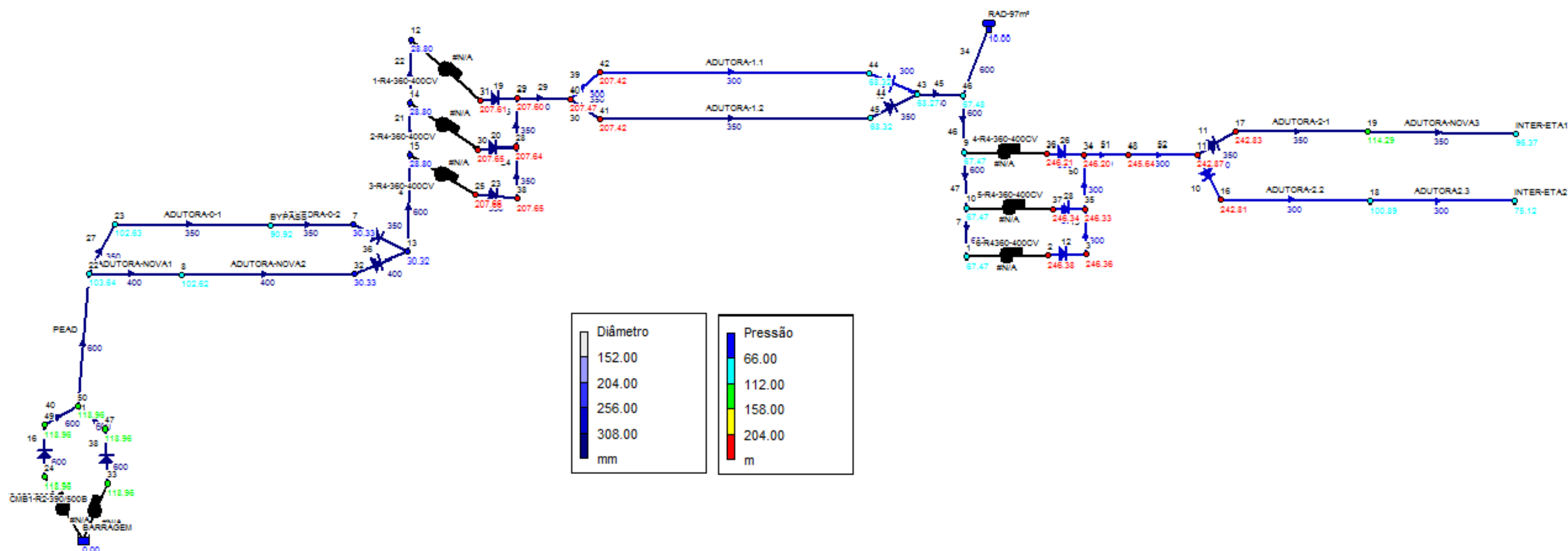


Figura 22: Modelagem do Sistema de Bombeamento Diâmetro Nominal x Pressão.

A Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água - EAT, cota 935m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 75,12mca na entrada do sistema de tratamento de água – ETA.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02- EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água – ETA, cota 935mm, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87 para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 96,37mca na entrada da do sistema de tratamento de água – EAT.

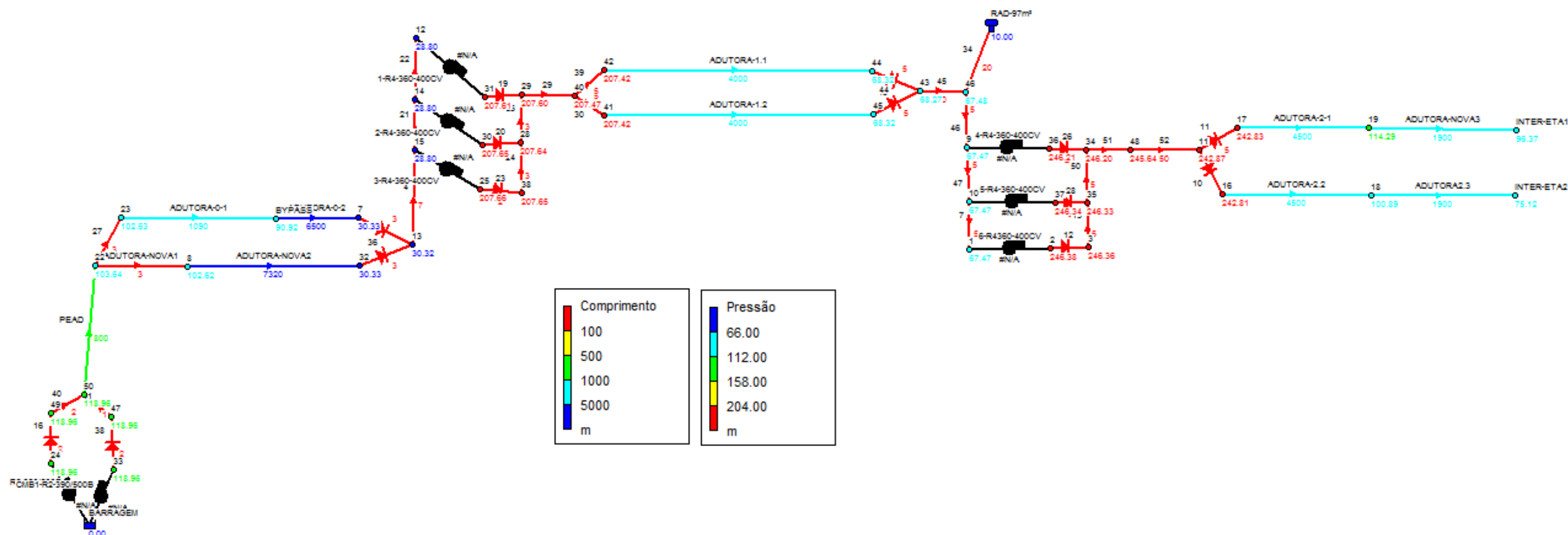


Figura 23: Modelagem do Sistema de Bombeamento Comprimento x Pressão.

O Sistema de Bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação de tratamento de Água – ETA, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água – ETA, cota 935m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 75,12mca, após percorrer um trecho de 6300m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00.

Já para o trecho de adução 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água - ETA, cota 935m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 96,37mca, após percorrer um trecho de 4500m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, de adução em fibra de vidro já instalada mais uma trecho à ser instalado de 1900m adutora em PCV DEFOFO DN 350mm PN 16.

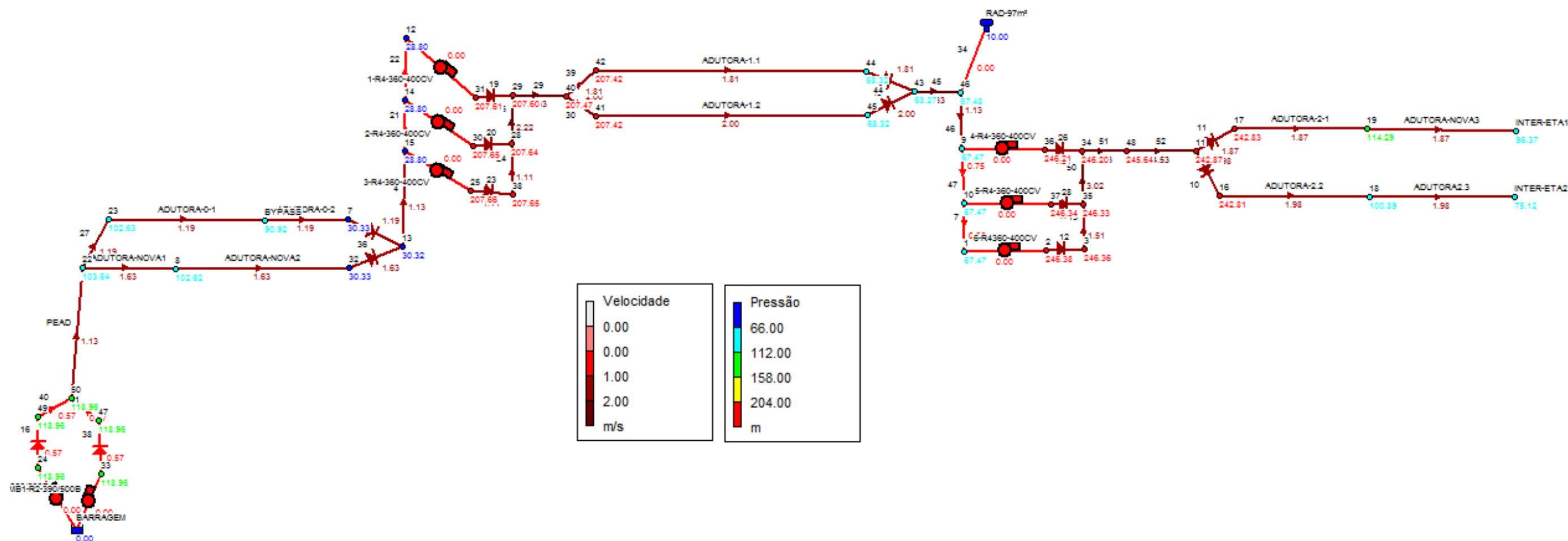


Figura 24: Modelagem do Sistema de Bombeamento Velocidade x Pressão.

O Sistema de Bombeamento da Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02- EAB 02, apresenta, conforme modelo, para o trecho 01, adutora de FOFO DN 300mm PN 22, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação de Tratamento de Água - ETA, cota 935m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 75,12mca, após percorrer um trecho de 6300m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, a velocidade de escoamento de 1,87m/s, para a vazão de 185l/s, considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidade de escoamento para adução de água bruta.

Já para o trecho 02, o modelo acima, adutora de Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 01 – EAB 01, cota 745,5m, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, e Estação Elevatória de Água Bruta Samambaia 02 – EAB 02, cota 844mm, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, pressão de 242,87mca, para a vazão de 185l/s, chegando ao final da adutora com pressão de 96,37mca, após percorrer um trecho de 4500m de rede de adução em Fibra de Vidro DN 350mm PN 16, já instalada mais uma trecho à ser instalado de 1900m adutora em PCV DEFOFO DN 350mm PN 16, prancha: PR 204_BAS_EAB02_ETA_PERFIL_GERAL_R00, a velocidade de escoamento de 1,98m/s, para a vazão de 185l/s, também considerada segura e dentro das normas técnicas aplicadas à velocidades de escoamento para adução de água bruta.

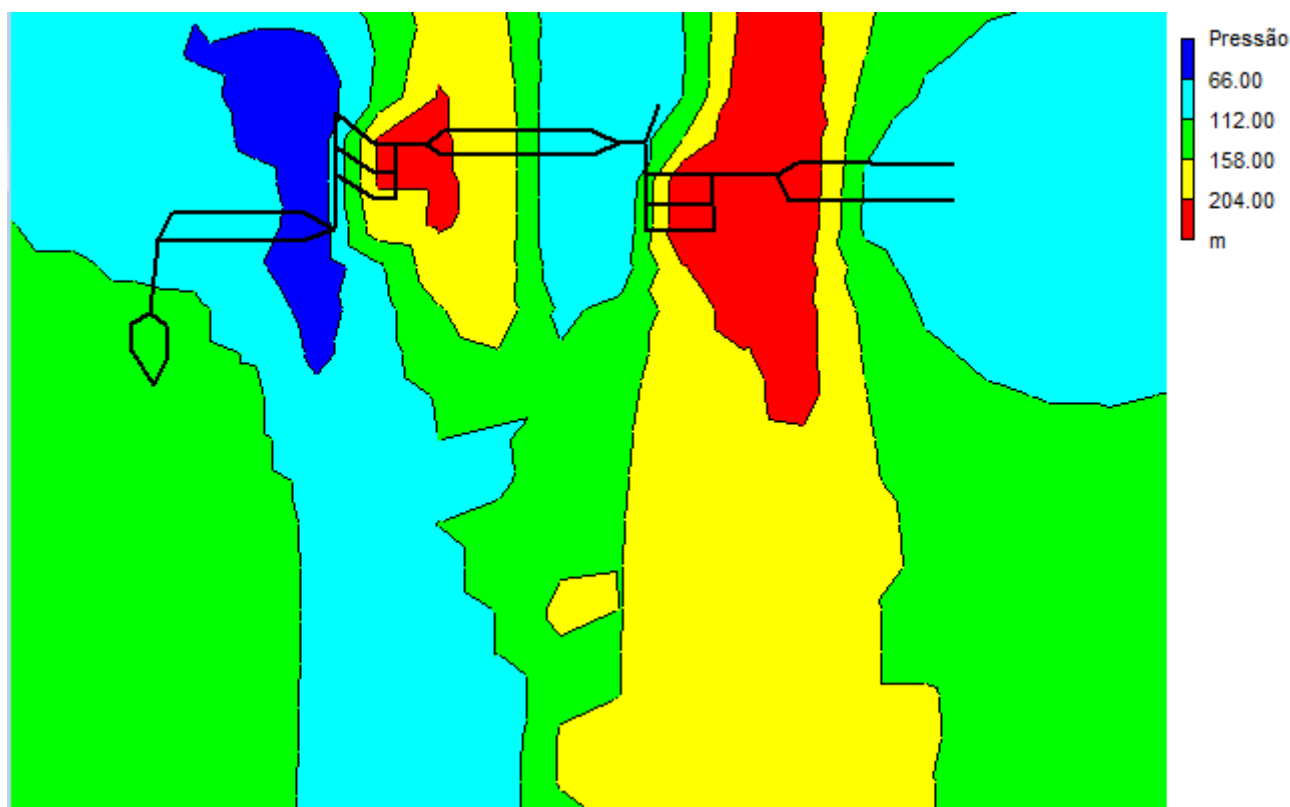


Figura 24: Modelagem do Sistema de Bombeamento Isolinhas de Pressão.

4.1.3.5 NPSH

Deve-se Ter sempre em mente que, em operações de bombeamento, a pressão em qualquer ponto da linha de sucção nunca deve ser menor que a pressão de vapor P_v do líquido bombeado na temperatura de trabalho, caso contrário haveria vaporização do líquido, com consequente redução da eficiência de bombeio. Neste caso, ocorreria cavitação no rotor da bomba pela implosão das bolhas de vapor. Este processo é acompanhado por elevado nível de ruído e vibração, e violenta corrosão das partes internas da bomba.

Deste modo, para evitar estes efeitos negativos, a energia disponível para levar o fluido do reservatório até o bocal de sucção da bomba deverá ser a altura estática de sucção h_s menos a pressão de vapor (expressa como coluna líquida) do líquido na temperatura de bombeio. Esta energia disponível é chamada Saldo de Carga de Sucção (em inglês, Net Positive Suction Head - NPSH).

É necessário estabelecer uma diferença entre NPSH disponível (NPSH_d) e NPSH requerido (NPSH_r); o primeiro é característica do sistema no qual a bomba opera, enquanto que o NPSH requerido é função da bomba em si, representando a energia mínima que deve existir entre a carga de sucção e a pressão de vapor do líquido para que a bomba possa operar satisfatoriamente.

Tanto o NPSH disponível quanto o requerido variam com a vazão do líquido; o NPSH disponível é reduzido com o aumento de vazão, devido ao aumento da perda de carga por atrito. O NPSH requerido, sendo função da velocidade do fluido no interior da bomba, aumenta com a vazão.

Pelo que foi dito acerca do NPSH disponível e requerido, ficou claro que a bomba opera satisfatoriamente se:

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr}$$

A NPSH disponível deve sempre ser maior que a NPSH requerida, para a bomba operar corretamente. É prática normal ter pelo menos 2 a 3 pés extras de NPSH disponível no flange de sucção, para evitar qualquer problema no ponto de interesse.

Os cálculos referentes ao NPSH tornam-se desnecessários, uma vez que o sistema de bombeamento trabalhará afogado, não sendo passível de cavitação.

4.1.4 Eta compacta – estação de tratamento de água tipo aberta

A presente proposta tem por objetivo definir as partes unitárias componentes para instalação de Estação Tratamento de Água, do tipo modulada-compacta a gravidade, fabricação EnvironQuip – Modelo ENVI-A, para processar Águas Superficiais em geral, para remoção de sólidos em suspensão.

4.1.4.1 DADOS DE PROJETO

O sistema proposto é adequado para tratar águas com características físico-químicas e hidrobiológicas dentro dos seguintes limites:

- . Turbidez : ≤ 500 NTU
- . Cor Aparente : ≤ 150 mg/l Pt Co;
- . Ferro Total : ≤ 10 mg/l Fe;
- . Oxigênio consumido em meio ácido : ≤ 10 mg/l O₂.

4.1.4.2 SISTEMA PROPOSTO

O Sistema de Tratamento é constituído:

- . Sistema de Preparação e de Dosagem de Produtos Químicos, necessários à coagulação, floculação, desinfecção e correção de Ph. (não incluso no fornecimento).
- . Sistema de Mistura Rápida e de Medição da Água Bruta com os Produtos Químicos;
- . Sistema de Floculação Mecânica de Multi -Estágios;
- . Sistema de Decantação Lamelar;
- . Sistema de Filtração de Dupla Camada, do tipo 5 (cinco) câmaras de filtração, por processo de taxas declinantes e lavagem recíproca (não utiliza bombeamento ou reservatório elevado, para lavagem dos filtros).

A água bruta após receber, no canal de chegada ou Calha Parshall, as soluções dos produtos químicos necessários ao tratamento: COAGULANTE (Sulfato de Alumínio isento de Ferro), ALCALINIZANTE / CORRETOR DE pH (Hidróxido de Cálcio - Cal Hidratada, Carbonato de Sódio - Barrilha, Aluminato de Sódio ou Hidróxido de Sódio - Soda) e, o DESINFECTANTE (Hipoclorito de Sódio ou de cálcio e/ou Cloro Gasoso), dosados por Bombas dosadoras de Diafragma ou Dosadores à Gravidade, é introduzida a Câmara de Floculação, subdividida em três sub-câmaras e dotada de Floculador Mecânico de velocidade variável, permitindo que se alterem os gradientes de velocidade de acordo com a variação de qualidade da água bruta.

Obtida a floculação, a água é dirigida através de dispositivo distribuidor água e difusor ao fundo da Câmara de Decantação Lamelar, subindo de forma uniforme em regime laminar através das placas de decantação, que pela área e inclinação, possibilitam a sedimentação/decantação das partículas floculadas nas câmaras de lodo, de onde são drenados para o esgoto continuamente ou não, da Câmara de

Decantação, e dirigida para o canal de Água Decantada e deste para a Câmara de Filtração, que possui cinco sub-câmaras.

A água filtrada é coletada na parte inferior destas e dirigida para um Vertedor Retangular, e deste para o reservatório de água tratada, após receber desinfecção e correção de pH se necessários.

A retrolavagem do material filtrante de cada sub-câmara, quando estiver colmatado ('sujo'), será em contracorrente, garantindo uma expansão mínima do leito filtrante de 25 à 30%, por taxa declinante com lavagem recíproca, dispensando recalque e/ou reservatório elevado.

4.1.4.3 CARACTERÍSTICAS DE PROJETO E FABRICAÇÃO

A Estação de Tratamento de Água – ENVIRONQUIP - Modelo ENVI-A, é do tipo de tanques abertos, com trabalho a pressão atmosférica, de fluxo horizontal.

Sobre a Estação é instalada uma passarela dotada de guarda-corpo, que interliga as câmaras de Floculação-Decantação e Filtração, a qual permite acesso ao operador para acompanhar todas as fases do tratamento.

A Estação de Tratamento de Água será composta de partes removíveis e integralmente re-aproveitáveis, reutilizáveis em outros locais, cujas dimensões e pesos máximos unitários estão dentro dos limites padrão para o transporte rodoviário, sobre carreta adequada.

A unidade é instalada sobre bases de concreto, em local descoberto, e deve ser projetada para suportar uma carga distribuída de 3500 Kg/m² para o sistema de flocodecantação, e 4500 Kg/m² para o filtro.

A Estação de Tratamento de Água, deverá ser composta pelas seguintes unidades:

- . Canal de Entrada e Medição de Vazão, através de Calha Parshall.
- . Câmara de Floculação.
- . Câmara de Decantação.
- . Câmara de Filtração, com carga de Material Filtrante.
- . Conjunto de Manobras com Válvulas.
- . Casa de Química.

4.1.4.3.1 O Canal de Entrada

Dotado de Calha Parshall, com régua graduada, para controle da vazão de entrada aonde serão dosados os produtos químicos necessários para a formação dos flocos que garantem a clarificação da água.

O canal de mistura rápida tem tempo de retenção de 1 à 60 segundos e com gradiente de velocidade de 1000s⁻¹, o que assegura uma perfeita mistura e dispersão adequada da água com os produtos químicos.

4.1.4.3.2 A Câmara de Floculação

Câmara principal, compreendendo 02 (duas) câmaras de floculação em série por módulo, propiciando gradientes de velocidades, que variam de 80 à 10 s⁻¹, sendo na PRIMEIRA CAMARA projetada com 01 (um) floculador mecânico, de paletas verticais e SEGUNDA CAMARA projetada com 01 (um) floculador mecânico, de paletas horizontais.

Ambos os floculadores mecânicos são acionados através de moto-redutor de baixa velocidade e possuem dimensões projetadas que garantem os gradientes de velocidade adequados para formação dos flocos com as características ideais para a decantação.

A velocidade é controlada por inversor de frequência.

Os gradientes variam de 80 a 60 s⁻¹ na primeira câmara e de 60 a 10 s⁻¹ na segunda câmara, o que permite uma perfeita formação dos flocos para serem removidos no sistema de decantação.

O tempo de retenção total para as 02 (duas) câmaras é superior a 20 minutos, conforme norma ABNT 12216.

4.1.4.3.3 A Câmara de Decantação Lamelar

Câmara constituída por placas paralelas dispostas com inclinação de 45° a 60° para que o fluxo da água ascendente permita a separação dos flocos formados.

O sistema opera com fluxo laminar, e a disposição das placas garante uma alta eficiência de decantação.

As placas da decantação são de PVC e o grau de inclinação garante que o lodo siga preferencialmente ao fundo do decantador.

As paredes do fundo do decantador são construídas com formas geométricas inclinadas para permitir acumulação e melhor decantabilidade do lodo.

Na parte inferior da câmara de decantação é instalada a tubulação de coleta do lodo decantado e na parte superior as canaletas de coleta da água decantada e de ligação com o sistema de filtração.

O sistema de decantação pode operar com taxa de aplicação de 150 a 200 m³/m².dia, sendo que no caso específico da ETA / SADIA 2 VIZINHOS, o decantador foi dimensionado para uma taxa de 5,0 m/h, equivalente a 120 m³/m².dia, o que permite o sistema trabalhar com uma taxa altamente conservadora.

A descarga de lodo será automática, sendo drenado através de válvulas do tipo borboleta, com diâmetro de 4", instaladas na parte cônica do decantador.

4.1.4.3.4 A Câmara de Filtração

Câmara de Filtração, dividida em 5 (cinco) sub - câmaras, opera com processo de filtração tipo descendente com taxas declinantes do tipo multi-celular que dispensa moto-bombas e/ou reservatório elevado para retrolavagem.

A retrolavagem de cada sub-câmara é realizada com água filtrada das demais, através de manobras do quadro de válvulas.

O Sistema de Filtração opera com taxas de filtragem de 10 m³/m² .h e de retrolavagem de mínima de 48 m³/m² .h.

NO CASO ESPECÍFICO DO FILTRO DA ENVIRONQUIP – SERÁ UMA VAZÃO DE LAVAGEM DE 48 m³/m² .h, em função de estar trabalhando com 5(cinco) sub-câmaras de filtração e taxa de filtração de 9,60 m³/m² .h, o que permite uma área de filtração maior do que a taxa de 10 m³/m² .h.

As câmaras de filtração são dotadas de drenos, leito filtrante de dupla camada de areia e antracito, calhas coletoras, tubulação e válvulas de entrada de água a tratar e saída de água de lavagem.

4.1.4.3.4.1 Processo por Filtração por Taxas Declinantes e Retrolavagem Recíproca

Neste processo específico de filtração a água é distribuída do canal de água decantada para 5 subcâmaras, em fluxo descendente, passando pelas camadas de material filtrante - carvão antracitoso, areia e seixos.

A água filtrada é coletada pelas crepinas de polietileno ou calhas "V" invertidas instaladas no fundo falso do filtro e acumulada na câmara de água filtrada comum às 5 sub-câmaras de filtração.

A saída da água para o reservatório de água tratada dá-se por meio de um vertedor retangular e de um sifão. Este vertedor permite a regulação da taxa de

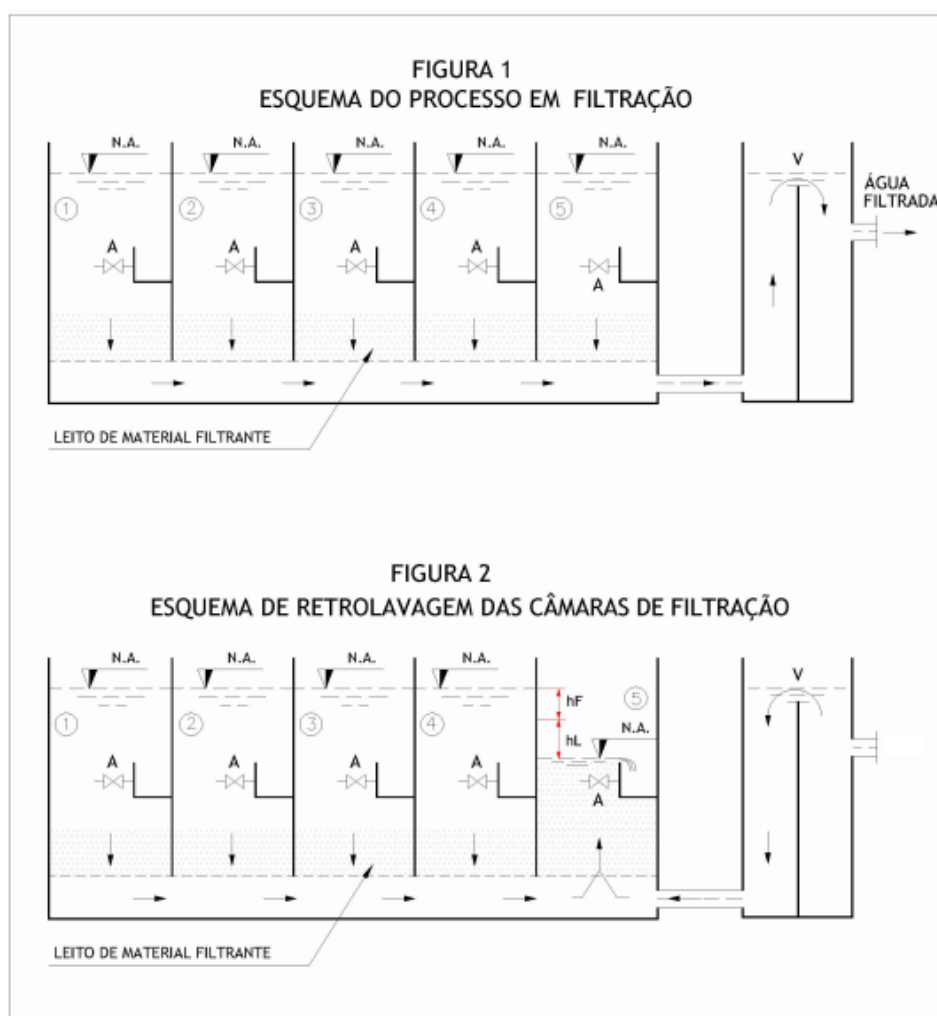
retrolavagem e a carga hidráulica necessária a limpeza do leito filtrante, sem o uso de conjunto moto-bomba e/ou reservatório elevado.

Ao desenvolver-se a filtração, o material filtrante vai se colmatando ("suçando") pela retenção nos espaços existentes entre os grãos e pela camada de ativação que se forma no leito filtrante das partículas sólidas (flocos).

Com isto, vai aumentando a perda de carga, e o nível de água decantada começa a aumentar, tornando-se necessário a retrolavagem de material filtrante para eliminar esta colmatagem ("sujeira").

A retrolavagem se baseia no fato de que o nível de saída da água filtrada é superior ao nível da canaleta de coleta de água de lavagem e, que todas as sub-câmaras de filtração estão inter-conectadas.

Portanto, ao abrir-se a válvula de drenagem da água proveniente da lavagem, o nível da sub-câmara que se deseja lavar decresce, estabelecendo-se uma carga hidráulica (fig. 1) que inverte o sentido do fluxo no material filtrante, passando de descendente para ascendente, permitindo então a lavagem.



Onde:

1, 2, 3, 4 E 5 - Câmaras de Filtração;

N.A - Nível máximo de água decantada;

A - Válvulas de drenagem de água de lavagem;

hF- Perda de carga máxima; hL- Perda de carga negativa, na retrolavagem;

V - Vertedor;

Quando se atinge a perda de carga máxima para a filtração hF, o nível de água sobe até a cota N. É necessário, portanto, lavar uma das Câmaras de Filtração, abrindo-se a válvula ou comporta A, o que ocasiona o rápido decréscimo do nível de água nesta câmara.

Nestas condições estabelece-se uma carga negativa hL e, o fluxo se converte de descendente para ascendente. Com isto, toda água produzida nas demais câmaras, será consumida na câmara que está sendo lavada.

Pelo exposto são dispensados circuitos hidráulicos e conjuntos moto-bombas específicos para a retrolavagem do leito filtrante, minimizando investimento e custo operacional.

4.1.4.3.5 Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

Os produtos químicos necessários para a floculação da água a ser tratada são preparados em tanques de preparo dotados de misturadores, caso necessário, construídos em material compatível com o produto a ser preparado. Os tanques são dimensionados com um volume suficiente para garantir a operação mínima de 12 horas. Para a dosagem dos produtos químicos são utilizadas bombas dosadoras cuja capacidade é compatível com a necessidade de dosagem do sistema

4.1.4.3.6 Características Gerais Construtivas

Os tanques serão fabricados em construção soldada de chapa de Aço Carbono SAE 1020 (com certificado de garantia), com espessura mínima de 3/16", e são providos, cada um, ou em conjunto solidário, de:

- . Olhais externos para suspensão e movimentação;
- . Tomadas flangeadas dos tanques são providas de pescoço externo;
- . Dreno para total esvaziamento com válvula de descarga de operação externa;
- . Boca de inspeção na Câmara de Decantação;
- . Escada inclinada que interliga as Câmaras de Floculação, Decantação e Filtração.
- . Ponto de amostra de água decantada e água filtrada;
- . Extravasor que impeça o transbordamento do líquido da Câmara de Decantação.

As soldas principais dos vasos ou tanques da Estação são constituídas por cordões contínuos com penetração e fusão totais, sem trincas, mordeduras ou porosidades visuais, sendo executado, em ambos os lados das soldas, o esmerilhamento, lixamento, etc., de forma a eliminar quaisquer reentrâncias, saliências, respingos, etc.

. Revestimento Interno:

As superfícies metálicas não inoxidáveis da estação de tratamento de água, que operem contínua ou eventualmente imersas, receberão revestimento protetor anticorrosivo por pintura conforme a seguir :

- Preparação da superfície por desengraxe com solventes, intemperismos e jateamento, a metal quase branco padrão visual Sa 2.½, ISO 85 – 1:1988 (ou SSPC-SP10).
- Aplicação de 150 micra de tinta epóxi de alta espessura seguido de 150 micra de Epóxi-bicomponente curada com poliamida / alta espessura (AWWA) BRANCA.

. Revestimento Externo:

As superfícies metálicas não inoxidáveis da estação de tratamento de água, que operem não imersas receberão revestimento protetor anticorrosivo por pintura conforme a seguir:

- Preparação de superfície por desengraxe com solventes e jateamento, a metal quase branco padrão visual Sa 2.½, ISO 85 – 1:1988 (ou SSPC-SP10);

- Aplicação de zarcão óxido de ferro, seguido de esmalte poliuretano alifático de acabamento, espessura 100 micra na película seca, com cor a ser definida.

As recomendações especificadas do fornecedor das tintas utilizadas dever ser rigorosamente obedecidas.

4.1.4.4 SISTEMA DE TRATAMENTO DE AGUA CAPACIDADE TOTAL: 150L/s = 2 x 270 m³/h

DADOS DE PROJETO:

- Capacidade unitária : 75 L/s = 270 m³/h
- Capacidade total : 150 L/s = 540 m³/h
- Manancial : Superficial

ESPECIFICAÇÃO DO TRATAMENTO:

- Em função do tipo de manancial ser de superfície, e podendo apresentar variações bruscas na qualidade de água a ser tratada, recomendamos que o sistema de tratamento de água seja do tipo compacto aberto convencional, compreendendo sistema de floculação por multi-estágios, câmara de decantação lamelar e câmara de filtração de dupla camada de filtração.

PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO:

- Câmara de Floculação: Tempo de Retenção : $\geq 20 / 25$ minutos
- Câmara de Decantação Lamelar : Taxa de Decantação Lamelar : $\leq 5,0$ m/h.
- Câmara de Filtração Auto lavável : Taxa de Filtração : ≤ 10 m³/h x m².

ESCOPO DE FORNECIMENTO:

- 02 (DUAS) Estações de Tratamento de Água, do tipo compacta modulada ABERTA, com capacidade total de 150 L/s sendo cada módulo de 75L/s ou 270m³/h, construída em aço carbono, compreendendo as seguintes parte unitárias CADA MÓDULO:

- Canal de Entrada: 01 (um) Canal de Entrada, Modelo CE – 270 com medidor de vazão do tipo calha parshall.

- Câmara de Floculação: 02 (duas) Câmaras de Floculação Modelo CF – 270, do tipo multi estagio, dotado de 02 (dois) floculadores mecânicos, com variador de frequência.

- Câmara de Decantação: 01 (uma) Câmara de Decantação, Modelo CD – 270, do tipo lamelar, dotado placas lamelares em PVC e descarga de lodo automatizada.

- Câmara de Filtração: 01 (uma) Câmara de Filtração, sub-dividida em 05 câmaras, Modelo CFI – 270, do tipo auto-lavavel, que dispensa conjunto moto bomba para lavagem do filtro.

- Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos, compreendendo: - 01 (uma) Bomba Dosadora do tipo Diafragma. - 04 (quatro) Tanques de Produtos Químicos, capacidade 1000 litros - 03 (três) Misturadores para Diluição dos Produtos Químicos. - Carga de Material Filtrante, compreendendo (SEIXOS / AREIA e CARVÃO ANTRACITOSO). - Interligações Hidráulicas entre as unidades do tratamento. - Serviços de Start-Up e Treinamento de Operadores.

4.1.4.5 DIMENSÕES UNITÁRIAS DOS MÓDULOS DAS ETA's

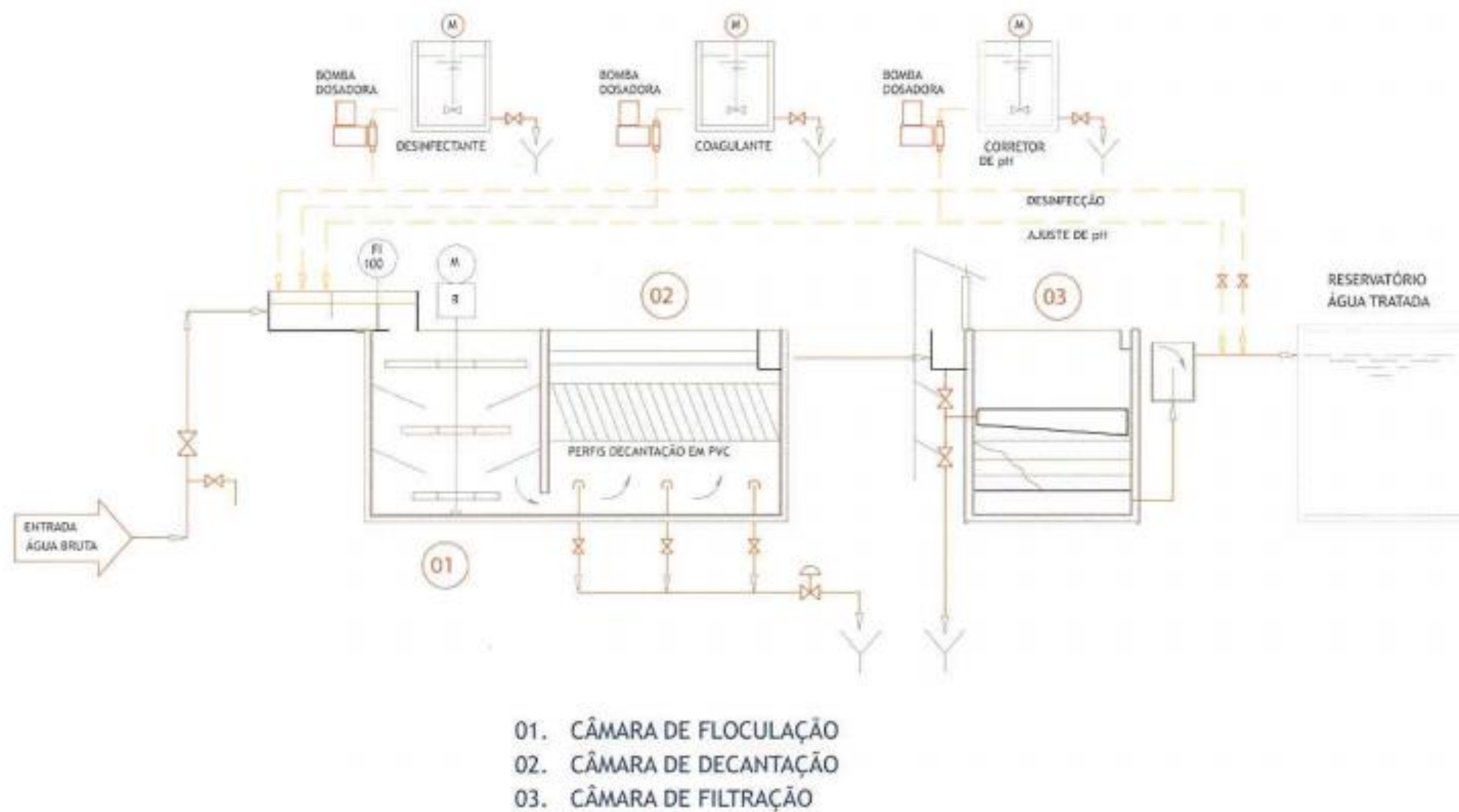
DIMENSÕES DE CADA EQUIPAMENTO			
EQUIPAMENTO	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura Total (mm)
Câmara de Floculação	8000	4000	3500
Câmara de Decantação	15000	4000	3500
Câmara de Filtração	8000	3500	3500

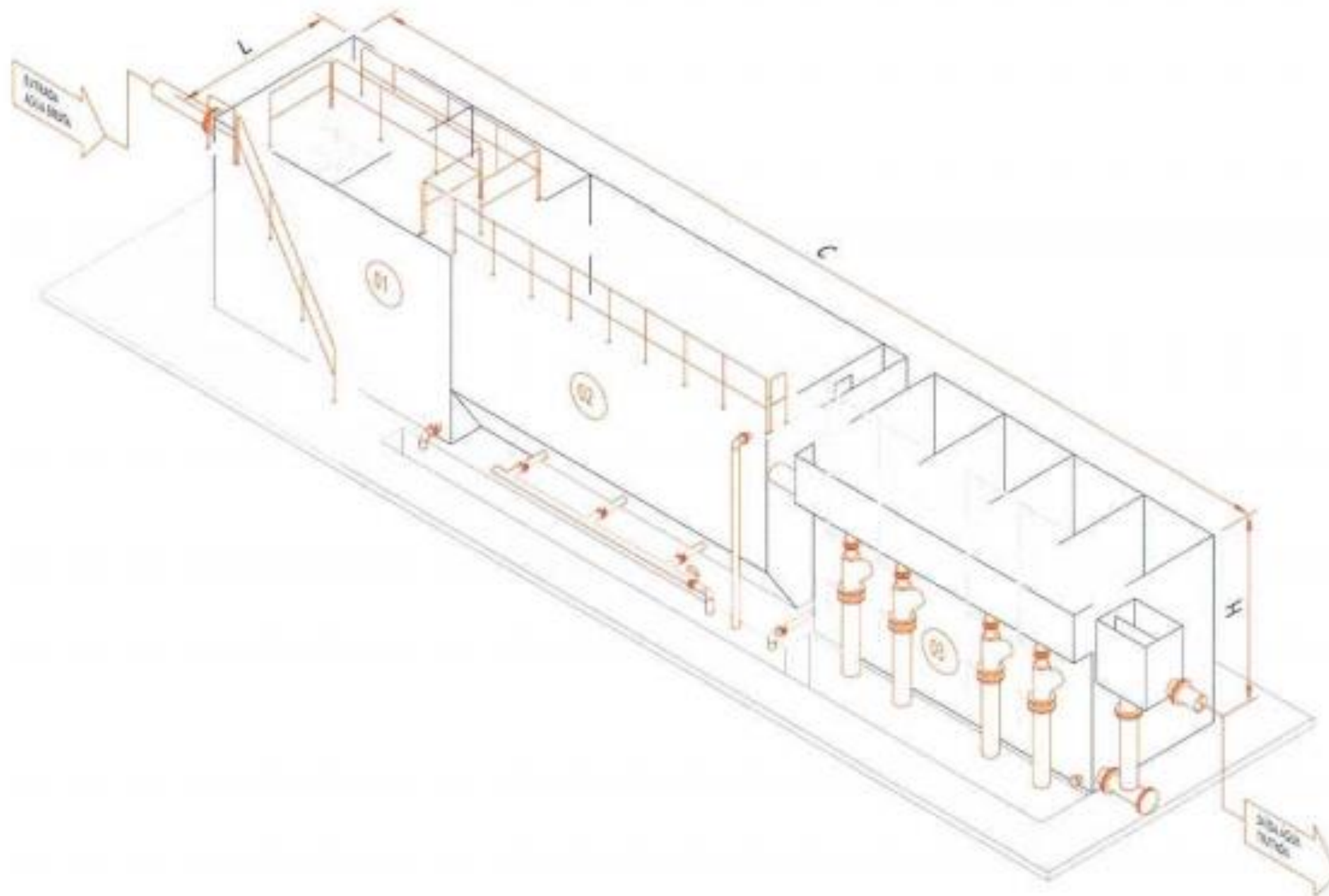
4.1.4.6 CARACTERÍSTICAS DE ENGENHARIA

- Conjunto construído em chapas de aço carbono e estruturada por perfis e barras.
- Tubulações de aço carbono com costura, segundo norma DIN-2440.
- Flanges no padrão ANSI-B-16.5 - Classe 150.
- Válvulas tipo borboleta, em ferro fundido, para diâmetros iguais ou maiores de 2". E, tipo esfera ou gaveta, para diâmetros inferiores. Ambas em conformidade com as normas da ABNT.

O conjunto é revestido dentro do seguinte padrão:

- Revestimento Interno - Aplicação de tinta à base de Epóxi Atóxico, após jateamento abrasivo SA 2½.
- Revestimento Externo - Aplicação de Primer Epóxi, após jateamento abrasivo SA 2½ e acabamento final em esmalte poliuretano.





4.1.4.7 DIMENSÕES BÁSICAS

MODELO	Vazão (m ³ /h)	Dimensões		MODELO	Vazão (m ³ /h)	Dimensões	
		C	L			C	L
		(mm)	(mm)			(mm)	(mm)
ENVI-A-10	10	3.800	1.200	ENVI-A-80	80	11.900	2.800
ENVI-A-20	20	5.600	1.500	ENVI-A-90	90	13.000	3.000
ENVI-A-30	30	6.800	1.800	ENVI-A-100	100	14.700	3.000
ENVI-A-40	40	8.000	2.200	ENVI-A-120	120	17.600	3.000
ENVI-A-50	50	9.600	2.400	ENVI-A-150	150	20.700	3.000
ENVI-A-60	60	10.600	2.400	ENVI-A-200	200	28.000	3.000
ENVI-A-70	70	11.500	2.800	ENVI-A-250	250	28.000	3.600

4.2 FOTOS DO SISTEMA ATUAL



Foto 01. Barriete de recalque capitação Pari.



Foto 02. Barrilete de sucção EAB02.



Foto 03. Bombeamento Interno Pari.



Foto 04. Calha Parshall Pari.



Foto 05. Canal de chamada Pari.



Foto 06. Captação superficial Samambaia-EAB01-Tubulação Pari Chegando



Foto 07. Captação Pari.



Foto 07. Barrilete de Sucção(reservatório 300m³).



Foto 08. Bombas (550cv/600cv).



Foto 09. Limitroque-valvula de retenção.



Foto 10. Painel de Comando



Foto 11. Válvula de Alívio.



Foto 11. EAB02 Bombas (500cv/550cv).



Foto 13. Casa de Bombas



Foto 14. Fachada SAE(captação).



Foto 15. EAB02-Quadro de Comando



Foto 16. Registro de Chegada PARI na EAB01



Foto 17. Saft Starter- Pari



Foto 18. Sucção captação Pari.



Foto 19. Trafo- EAB 01 Painei.



Foto 20. Trafo-EAB01 Auxiliar-380kv



Foto 21. Trafo EAB01-Disjuntores.



Foto 22. Trafo Int Pari- Antigo

5 ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA PROPOSTO

5.1 EQUIPAMENTOS PARA ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO

5.1.1 Generalidades

Para a montagem dos equipamentos hidromecânicos relativos às estações de bombeamento, deverão ser obedecidas, onde aplicável, os requisitos das seguintes especificações:

- ABTN - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ASME - American Society of Mechanical Engineers;
- AWWA - American Water Works Association;
- ASTM - American Society for Testing of Materials;
- AWA - American Welding Society;
- SSPC - Steel Structures Painting Council;
- ASCE - American Society of Civil Engineers.

No caso de se apoiar em normas e/ou especificações diferentes das acima mencionadas e que sejam universalmente aceitas, deverão ser claramente citadas e sua aceitação ficará a critério da Superintendência Municipal de Água e Esgoto de Catalão – SAE..

Em especial, deverá se atentar aos cuidados que serão apresentados nos itens que seguirão.

5.1.2 Recebimento dos Equipamentos

É de responsabilidade da empresa de montagem do sistema receber todos os equipamentos, peças, etc., na área do projeto e verificará se todo o material encontra-se em bom estado, caso contrário informará por escrito ao Fornecedor para que sejam tomadas as providências cabíveis.

Essa assume toda a responsabilidade pela guarda e tudo o mais que se fizer necessário para a conservação dos materiais e equipamentos a serem aplicados na obra, desde o recebimento até a aceitação dos serviços.

5.1.3 Transporte dos Equipamentos

A empresa responsável pela montagem do sistema receberá todos os equipamentos na área do projeto, devendo transportar sob sua responsabilidade até o local das obras, bem como até o ponto de instalação dos mesmos.

Os danos eventuais ocorridos durante e após o transporte serão da responsabilidade da Empreiteira.

Dever-se-á observar as instruções para o transporte e movimentação dos equipamentos, tubos, peças e acessórios de modo a evitar quaisquer danos aos seus revestimentos. Nestes sentido toda e qualquer movimentação deverá ser realizada utilizando-se correias de borracha apropriadas e nunca cabos nus, barras metálicas, pranchas, correntes ou outros materiais que possam danificar o revestimento.

5.1.4 Montagem de Válvulas de Gaveta

Deverão ser inspecionadas na área de armazenamento, para se verificar se sofreram danos durante o transporte e o armazenamento. Deverá ser verificado quanto ao atendimento às especificações referentes a direções das aberturas, tamanho e formas da porca de operação, número de voltas e tipo das conexões das extremidades.

Deverá ser efetuada uma inspeção visual dos anéis de bronze da gaveta e dos anéis do corpo, a fim de se detectar qualquer dano ocasionado durante o transporte, ou riscaduras das superfícies de assentamento, rodas de manobras, peças rachadas, falta de peças ou acessórios e qualquer outra evidência de manuseio indevido durante o transporte ou de deteriorização durante a armazenagem. Cada válvula deverá ser submetida a um ciclo completo de abertura e fechamento. Quando praticável, as válvulas de gaveta com diâmetro igual ou superior a 200 mm deverão ser submetidas a um ciclo operacional completo na posição em que serão instaladas.

Os manuais de instrução fornecidos pelo Fornecedor deverão ser examinados cuidadosamente antes da instalação das válvulas. No local da obra e imediatamente antes da instalação, cada válvula deverá ser outra vez inspecionada visualmente, e qualquer matéria estranha no interior da válvula deverá ser removida. As Tubulações adjacentes deverão ser inspecionadas e limpas.

Os parafusos deverão ser protegidos com pintura apropriada ou filme de polietileno, para evitar corrosão.

As válvulas de gaveta deverão ser instaladas na posição fechada. As válvulas deverão ser colocadas com o apoio adequado, a fim de evitar assentamento e solicitação excessiva da conexão com a tubulação. O sistema de tubulação deverá ser sustentado e alinhado de modo a minimizar a curvatura da conexão da válvula.

As válvulas de gaveta, instaladas acima da superfície ou em tubulação da estação de bombeamento, deverão ser sustentadas e alinhadas de modo a minimizar a curvatura das conexões das extremidades da válvula que resultem da carga da tubulação.

Após a instalação e antes da pressurização da válvula, deverão ser verificados todos os dispositivos de travamento sob pressão (capacete, chapa vedadora, desvio e conexões das extremidades), de modo a assegurar aperto adequado e evitar vazamentos. Além disso, deverá ser verificado o aperto de todas as aberturas roscadas ou tampadas, de acesso ao interior da válvula.

Se forem usadas válvulas de gaveta para isolar trechos de tubulação para testes de pressão hidrostática, as pressões de teste não deverão exceder o dobro da pressão operacional nominal da válvula de gaveta. Após o teste, deverá ser avaliada qualquer pressão aprisionada no corpo da válvula. As válvulas de gaveta não deverão ser operadas nas direções de abertura ou fechamento, a pressões diferenciais superiores a pressão nominal.

Após instalação, a localização, o tamanho, a marca, o tipo, a data de realização, o número de giros para abertura, a direção de abertura e outras informações consideradas pertinentes, relativas às válvulas, deverão ser anotadas num registro permanente e encaminhadas à Fiscalização.

5.1.5 Montagem de Outras Válvulas com Exceção das de Gaveta

Deverão ser inspecionadas na área de armazenamento para verificar se sofreram danos durante o transporte e o armazenamento. Deverá ser observado o atendimento às especificações quanto a quantidade e ao tipo de válvulas a serem instaladas. Cada válvula deverá ser submetida a um ciclo completo de abertura e fechamento, a fim de

se testar se funciona adequadamente e se os limitadores das chaves de fim de curso estão corretamente fixados. No local da obra e imediatamente antes de instalação, cada válvula deverá ser mais uma vez inspecionada visualmente, e qualquer matéria estranha no seu interior, removida. As Tubulações adjacentes deverão também ser inspecionadas e limpas.

Os manuais de instrução fornecidos pelo Fornecedor deverão ser examinados cuidadosamente antes da instalação das válvulas.

As válvulas deverão ser instaladas de acordo com as instruções do Fornecedor.

Representantes do Fornecedor e/ou técnicos de montagem poderão estar presentes ao sítio de obra para providenciar assistência técnica em relação a instalação e operação inicial das válvulas de Função múltipla e válvulas borboleta.

As válvulas de assentamento ajustável deverão ser instaladas de modo que o lado do ajuste de assentamento da válvula possa ser de fácil acesso e os ajustes executados durante sua operação. As extremidades dos tubos deverão ser separadas segundo as instruções do Fornecedor dos tubos, relativas a conexão utilizada. A conexão tubo/válvula não deverá ser defletida. As válvulas não deverão ser utilizadas como macaco, para puxar os tubos para alinhamento.

5.1.6 Recebimento dos Serviços

Após a conclusão dos serviços e a realização dos testes previstos para cada equipamento e, estando os serviços executados conforme especificações técnicas, funcionando efetivamente e não tendo nenhuma observação a fazer, será lavrado o Termo de Encerramento Físico.

Na hipótese de correções, a Empreiteira terá que proceder à regularização dos serviços. Só após a realização destas correções será lavrado o Termo de Encerramento Físico.

5.2 TUBOS E CONEXÕES DE FERRO FUNDIDO

5.2.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Tubos e Conexões em Ferro Fundido (FoFo), a serem instalados nos locais e condições indicados no sistema de abastecimento de água da SAE.

O fornecimento incluirá, não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Tubos e conexões, conforme o caso;
- Anéis de vedação, conforme a necessidade;
- Lubrificantes para instalação, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático;
- Revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Peças e conexões para realização de verificação da estanqueidade conforme a necessidade;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia;

5.2.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos seguintes documentos técnicos pertinentes aos projetos executivos dos Sistemas de Produção de Catalão, GO:

- Memoriais;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsche Industrie Normen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

5.2.3 Características Técnicas

Os tubos e conexões deverão ter revestimento interno feito de argamassa de cimento, aplicada por centrifugação, sendo o cimento empregado de alto teor de alumina. O revestimento externo deverá ser de pintura betuminosa anticorrosiva. Na ponta e no interior da bolsa a pintura deverá ser de epóxi.

A tolerância, para menos, de massa dos tubos é de 8% para os diâmetros de 50 a 200 mm e de 5% para os diâmetros de 250 a 1.200 mm. Para as conexões admite-se tolerância de 12% sobre sua massa nominal. A tolerância de espessura, para menos, em milímetros, é definida pela expressão: $t = 1,3 + 0,001.DN$.

Acessórios para Juntas

- Anéis

Os anéis de borracha para juntas elásticas e mecânicas deverão ser fabricados conforme a NBR 7676 e deverão ainda atender ao teste de compressão e descompressão durante 10.000 ciclos, na pressão de teste hidráulico normal, testemunhado pela SAE ou certificado pelo IPT.

- Arruelas

As arruelas para juntas flangeadas deverão atender à norma ISO 2531.

- Parafusos

Os parafusos deverão ser fornecidos em aço cadmiado e deverão atender às normas ISO 2531 e NBR 8855.

Conexões

- As conexões de FºFº dúctil, para tubos de FºFº ou tubos de outros materiais, com dimensões compatíveis, serão destinadas à condução de água e deverão ser fabricadas conforme a NBR 7675;

- As juntas flangeadas deverão atender à NBR 7675;
- As juntas mecânicas deverão atender à NBR 7677;

Juntas e Vedação

- As juntas elásticas para conexões, peças e tubos deverão atender à NBR 7674, bem como às normas NBR referentes ao material adquirido;
- As juntas flangeadas deverão atender à NBR 7675;
- As juntas mecânicas deverão atender à NBR 7677;

Tocos de Tubos

- Os tocos de tubos deverão obedecer às normas de fabricação dos tubos respectivos, bem como as juntas especificadas;
- Os tocos com pontas flangeadas deverão ser fabricados a partir de tubos confeccionados conforme a NBR 7560, obedecendo-se à classe de pressão solicitada;
- Os flanges deverão ser fundidos juntamente com o corpo dos tubos e obedecer à norma NBR 7675, a não ser que sejam especificados conforme outra norma no "Pedido de Aquisição" ou no Projeto;

Tubos de Ferro Fundido

- Os tubos de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado, para líquidos sob pressão, com juntas elásticas, do tipo ponta e bolsa, classe de pressão de 1 MPa (tipo DX), devem ser cimentados internamente conforme a NBR 8682, revestidos externamente com camadas de piche; proporcionando revestimento liso, elástico e não pegajoso, e fabricados conforme a NBR 8318;
- Os tubos de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado, para líquidos sob pressão, com juntas elásticas, do tipo ponta e bolsa, deverão ser cimentados internamente conforme a NBR 8682, revestidos externamente com camadas de piche, proporcionando revestimento liso, elástico e não pegajoso, e fabricados conforme a NBR 7675;

5.2.4 Ensaios e Testes de Fábrica

Adicionalmente às exigências da Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, se os resultados de inspeção indicarem a recusa de 10% ou mais dos elementos de um lote de tubos e conexões, a respectiva partida será rejeitada em sua totalidade, obrigando-se o Fornecedor a submeter nova partida para recebimento, sem qualquer ônus para a SAE.

Após a inspeção realizada, conforme o parágrafo anterior, para cada partida aceita, formam-se lotes os quais serão submetidos a ensaios adicionais. As amostras de tubos serão submetidas aos ensaios de tração, dureza Brinell e pressão interna, de acordo com a NBR-6152, NBR-6394 e NBR-7561.

Caso todos esses resultados satisfaçam a tais exigências, o lote será aceito. Caso um ou mais desses resultados não satisfaçam às referidas exigências, o lote será rejeitado

5.2.5 Peças Sobressalentes

Deverão ser fornecidas peças sobressalentes necessárias para um período de manutenção de dois anos. A relação de peças sobressalentes deverá ser definida pelo Fabricante de acordo com sua experiência e deverá ser detalhada na proposta.

5.3 TUBOS E PEÇAS EM AÇO

5.3.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Tubos e Peças em Aço, a serem instalados nos locais e condições indicados no sistema de abastecimento de água da SAE.

O fornecimento incluirá não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Tubos e peças em aço, conforme o caso;
- Anéis de vedação para flanges, conforme a necessidade;
- Montagem e soldagem de campo, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção e em campo, inclusive de funcionamento e hidrostático;
- Revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Peças e conexões para realização de verificação da estanqueidade, conforme a necessidade;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia;

5.3.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos documentos técnicos pertinentes aos projetos executivos do Sistema de Produção de Catalão, GO:

- Memoriais;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsche Industrie Normen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

5.3.3 Características Técnicas

Para efeito de especificação, consideram-se peças especiais: curvas, três, saídas flangeadas, reduções, derivações e flanges.

Os diâmetros nominal e externo (sem revestimento) dos tubos e peças especiais são os mostrados no quadro abaixo diâmetros dos tubos de aço.

DIÂMETRO		
NOMINAL		EXTERNO
pol.	mm	mm
1	25,40	33,40
1 ¼	31,75	42,16
1 ½	38,10	48,26
2	50,48	60,33
2 ½	63,50	73,03
3	76,20	88,90
½	88,90	101,60
4	101,60	114,30
5	127,00	141,30
6	152,40	168,28
8	203,20	219,08
10	254,00	273,05
12	304,80	323,85
14	355,60	355,60

DIÂMETRO		
NOMINAL		EXTERNO
pol.	mm	mm
16	406,40	406,40
18	457,20	457,20
20	508,00	508,00
24	609,60	609,60
28	711,20	711,20
30	762,00	762,00
32	812,80	812,80
36	914,40	914,40
40	1016,00	1016,00
42	1066,80	1066,80
48	1219,00	1219,00
68	1727,00	1727,00
80	2032,00	2032,00

Antes de iniciar a fabricação, o Fornecedor deverá submeter à aprovação da SAE as qualificações dos processos de soldagem e de soldadores, de acordo com a Seção IX das "Qualificações de Solda" do código ASME para Vasos de Pressão, com exceção dos métodos que adotem processos de arco submerso, gás ou eletrodos tubulares, cujas qualificações serão feitas de acordo com o AWS-SR-1. Estas qualificações serão efetuadas às expensas do fornecedor.

TUBOS

Metodologia de Fabricação

Os tubos, com costura circular e longitudinal ou com costuras helicoidais, deverão ser produzidos e inspecionados de acordo com a norma AWWA C-200 e NBR 9797. As chapas de aço deverão obedecer às especificações ASTM-A283 Grau D e suas espessuras deverão ser de acordo com o indicado nos desenhos do projeto.

As conexões e peças especiais serão fabricadas de tal forma que suas dimensões satisfaçam às exigências da norma AWWA C-208.

O fornecimento dos tubos deverá ser feito em peças de comprimento útil de 12 m, com tolerância de $\pm 0,3$ m, com as extremidades dos tubos flangeadas ou biseladas (conforme norma ANSI B 16.25) conforme indicado no projeto.

Materiais

As chapas de aço deverão corresponder à Norma ASTM e de acordo com o especificado em desenhos e relação de materiais para os demais tubos e peças. O carbono máximo admissível será de 0,25%.

As propriedades químicas e mecânicas do material deverão ser comprovadas mediante certificados de análise expedidos pela usina siderúrgica e aceito pela inspeção da SAE.

Caso não se possa assegurar a correspondência entre o certificado de qualidade e o lote de chapas, deverá ser efetuada análise das mesmas por amostragem. O tamanho da amostragem deverá ser estabelecido pela inspeção da SAE. No caso de rejeição de qualquer corpo de prova, todo o lote deverá ter suas chapas ensaiadas.

A largura mínima de chapa para fabricação de tubos com costura helicoidal será 600 mm.

Formação dos Cilindros

As bordas das chapas a serem juntadas por solda automática ou manual devem ser cortadas mecanicamente na forma exigida para o processo de solda.

Se as bordas forem cortadas com maçarico, todas as irregularidades e escamas, provenientes do corte, devem ser removidas por meio de esmerilhamento ou raspagem.

Será permitido chanframento com maçarico, desde que o mesmo inclua a remoção do metal queimado, escamas e irregularidades por meio de esmeril.

As dimensões e formas das bordas de chapas a serem unidas pela solda e a folga entre as chapas devem ser tais que permitam fusão e penetração completas.

Antes da formação das bordas longitudinais, todas as chapas devem ser curvadas por processo contínuo ou prensadas de um modo conveniente ao raio próprio do tubo. A pressão exercida durante a prensagem deve ser suficiente para garantir uma curva uniforme nas bordas das chapas. Não será permitido, em hipótese alguma, efetuar o pré-curvamento (convite) por meio de marteladas.

Escamas e corpos estranhos que se acumulam durante o processo de calandragem devem ser continuamente removidos por um jato de ar comprimido, e a superfície das matrizes e rolos deve ser mantida livre de cavacos, aparas de metal ou outro material que se tenha acumulado durante a operação. Materiais estranhos incrustados nas chapas durante a operação de calandragem provocarão a rejeição do produto final.

Preparação da Soldagem

Antes do início da soldagem, toda oxidação deverá ser removida das chapas por meio mecânico adequado, até a distância mínima de 50 mm das bordas da chapa preparada para solda.

As carepas de laminação soltas deverão ser removidas antes do processo de soldagem. Graxa e óleo serão removidos com gasolina, lixívia ou outros meios adequados. O uso de querosene ou solventes mais pesados à base de petróleo, não será permitido.

Chapas a serem soldadas deverão manter-se acuradamente ajustadas e presas em sua posição durante a operação de soldagem. Pontos de solda poderão ser aplicados para manter as bordas em sua posição alinhada, desde que possam ser totalmente incorporados à soldagem definitiva sem prejuízo de sua resistência.

Quando se usarem junções por solda de topo, deve-se tomar um cuidado especial no alinhamento das bordas a serem juntadas, para que haja uma penetração e fusão total no fundo das junções. Qualquer desvio no alinhamento das bordas adjacentes não deve exceder 1/16".

Durante a preparação, caso sejam constatadas chapas com dupla laminação, estas deverão ser rejeitadas e todo o lote deverá ser examinado.

Execução de Soldagem

Toda a costura longitudinal, espiral e circular, das seções retas de tubos e de seções especiais, deverá ser feita com máquina de solda automática a arco submerso.

A solda manual sob gás inerte de seções e guarnições especiais será permitida quando o uso de solda automática for impraticável. Em seções de tubos retos a única solda manual permitida será aquela de posicionamento após o enrolamento das chapas assim como da montagem de anéis para a formação do tubo. Poderá ainda ser utilizada em reparos de defeitos de estrutura da chapa e da solda automática, visíveis ou mostrados pelos raios X ou gamagrafia.

Em todas as soldas manuais, a espessura máxima do cordão para cada passe deve ser de 3 mm. Cada passe, com exceção do último, seja em solda de topo ou de ângulo, deve ser inteiramente aprumado e martelado para aliviar tensões. Sujeiras, escórias e fluxo devem ser removidos antes de se aplicar o passe seguinte.

Todas as soldas feitas automaticamente devem satisfazer as exigências de teste desta especificação, o que não significa que um operador de solda automática, seja qualificado como operador para solda manual.

Os seguintes tipos de solda de topo, para costuras retas ou em espiral, serão igualmente admitidos: por fusão, por resistência ou por inclusão.

Cada camada de metal de solda depositada pelo processo de fusão deverá ser cuidadosamente limpa antes que outro passe de solda seja depositado na sua superfície. Soldas sobrepostas acabadas devem ficar centrais à costura e a junção acabada deve ficar livre de depressões, mordeduras, derramamentos, irregularidades e valetas. A superfície interna deve estar livre de derramamentos e outras irregularidades resultantes da solda, a não ser a sobre-espessura necessária.

Todas as soldas devem ter uma fusão completa com o metal de base e serem livres de trincas, óxidos, inclusão de escórias e bolsas de gás.

Se, por qualquer razão, a soldagem for interrompida, deve-se tomar cuidado especial ao retomá-la a fim de conseguir uma penetração completa entre o metal da solda, a chapa e o metal de solda previamente depositado. Se o fluxo usado for o mesmo, este deve ser redistribuído antes do serviço ser reiniciado.

Soldas deficientes em dimensões, mas não na qualidade, serão completadas por uma solda adicional depois de uma limpeza cuidadosa das soldas e chapa adjacente.

Quando uma solda for considerada deficiente em qualidade pela FISCALIZAÇÃO ou contrária às prescrições desta Especificação, ela deverá ser removida, por meio de uma ferramenta ou maçarico, e refeita.

Ao remover parcial ou totalmente uma solda por meio de corrente elétrica ou esmeril, estes não devem atingir o metal básico além da profundidade de penetração da solda. Ao remover parcial ou totalmente a solda, deve-se cuidar para não queimar ou danificar o metal básico. Depois dessa operação o metal básico porventura queimado deve ser removido por completo até ficar limpo e perfeito e preparado para nova solda.

As arestas vivas resultantes da interseção da derivação com o tubo principal na formação de uma peça especial deverão ser eliminadas por meio de esmeril.

Para cada anel componente de um tubo, de 12 metros, serão permitidas duas costuras longitudinais no máximo, distanciadas entre si de 300 mm no mínimo.

Na montagem de dois anéis consecutivos, a defasagem dos cordões de solda longitudinais deve ser, no mínimo, de 150 mm e o espaçamento mínimo entre soldas circunferências será de 1,50 metros.

Defeitos

O tubo acabado deverá estar livre de defeitos graves. São considerados defeitos graves: trincas, vazamento nas soldas e sulcos ou grotas cuja profundidade seria maior do que 12,5 % da espessura nominal da parede do tubo.

Reparo dos Defeitos

Qualquer defeito deverá ser reparado, porém o reparo dos defeitos graves só será permitido quando os mesmos apresentarem profundidade que não exceda a 1/3 da espessura nominal do tubo, bem como o comprimento de 25 % do diâmetro nominal do tubo.

Os reparos deverão obedecer aos seguintes critérios:

- O defeito deverá ser completamente limpo e reparado;
- A solda do reparo deverá ser efetuada por soldagem automática ou manual, desde que os soldadores sejam qualificados correspondentemente;
- Cada tubo reparado deverá ser testado hidrostaticamente assim como radiografado (ou gamagrafado) em toda extensão do cordão de solda do reparo;

Dois reparos no mesmo local serão permitidos desde que sejam tomados todos os cuidados anteriormente descritos. Um terceiro reparo no mesmo local será aceitável desde que o fabricante efetue o tratamento térmico do tubo para alívio das tensões

Tolerância

O comprimento dos tubos deverá ser ordinariamente de 12 metros. Outros comprimentos poderão ser aceitos, a critério da FISCALIZAÇÃO. Para tubos de 12 metros de comprimento nominal, no mínimo 80% deverá ser fornecido com tolerância de + 50 mm, até 20% do fornecimento poderá ser aceito com comprimentos menores que o nominal desde que não sejam inferiores a 11,0 metros.

Qualquer diâmetro das seções extremas do tubo deverá ser ortogonal ao eixo de simetria do tubo, dentro de uma tolerância de ± 3 mm, medidos na geratriz do tubo.

A diferença entre o maior e o menor diâmetros externos medidos em uma mesma seção reta da extremidade "após a aplicação dos revestimentos interno a externo", deve ser no máximo igual a 1% do diâmetro nominal. Para tubos de diâmetro nominal de 30" e maiores, a ovalização será verificada após os tubos serem cruzetados.

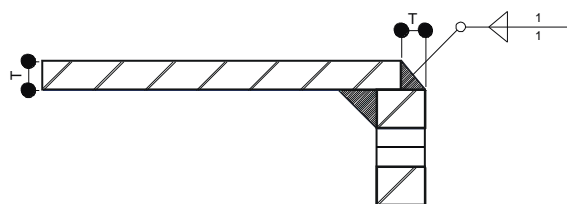
O perímetro externo dos tubos, curvas ou peças especiais, até uma distância não menor do que 100 mm das extremidades, pode variar de + 3 mm e - 1,5 mm com relação ao perímetro calculado a partir do diâmetro nominal especificado.

A altura das saliências externas da soldagem acima do contorno da superfície da chapa, não deve ser superior a 3 mm. Saliências maiores devem ser removidas por esmeril ou talhadeira. Todas as soldas longitudinais, espirais ou circulares, na parte interna do tubo, serão esmerilhadas ou raspadas, para que a altura da saliência da solda não fique mais do que 1,5mm acima do contorno da superfície da chapa. Não será permitido raspar, esmerilhar ou frezar a saliência da solda abaixo da superfície da chapa.

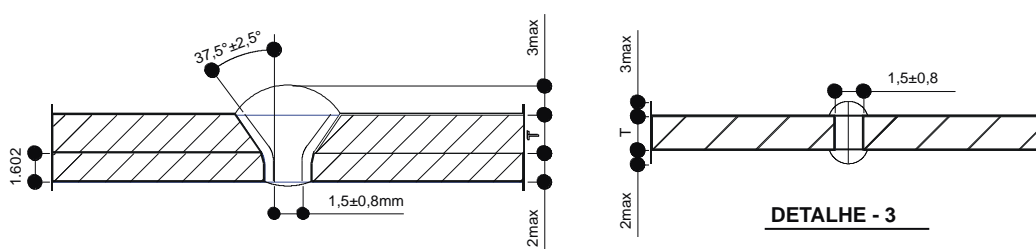
Os chanfros de todas as extremidades para solda de topo deverão obedecer às seguintes dimensões e tolerâncias:

- Ângulo: $37,5^\circ \pm 2,5^\circ$;
- Nariz: $1,5 \pm 0,8$ m. (Ver Figura abaixo)

Para qualquer curva, a tolerância no ângulo de fabricação será de $\pm 1^\circ$.

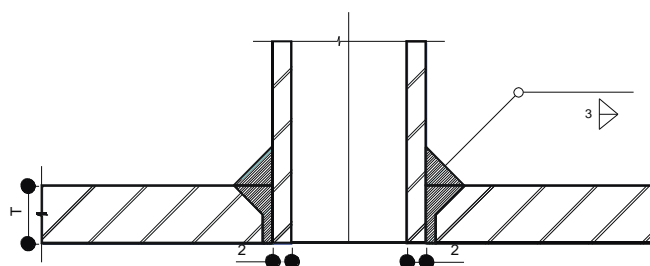


DETALHE - 1

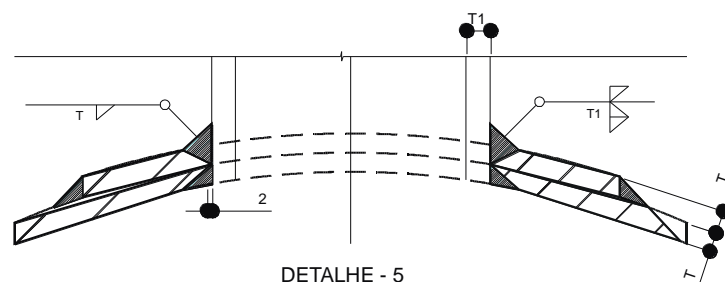


DETALHE - 2

DETALHE - 3



DETALHE - 4



DETALHE - 5

5.3.4 Revestimento e Proteção

Previamente ao início do processo de revestimento, os tubos e peças deverão ter sido submetidos rigorosamente a todos os procedimentos de limpeza e preparação das superfícies, de modo a remover todo e qualquer material estranho por ventura existente.

– Revestimento Interno

O revestimento interno será em tinta epóxi poliamida, de alta espessura, bicomponente, grau alimentício, conforme norma AWWA C-210, com espessura mínima da película seca de 450 micras.

– *Revestimento Externo*

O revestimento externo será independente do diâmetro da tubulação, dependendo apenas de seu posicionamento, que poderá ser: enterrada, abrigada ou aérea.

- Tubulações enterradas:

Será com Coal-Tar Enamel conforme norma AWWA-C-203 (ABNT NBR 12.780) ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C-210, com espessura seca de 1000 mm mínimo e resistência a impacto de 15 joules.

- Tubulações abrigadas/aéreas:

Será com alumínio fenólico conforme norma SABESP 0100.400.E-46, Revisão 5, ou em tinta epóxi de alta espessura, bicomponente, aplicado em uma única demão de acordo com a norma AWWA C-210, composto de duas camadas:

- Primeira camada: tinta epóxi com espessura na película seca de 406 mm mínimo;
- Segunda camada: tinta Poliuretano Acrílico alifático (protetor UV) 30 mm mínimo.

– *Revestimento para as juntas de campo*

O processo de revestimento das juntas soldadas no campo consistirá de limpeza prévia das superfícies soldadas e da aplicação dos materiais de revestimento especificados, interna e externamente.

Deverão ser fornecidos os materiais para o revestimento de campo conforme a quantidade exigida para as juntas.

- Juntas Flangeadas

A furação dos flanges, inclusive juntas e acessórios, será de acordo com a norma ISO 2531-PN10 ou 16, conforme indicado no projeto.

Os parafusos para os flanges deverão ser embalados em recipientes adequados (caixotes) e acondicionados de modo que as roscas fiquem protegidas durante o transporte e armazenamento. Cada caixote deverá conter, além da marca normalmente exigida, as dimensões e quantidades dos mesmos.

Os testes a que deverão ser submetidos os flanges soldados aos tubos, serão os especificados pela SAE. Deverá ser procedida a verificação do esquadro da flange (empenamento e repuchamento). A solda será testada por meio de ultra-som e verificada visualmente.

5.3.5 Marcação dos Tubos

Tanto os tubos quanto as peças especiais serão identificados com marcação, no interior dos mesmos: do nome do fabricante e número de fabricação; diâmetro nominal; espessura e especificação de chapa e número do pedido de compra ou contrato.

Para as peças especiais, deverão ser marcados também o trecho e número da estaca ou estação a que pertence e geratriz superior dessas peças, sendo que para curvas e bifurcações, também o ângulo verdadeiro.

A marcação se fará em um retângulo pintado de amarelo, conforme os exemplos seguintes:

- Tubo com número de fabricação 758, diâmetro 42", espessura de 7,06 mm e chapa ASTM-A-283 Gr D:

(Fabricante)	(Pedido)
--------------	----------

758 42" – 7,06 ASTM-A-283 D

- Curva com número da fabricação 1053, diâmetro 30", espessura 4,42 mm, chapa ASTM-A-283 Gr D, Adutora de Água Bruta (AAB) estaca 10 + 17,22 e ângulo verdadeiro 30°15'.

(Fabricante)	(Pedido)
1053	
30" – 4,42	
ASTM-A-283-D	
AAB/10 + 17,22/30°15"	

- Tê com número de fabricação 327, diâmetros 48" x 36", espessura 9,52 mm, chapa ASTM-A-283 Gr.D, Estação Elevatória de Água Tratada (EAT).

(Fabricante)	(Pedido)
327	
48" x 36" – 9,52	
ASTM-A-283-D	
EAT	

Instalação e Montagem de Tubos de Aço

A instalação e montagem de tubos de aço deverão ser executadas de acordo com a "Especificação Técnica de Serviços – item Assentamento de Tubos e Peças".

5.3.6 Peças especiais

- Fabricação e materiais conforme especificado para as tubulações e nos desenhos do projeto.
- Conexões para Tubos de Aço.

Características Normativas e Construtivas

As peças especiais de aço deverão atender a todos os requisitos da norma AWWA C-208, podendo ser fabricadas por soldagem de partes de tubos ou de chapas planas.

Os tubos de aço a serem utilizados na fabricação das peças especiais devem atender às características normativas especificadas anteriormente (no item Metodologia de Fabricação).

As conexões terão as extremidades dos tipos: biseladas para soldagem ou flangeadas segundo norma ISO-2531-PN 10 ou 16.

Peças Embutidas em Concreto

As peças a serem embutidas no concreto terão as dimensões indicadas nos desenhos do projeto. O revestimento interno será o especificado para as tubulações e o externo será em primer epóxi.

Juntas Flangeadas e/ou Soldadas

As juntas (flangeadas e/ou soldadas) deverão atender às mesmas especificações constantes no item Tubulações.

Instalação

Vide "Especificações Técnicas de Serviços – item Assentamento de Tubos e Peças".

Flanges de Aço Carbono

Os flanges de aço carbono seguem os seguintes desenhos padrões: Flange furação ISO 2531 Classe PN-10 ou PN-16.

A classe de pressão a ser utilizada está definida no projeto. Os flanges deverão ser revestidos com *shop-primer* na espessura total de 50 micra.

Acessórios para Junta de Flanges

- Junta de vedação para flange, material borracha armada, tipo face plena, furação de acordo com o item acima.
- O conjunto de parafuso, porca e arruelas (2 arruelas por parafuso), seguem a seguinte especificação:
 - Parafuso: Cabeça hexagonal semi-acabada (ANSI-B.18.2.1), rosca ANSI-B.1.1, série UNC, classe 2A, material ASTM-A-307 Grau B (mínimo).
 - Porca: Hexagonal, pesada, semi-acabada (ANSI-B.18.2.2), rosca ANSI-B.1.1, série UNC, classe 2B, material ASTM-A-563 Grau A.
 - Arruelas: Lisas.

Os parafusos, porcas e arruelas devem ser galvanizados por imersão conforme ASTM-A-153 Classe C. As dimensões dos parafusos encontram-se definidas conforme os respectivos desenhos padrões.

5.3.7 Ensaios e Testes de Fábrica

Testes e Inspeções

Durante a fabricação, os tubos deverão ser submetidos a ensaios, a critério da SAE, que deverão ser de:

- Ensaios não destrutivos
 - Raio X ou gamagrafia
 - Fluoroscopia contínua
 - Ultra-som
 - Exame com partículas magnéticas
 - Exame com líquido penetrante
 - Teste hidrostático – os tubos serão testados hidrostaticamente à pressão adequada, conforme definido no projeto.
- Ensaios destrutivos
 - Tração e dobramento de corpos de prova soldados segundo normas da ABNT.
- Testes químicos
 - Para análise quantitativa de materiais metálicos e ensaio de materiais de revestimento.
- Inspeção

Os tubos deverão ser inspecionados quanto ao estado dos revestimentos, à regularização da seção, à ovalização e ao acabamento das extremidades flangeadas ou chanfradas.

Testes Hidrostáticos

- *Peças Especiais*

Todos os tubos que darão origem às peças especiais deverão ser testados, hidrostaticamente.

A pressão de teste deverá ser 150% da maior pressão correspondente à espessura do tubo. Esta pressão deverá ser pelo tempo necessário e suficiente para serem examinadas todas as soldas com referência a vazamento, porém nunca inferior a 5 minutos.

Se o Fornecedor não tiver condições para efetuar o teste hidrostático nos tubos que darão origem às peças especiais, poderá substituir este teste por radiografias ou gamagrafias em toda a extensão das soldas. As despesas desta substituição correrão por conta do Fornecedor.

– *Tubulação*

Antes do revestimento interno e externo, cada tubo de aço deverá ser testado hidrostaticamente à pressão especificada no item anterior.

Estando o tubo sob pressão, após a eliminação de todas as bolhas de ar, todas as soldas deverão ser inspecionadas e todas as partes com vazamento deverão ser marcadas. Os tubos que acusarem vazamento no teste deverão ser reparados nos pontos assinalados e serão submetidos obrigatoriamente a novo teste hidrostático, bem como serão novamente testados por radiografia ou gamagrafia. O custo será de responsabilidade do fabricante.

– *Testemunhos de Solda*

As soldas deverão ser testadas durante sua confecção, realizando-se ensaios e comparando-se com os valores obtidos nesta especificação.

Para as soldas longitudinais, as amostras de testes deverão ser retiradas perpendicularmente à solda e na extremidade do tubo, ou de chapas que obedeçam aos requisitos da especificação da chapa utilizada na fabricação do tubo. As chapas de teste deverão ser soldadas empregando-se o mesmo procedimento, pelo mesmo soldador e com o mesmo equipamento, em sequência, com a soldagem das juntas longitudinais no tubo.

As chapas de teste deverão possuir as soldas aproximadamente no centro da amostra, devendo ser testadas à temperatura ambiente.

Para as soldas circunferências, as amostras de testes deverão ser retiradas perpendicularmente a solda de junção de dois anéis componentes do tubo. Os vazios resultantes da retirada das amostras não deverão ser reparados; a faixa que contém esses vazios deverá ser cortada do tubo e os anéis resultantes, de comprimento menor, deverão ser novamente soldados.

O tubo, de onde se retiraram as amostras para testes de solda circunferencial, será aceito pela Inspeção com um comprimento total menor que o especificado.

Duas amostras com seção reduzida, confeccionadas conforme a Figura I, abaixo, deverão apresentar uma carga de ruptura não inferior a 100% da mínima carga de ruptura especificada para o material utilizado.

Duas amostras para teste de curvatura deverão ser preparados conforme a Figura II, abaixo, devendo resistir a uma curvatura de 120° em guias confeccionadas de acordo com a Figura III, adiante.

A amostra curvada deverá ser considerada aprovada se:

- Nenhuma trinca ou defeito aparecer no material soldado ou entre a solda e o metal base, após a curvatura, excedendo 3 mm, medidos em qualquer direção;
- A amostra trincar ou fraturar e a superfície fraturada apresentar penetração completa ao longo de toda a espessura da solda, havendo ausência de inclusões e porosidade até o grau que não existem bolhas de gás ou inclusões de escórias, excedendo a 1,55 mm na maior dimensão.

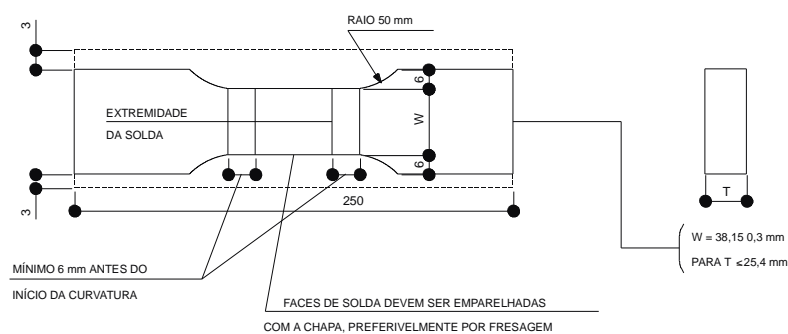


FIGURA I - AMOSTRA PARA TESTE DE TENSÃO E RUPTURA

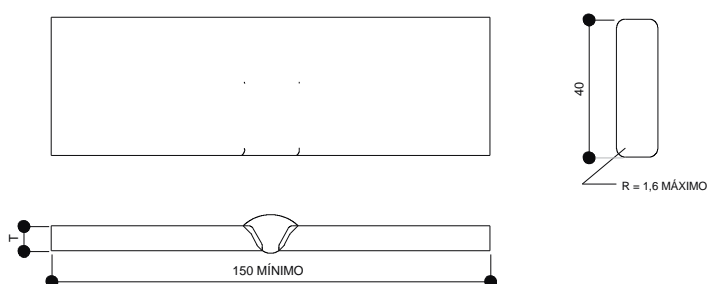


FIGURA II - AMOSTRA PARA TESTE DE CURVATURA

NOTAS:

- 1 - REFORÇO DE SOLDA OU RELEVOS NÃO RECISAM SER EMPARELHADOS COM O METAL BASE.
- 2 - T = ESPESSURA DA PAREDE DO TUBO
- 3 - FONTE DE REFERÊNCIA AWWA C 200
- 4 - DIMENSÕES EM mm

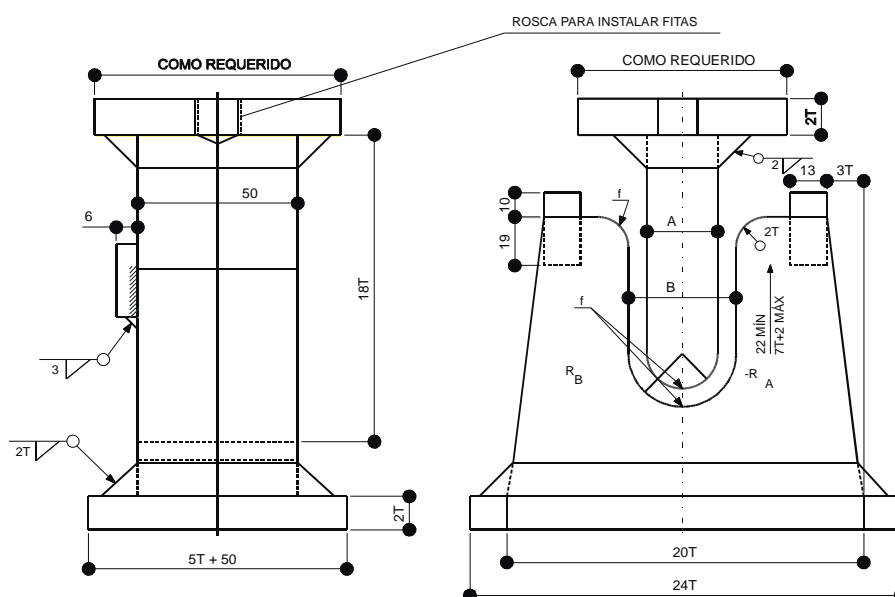


FIGURA III - PADRÃO DE GUIA PARA O TESTE DE CURVATURA

DIMENSÕES DO PADRÃO DE GUIA PARA O TESTE DE CURVATURA

	MÍNIMO LIMITE DE RESISTÊNCIA ESPECIFICADO - PSI			
	ATÉ 42.000	42.000	45.000	50.000-55.000
R_A	2T	3T	3,5T	4,5T
R_B	3T+1,6	4T+1,6	4,5T+1,6	5,5T+1,6
A	4T	6T	7T	9T
B	6T+3,2	8T+3,2	9T+3,2	11T+3,2

NOTAS:

- 1 - O SÍMBOLO "f" INDICA UM CORTE COM ACABAMENTO SUAVE
2 - T É A ESPESSURA DA PAREDE DO TUBO
3 - FONTE DE REFERÊNCIA AWWA C 200

A soma de maior dimensão de todos estes defeitos em qualquer 6,5 cm² da área do metal de solda não deverá exceder a 9,5 mm (se necessário a amostra deve ser quebrada à parte para permitir verificação da fratura).

Se qualquer amostra apresentar torneamento defeituoso ou desenvolver imperfeições não relacionadas com a soldagem, ela deverá ser substituída por uma nova amostra e novo teste deverá ser elaborado.

Para os testes de soldagem, deverão ser colhidas 2 (duas) amostras para a elaboração do teste de ruptura e 2 (duas) amostras para o teste de curvatura, em cada 300 mm de solda ou frações para cada dimensão, grau e espessura de parede. Pelo menos um lote de amostras para teste deverá ser retirado do serviço realizado por cada máquina de soldagem e cada operador, durante cada período de produção contínua, mas não menos que uma para cada alteração na produção. Entende-se por produção contínua a fabricação, interrompida ou não, da quantidade total de tubos de um mesmo pedido de compra, que sejam do mesmo diâmetro, mesma espessura, mesmo material da chapa, utilizando o mesmo soldador e a mesma máquina.

Para cada 3 (três) lotes de amostras de solda longitudinal, um lote de amostras de solda circunferencial deverá ser retirado para os testes de ruptura e dobramento. A necessidade ou não da retirada deste lote de amostras ficará a critério da FISCALIZAÇÃO que se baseará na incidência dos defeitos nas soldas circunferenciais, não se constituído, portanto numa obrigatoriedade.

Se qualquer amostra testada não for aprovada, deverão ser retestadas novamente 2 (duas) amostras adicionais do mesmo lote de tubos. Cada novo teste deverá atender aos requisitos mínimos especificados. Se qualquer amostra retestada não for aprovada, o lote inteiro deverá ser rejeitado.

Todas as juntas soldadas de tubos e peças especiais que não forem ou não puderem ser testadas rádio ou gamagraficamente, deverão ser submetidas a exames por meio de ultra som ou líquido penetrante.

As soldas de topo dos tubos e peças especiais estarão sujeitas a exames radiográficos (raios X ou gamagrafia), como discriminado a seguir.

Para tubos de 12 metros de comprimento nominal, serão radiografadas as extremidades e cruzamentos de solda.

Quando não houver cruzamentos de solda, serão radiografadas as extremidades e mais quatro pontos adicionais escolhidos pela SAE. As radiografias deverão ser executadas segundo a técnica indicada no Código ASME – Seção VIII.

Não serão aceitas radiografias executadas com filme medicinal, ou que contenham marcas d'água, emendas, escorrimientos ou quaisquer defeitos que dificultem o julgamento da qualidade da junta soldada.

O critério de aceitação das juntas soldadas radiografadas será o indicado pela Norma AWWA-D-100. Quando uma radiografia de extremidade do tubo for rejeitada, será tirada uma radiografia adicional adjacente à primeira, com sobreposição de um terço da radiografia original, quando o defeito estiver nesse terço.

Quando uma radiografia de posição intermediária for rejeitada, serão tiradas duas radiografias adicionais à primeira, com sobreposição de um terço da radiografia original, nos casos em que o defeito estiver nos terços extremos.

Se o defeito estiver no terço central da radiografia original, as duas novas radiografias deverão ser tiradas sem sobreposição. Caso uma das novas radiografias também for rejeitada, será tirada outra adjacente a esta e assim sucessivamente, até que se determine a extensão do defeito.

Todos os pontos radiografados e rejeitados deverão ser reparados e novamente radiografados (ver 'Reparo dos Defeitos').

As soldas de topo cujas peças não puderem ser testadas hidrosticamente, deverão ser radiografadas em toda a sua extensão (100%). O critério de aceitação das radiografias das juntas soldadas será o da norma AWWA D-100.

Os resultados dos testes radiográficos, bem como o dos testes ultra-sônicos serão, individualmente, critérios independentes para aceitação ou rejeição das juntas soldadas, ou seja; nada impede que uma junta que tenha sido aprovada pelo teste ultra-sônico seja rejeitada pelo teste radiográfico, ou vice-versa.

Teste Pneumático

Todos os espaços vazios compreendidos entre as chapas de reforço e o tubo principal das peças especiais, bem como entre a camisa e o tubo principal, deverão ser submetidas a teste pneumático para a verificação da estanqueidade das soldas, com pressão mínima de 80 Psi (5,7 kg/cm²).

Para toda a matéria prima incorporada no produto final, o Fornecedor deverá fornecer à SAE certificados de análises comprobatórios de que a qualidade da matéria prima é aquela exigida pelas normas e especificações citadas.

O Fornecedor deverá possuir uma maneira segura de comprovar a correspondência biunívoca entre cada lote de matéria prima e o respectivo certificado de qualidade. Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o respectivo lote de matéria prima não seja devidamente comprovada.

Serão aceitos certificados emitidos pelas usinas produtoras, ou entidades oficiais, ou laboratório do Fornecedor desde que a retirada dos corpos de prova seja efetuada e identificada na presença da SAE.

Deverá fazer parte do fornecimento o transporte do equipamento até o local da obra. Todos os materiais deverão ser adequadamente acondicionados e protegidos contra estragos durante o transporte. Junto com o endereço, na embalagem, deverá ser marcado o número completo da requisição.

O interior dos equipamentos deverá estar isento de detritos e todas as aberturas deverão estar protegidas: as rosqueadas com bujões e as flangeadas com tampões de madeira. As embalagens deverão possuir identificação do seu conteúdo. As superfícies usinadas expostas deverão ser protegidas com uma película facilmente removível de preventivo contra ferrugem.

5.3.8 Peças Sobressalentes

Deverão ser fornecidas peças sobressalentes necessárias para um período de manutenção de dois anos. A relação de peças sobressalentes deverá ser definida pelo Fabricante de acordo com sua experiência e deverá ser detalhada na proposta.

5.4 REGISTROS DE GAVETA

5.4.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Registros de Gaveta, a serem instalados nos locais e condições indicados no sistema de abastecimento de água da SAE.

O fornecimento incluirá, não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Registros de gaveta, conforme quantidades definidas nas Listas de Materiais e Equipamentos do Projeto;
- Elementos de vedação, conforme a necessidade;
- Sobressalentes, ferramentas e acessórios indicados pelo fabricante;
- Lubrificantes e acessórios para instalação, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático e de funcionamento;
- Proteção e revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia;

5.4.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído seguintes documentos técnicos pertinentes aos projetos executivos do Sistema de Produção de Catalão, GO:

- Memórias;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN -DeutscheIndustrieNormen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

5.4.3 Características Técnicas

Os registros de gaveta serão de corpo chato ou oval em função da pressão de trabalho, de acordo com a norma brasileira NBR 12430, acionamento direto com volante ou chave T e haste com rosca trapezoidal, ou ainda por redutor através de volante, conforme definido nas Listas de Materiais. O esforço requerido no aro do volante para acionar o registro não deverá ultrapassar 18 kgf.

As pressões nominais de serviço, o tipo de juntas e as demais características particulares de cada registro são informadas nas Listas de Materiais do projeto.

5.4.3.1 MATERIAIS

Os materiais adiante especificados para as partes principais do equipamento servem como referência do padrão de qualidade que será exigido pela SAE.

COMPONENTE	MATERIAL
Corpo, tampa e cunha	FºFº NBR 6916 classe 42012
Haste	Aço inox AISI-410
Anéis de vedação	Bronze ASTM-B-62
Parafusos e porcas	Aço ASTM-A-307 gr. B
Haste de prolongamento	Ferro treliçado

5.5 VENTOSAS

5.5.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Ventosas, a serem instaladas nos locais e condições indicados no sistema de abastecimento de água da SAE.

O fornecimento incluirá, não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Ventosas, conforme quantidades definidas nas Listas de Materiais e Equipamentos do Projeto;
- Elementos de vedação, conforme a necessidade;
- Sobressalentes, ferramentas e acessórios indicados pelo fabricante;
- Lubrificantes e acessórios para instalação, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático e de funcionamento;
- Proteção e revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia.

5.5.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído seguintes documentos técnicos pertinentes aos projetos executivos dos Sistemas de Produção de Catalão, GO:

- Memoriais;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsche Industrie Normen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

Os eventuais casos de divergência ou inconsistência dos termos desta especificação diante dessa Especificação Geral ou de outras especificações aplicáveis, ou entre os elementos técnicos do Projeto, serão solucionados exclusivamente pela SAE.

Caso o Proponente (ou o Fabricante) não possa atender a algum aspecto do Projeto, da Especificação Geral para Materiais e Equipamentos ou desta especificação particular, o mesmo deverá apontar a(s) divergência(s) de forma clara e em destaque, para que a SAE, segundo seu entendimento, decida sobre a aceitação do produto, ou necessidade de adequação do mesmo, ou até a rejeição de parte ou de todo o produto ofertado, conforme o caso.

5.5.3 Características Técnicas

5.5.3.1 Ventosa Simples e Tríplice Função

Os tipos das ventosas são definidos nas Listas de Materiais e Equipamentos do projeto.

As ventosas simples podem ser dos tipos:

VSCR: ventosa simples com rosca, padrão BSP, PN 10; ou

VSCF: ventosa simples com flange móvel NBR 7675 (ISO 2531), PN 10, PN 16 ou PN 25.

As ventosas de tríplice função (ou combinada) serão do tipo VTF, com flange, PN 10, PN 16 ou PN 25, conforme o caso, com gabaritos de furação conforme norma NBR 7675.

As ventosas tríplexes deverão admitir e expulsar o ar deslocado pela água durante o esvaziamento e enchimento da tubulação, respectivamente, e também eliminar continuamente o ar acumulado durante a operação.

As ventosas tríplexes deverão ser providas dos seguintes dispositivos:

- Protetor contra impacto, possibilitando uma distribuição uniforme do fluxo de ar em volta da boia, evitando que este suba e se feche em decorrência de araste proveniente da passagem de ar pela mesma;
- Disco de fechamento para descarga lenta e gradual do ar acumulado dentro da tubulação.

As boias deverão ter formato cilíndrico e movimento vertical para que a vedação ocorra sempre no mesmo ponto. Os elementos de vedação das boias deverão ser de borracha ASTM D2000.

Nos corpos das ventosas deverão ser gravadas as classes de pressão das mesmas.

5.5.3.1.1 Materiais

Os materiais adiante especificados para as partes principais do equipamento servem como referência do padrão de qualidade que será exigido pela SAE.

– Ventosa Simples

COMPONENTE	MATERIAL
Corpo e Tampa	Ferro Fundido NBR 6916 classe 42012
Niple de Descarga	Latão
Flutuador Maior	Alumínio
Flutuador Menor	Borracha EPDM
Vedação	Borracha

– Ventosa Tríplice

COMPONENTE	MATERIAL
Corpo, Tampa e Suporte	Ferro Fundido Dúctil NBR 6916 classe 42012
Porca e Parafuso	Aço carbono SAE 1020
Bóia Principal	Alumínio
Bóia Auxiliar	EPDM maciço
Anel de vedação	Borracha (ASTM D2000)

Foi tomada como referência de projeto as ventosas fabricadas pela Saint Gobain.

5.5.3.2 Ventosa de tríplice função de fechamento lento

Os tipos das ventosas são definidos nas Listas de Materiais e Equipamentos do projeto.

As ventosas de tríplice função e fechamento lento, com flange, PN 10, PN 16 ou PN 25, conforme o caso, com gabaritos de furação conforme norma NBR 7675.

As ventosas de tríplice e fechamento lento deverão admitir e expulsar grandes volumes de ar deslocado pela água durante o esvaziamento e enchimento da tubulação, respectivamente, e também eliminar continuamente o ar acumulado durante a operação.

As ventosas tríplexes deverão ser providas dos seguintes dispositivos:

- Protetor contra impacto, possibilitando uma distribuição uniforme do fluxo de ar em volta da bóia, evitando que este suba e se feche em decorrência de araste proveniente da passagem de ar pela mesma;
- Disco de fechamento para descarga lenta e gradual do ar acumulado dentro da tubulação.

A bóia deverá ter formato cilíndrico e movimento vertical para que a vedação ocorra sempre no mesmo ponto. Os elementos de vedação da bóia deverão ser de borracha EPDM, com dureza menor que 80 shore e a vedação não deverá ocorrer com o próprio corpo da bóia.

Nos corpos das ventosas deverão ser gravadas as classes de pressão das mesmas.

5.5.3.2.1 Materiais

COMPONENTE	MATERIAL
Corpo e Tampa	Ferro Fundido ASTM A-536 60-40-18
Junta Orifício	Borracha EPDM
Assento Orifício	Bronze ASTM B-62 B271 C83600
Junta Tórica	Buna-N
Porca e Parafuso	Aço
Flutuador cinético 2" – 4"	Polycarbonato 6" – 8" Aço Inox SAE 316
Anel de vedação	Borracha EPDM

Foi tomada como referência, no projeto, a Ventosa de Tríplice Função e fechamento lento modelo D060 HF NS, de fabricada pela ARI.

5.6 VÁLVULA BORBOLETA

5.6.1 Objetivo

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de válvulas tipo 'borboleta', a serem instalados no sistema de abastecimento de água da SAE.

5.6.2 Generalidades

O equipamento deve ser fabricado conforme o descrito nesta Especificação Técnica e formar um conjunto harmonioso e equilibrado, permitindo acesso fácil a todas as peças, a fim de simplificar a manutenção.

A adequada seleção de materiais é de responsabilidade do fabricante, desde que respeitadas as indicações desta Especificação Técnica. É obrigatório ao fabricante indicar e fornecer materiais equivalentes ou superiores aos aqui especificados.

Quando houver, nesta especificação ou nos projetos, indicação de marca ou modelo de algum fabricante específico, isto deve ser entendido como uma referência de projeto; ou seja, como referência do padrão construtivo mínimo que deve ser atendido.

Para orientação adequada do fornecimento, sempre devem ser tomadas como referência as últimas versões e/ou revisões das normas mencionadas nesta Especificação.

Quaisquer desvios em relação a esta Especificação deverão ser formalmente informados pelo fabricante, ainda na fase de processo de compra e antes da emissão da ordem de fornecimento, para que a SAE possa se manifestar quanto à sua aceitação ou não. Em caso de posterior recusa do fornecimento, não haverá ônus para a SAE.

Deve ser apresentado o Plano de Inspeções e Testes para o controle de qualidade, estabelecendo a sequência dos eventos e aprovações e determinando as inspeções ou testes que devem ser cumpridos para a liberação do equipamento. Também devem ser definidos os pontos de controle obrigatórios, com as indicações de especificações, normas e instruções a serem obedecidas, sem que seja interrompida a produção/fornecimento.

No ato da entrega do equipamento, o fornecedor deve apresentar toda a documentação relativa ao equipamento fornecido, incluindo o certificado de conformidade, pois este atesta que o equipamento atende aos requisitos fixados nesta Especificação Técnica e demais documentos integrantes deste fornecimento (folha de dados, relatório de ensaios, certificado de ensaio de materiais, desenhos dimensionais certificados, e etc.).

O fornecedor deve se comprometer a fornecer peças de reposição, caso seja necessário, e disponibilizar Assistência Técnica no Estado Goiás, permanente ou através de seus representantes, que possa oferecer reparos e garantias e orientar sobre aplicações de seus equipamentos.

5.6.3 Identificação do equipamento

A válvula deve trazer fundida no corpo, em relevo, as seguintes marcações: marca do fabricante, diâmetro nominal (mm), classe de pressão, seta indicadora de sentido preferencial de fluxo e identificações da fundição. Também deve possuir uma

placa de identificação em aço inoxidável, firmemente presa, contendo as seguintes informações gravadas de forma indelével:

- Marca do fabricante;
- Número da série de fabricação;
- Classe de pressão;
- Diâmetro nominal (mm);
- Data de fabricação;
- Norma de construção;
- Norma de furação dos flanges.

5.6.4 Garantia

O Fornecedor deverá garantir os materiais, equipamentos e acessórios contra quaisquer defeitos de projeto, material, fabricação ou de funcionamento pelo período mínimo de 24 meses a contar da data de entrega dos equipamentos e de 12 meses do funcionamento inicial. Essa garantia deverá abranger também os componentes fabricados por terceiros. Adicionalmente, devem ser asseguradas as garantias definidas pela Lei Federal 8.078, de 11/set/90.

Em caso de eventuais anomalias e de deficiências de projeto, fabricação e materiais, no período de garantia, o Fornecedor se obriga a efetuar a reposição dos elementos defeituosos sem qualquer ônus para a SAE. Se qualquer peça apresentar defeito e ficar comprovado que a falha foi causada por projeto incorreto, o Fornecedor se obriga a substituir essa peça em todas as unidades fornecidas, sem ônus para a SAE.

O prazo máximo para conserto de equipamento, durante a garantia do mesmo, será de 10 dias corridos, a contar da notificação feita pela SAE ao Fornecedor

5.6.5 Embalagem, transporte e armazenagem

A válvula deve ser embalada de forma a se evitar danos durante o transporte e a armazenagem. As partes usinadas devem ser protegidas por produtos anticorrosivos atóxicos, facilmente removíveis e resistentes ao tempo, por no mínimo 90 dias após a entrega.

As extremidades flangeadas da válvula devem ser protegidas com tampões de madeira, ou equivalentes, para o transporte e armazenagem.

A válvula deve ser mantida em sua embalagem original até o momento de sua instalação. Após a inspeção de recebimento, a embalagem deve ser restabelecida integralmente.

5.6.6 Características técnicas da válvula

5.6.6.1 Dados Específicos

Os requisitos específicos para cada válvula a ser fornecida constam na 'Folha de Dados' própria, que segue anexa ao final desta Especificação.

5.6.6.2 Características Construtivas e de Projeto

5.6.6.2.1 Gerais

As válvulas deverão ser fornecidas, testadas e montadas conforme determina esta Especificação. O projeto e a fabricação das válvulas borboleta devem atender às normas AWWA C504 e NBR-15768, conforme indicações nas Folhas de Dados, e cumprir os requisitos pertinentes do Código ASME – American Society of Mechanical Engineers. Qualquer outro código de projeto e fabricação estará sujeito à análise e eventual aprovação da SAE.

O modo de acoplamento das válvulas deverá ser conforme indicado na Folha de Dados (ao fim desta especificação). O padrão construtivo, as dimensões e as tolerâncias de “face a face” das válvulas, assim como a norma de furação dos flanges (comprimento do corpo da válvula) devem obedecer às normas indicadas no mesmo documento.

A velocidade máxima admissível (com segurança) do escoamento de operação normal da válvula, sob pressão máxima admissível de operação normal, deve ser igual ou menor que 4 m/s.

O conjunto formado pelo corpo, disco e eixos deve ser projetado e construído com sistema que proporcione baixo atrito entre o disco e a sede da válvula, e com torque de fechamento mínimo. O disco deve ser maciço e executado em peça específica, na qual é fixada uma sede em aço inox que faz contato com a sede de vedação substituível. Esta deve ser constituída de borracha com alma de aço e posicionada preferencialmente no corpo da válvula, permitindo que ocorra perfeita vedação pelo contato metal-borracha, independentemente do sentido do fluxo.

Válvulas com diâmetro nominal igual ou maior que 150 mm (6") devem conter olhal de içamento e um ressalto fundido no corpo da válvula para instalação do olhal, dimensionado para o peso do conjunto (válvula e atuador). No caso de válvulas tipo waffer e lug, podem ser utilizados os furos guia para o içamento. O fabricante deve efetuar alívio de tensões em todas as uniões soldadas, caso seja necessário.

Nos casos omissos ou divergentes, a SAE deve ser consultada e poderão ser eventualmente utilizadas referências diferentes das contidas nesta Especificação, mas presentes nas últimas revisões das normas das seguintes organizações:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AWWA - American Water Works Association
- ASTM - American Society for Testing Materials
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- DIN –Deutsches Institut für Normung
- ANSI - American National Standard Institute
- ISO - International Organization for Standardization
- NEMA - National Electrical Manufacturers Association
- API - American Petroleum Institute
- MSS - Manufacturers Standardization Society of Valve and Fitting Industry

A utilização de outras normas estará sujeita à análise e à aprovação da SAE.

5.6.6.2.2 Válvula borboleta tipo simétrica

Válvulas borboletas do tipo **simétrica** possuem sua linha de eixo pertencente ao plano de vedação e ao plano de simetria longitudinal do corpo da válvula. A fixação do eixo ao disco deve ser por elementos mecânicos desmontáveis de material inoxidável, que garantam a rigidez ao conjunto para as mais severas condições operacionais sem que haja desgaste prematuro, soltura ou movimentação dos componentes. Sua vedação pode apresentar alma metálica de reforço contra deformação e perda de estanqueidade podendo ser no corpo ou no disco.

5.6.6.2.3 Válvula borboleta tipo excêntrica (simples offset)

Válvulas borboletas do tipo excêntrica não tem sua linha de eixo pertencente ao plano de vedação; ou seja, a vedação e seu assento devem estar contidos em um cone centrado com o eixo longitudinal do corpo.

O sistema de vedação deve ser substituível e pode ser composto por:

- Sistema em material resiliente (elastômeros) fixado no corpo ou no disco e que deve apresentar alma metálica de reforço contra deformação do anel fixada por meio de parafusos de material inoxidável, que após aplicação de torque total permita estanqueidade total. O elastômero deve ser moldado por ferramental especialmente projetado e não pode ter emendas. A vedação do eixo do disco no corpo da válvula deve ser por meio de gaxetas ajustáveis ou anéis O'ring substituíveis sem a remoção do atuador.

5.6.6.2.4 Válvula borboleta tipo biexcêntrica (double offset)

Válvulas borboletas do tipo **biexcêntrica ou double offset** não tem sua linha de eixo pertencente ao plano de vedação e nem ao plano de simetria longitudinal do corpo da válvula; ou seja, a vedação e seu assento devem estar contidos em um cone centrado com o eixo longitudinal do corpo.

O sistema de vedação deve ser substituível e pode ser composto por:

- Sistema em material resiliente (elastômeros) fixado no corpo ou no disco e que deve apresentar alma metálica de reforço contra deformação ou apresentar geometria e composição que garantam a sua não deformação. Este não deve ser comprimido (reajustado pelo seu anel de fixação) para a garantia da sua estanqueidade nas condições máximas admissíveis de trabalho. Deve ser moldado por ferramental especialmente projetado e ser contínuo, sem apresentar emendas. Sua fixação no disco, ou no corpo, deve ser feita por meio de anel e parafusos de material inoxidável. A fixação do eixo ou semieixo ao disco deve ser feita por elementos mecânicos desmontáveis de material inoxidável, que garantam a rigidez necessária ao conjunto para as mais severas condições operacionais, evitando desgaste prematuro, soltura e movimentação relativa entre componentes.

5.6.6.2.5 Válvula borboleta tipo triexcêntrica (triple offset)

Em válvulas borboletas do tipo triexcêntrica ou triple offset a linha de eixo não pode ser pertencente ao plano de vedação e nem ao plano de simetria longitudinal do corpo da válvula; ou seja, a vedação e seu assento devem estar contidos em um cone cuja linha de centro deve rotacionar em relação ao eixo longitudinal do corpo permitindo assim que a vedação descreva uma geometria elipsoidal e desta forma o atrito entre vedação e sede deve ser nulo.

- Sistema com vedação feita em material resiliente e com alma de aço para resistir às deformações. A vedação não deve ser comprimida (reajustada pelo seu anel de fixação) de modo a manter a estanqueidade. Deve ser moldada por ferramental especialmente projetado e não deve ter emendas, sendo fixada ao disco através de anéis e parafusos de material inoxidável. O eixo deve ser fixado ao disco por elementos mecânicos desmontáveis de material também inoxidável que possuam garantia de rigidez ao conjunto para as mais severas condições operacionais, para que não haja desgastes prematuros, soltura ou movimentação de componentes.

5.6.6.3 Tipos de Acionamento

5.6.6.3.1 Acionamento Manual

- Manual com alavanca com trava de posição da abertura da válvula
- Manual com Volante sobre pedestal de manobra
- Manual com redutor

O redutor deve ser auto travável em qualquer ponto do curso de operação da válvula (mecanismo irreversível), possuir indicador externo que mostre o posicionamento do obturador (disco) e estar contido em caixa metálica adequada, com grau de proteção para instalação em local inundável (submerso) e lubrificação com graxa.

5.6.6.3.2 Acionamento por Atuador Motorizado

Atuador motorizado tipo moto-redutor composto por 3 estágios de transmissão para operação elétrica: redutor planetário, redutor tipo "sem-fim" e redutor com engrenagem. Deve possuir lubrificação permanente em banho de graxa, ser operável em qualquer posição e incluir volante com manopla para acionamento manual.

O estágio de transmissão com engrenagens sem-fim / coroa deve ser auto travável em qualquer ponto do curso de operação da válvula, dimensionado para 200% da máxima carga de operação normal prevista, possuir caixa totalmente fechada, lubrificação em banho de óleo ou graxa e operável em qualquer posição.

O motor elétrico deverá ser trifásico, 220/760 V, 60Hz, 4 pólos, classe de isolamento F com elevação de temperatura B, com sensor térmico, e forma construtiva normalizada conforme padrão de fabricação do atuador a ser indicada na proposta de fornecimento. O grau de proteção mínimo (IP) para motor e atuador está definido na Folha de Dados.

Deve ser conectado ao atuador elétrico:

- Indicador visual de posição composto por ponteiro e escala com marcações da válvula fechada e aberta;
- Transmissor de posição: circuito eletrônico para indicação precisa de posição (saída 4 a 20 mA) relativa e configuração eletrônica dos limites de curso correspondente às posições do equipamento acionado de 0 a 100%;
- Dispositivo limitador de torque: dispositivo mecânico sensível a esforços excessivos do atuador/disco do equipamento acionado, previamente calibrado na fábrica, ao qual são fixados extensômetros (*straingages*) para que sob a ação da carga, apresentem uma deformação predefinida, correspondente ao torque de saída do atuador para acionamento de duas micro chaves correspondentes ao sentido de abertura ou fechamento e consequentemente o desligamento do motor.

5.6.6.3.3 Acionamento por Atuador Motorizado Inteligente

Além do descrito no item anterior, o atuador deve possuir as seguintes características:

- Sistema de auto diagnose;
- Indicador digital: "display" de cristal líquido (LCD) com pelo menos duas linhas de no mínimo 16 caracteres e "backlight", utilizado para indicação de posição (0-100%), esforço (Nm), temperatura interna, hora, modelo do atuador, protocolo, alarmes e outros parâmetros internos;
- Comando local inteligente que deve possibilitar o monitoramento de todas as funções;
 - a) ter entradas e saídas analógicas e digitais, configuráveis e compatíveis com aplicação para sinais remotos e local;
 - b) possuir sistema de proteção contra sobrecargas;
 - c) *display* para mostrar o tipo de operação em execução (abertura, fechamento ou parada) e alarmes gerados;
 - d) botoeira do tipo não intrusiva para PARADA DE EMERGÊNCIA e seleção de travamento dos modos de comando LOCAL, DESLIGADO e REMOTO, com dispositivo de travamento e botoeira do tipo não intrusiva para comando ABRIR, FECHAR e PARAR.

5.6.6.4 Materiais de fabricação da Válvula

Componente	Material
Corpo - PN 10, PN 16	ASTM A536 65-45-12 ASTM A536 60-40-18 ASTM A216 WCB
Corpo - PN 25	ASTM A536 65-45-12
Disco	ASTM A536 65-45-12 ASTM A536 60-40-18 ASTM A216 WCB ASTM A351 CF8M (austenítico tipo 316) ASTM A743 CF8M (austenítico tipo 316) ASTM A182 tipo F316 (austenítico)
Sede	ASTM A276 tipo 304 ou 316 ASTM A743 CF8M Deposição (*) c/ usinagem
Vedação	BUNA-N, EPDM, Neoprene, PTFE
Componente	Material
Eixo ou semi-eixos – PN 10, PN 16	ASTM A276 tipo 410 ASTM A276 tipo 304
Eixo ou semi-eixos – PN 25	ASTM A276 tipo 410
Buchas	SAE 660 c/ polímero auto-lubrificante
Pinos cônicos fixadores do disco no semi-eixo	AISI 630 (17-4 PH) AISI 304 (18-8)
Parafusos	ASTM A320 Gr. B8 (AISI 304)
Caixa de redução	ASTM A536 65-45-12 ASTM A536 60-40-18 ASTM A216 WCB
(*) deposição:	16 a 18% Cr 10 a 14% Ni 2 a 3% Mo
(*) deposição:	Niresist

Nota: Poderão ser empregados materiais equivalentes ou superiores aos sugeridos acima, desde que seja submetido à consulta e análise prévia com concordância formal da SAE. Os atuadores deverão ser conforme padrão do fabricante.

5.6.6.5 Pintura

As válvulas devem ser fornecidas pintadas com tinta contra corrosão, atendendo ao padrão de pintura especificado na Folha de Dados. No caso da pintura ser feita segundo padrão próprio do fabricante, o esquema deve ser submetido à aprovação da SAE.

Em relação à toxicidade, as tintas utilizadas devem ser apropriadas para pintura de superfícies em contato com água para abastecimento público, de acordo com os limites estabelecidos na portaria 2.914 de 12/DEZ/2011 do Ministério da Saúde.

5.6.7 Inspeção e ensaios

Todos os recursos necessários à execução dos ensaios devem ser providenciados pelo fabricante. Deve-se permitir, a qualquer tempo, o livre acesso dos inspetores da SAE a todos os locais onde se desenvolvam atividades relacionadas ao fornecimento. A data de realização das inspeções programadas deve ser informada à SAE com pelo menos dez dias de antecedência.

5.6.8 Inspeção de fabricação

O equipamento deve ser inspecionado em cada fase do processo de fabricação, pela SAE ou por representante devidamente credenciado. Esta inspeção não isenta o fabricante da total responsabilidade pelo fornecimento.

A inspeção de fabricação deve abranger pelo menos os seguintes itens:

- Inspeção visual e dimensional;
- Inspeção de materiais e de componentes semi-acabados e acabados, recebidos pelo fabricante e pelos seus subfornecedores (através de certificados);
- Acompanhamento dos processos de fabricação e controle de qualidade;
- Inspeção dos componentes acabados ou semielaborados;
- Inspeção da pré-montagem e da gravação dos componentes da válvula;
- Inspeção de pintura da válvula, com medição da espessura final da película seca, e ensaio de aderência conforme as normas NTS 039 e NTS 041.

5.6.9 Ensaios

O fornecedor deve realizar os ensaios, descritos a seguir, em todas as unidades adquiridas, em instalações próprias ou em instituição autorizada pela SAE. Os testes devem ser de responsabilidade e custeio do fornecedor e com o acompanhamento da SAE ou de firma por ela devidamente credenciada.

O fornecedor deve notificar a SAE, com no mínimo quinze dias úteis de antecedência, da data em que cada válvula estará pronta para os ensaios.

5.6.9.1 Ensaio Hidrostático do Corpo da Válvula

Para execução deste ensaio o corpo da válvula deve estar isento de qualquer tipo de revestimento. A válvula deve ser completamente preenchida com água limpa e hidrosticamente ensaiada a 1,5 vezes o valor da classe de pressão da válvula, conforme indicado na Folha de Dados.

A válvula deve ser mantida pressurizada por no mínimo dez minutos, período em que não deve ocorrer queda de pressão e durante o qual a mesma deve ser visualmente inspecionada para detecção de qualquer sinal de vazamento.

5.6.9.2 Ensaio de Estanqueidade do Disco de Vedação

A duração deste ensaio deve ser de no mínimo 10 minutos.

A pressão de teste deve ser 1,5 vezes o valor da classe de pressão da válvula, conforme indicado na Folha de Dados. Esta deve ser aplicada a jusante do disco, permanecendo o lado oposto exposto à pressão atmosférica.

O processo deve ser repetido para o outro lado (estranqueidade bidirecional). A válvula não deve apresentar qualquer passagem de fluido ou gotejamento para o lado

aberto à atmosfera durante o ensaio, garantindo total estanqueidade do disco e da vedação.

5.6.10 Garantia e controle da qualidade

O sistema de garantia e controle de qualidade do fornecedor deve ser devidamente documentado e apresentado na proposta, como por exemplo: metalografia, líquido penetrante, dureza, ultrassom nas peças metálicas, soldas e deposições metálicas, inclusive de subfornecedores. Isto de ser feito de forma a permitir total rastreabilidade das inspeções e dos ensaios intermediários e finais.

5.6.11 Acessórios

Devem ser fornecidos, junto com a válvula, acessórios para fixação dos flanges com materiais e revestimentos e parafusos para os furos roscados, condizentes com a pressão de trabalho especificada na Folha de Dados.

5.6.12 Documentos

5.6.12.1 Documentos a serem apresentados pelo proponente

Os seguintes documentos devem ser apresentados, pelo proponente, na proposta de fornecimento:

- Catálogos e publicações técnico-comerciais do equipamento (em português ou inglês);
- Folha de Dados gerais do equipamento (em português);
- Descrição técnica do equipamento e de suas características construtivas e operacionais, que permita o confronto da proposta com as exigências desta;
- Normas de fabricação (em português);
- Lista de divergências com esta especificação, ressaltando os pontos em desacordo e declarando explicitamente a total conformidade dos demais itens (em português);
- Curva de perda de carga relativa à vazão na válvula, com indicação da faixa de trabalho recomendada (em português ou inglês);
- Especificação de pintura (em português ou inglês);
- Sistema de garantia e controle de qualidade;
- Outras informações e documentos a critério do proponente.

5.6.12.2 Documentos a serem encaminhados pelo fornecedor após o “aceite”

Os seguintes documentos devem ser encaminhados, em duas vias, pelo fornecedor ao administrador do contrato após o aceite do Pedido de Compra, para que sejam submetidos à prévia aprovação da SAE antes da fabricação:

- Desenhos do conjunto, incluindo cortes, dimensionais completos e lista de materiais da válvula, devidamente identificados e codificados, em mais de uma via reproduzível, possuindo perfeita identificação de todos os componentes, códigos e detalhes construtivos. Para as válvulas excêntricas, biexcêntricas e triexcêntricas, também devem ser fornecidas: curva de torque de acionamento e tabela de

equivalência dos materiais entre normas técnicas nacionais, estrangeiras e internacionais;

- Plano de inspeção de fabricação;
- Manual de instalação e manutenção (em português).

5.6.12.3 Condições para fabricação

As válvulas estarão liberadas para fabricação somente quando os documentos indicados no item anterior forem totalmente aprovados.

Enquanto houver comentários a serem respondidos ou adequados pelo fabricante os documentos não estarão aprovados. Depois de atendidos os comentários, os documentos devem ser reapresentados, e neste intervalo, até que os mesmos sejam completamente aprovados, as válvulas não estarão liberadas para fabricação.

5.6.13 Documentos de fabricação

Ao longo do processo de fabricação devem ser entregues:

- Certificados de qualidade dos materiais e componentes empregados na válvula (em português ou inglês);
- Certificados e relatórios de ensaios e de conformidade com esta Especificação (em português ou inglês);
- Certificado de pintura (em português ou inglês).

5.6.14 Documentação Final

Toda a documentação pertinente ao fornecimento (folha de dados, relatórios de ensaios, certificados de ensaio de materiais, desenhos certificados, certificados de conformidade, manuais e demais documentos) deve ser fornecida em três vias no ato de entrega do equipamento.

5.6.15 Posições da Válvula com relação ao sentido de fluxo

É preciso que haja a possibilidade de alteração da posição do mecanismo de redução, esta alteração deverá ocorrer na fábrica em qualquer uma das quatro posições demonstradas na figura 1 a seguir.

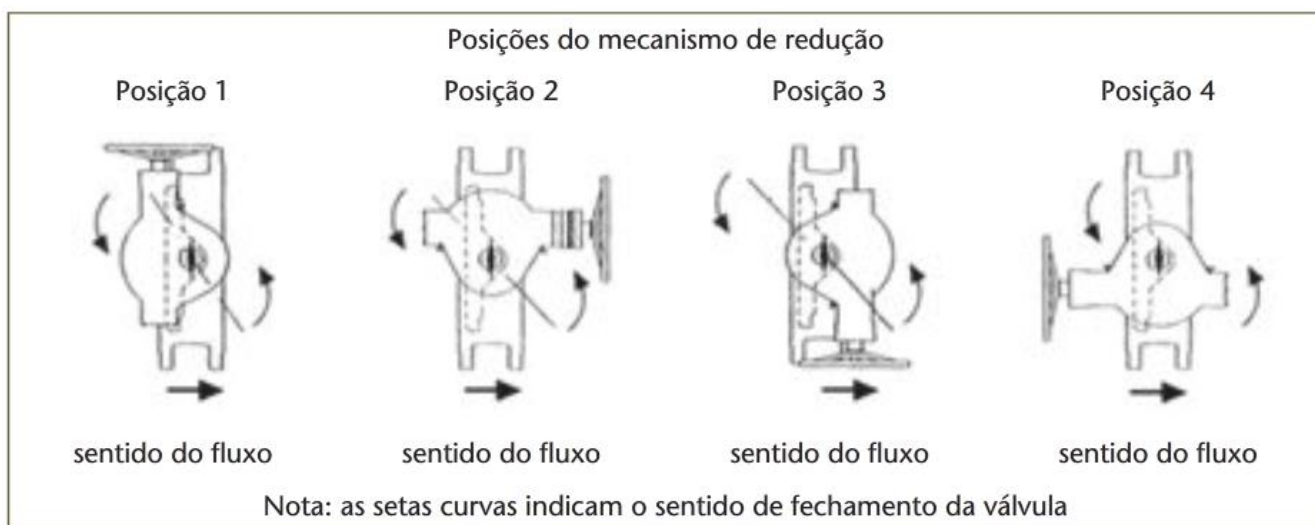


Figura 1 – Posição das válvulas.

Folha de Dados 1: Válvula Borboleta – EAB Samambaia.

1	Número de Controle	
2	Condições locais	
2.1	Local de instalação	No barrilete de Recalque da EAB Samambaia
2.2	Cota altimétrica da instalação (m)	732
2.3	Tipo e condições da instalação	(x) abrigada () abrigada com possibilidade de inundação () abrigada em ambiente quimicamente agressivo () ao tempo (caixa c/ possibilidade de inundação) () enterrada (condição não recomendada) () inundada
3	Condições específicas	
3.1	Fluido de processo	(X) água bruta () água tratada () água de reuso
3.2	Vazão de trabalho	0,140 m³/s
4	Escopo de fornecimento	
4.1	Quantidade de fornecimento	03
4.2	Diâmetro nominal (mm)	400
4.3	Classe de pressão	Padrão ISO/Padrão AWWA () PN 4/75 psi () PN 6/125 psi () PN 10/150 psi () PN 16/200 psi (X) PN 25/300 psi
4.4	Padrão construtivo	() NBR 15768 (X) AWWA C 504 () ISO 5752 série longa () ISO 5752 série curta
4.5	Distância Face a Face	() AWWA C 504 corpo longo* (X) AWWA C 504 corpo curto* () ISO 5752 série longa* () ISO 5752 série curta*
4.6	Vedação	() unidirecional (X) bidirecional
4.7	Forma de disposição do disco e eixos em relação ao corpo	() simétrica () excêntrica (X) biexcêntrica () triexcêntrica
4.8	Padrão de pintura da válvula	(X) fabricante
4.9	Tipo de montagem	(X) flangeada () waffer () lug
4.10	Norma de furação dos flanges	(X) NBR 7675 / ISO 2531
4.11	Acessórios de montagem	() incluir (Volante sobre pedestal de manobra e haste de prolongamento)

4.12	Função da válvula na instalação	<input type="checkbox"/> bloqueio de linha <input type="checkbox"/> bloqueio de filtro de ETA <input type="checkbox"/> bloqueio de reservatório <input checked="" type="checkbox"/> bloqueio de bomba <input type="checkbox"/> bloqueio e partida de bomba
4.13	Tipo de acionamento	<input type="checkbox"/> manual com alavanca <input checked="" type="checkbox"/> manual com volante <input type="checkbox"/> manual com redutor <input type="checkbox"/> manual com redutor, preparada para instalação de atuador motorizado <input type="checkbox"/> com atuador elétrico <input type="checkbox"/> com atuador elétrico inteligente
4.14	Norma ou padrão construtivo do acionamento	<input checked="" type="checkbox"/> AWWA C 540 <input type="checkbox"/> ISO 5211 <input type="checkbox"/> DIN 3210 <input type="checkbox"/> fabricante
4.15	Posição do acionamento (em relação ao sentido do fluxo)	<input checked="" type="checkbox"/> Posição 1 <input type="checkbox"/> Posição 2 <input type="checkbox"/> Posição 3 <input type="checkbox"/> Posição 4

Folha de Dados 2: Válvula Borboleta – EAB Samambaia.

1	Número de Controle	
2	Condições locais	
2.1	Local de instalação	Na derivação do RHO da EAB Samambaia
2.2	Cota altimétrica da instalação (m)	732
2.3	Tipo e condições da instalação	() abrigada () abrigada com possibilidade de inundação () abrigada em ambiente quimicamente agressivo (x) ao tempo (caixa c/ possibilidade de inundação) () enterrada (condição não recomendada) () inundada
3	Condições específicas	
3.1	Fluido de processo	(X) água bruta () água tratada () água de reuso
3.2	Vazão de trabalho	0,280 m³/s
4	Escopo de fornecimento	
4.1	Quantidade de fornecimento	01
4.2	Diâmetro nominal (mm)	600
4.3	Classe de pressão	Padrão ISO/Padrão AWWA () PN 4/75 psi () PN 6/125 psi () PN 10/150 psi () PN 16/200 psi (X) PN 25/300 psi
4.4	Padrão construtivo	() NBR 15768 (X) AWWA C 504 () ISO 5752 série longa () ISO 5752 série curta
4.5	Distância Face a Face	() AWWA C 504 corpo longo* (X) AWWA C 504 corpo curto* () ISO 5752 série longa* () ISO 5752 série curta*
4.6	Vedação	() unidirecional (X) bidirecional
4.7	Forma de disposição do disco e eixos em relação ao corpo	() simétrica () excêntrica (X) biexcêntrica () triexcêntrica
4.8	Padrão de pintura da válvula	(X) fabricante
4.9	Tipo de montagem	(X) flangeada () waffer () lug
4.10	Norma de furação dos flanges	(X) NBR 7675 / ISO 2531
4.11	Acessórios de montagem	() incluir (Volante sobre pedestal de manobra e haste de prolongamento)

4.12	Função da válvula na instalação	(X) bloqueio de linha () bloqueio de filtro de ETA () bloqueio de reservatório () bloqueio de bomba () bloqueio e partida de bomba
------	---------------------------------	--

Folha de Dados 2: Válvula Borboleta – EAB Intermediária Samambaia (Continuação).

4.13	Tipo de acionamento	<input type="checkbox"/> manual com alavanca <input checked="" type="checkbox"/> manual com volante <input type="checkbox"/> manual com redutor <input type="checkbox"/> manual com redutor, preparada para instalação de atuador motorizado <input type="checkbox"/> com atuador elétrico <input type="checkbox"/> com atuador elétrico inteligente
4.14	Norma ou padrão construtivo do acionamento	<input checked="" type="checkbox"/> AWWA C 540 <input type="checkbox"/> ISO 5211 <input type="checkbox"/> DIN 3210 <input type="checkbox"/> fabricante
4.15	Posição do acionamento (em relação ao sentido do fluxo)	<input checked="" type="checkbox"/> Posição 1 <input type="checkbox"/> Posição 2 <input type="checkbox"/> Posição 3 <input type="checkbox"/> Posição 4

Folha de Dados 3: Válvula Borboleta – EAB Intermediária Samambaia.

1	Número de Controle	
2	Condições locais	
2.1	Local de instalação	EAB Intermediária Samambaia
2.2	Cota altimétrica da instalação (m)	833
2.3	Tipo e condições da instalação	(x) abrigada () abrigada com possibilidade de inundação () abrigada em ambiente quimicamente agressivo () ao tempo (caixa c/ possibilidade de inundação) () enterrada (condição não recomendada) () inundada
3	Condições específicas	
3.1	Fluido de processo	(X) água bruta () água tratada () água de reuso
3.2	Vazão de trabalho	0,14 m³/s
4	Escopo de fornecimento	
4.1	Quantidade de fornecimento	03
4.2	Diâmetro nominal (mm)	400
4.3	Classe de pressão	Padrão ISO/Padrão AWWA () PN 4/75 psi () PN 6/125 psi () PN 10/150 psi () PN 16/200 psi (X) PN 25/300 psi
4.4	Padrão construtivo	() NBR 15768 (X) AWWA C 504 () ISO 5752 série longa () ISO 5752 série curta
4.5	Distância Face a Face	() AWWA C 504 corpo longo* (X) AWWA C 504 corpo curto* () ISO 5752 série longa* () ISO 5752 série curta*
4.6	Vedação	() unidirecional (X) bidirecional
4.7	Forma de disposição do disco e eixos em relação ao corpo	() simétrica () excêntrica (X) biexcêntrica () triexcêntrica
4.8	Padrão de pintura da válvula	(X) fabricante
4.9	Tipo de montagem	(X) flangeada () waffer () lug
4.10	Norma de furação dos flanges	(X) NBR 7675 / ISO 2531
4.11	Acessórios de montagem	() incluir (Volante sobre pedestal de manobra e haste de prolongamento)

4.12	Função da válvula na instalação	<input type="checkbox"/> bloqueio de linha <input type="checkbox"/> bloqueio de filtro de ETA <input type="checkbox"/> bloqueio de reservatório <input checked="" type="checkbox"/> bloqueio de bomba <input type="checkbox"/> bloqueio e partida de bomba
------	---------------------------------	--

Folha de Dados 3: Válvula Borboleta – EAB Intermediária Samambaia (Continuação).

4.13	Tipo de acionamento	<input type="checkbox"/> manual com alavanca <input checked="" type="checkbox"/> manual com volante <input type="checkbox"/> manual com redutor <input type="checkbox"/> manual com redutor, preparada para instalação de atuador motorizado <input type="checkbox"/> com atuador elétrico <input type="checkbox"/> com atuador elétrico inteligente
4.14	Norma ou padrão construtivo do acionamento	<input checked="" type="checkbox"/> AWWA C 540 <input type="checkbox"/> ISO 5211 <input type="checkbox"/> DIN 3210 <input type="checkbox"/> fabricante
4.15	Posição do acionamento (em relação ao sentido do fluxo)	<input checked="" type="checkbox"/> Posição 1 <input type="checkbox"/> Posição 2 <input type="checkbox"/> Posição 3 <input type="checkbox"/> Posição 4

5.7 MEDIDOR DE VAZÃO ULTRASSÔNICO INTRUSIVO PARA ÁGUA

5.7.1 Escopo do fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Medidor de Vazão do tipo Ultrassônico Intrusivo para água tratada, a ser instalado em Sistemas de Abastecimento de Água de Catalão, GO.

O fornecimento incluirá, não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- assistência técnica no local de instalação e start up;
- instalação a 60° sem afetar o revestimento interno do tubo;
- dois pares de sensores ultra-sônicos, conforme projeto;
- pressão máxima PN-40;
- temperaturas de -20°C a + 200°C;
- conversor de sinal;
- testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático;
- instalação do equipamento em tubulações pressurizadas de aço inox, em aço carbono e ferro fundido sem interrupção de fluxo;
- tubulação em ferro fundido com espessura mínima de 8 mm deverá ser utilizado cinta metálica;
- Instalação do equipamento a 20 x DN à jusante da singularidade e 10 x DN à montante da outra singularidade;
- garantia.

5.7.2 Geral

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos seguintes documentos técnicos:

- Memoriais;
- Listas de materiais;
- Desenhos do projeto.

A fabricação dos materiais hidráulicos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação

técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da companhia de saneamento. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsche Industrie Normen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser rigorosamente observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela companhia de saneamento de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

Os eventuais casos de divergência ou inconsistência dos termos desta especificação diante dessa Especificação Geral ou de outras especificações aplicáveis, ou entre os elementos técnicos do Projeto, serão solucionados exclusivamente pela companhia de saneamento.

Caso o Proponente (ou o Fabricante) não possa atender a algum aspecto do Projeto, da Especificação Geral para Materiais e Equipamentos ou desta especificação particular, o mesmo deverá apontar a(s) divergência(s) de forma clara e em destaque, para que a companhia de saneamento, segundo seu entendimento, decida sobre a aceitação do produto, ou necessidade de adequação do mesmo, ou até a rejeição de parte ou de todo o produto ofertado, conforme o caso.

5.7.3 Características técnicas

O medidor de vazão deve ser dotado de cabos para interligação dos transdutores ao conversor de sinal, tipo coaxial (75 Ω) com shield e um condutor de 1 x 0,8 mm, diâmetro externo 6 mm, temperatura máxima de operação 80° C e distância máxima de montagem de 120 m com conversor de sinal com precisão $\pm 0,5\%$ a 1,5 % do valor medido e baixa interferência elétrica e térmica e sua construção deve ser robusta e a prova de intempéries.

O conversor de sinal com indicação de vazão instantânea e acumulada, uma saída analógica de corrente e uma saída de pulsos para totalização da vazão, alimentação 115/230 VCA e grau de proteção IP 65.

5.7.3.1 Materiais

O material do Transdutor será em aço inox 316 com grau de proteção IP 68, o invólucro do Conversor de Sinal em alumínio fundido e pintado com grau de proteção IP 65.

Foi tomado como referência, no projeto de engenharia, o Medidor de Vazão Ultra- Sônico Intrusivo - SONOKIT de fabricação DIGITROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

5.7.4 Condições de serviço e requisitos técnicos

5.7.4.1 MEDIDOR EAB SAMAMBAIA

- INFORMAÇÕES BÁSICAS

Energia local: 220 V (fase/neutro), 60 Hz.

- CONDIÇÕES DE SERVIÇO

Líquido: água bruta;

Temperatura: 20° C;

- CONFIGURAÇÃO FÍSICA

Instalação: abrigado em caixa de concreto;

Material da Tubulação: FºFº Dúctil;

- INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS

Local de instalação/ DN do Medidor:

- Saída da EAB Samambaia/DN 600.
- Saída da EAB Intermediária Samambaia/DN 600.

5.8 VÁLVULAS DE RETENÇÃO

5.8.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento de Válvulas de Retenção, a serem instaladas nos locais e condições indicados no sistema de abastecimento de água da SAE.

O fornecimento incluirá não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Válvulas de retenção de fechamento rápido, tipo “Clasar”, conforme quantidades definidas nas Listas de Materiais e Equipamentos do Projeto;
- Elementos de vedação, conforme a necessidade;
- Sobressalentes, ferramentas e acessórios indicados pelo fabricante;
- Lubrificantes e acessórios para instalação, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático e de funcionamento;
- Proteção e revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Acondicionamento dos produtos;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia.
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Garantia.

5.8.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos seguintes documentos técnicos pertinentes aos projetos executivos do Sistema de Produção de Catalão, GO:

- Memoriais;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que

seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials

DIN - Deutsche Industrie Normen

ANSI - American National Standard Institute

SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral

5.8.3 Características Técnicas

O tipo do corpo da válvula (com flanges) e a pressão nominal são definidos na Lista de Material correspondente. Quando existirem ($DN \geq 500$ mm), as juntas deverão ser com flanges conforme ABNT NBR 7675. A vedação deve ser em material resiliente e garantir perfeita vedação durante os testes hidrostáticos, de vazamento e de vedação nas pressões correspondentes conforme norma DIN - 3221. O tempo de fechamento não pode ultrapassar 0,1 segundo.

Válvula de retenção, com fechamento rápido, tipo “Clasar”, com as seguintes características:

- Corpo de montante tipo monobloco em ferro fundido cinzento ASTM-48 classe 35 B, ou ferro fundido dúctil ASTM-A-536 GR 65 – 45 – 12, (dependendo da classe de pressão) com anéis concêntricos perfilados utilizados como assento do obturador;
- Corpo jusante tipo monobloco em ferro fundido cinzento, ou ferro fundido dúctil ASTM-A-536 GR 65 – 45 – 12, com guia central para a mola e aleta de reforços;
- Obturador de movimento longitudinal composto de anéis concêntricos em poliuretano;
- Mola helicoidal de compressão em aço inoxidável AISI-302;
- Anel tipo “o”, em borracha nitrílica na ligação entre corpos montante e jusante;
- Olhal de suspensão para facilitar a montagem/desmontagem;
- Elementos de ligação dos corpos montante e jusante, galvanizados conforme ASTM-A-153, classe C;
- Parafusos e pinos de fixação interna em aço inoxidável AISI-304/316;
- Guarnições internas em papelão hidráulico.

Os materiais acima especificados servem de referência do padrão de qualidade que será exigido pela SAE. Foram tomados como referência, no projeto de engenharia, válvulas Clasar de fabricação Valloy.

Deverão ser informadas ao fabricante as pressões de operação, projeto e teste; temperaturas de operação e projeto, local de instalação e tipo fluido. No corpo da válvula deverá estar gravado o nome do fabricante, o sentido de fluxo do líquido e a pressão nominal da válvula.

A válvula deverá ser fornecida com parafusos para e porcas, e para flanges conforme definido nas “Listas de Materiais”.

Deverá ser fixada no corpo da válvula, plaqueta de identificação em material não corrosivo, com as seguintes informações: tipo de válvula; diâmetro; classe de pressão; norma de fabricação; fabricante e ensaio hidrostático do corpo.

5.9 MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO

5.9.1 Escopo do Fornecimento

Esta especificação estabelece as condições particulares para o fornecimento do Medidor de Vazão Eletromagnético, a ser instalado no Sistema de Abastecimento de Água da SAE.

O fornecimento incluirá não se limitando aos mesmos, os seguintes itens principais:

- Medidor de Vazão Tipo Eletromagnético, conforme quantidades definidas nas Listas de Materiais e Equipamentos do Projeto;
- anéis de vedação, conforme a necessidade;
- lubrificantes para instalação, conforme a necessidade;
- Testes e ensaios em linha de produção, inclusive hidrostático;
- Revestimento interno e externo, conforme o caso;
- Montagens de fábrica e de campo;
- Certificados, manuais e catálogos;
- Assistência técnica, inclusive no local de instalação;
- Acondicionamento dos produtos;
- Garantia;

5.9.2 Condições Gerais

Complementam a presente especificação, a Especificação Geral para Materiais e Equipamentos, e o Projeto, constituído pelos seguintes documentos técnicos pertinentes do projeto hidráulico:

- Memoriais;
- Lista de materiais;
- Desenhos do projeto;

A fabricação dos equipamentos deve obedecer às normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, referidas ou não nesta especificação técnica, complementadas pelas normas abaixo citadas, no que for cabível, prevalecendo, em caso de divergência, as determinações da SAE. Outras normas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

ASTM - American Society for Testing and Materials
DIN - Deutsche Industrie Normen
ANSI - American National Standard Institute
SAE - Society of Automotive Engineers.

A Especificação Geral para Materiais e Equipamentos deverá ser também observada. Nela estão detalhados procedimentos e exigências técnicas que necessariamente devem ser atendidos para fabricação, fornecimento, instalação, colocação em funcionamento e aceitação pela SAE de materiais e equipamentos, de uma forma geral.

5.9.3 Características Técnicas

O medidor de vazão deve ser dotado de indicador digital a ser instalado no painel de controle (transmissor remoto) e de protetor de surto, garantir precisão mínima de 0,25 % e baixa interferência elétrica e térmica, e sua construção deve ser robusta e à prova de intempéries.

5.9.3.1 Materiais

Os materiais adiante especificados para as partes principais do equipamento servem como referência do padrão de qualidade que será exigido pela SAE.

COMPONENTE	MATERIAL
Tubo de medição	Aço Inox AISI 304(1.4301)
Invólucro	Aço Carbono SAE 1008, com pintura de acabamento
Caixa de bornes	Alumínio, com pintura de acabamento

Foi tomado como referência, no projeto, o Medidor de Vazão de fabricação CONAULT CONTROLES AUTOMÁTICOS LTDA.

5.9.4 Condições de Serviço e Requisitos Técnicos

5.9.4.1 MEDIDOR 1

- INFORMAÇÕES BÁSICAS

Local de instalação: Captação de Água Bruta Pari, Catalão/GO;

- CONDIÇÕES DE SERVIÇO

- Diâmetro Nominal: 350 mm
- Vazão Nominal: 185 a 208 L/s
- Velocidade Nominal: 1,92 a 2,16 m/s
- Líquido: Água bruta
- Temperatura: 25°C

Particularidades: a ser instalado na posição horizontal, em linha;

- CONFIGURAÇÃO FÍSICA

Instalação: abrigado em caixa de concreto;
DN de projeto: 350 mm.

5.9.4.2 MEDIDOR 2

- INFORMAÇÕES BÁSICAS

Local de instalação: EAB Intermediária Pari, Catalão/GO;

- CONDIÇÕES DE SERVIÇO

- Diâmetro Nominal: 350 mm

- Vazão Nominal: 185 a 2138 L/s
- Velocidade Nominal: 1,87 a 2,21 m/s
- Líquido: Água bruta
- Temperatura: 25°C

Particularidades: a ser instalado na posição horizontal, em linha;

- CONFIGURAÇÃO FÍSICA

Instalação: abrigado em caixa de concreto;

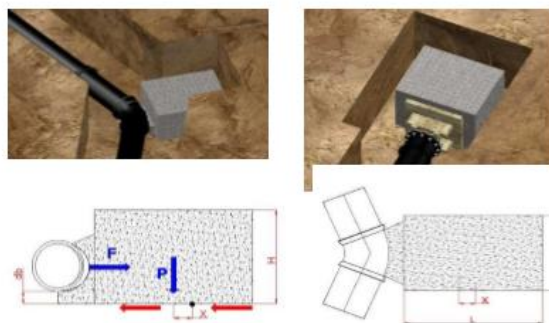
DN de projeto: 350 mm.

6 ESPECIFICAÇÃO GERAL PARA BLOCOS DE ANCORAGEM

6.1 DESCRIÇÃO GERAL

6.1.1 Metodologia

Dimensões do ancoragem :



- L : Comprimento do ancoragem (m)
- B : Largura do ancoragem (m)
- H : Altura do ancoragem (m)

Quando tem uma conexão sob pressão, uma força F de empuxo hidráulico aparece :

$$F = 2 p \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \sin \left(\frac{\theta}{2} \right) \frac{10^6}{g}$$

- F : Força de empuxo (Kg)
- p : Pressão de ensaio (MPa)
- D : Diâmetro externo do tubo (m)
- g : Aceleração da gravidade (m/s²)
- θ : Ângulo da curva (°)

Dimensionamento :

O dimensionamento do ancoragem é feito através duas condições:

1) Condição de atritos :

$$F_a = \mu \gamma_c L H B$$

F_a : Atritos (kg)

γ_c : Massa específica do concreto (kg/m³)

$$B = \sqrt{\frac{F}{\mu \gamma_c 1,1 H}} \quad \text{com } L = L_1 = 1,1 B$$

2) Condição de momentos :

A reação passa pelo terceiro centra da base do ancoragem.

$$P X = F \left(d_b + \frac{D_{\text{bolsa}}}{2} \right) \text{ com } X \leq \frac{L}{6}$$

$$L_2 = \sqrt{\frac{6 F \left(d_b + \frac{D_{\text{bolsa}}}{2} \right)}{\gamma_c B H}}$$

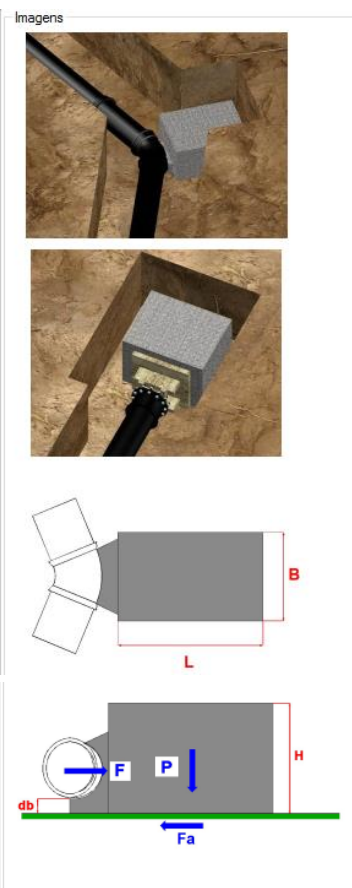
$$L = \text{Max} [L_1 ; L_2]$$

6.1.2 Modelo 01

Canalização	
Classe	K7
DN	300
Conexão	11"15
Pressão	21 (bar)
Solo	
Massa específica	1800 (kg/m ³)
Ângulo de atrito interno	30 (°)
Mostrar	
Ancoragem	
Altura H (Min)	1 0,43 (m)
Altura db (Min)	0,1 0,1 (m)
Massa específica do Concreto	2300 (kg/m ³)

Características Canalização	
Diâmetro externo	326 (mm)
Diâmetro externo da bolsa	0,41 (m)
Características do solo	
Coefficiente de atrito Solo/Concreto	0,52
Sistema de Forças	
Empuxo F	3,44 (toneladas)
Peso total P	6,61 (toneladas)
Atritos Fa	3,44 (toneladas)

Dimensões de Ancoragem	
Comprimento	
Condição de atrito	L1 1,78 (m)
Condição de estabilidade	L2 1,3 (m)
Comprimento de ancoragem	L 1,78 (m)
Largura B	1,62 (m)
Altura H	1 (m)
Peso da Ancoragem	6,61 (t)
Volume da ancoragem	2,88 (m ³)

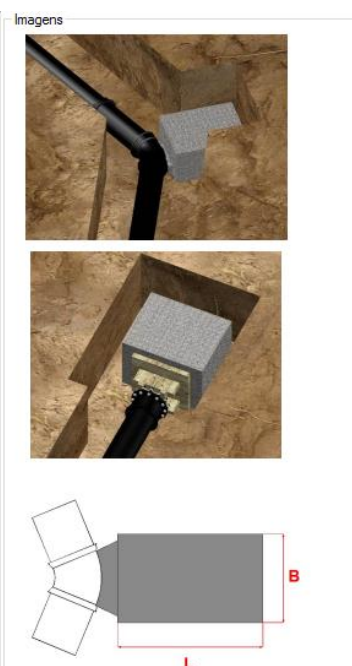


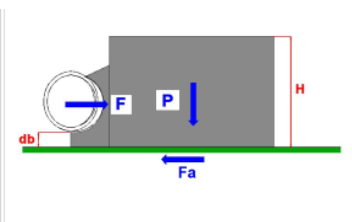
6.1.3 Modelo 02

Canalização	
Classe	K7
DN	300
Conexão	22"30
Pressão	21 (bar)
Solo	
Massa específica	1800 (kg/m ³)
Ângulo de atrito interno	30 (°)
Mostrar	
Ancoragem	
Altura H (Min)	1 0,43 (m)
Altura db (Min)	0,1 0,1 (m)
Massa específica do Concreto	2300 (kg/m ³)

Características Canalização	
Diâmetro externo	326 (mm)
Diâmetro externo da bolsa	0,41 (m)
Características do solo	
Coefficiente de atrito Solo/Concreto	0,52
Sistema de Forças	
Empuxo F	6,84 (toneladas)
Peso total P	13,16 (toneladas)
Atritos Fa	6,84 (toneladas)

Dimensões de Ancoragem	
Comprimento	
Condição de atrito	L1 2,51 (m)
Condição de estabilidade	L2 1,54 (m)
Comprimento de ancoragem	L 2,51 (m)
Largura B	2,28 (m)
Altura H	1 (m)
Peso da Ancoragem	13,16 (t)
Volume da ancoragem	5,72 (m ³)





6.1.4 Modelo 03

Canalização

Classe

DN

Conexão

Pressão (bar)

Solo

Massa específica (kg/m³)

Ângulo de atrito interno (°)

Ancoragem

Altura **H** (Min) (m)

Altura **db** (Min) (m)

Massa específica do Concreto (kg/m³)

Características Canalização

Diâmetro externo (mm)

Diâmetro externo da bolsa (m)

Características do solo

Coefficiente de atrito Solo/Concreto

Sistema de Forças

Empuxo **F** (toneladas)

Peso total **P** (toneladas)

Atritos **Fa** (toneladas)

Dimensões de Ancoragem

Comprimento

Condição de atrito **L1** (m)

Condição de estabilidade **L2** (m)

Comprimento de ancoragem **L** (m)

Largura

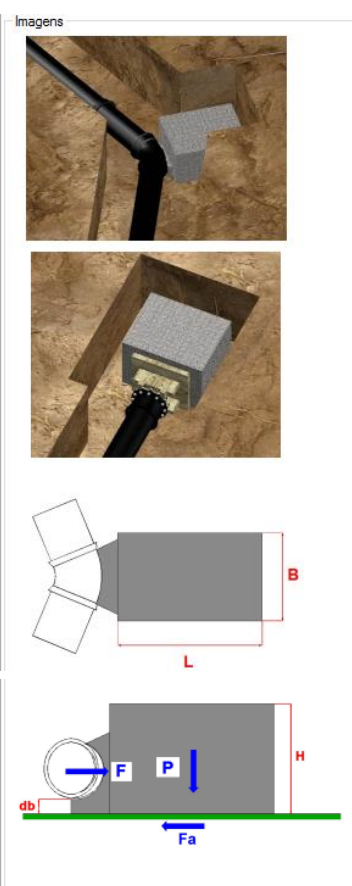
B (m)

Altura



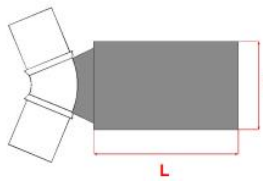
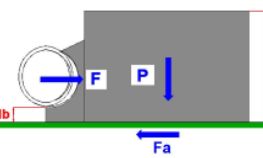
H (m)

Peso da Ancoragem (t)



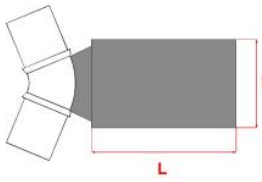
Volume da ancoragem (m³)

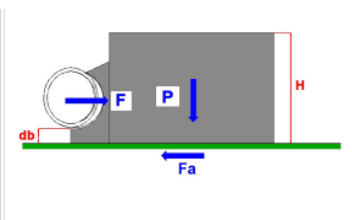


6.1.5 Modelo 04

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="326"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="4,78"/> (m)	   
DN <input type="text" value="300"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,41"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="2,13"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="90°"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="4,78"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="4,34"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coefficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Angulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="24,79"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="47,71"/> (t)	
Mostrar	Peso total P <input type="text" value="47,71"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="20,74"/> (m3)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,43"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="24,79"/> (toneladas)		
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)			
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			

6.1.6 Modelo 05

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="326"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="4,78"/> (m)	  
DN <input type="text" value="300"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,41"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="2,13"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="90°"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="4,78"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="4,34"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coefficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Angulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="24,79"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="47,71"/> (t)	
Mostrar	Peso total P <input type="text" value="47,71"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="20,74"/> (m3)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,43"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="24,79"/> (toneladas)		
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)			
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			

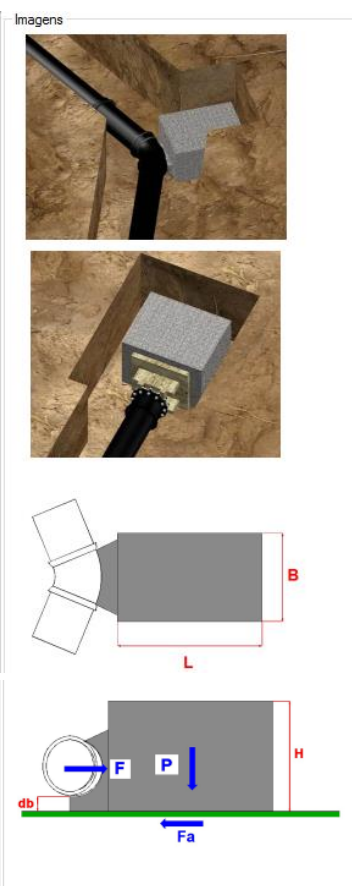


6.1.7 Modelo 06



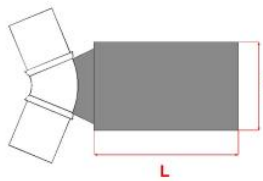
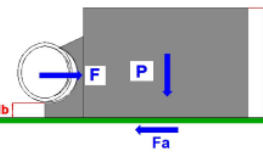
Canalização	
Classe	K7
DN	300
Conexão	Flange Cego
Pressão	21 (bar)
Solo	
Massa específica	1800 (kg/m ³)
Ângulo de atrito interno	30 (°)
Mostrar	
Ancoragem	
Altura H (Min)	1 0,43 (m)
Altura db (Min)	0,1 0,1 (m)
Massa específica do Concreto	2300 (kg/m ³)

Características Canalização	
Diâmetro externo	326 (mm)
Diâmetro externo da bolsa	0,41 (m)
Características do solo	
Coefficiente de atrito Solo/Concreto	0,52
Sistema de Forças	
Empuxo F	17,53 (toneladas)
Peso total P	33,73 (toneladas)
Atritos Fa	17,53 (toneladas)



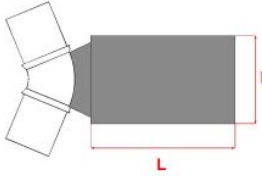
Dimensões de Ancoragem	
Comprimento	
Condição de atrito L1	4,02 (m)
Condição de estabilidade L2	1,95 (m)
Comprimento de ancoragem L	4,02 (m)
Largura	
B	3,65 (m)
Altura H	1 (m)
Peso da Ancoragem	33,73 (t)
Volume da ancoragem	14,67 (m ³)

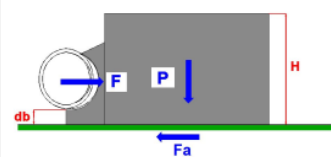


6.1.8 Modelo 07

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="378"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="2,06"/> (m)	   
DN <input type="text" value="350"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,465"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="1,46"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="11*15"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="2,06"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="1,87"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="4,62"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="8,89"/> (t)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,48"/> (m)	Peso total P <input type="text" value="8,89"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="3,87"/> (m3)	
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="4,62"/> (toneladas)		
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			

6.1.9 Modelo 08

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="378"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="2,91"/> (m)	  
DN <input type="text" value="350"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,465"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="1,74"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="22*30"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="2,91"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="2,64"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="9,2"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="17,7"/> (t)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,48"/> (m)	Peso total P <input type="text" value="17,7"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="7,69"/> (m3)	
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="9,2"/> (toneladas)		
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			



6.1.10 Modelo 09

Canalização

Classe
K7

DN
350

Conexão
45°

Pressão
21 (bar)

Solo

Massa específica
1800 (kg/m³)

Ângulo de atrito interno
30 (°)

Mostrar

Ancoragem

Altura H (Min)
1 0,48 (m)

Altura db (Min)
0,1 0,1 (m)

Massa específica do Concreto
2300 (kg/m³)

Características Canalização

Diâmetro externo
378 (mm)

Diâmetro externo da bolsa
0,465 (m)

Características do solo

Coefficiente de atrito Solo/Concreto
0,52

Sistema de Forças

Empuxo F 18,04 (toneladas)

Peso total P 34,71 (toneladas)

Atritos Fa 18,04 (toneladas)

Dimensões de Ancoragem

Comprimento

Condição de atrito L1 4,07 (m)

Condição de estabilidade L2 2,06 (m)

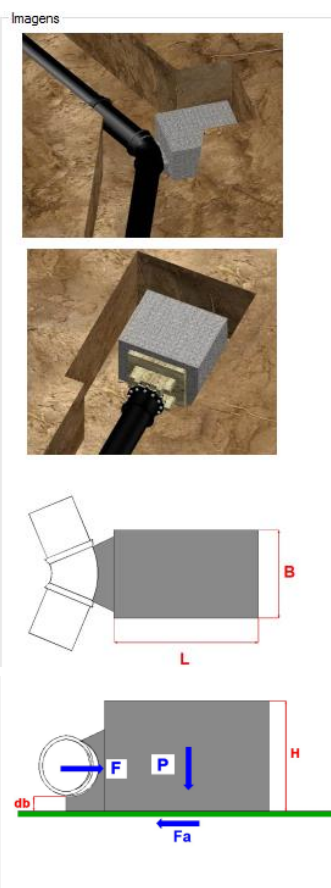
Comprimento de ancoragem L 4,07 (m)

Largura B 3,7 (m)

Altura H 1 (m)

Peso da Ancoragem 34,71 (t)

Volume da ancoragem 15,09 (m³)

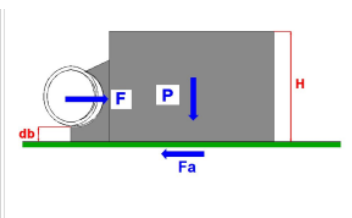


6.1.11 Modelo 10

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="378"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="5,54"/> (m)	
DN <input type="text" value="350"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,465"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="2,4"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="90°"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="5,54"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="5,04"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="33,33"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="64,14"/> (t)	
<input type="button" value="Mostrar"/>	Peso total P <input type="text" value="64,14"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="27,89"/> (m3)	
	Atritos Fa <input type="text" value="33,33"/> (toneladas)		
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,48"/> (m)			
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)			
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			

6.1.12 Modelo 11

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="378"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="4,66"/> (m)	
DN <input type="text" value="350"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,465"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="2,2"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="Flange Cego"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="4,66"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="4,23"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m3)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="23,57"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="45,35"/> (t)	
<input type="button" value="Mostrar"/>	Peso total P <input type="text" value="45,35"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="19,72"/> (m3)	
	Atritos Fa <input type="text" value="23,57"/> (toneladas)		
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,48"/> (m)			
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)			
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m3)			

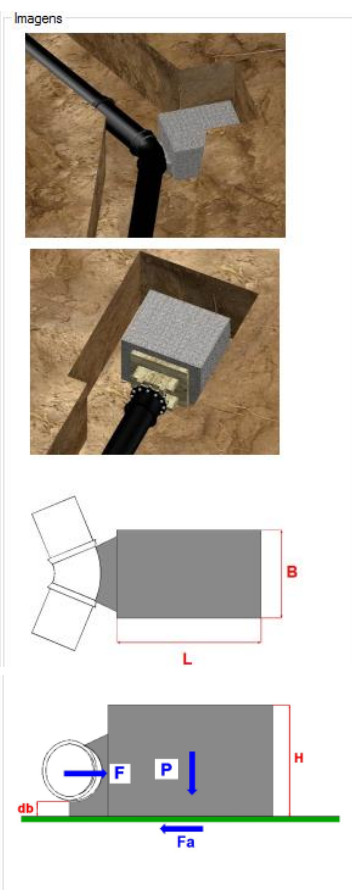


6.1.13 Modelo 12



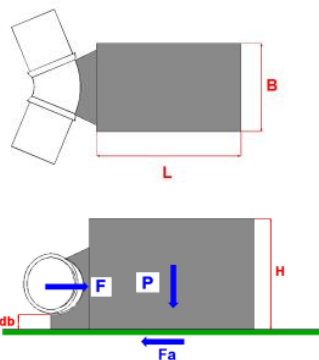
Canalização	
Classe	K7
DN	400
Conexão	11"15
Pressão	21 (bar)
Solo	
Massa específica	1800 (kg/m ³)
Ângulo de atrito interno	30 (°)
Mostrar	
Ancoragem	
Altura H (Min)	1 0,53 (m)
Altura db (Min)	0,1 0,1 (m)
Massa específica do Concreto	2300 (kg/m ³)

Características Canalização	
Diâmetro externo	429 (mm)
Diâmetro externo da bolsa	0,517 (m)
Características do solo	
Coefficiente de atrito Solo/Concreto	0,52
Sistema de Forças	
Empuxo F	5,95 (toneladas)
Peso total P	11,45 (toneladas)
Atritos Fa	5,95 (toneladas)



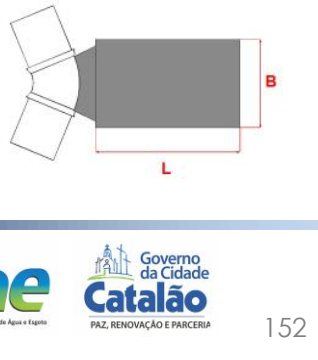
Dimensões de Ancoragem	
Comprimento	
Condição de atrito L1	2,34 (m)
Condição de estabilidade L2	1,62 (m)
Comprimento de ancoragem L	2,34 (m)
Largura	
B	2,13 (m)
Altura	
H	1 (m)
Peso da Ancoragem	11,45 (t)
Volume da ancoragem	4,98 (m ³)

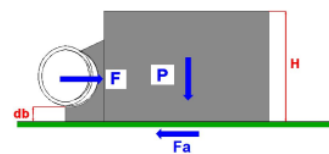


6.1.14 Modelo 13

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="429"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="3.3"/> (m)	  
DN <input type="text" value="400"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,517"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="1.92"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="22°30"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="3.3"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="3"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m ³)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="11,84"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="22,79"/> (t)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,53"/> (m)	Peso total P <input type="text" value="22,79"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="9,91"/> (m ³)	
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="11,84"/> (toneladas)		
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m ³)			

6.1.15 Modelo 14

Canalização	Características Canalização	Dimensões de Ancoragem	Imagens
Classe <input type="text" value="K7"/>	Diâmetro externo <input type="text" value="429"/> (mm)	Comprimento Condição de atrito L1 <input type="text" value="4,62"/> (m)	  
DN <input type="text" value="400"/>	Diâmetro externo da bolsa <input type="text" value="0,517"/> (m)	Condição de estabilidade L2 <input type="text" value="2,27"/> (m)	
Conexão <input type="text" value="45°"/>		Comprimento de ancoragem L <input type="text" value="4,62"/> (m)	
Pressão <input type="text" value="21"/> (bar)		Largura B <input type="text" value="4,2"/> (m)	
Solo Massa específica <input type="text" value="1800"/> (kg/m ³)	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto <input type="text" value="0,52"/>	Altura H <input type="text" value="1"/> (m)	
Ângulo de atrito interno <input type="text" value="30"/> (°)	Sistema de Forças Empuxo F <input type="text" value="23,23"/> (toneladas)	Peso da Ancoragem <input type="text" value="44,71"/> (t)	
Ancoragem Altura H (Min) <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="0,53"/> (m)	Peso total P <input type="text" value="44,71"/> (toneladas)	Volume da ancoragem <input type="text" value="19,44"/> (m ³)	
Altura db (Min) <input type="text" value="0,1"/> <input type="text" value="0,1"/> (m)	Atritos Fa <input type="text" value="23,23"/> (toneladas)		
Massa específica do Concreto <input type="text" value="2300"/> (kg/m ³)			



6.1.16 Modelo 15

Canalização

Classe
K7

DN
350

Conexão
90°

Pressão
21 (bar)

Solo

Massa específica
1800 (kg/m³)

Ângulo de atrito interno
30 (°)

Mostrar

Ancoragem

Altura H (Min)
1 0,48 (m)

Altura db (Min)
0,1 0,1 (m)

Massa específica do Concreto
2300 (kg/m³)

Características Canalização

Diâmetro externo
378 (mm)

Diâmetro externo da bolsa
0,465 (m)

Características do solo

Coefficiente de atrito Solo/Concreto
0,52

Sistema de Forças

Empuxo F 33,33 (toneladas)

Peso total P 64,14 (toneladas)

Atritos Fa 33,33 (toneladas)

Dimensões de Ancoragem

Comprimento

Condição de atrito
L1 5,54 (m)

Condição de estabilidade
L2 2,4 (m)

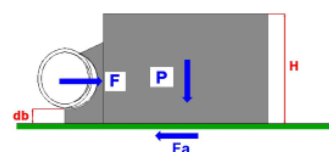
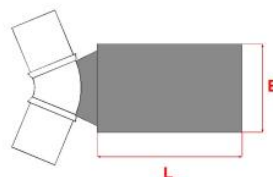
Comprimento de ancoragem
L 5,54 (m)

Largura
B 5,04 (m)

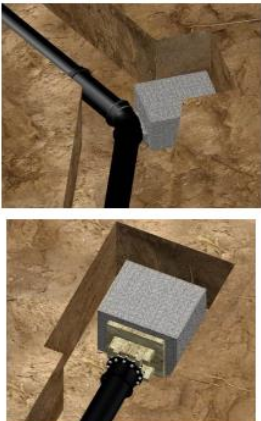
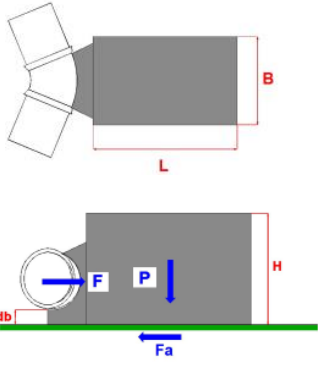
Altura
H 1 (m)

Peso da Ancoragem
64,14 (t)

Volume da ancoragem
27,89 (m³)



6.1.17 Modelo 16

Canalização Classe K7 DN 350 Conexão Flange Cego Pressão 21 (bar)	Características Canalização Diâmetro externo 378 (mm) Diâmetro externo da bolsa 0,465 (m)	Dimensões de Ancoragem Comprimento Condição de atrito L1 4,66 (m) Condição de estabilidade L2 2,2 (m) Comprimento de ancoragem L 4,66 (m)	Imagens 
Solo Massa específica 1800 (kg/m3) Ângulo de atrito interno 30 (°) Mostrar	Características do solo Coeficiente de atrito Solo/Concreto 0,52	Largura B 4,23 (m) Altura H 1 (m) Peso da Ancoragem 45,35 (t) Volume da ancoragem 19,72 (m3)	
Ancoragem Altura H (Min) 1 0,48 (m) Altura db (Min) 0,1 0,1 (m) Massa específica do Concreto 2300 (kg/m3)	Sistema de Forças Empuxo F 23,57 (toneladas) Peso total P 45,35 (toneladas) Atritos Fa 23,57 (toneladas)		

7 ESCAVAÇÃO – DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

7.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

7.1.1 Movimento de terra

7.1.1.1 FORMAS DAS VALAS

7.1.1.1.1 PRELIMINARES

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admite-se taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4 quando então deverá ser feito o escoramento.

Nos casos de terreno de pouca coesão, para permitir a estabilidade de paredes, a critério da SAE, admitir-se-ão taludes inclinados a partir da parte superior dos tubos.

Nos casos em que este recurso não seja aplicável, pela profundidade das escavações, pela consistência do solo, pela proximidade dos edifícios, nas escavações em vias e calçadas etc., serão aplicados escoramentos conforme será especificado em SERVIÇOS COMPLEMENTARES.

Os serviços de escavação poderão ser executados manual ou mecanicamente. A definição da forma como serão executadas as escavações ficará a critério da fiscalização em função do volume, situação da superfície e subsolo, posição das valas e rapidez pretendida para execução dos serviços.

Nos serviços de escavações em rocha, serão utilizados explosivos através de pessoal especializado e a devida autorização das autoridades competentes.

O material retirado (exceto rocha, moledo e entulho de calçada) será aproveitado para reaterro, devendo-se, portanto depositá-lo em distância mínima de 0,40m da borda da vala, de modo a evitar o seu retorno para o interior da mesma. A terra será, sempre que possível, colocada só de um dos lados da vala.

Tanto para escavação manual como mecânica, as valas deverão ter os seus fundo.

Regularizado manualmente, antes do assentamento da tubulação.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grande movimento, travessias e acessos.

Para a interrupção de vias urbanas de movimento acentuado e rodovias, será solicitada, autorização para a sua interrupção, aos órgãos competentes.

As valas serão escavadas com a mínima largura possível e, para efeito de medição, salvo casos especiais, devidamente verificados e justificados pela FISCALIZAÇÃO, tais como, terrenos acidentados, obstáculos superficiais, ou mesmo subterrâneos, serão consideradas as larguras e profundidades seguintes, para as diferentes bitolas de tubos:

7.1.1.1.2 LARGURA DA VALA

Especial atenção deve ser dada a largura da vala, junto ao topo do tubo, pois ela é um fator determinante da carga de terra de recobrimento sobre o tubo. Para os diversos diâmetros, as valas terão as seguintes larguras no máximo:

50 mm a 150 mm 0,50m 200 mm a 250 mm 0,70m 300 mm 0,80m 350 mm 1,00m 450 mm 1,10m 550 mm 1,20m

50 mm a 150 mm	0,50m
----------------	-------

200 mm a 250 mm	0,70m
300 mm	0,80m
350 mm	1,00m
450 mm	1,10m
550 mm	1,20m

7.1.1.1.3 PROFUNDIDADE DA VALA

Para os diversos diâmetros as valas terão as seguintes profundidades:

50 mm a 100 mm	0,90m
1500 mm a 200 mm	1,00m
250mm a 300 mm	1,10m
350 mm	1,20m
450 mm	1,20m
550 mm	1,40m

7.1.1.2 ESCAVAÇÃO EM SOLO DE 1A CATEGORIA

Estes serviços a serem executados, deverão obedecer, rigorosamente às cotas e perfis previstos no projeto, e suas seções serão retangulares de dimensões compatíveis com o diâmetro da tubulação.

Este processo deverá ser executado por operários munidos de ferramentas de usos manuais.

Estão classificados nesta categoria todos os materiais escavados denominado TERRA NÃO COMPACTA e, sendo a areia de qualquer coesão de consistência variáveis, o cascalho solto, enfim toda espécie de materiais terrosos que permitam a sua extração com predominância do uso da enxada e/ ou pá, e raramente com picareta.

Nesta situação não se fará distinção de materiais secos ou submersos

Se no procedimento da execução destes serviços forem utilizados equipamentos mecanizados a SAE não pagará excesso de escavação devido ao uso, nem tampouco reajustará preço unitário. Esta opção é do contrato. Entretanto a SAE observará os cuidados executivos com relação a danos a terceiros e/ou obras públicas cujo ônus indenizado será de responsabilidade da empreiteira.

7.1.1.3 ESCAVAÇÃO EM SOLO DE 2A CATEGORIA

Estes serviços a serem executados deverão obedecer, rigorosamente às cotas e perfis previstos no projeto. Este processo deverá ser executado por operários munidos de ferramentas de usos manuais.

Estão classificados nesta categoria todos os materiais escavados denominado TERRA COMPACTA, tais como: argila cujo grau de compactação pode ser variável, moleto, os xistos argilosos muito estratificados, o grês mole. Em geral categoria recebe a denominação vulgar de moleto ou piçarra, e sua extração se dará com a utilização de ferramentas extrativas tais como: picaretas, chibancas, alavancas; o uso da pá se dará somente para remoção de material extraído.

Nesta situação não se fará distinção entre materiais secos ou submersos.

A FISCALIZAÇÃO não pagará excesso de escavação, se forem utilizados equipamentos mecanizados (retro-escavadeira), e responsabilizará a empreiteira por danos causados a obras públicas e/ou terceiros

7.1.1.4 Reaterro

7.1.1.4.1 REATERRO COMPACTADO

Os reaterros para serviços de abastecimento d'água ou rede coletora de esgoto serão executados, com material remanescente das escavações, à exceção do solo de 3a categoria.

O material deverá ser limpo, isento de matéria orgânica, rocha, moledo ou entulhos, espalhado em camadas sucessivas de:

0,20m, se apilados manualmente;

0,40m, se apilados através de compactadores tipo sapo mecânico ou similar. Em solos arenosos consegue-se boa compactação com indução da vala.

O reaterro deverá envolver completamente a tubulação, não sendo tolerados vazios sob a mesma; a compactação das camadas mais próximas à tubulação deverá ser executada cuidadosamente, de modo a não causar danos ao material assente.

O reaterro deverá ser executado logo em seguida ao assentamento dos tubos, não sendo permitido que, valas permaneçam abertas de um dia para o outro, salvo casos autorizados pela SAE, sendo que para isto serão deixadas sinalizações suficientes, de acordo com instruções específicas dos órgãos competentes. Os serviços de abertura de valas serão programados de acordo com a capacidade de assentamento das tubulações, de forma a evitar que, no final da jornada de trabalho, valas permaneçam abertas por falta de tubulações assentadas.

Nos casos em que o fundo da vala se apresentar em rocha ou em material deformável, deve ser interposta uma camada de areia ou terra de espessura não inferior a 0,15m, a qual deverá ser apilada.

Em caso de terreno lamacento ou úmido, far-se-á o esgotamento da vala.

Em seguida consolidar-se-á o terreno com pedras e, como no caso anterior, lança-se uma camada de areia ou terra convenientemente apilada.

A compactação deverá ser executada até atingir-se o máximo de densidade possível e, ao final da compactação, será deixado o excesso de material, sobre a superfície das valas, para compensar o efeito da acomodação do solo natural ou pelo tráfego de veículos.

Somente após a devida compactação, será permitida a recomposição do pavimento. Nesse intervalo será observado que o tráfego de veículos não seja prejudicado, pela formação de valas e buracos nos leitos das pistas, o que será evitado fazendo periodicamente a restauração da pavimentação.

7.1.1.4.2 REATERRO COM MATERIAL TRANSPORTADO DE OUTRO LOCAL

Uma vez verificado o material, que retirado das escavações não possui qualidade necessária para ser usada em reaterro, ou havendo volumes a serem aterrados maiores que os de material à disposição no canteiro, serão feitos empréstimos.

Os mesmos serão provenientes de jazidas cuja distância não será considerada pela SAE.

Não será aproveitado como reaterro o material proveniente de solo de 3a categoria.

Os materiais remanescentes de escavações cuja aplicação não seja possível na obra, serão retirados para locais próximos, a critério da SAE.

7.1.2 Serviços complementares

7.1.2.1 Sinalizações

7.1.2.1.1 SINALIZAÇÕES DE VALAS E/OU BARREIRAS

É de responsabilidade da contratada a sinalização conveniente para execução de serviços de abastecimento d'água e/ou rede coletora de esgoto. É também sua obrigação o pagamento de taxas a órgãos emissores de aberturas de valas.

Os cuidados com acidente de trabalho ou as decorrências na execução das obras, comprometem a contratada se esta não efetuar a sinalização e proteção conveniente aos seus serviços. As indenizações, que porventura venha a ocorrer será de sua exclusiva responsabilidade.

Além disso, ficará obrigada a reparar ou reconstruir os danos às redes públicas, como consequência de acidentabilidade a inobservância da correta sinalização. Portanto, a contratada deverá manter toda a sinalização em valas e barreiras diurnas e noturnas, necessário ao desvio e proteção da área onde estiver sendo executada a obra, até seu término quando, quando forem comprovadas que os trechos estão em condições de serem liberadas para o tráfego.

Nos cavaletes de sinalização devem figurar o logotipo FISCALIZAÇÃO, e todos os métodos, critérios e relação do tipo de sinalização deverão estar nos padrões em vigor do manual do C.C.O, que é o órgão controlador e fiscalizador da sinalização.

7.1.2.2 Passadiço

7.1.2.2.1 PASSADIÇO METÁLICO

Este serviço refere-se a colocação de chapa metálica de dimensões pôr chapa não inferior a 0,5 m2, e de espessura igual ou superior a 3/16.

As chapas serão colocadas em todo o serviço de água e/ou esgoto onde aquela abertura de vala ou barreira esteja prejudicando ou impedindo a passagem de transeuntes e/ou veículos.

São normalmente colocadas em passagem de garagem, travessias de rua , ou em outras situações julgadas necessárias pela SAE.

A espessura de chapa deve ser dimensionada pela executora em função da carga a qual vai ser submetida. Qualquer dano ocorrido a terceiros e/ou obras públicas decorrentes do mal dimensionamento das chapas será de responsabilidade da contratada.

7.1.2.2.2 PASSADIÇO DE MADEIRA

Este serviço se refere à colocação de prancha de madeira de dimensão variável, e não inferior 0,3m2 e de espessura superior a 2"

As pranchas serão colocadas em todo o serviço de água e/ou esgoto onde aquela abertura de vala e/ou barreira esteja prejudicando ou impedindo a passagem de transeuntes e/ou veículos.

São normalmente colocadas peças de madeira de lei, sem trincas, com resistência compatível às cargas a serem submetidas. Serão utilizadas em passagem de garagem , residência, travessias de ruas e/ou em outras situações julgadas necessárias de utilização pela equipe de fiscalização da empresa.

O dimensionamento do pranchão é de responsabilidade da executora, e qualquer dano ocorrido a terceiros e/ou obras públicas decorrentes do mal dimensionamento dos pranchões será respondido pela contratada.

7.1.3 Escoramento

7.1.3.1 Escoramento contínuo com pranchas de madeira, perfis metálicos, contraventadas com linhas de madeira ou carnaúbas

Este tipo de escoramento contínuo de valas, é empregado onde às condições de segurança, presença de lençol freático estará a exigir escoramento a fim de iniciar ao assentamento da tubulação.

É um trabalho que requer cuidados profissionais habilitados. A má execução poderá levar o desmoronamento cujo resultado é insegurança aos trabalhadores, transeuntes, e construções nas proximidades.

Todo o serviço de escavação deve ser planejado quanto à segurança do trabalhador, e o exame do terreno, na sua formação geológica, constitui tarefa fundamental.

Sempre que a escavação for superior a 1,5m, em terrenos sem coesão, de terras argilosas moles, em nível de serviço abaixo do lençol freático, haverá necessidade de escoramento.

Devem ser escorados os muros de arrimos, edifícios vizinhos, redes de abastecimento, tubulação telefônica, sempre que estas possam ser afetadas.

Nos escoramentos com pranchões de madeiras, estas deverão ter dimensões mínimas de: C: 3,0 ; L: 0,2 ou 0,3 ; esp: 0,04m.

Usar estronca de madeira, ou metálica tipo de macaco para contraventar.

No escoramento metálico que é constituído de um sistema misto de estrutura metálica e pranchões de madeira ou metálico. São adotados os seguintes elementos:

Estaca metálica, cravada com espaçamento compatível com a resistência do perfil, em duas linhas ao longo da valas;

Longarina metálica colocadas junto aos perfis, em ambos os lados do escoramento, a uma altura compatível com a do cálculo;

Estronca metálica ou carnaúba: serve para o travamento das logarinas. Seu espaçamento é determinado tendo em vista da condições ao trabalho mecânico de escavações e facilitar o assentamento da tubulação;

Pranchões metálicos: são colocados nos intervalos livres das estacas e deverão ter espessura mínima de 5cm.

Na escavação da pranchada, perfis ou piquetões, quando for contratado terreno impenetrável ou matacões, deverá ser utilizada uma pranchada adicional externa ou internamente ao alinhamento definido pelas pranchas já cravadas, conforme critério da SAE.

O escoramento deverá acompanhar a escavação e deverá ser feita na mesma jornada de trabalho. O estroncamento deve estar perpendicular sempre ao plano do escoramento.

Para se evitar sobrecarga ao escoramento, o material escavado, salvo autorização especial da FISCALIZAÇÃO pôr problemas locais, deverá ser colocada à distância mínima da vala igual sua profundidade.

Os desmontes do estroncamento e retirada da pranchada deverão ser feitos simultaneamente com o reenchimento das vala, isto é, na mesma jornada de trabalho.

As retiradas sucessivas dos diversos quadros de escoramento, deverão ser precedidas de estroncamento provisório com perfis ou piquetões. Nunca serão desempranchados todos os trecho de uma parede e sim parceladamente, metro a metro, até a cota inicial do terreno.

7.1.3.2 Escoramento contínuo de valas com utilização de folha madeirít 12 a 18m.

Este tipo de escoramento contínuo, só será empregado onde à altura da escavação não for superior a 1,5m, e em terreno arenoso de regular consistência, em presença d'água.

Ressaltamos também que a conveniência deste emprego é para vala cujo tempo de permanência de valas abertas não ultrapassem há 24 horas, sem que não se assentem quase simultaneamente, tubulações.

São normalmente empregados em serviços rápidos e sem causar desmoronamento freqüente.

Inicia-se o escoramento cravando-se três ferros redondos de comprimento superior a 1,8m, $\frac{3}{4}$ " ou 1" com espaçamento correspondente às extremidades da folha de madeirít e no seu ponto intermediário. A folha é colocada pôr trás dos ferros no sentido de sua maior dimensão, ou seja, L=2,20m, ficando a altura do segmento correspondente a largura da folha ou seja 1,10m.

Depois de colocada, a folha é batida em sua extremidade, protegendo suas bordas com outra folha de madeirít, a fim de penetrar um pouco no solo.

Este é um serviço rápido que não exige profissionais especializados.

Pode-se ainda contraventar os lados das valas com madeirít, colocando em suas extremidades estroncas de madeiras comum.

No caso da utilização de tábuas de pinho no longo da folha de madeirít.

7.1.3.3 Escoramento descontínuo de madeira

O escoramento descontínuo é utilizado quando o trabalho de escavação se verifica em terreno consistente, sendo que as peças, embora travada usa transportes horizontais, se apresenta de maneira intercalada. A altura da escavação deve ser superiora 1,5m.

Pode ser efetuado com madeiras utilizando os pranchãos referidos no capítulo anterior, em intervalos de três metros escavados, três metros não escavado, ou com perfis metálicos com as mesmas condições de intervalo.

Os cuidados na execução serão os mesmos já referidos, e exigem uso do profissional habilitado.

7.1.4 Esgotamento

7.1.4.1 ESGOTAMENTO DE VALAS COM BOMBA SUBMERSA OU AUTOASPIRANTE

Durante o decorrer dos trabalhos deve-se providenciar a drenagem e esgotamento das águas pluviais e de lençol, de modo a evitar que estes causem danos à obra.

Será utilizado este sistema sempre que o serviço não seja demorado a ponto de evoluir para desmoronamento de barreiras.

É aconselhável somente para serviços de barreiras de boa consistência e abrangem a instalação e retirada dos equipamentos submersos, tipo FLIGHT, ferramentas e mão-de-obra. Deve-se ser tomado cuidado nas instalações elétricas de equipamentos, a fim de evitar descarga elétrica no meio do líquido onde os geradores estão a serviço.

O esgotamento deve ser ininterrupto até alcançar condições de trabalho de assentamento, e a água retirada deve ser encaminhada a galeria de águas pluviais, a fim de evitar alagamento das superfícies vizinhas ao local de trabalho.

Deve-se evitar também que a água do esgotamento corra pela superfície externa dos trechos já assentados. Deve-se colocar no fundo da vala no esgotamento, brita para suporte da bomba, a fim de evitar o carreamento de areia para o motor da bomba.

7.1.4.2 Esgotamento de vala com utilização de equipamento a vácuo para rebaixamento de lençol

Este sistema consiste na escavação de ponteiros ao longo das valas, tubos coletores de passagem do fluido captado pelas ponteiros, um sistema composto de bombas de vácuo e cilindro receptor, e bomba centrífuga.

O sistema well-point, consiste pois, na colocação de ponteiros filtrantes em profundidade adequada no lençol d'água para levá-la a um nível inferior a zona mais profunda da escavação. Evita-se assim o colapso, dos taludes das valas encharcadas.

A vantagem deste método é o trabalho realizado a seco, sem ocorrência de carreamento de material para dentro das valas, deixando o solo coeso e com as mesmas características primitivas de resistência.

Deve-se estudar o espaçamento ideal e a profundidade das ponteiros filtrantes. Os lances de até 100mm de valas são os mais econômicos para rebaixamento de lençol, com profundidade de até 6,0 metros, para um conjunto bem dimensionado. A cravação das ponteiros deve ser efetuado pôr jateamento direto da água com uso de bomba de alta pressão.

Tem-se bom rendimento se estas ponteiros filtrantes forem lançadas dentro de encamisamento de tubo PVC de 6" ou 8", e colocação de cascalho na boca da ponteira.

O funcionamento do sistema só pode ser deslocado quando concluído o assentamento e garantido sua fixação através do reaterro, a fim de evitar levantamento dos tubos.

A executora deverá prover e evitar irregularidade das operações do rebaixamento, controlando e inspecionando o produto continuamente.

A ligação de energia de equipamento à rede de concessionária local, ficará sob a responsabilidade da contratada.

7.1.5 Demolição

7.1.5.1 Pavimentação e estrutura

Os serviços de demolição em ruas ou calçadas, visam à retirada da pavimentação para início da escavação. Onde existirem pedra tosca, meio fio, paralelepípedo, aproveitáveis serão estes removidas e armazenados em local apropriado de modo a não causar embarços à obra e logradouros públicos, e devidamente empilhados.

Para demolição da calçada com piso cimentado, mosaico, cerâmica, usar o marrão de 3 a 5 kg, como equipamento demolidor. Para calçadas de broket, usar alavanca ou picareta, visando o reaproveitamento desses blocos.

Sempre que possível essas demolições devem ser efetuadas de modo que não ocorra o resvalo de pedaços de material demolido sobre os transeuntes em movimento.

As demolições em calçamento de pedra tosca ou paralelepípedo são efetuados com uso de picaretas uma vez que este materiais serão reaproveitados na sua recomposição.

A demolição em asfalto se faz com o uso de equipamento rompedor (compressor), acoplados em espátula, alavanca e picareta.

Para demolição de alvenaria, concreto simples ou armado, devem ser observados cuidados contra terceiros ou obras públicas, além de segurança dos trabalhadores em serviço de altura comprometedora com a integridade dos operários. São frequentemente usados para estas demolições as ponteiras de aço com marreta, marrão de 3 ou 5 kg, equipamentos rompedor para concretos simples ou armado. Tapumes de proteção devem ser colocados se a natureza do trabalho comprometer a segurança dos transeuntes, e sempre autorizado pela SAE.

7.1.6 Assentamento de tubulação

Em todas as fases de transporte, inclusive manuseio e empilhamento, devem ser tomadas medida especial para evitar choque que afetem a integridade dos materiais.

Os tubos no transporte para vala, não devem ser rolados sobre obstáculos que produzam choques: em tais casos serão empregados vigas de madeiras ou roletas para o rolamento dos tubos.

Os tubos serão alinhados ao longo da vala, do lado oposto ao da terra retirada da escavação, ou sobre esta, em plataforma devidamente preparada, quando for possível a primeira solução.

7.1.6.1 Manipulação manual

O tubo deverá ser rolado sobre prancha de madeira para a beira da vala.

Em casos especiais, de terreno limpo e isento de poeiras e outros materiais que não possam danificar o revestimento do tubo, poderá ser permitido pela SAE que o tubo seja rolado suavemente sobre o terreno.

Não será permitido o deslizamento e nem o uso de alavancas, correntes ou cordas, sem proteção dos tubos nos pontos de apoio com material não abrasivo e macio.

7.1.6.2 - manipulação mecânica

Preferencialmente, os tubos deverão ser manipulados com equipamentos apropriados, dotados de capacidade e de comprimento de lança compatíveis com a carga dos tubos e do tipo de serviço.

7.1.6.3 Exame e limpeza da tubulação

Antes da descida da tubulação para a vala, ela deverá ser examinada para verificar a existência de algum defeito, quando ela deverá ser limpa de areia, pedras, detritos e materiais e até mesmo de ferramentas esquecidas, pelos operários.

Qualquer defeito encontrado deverá ser assinalado a tinta com demarcação bem visível do ponto defeituoso, e a peça defeituosa só poderá ser reaproveitada se for possível o seu reparo no local.

Sempre que se interromper os serviços de assentamento, as extremidades dos trechos já montados, deverão ser fechados com um tampão provisório para evitar a entrada de corpos estranhos, ou pequenos animais.

7.1.6.4 Alinhamento e ajustamento da tubulação

A descida do tubo na vala será feita lentamente para facilitar o alinhamento dos tubos através de um eixo comum, segundo o greide da tubulação.

Na obra deverá ser adotado um gabarito de madeira para verificação da perfeita centragem entre dois tubos adjacentes.

Nos trabalhos de alinhamento e ajustamento da tubulação serão admitidas bases provisórias em madeira para calçar a tubulação, ou a sua elevação através de macacos ou através de pórticos equipados com talhas, até a deflexão admissível aconselhada pelo fabricante dos tubos e pela PNB -126 de ABNT.

Uma vez alinhados e ajustados dois tubos adjacentes no interior da vala, eles deverão ser calçados com um primeiro apiloamento de terra selecionada isenta de pedras soltas ou de outros corpos estranhos.

Na confecção das juntas deverão ser obedecidas as prescrições do fabricante das tubulações, de vez que elas deverão ficar completamente estanques às pressões internas e externas, se houver esta.

Deve-se forrar com 10cm de areia toda a vala onde a escavação apresentou rocha, em seguida iniciar o assentamento, devendo prosseguir o material selecionado até a pavimentação

7.1.6.5 Colocação de registros

Antes da colocação destas peças, dever-se-á verificar se elas estão em perfeito estado de funcionamento.

Os registros serão colocados em caixas de alvenaria na posição vertical, para os diâmetros até 200mm inclusive.

Para diâmetros superiores, os registros ficarão em posição horizontal, e colocados em caixa de alvenaria de tijolo maciço prensado de uma vez.

7.1.6.6 Para junta elastica pvc

Para sua execução, procede-se:

- Limpar cuidadosamente com estopa comum o interior da bolsa e o exterior na ponta.

- Introduzir o anel no sulco da bolsa. Lubrificar com água de sabão de coco ou glicerina, o anel de borracha e a superfície externa da ponta. Não usar óleo ou graxa que possam atacar o anel de borracha.

- Introduzir a ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa. Fazer uma marca no tubo e depois recuar 0.01 m.

Para os diâmetros de DN 220 e DN 270, deve-se colocar no sulco antes do anel de borracha o anel de PVC é importante para impedir que o anel de borracha rode para o interior da bolsa, quando da montagem.

7.1.6.7 Para junta elástica mecânica fofa

A montagem da junta é feita atendendo-se:

- Limpeza cuidadosa da ponta do tubo e interior da bolsa, com estopa embebida em gasolina ou querosene, removendo o excesso de piche porventura acumulado no alojamento do anel.

- Colocação do anel no seu alojamento no interior da bolsa fará ser verificada a posição correta do anel em relação à bolsa.

- Lubrificação da parte interna do anel acerca de 0,10m da ponta do tubo.

Com a utilização de equipamento adequado, centrar convenientemente a ponta e introduzi-la na bolsa até encostar-se ao anel.

Em seguida, com o auxílio de equipamento próprio, introduz-se a ponta até que a mesma fica distanciada de até 0,01m do fundo da bolsa.

A junta mecânica consiste numa bolsa de formato especial, dotada de flange fundida com a própria bolsa, contra flange de ferro fundido e anel de borracha que deve ficar na posição inversa, isto é, com a face mais larga para fora além de parafusos especiais para porcas.

Para montagem procede-se:

- Limpeza de pontas e interior da bolsa.
- Observar a posição do anel em relação à bolsa com flange.

Colocar contra flange e, em seguida o anel de borracha na ponta do tubo, observando a posição correta do anel em relação à bolsa de conexão. Introduzir a ponta, deixando entre ela e o fundo da

Em seguida, puxar o contra flange até que este se encoste ao anel e colocar os parafusos.

Apertar gradualmente os parafusos, como se fosse uma roda de automóvel, isto é, apertar-se um parafuso e em seguida o que lhe fica diametralmente oposto.

7.1.6.8 Para flanges

Para montagem procede-se:

- Limpeza das faces do flange.

Centrar convenientemente os furos em relação aos correspondentes, alinhar perfeitamente os tubos, não sendo admitida deflexão de nenhuma ordem.

Introduzir entre os flanges e arruelas de vedação e colocar os parafusos com a porca.

Apertar gradualmente os parafusos como se fosse uma roda de automóvel, isto é, apertar-se um parafuso e, em seguida, o que lhe fica diametralmente oposto.

7.1.7 Caixas

7.1.7.1 Caixas para registro

As caixas serão executadas para abrigar e proteger os registros assentados com diâmetro variando de 50mm à 100mm, com dimensões e detalhes construtivos de acordo com o projeto padrão em vigor.

Serão executados em alvenaria de tijolo prensado maciço de boa qualidade com argamassa de cimento e areia no traço 1:4. O centro da caixa deve corresponder ao eixo central do cabeçote ou volante de manobra do registro.

O fundo da caixa deverá ser constituído de uma laje de concreto simples 1:3:6, espessura de 0,10, e deverá estar com nível de peso inferior a 0,10cm do fundo da carcaça do registro. Se determinado pela fiscalização, poderá o fundo ter pequenas aberturas a fim drenar águas existentes dentro da caixa.

Para diâmetro a partir de 150mm, deverá o fundo da caixa dispor de batente em concreto simples, ciclópico, ou mesmo em alvenaria argamassado, em área correspondente unicamente à parte inferior de registro para servir para servir de apoio de registro, e evitar que as cargas verticais transmitidas, ocasionem danos às alvenarias

e estas à tubulação. As demais áreas livres internas da caixa deverão ter cota mínima de 10cm como já comentado.

Todas as caixas deverão ser revestidas internamente, reboco, com argamassa cimento e areia 1:3. Externamente deverão ser chapiscadas e emboçadas.

As tampas serão em concreto armado, com abertura circular central de 20cm para permitir manobra na rede e/ou removíveis a tampa auxiliar para o caso de registros sentados deitados ou a 45º.

As caixas de registro poderão ser total ou parcialmente executadas com peças pré-moldadas em concreto, desde que projetadas pela SAE, ou aceitas pelo seu departamento competente no caso de sugestão da contratada.

7.1.8 Diversos

7.1.8.1 Blocos de ancoragem em concreto simples

São peças em concreto que visando apoiar conexões ou peças especiais em que a direção do fluxo esteja mudando de direção, ocasionando um esforço de relação na peça que precisa ser contido com a execução de bloco de apoio.

Podem ser serviços de concreto, devem estar de acordo com as normas NB-1, NB-2, NB-5.

O traço usualmente empregado em volume é 1:3:6 com mínimo de 200kg de cimento por metro cúbico. Entretanto caso a natureza dos serviços venham a exigir maior vigor no traço do concreto, serão tomadas as medidas previstas em normas. Portanto, em toda mudança de direção do anel de distribuição ou tubulação com diâmetro superior a 100mm, deverá se construir ancoragem com blocos de concretos simples, moldado "in loco", ou para casos especiais e aceitos pela SAE em pré-moldados.

Quando da colocação do concreto, deve-se tomar cuidado para impedir de espalhar-se em torno das juntas a fim de não prejudicar qualquer vedação futura ou outros reparos.

O bloco de concreto nunca deverá ficar sobre a tubulação, e sim, lateralmente em oposição em pressão do choque advindo do deslocamento do líquido no interior da tubulação.

Devem ser ancorados também todas as peças especiais, tais como: registros, caps, plugs, hidrantes, tês, curvas e outros critérios de fiscalização.

7.1.8.2 Ensaio de pressão

Teste com pressão de ensaio de 50% acima da pressão normal, ou seja, 1,5 à pressão de trabalho. Não será testado o trecho com pressão de teste inferior a 5,0 Kg/cm², devendo este trecho ficar, pelo menos submetido há 1 hora com o citado valor para verificação de permanência tolerável da pressão estipulada. O teste é feito através de bomba ligada à canalização, enchendo antes com água, lentamente, colocando-se ventosa para expelir o ar existente no seio do líquido e na tubulação. Os órgãos acessórios devem ser inspecionados.

7.1.8.3 Ensaio de vazamento

Feito após a conclusão satisfatória do ensaio de pressão. DEFINIÇÃO DE VAZAMENTO: qualidade de água a ser suprida a uma linha nova ou qualquer trecho entre registros, necessários para manter uma especificada pressão de ensaio de vazamento, após a tubulação ter sido cheia com água e o ar expelido. O valor da pressão de ensaio

é referido a ponto de conta baixa, corrigido para cota do manômetro. Obs: A pressão de ensaio é usualmente estabelecida como máxima pressão para a localidade. Nenhuma tubulação será aceita até o vazamento ser inferior a seguinte vazão, expressa em litros/hora.

$$L = (N \times D \times \sqrt{P}) / 3.292$$

L = vazamentos em litro / hora;

N = nº de juntas na tubulação ensaiada;

D = diâmetro nominal de canalização, em mm;

P = pressão média de ensaio, em kg/cm².

7.1.8.4 Limpeza e desinfecção

Concluídos os trabalhos e antes da entrega de serviços, as tubulações destinadas à distribuição de água devem ser desinfetadas com uma solução que apresente, no mínimo 50mg / litro de cloro e que atue no interior dos tubos durante 3 horas no mínimo. A desinfecção deverá ser repetida sempre que o exame bacteriológico assim o indicar.

Dando ênfase ao processamento de ensaio da tubulação, vamos a esta seqüência:

1) Teste de pressão hidrostática:

- . encher lentamente a tubulação com água limpa;
- . aplicar pressão de teste não inferior a 5 Kg/cm²;
- . manter esta pressão, no mínimo, pôr 15 horas;
- . observar os pontos de linha e localizar os eventuais defeitos.

2) Teste de estanqueidade:

Efetuar somente após, comprovado que o teste de pressão está aceitável pela fórmula já descrita.

7.1.8.5 Injetamento em tubulação existente de 400 a 1000 mm

Os injetamento ocorrem quando:

- a) A contratada conclui teste do trecho recém assentado precisa conectar com a tubulação existente e em carga;
- b) Ligação de linhas existentes e em cargas separadas, impedidas na época do assentamento, pôr fatores diversos, de estarem injetados;
- c) ampliação de ramais.

Normalmente as tubulações existentes e em carga estão com suas extremidades interrompidas pôr: plugs, caps, registros, e estas estão vedando tês cruzetas ou tubos.

A interrupção do trecho deve ser a mínima possível, a fim de não causar transtornos à comunidade. Todo os cuidados já referidos para assentamento da tubulação, proteção a terceiros, são válidos para o injetamento, principalmente sinalização adequada e às vezes comunicação à imprensa da interrupção programada para reconhecimento da população do fato.

Os serviços pois consistem em retirar os caps ou plugs da tubulação existente e efetuar a emenda à tubulação nova assentada.

O projeto de injetamento pode prever, pôr segurança do trecho, que seja colocado um registro de manobra entre a emenda efetuada.

7.1.8.6 Remoção de material imprestável

Toda vez que a contratada encontrar solo de 3a categoria, ou mesmo de 1a ou 2a mas que possa ser solo agressivo à tubulação, deve ser substituído por outro tipo de solo, de 1a categoria.

Neste caso, haverá um excedente de material a ser removido. É necessário, pois, que a executora efetue, imediatamente a remoção, uma vez que o excedente é prejudicial à estabilidade dos serviços, estética e incômodo a terceiros.

A remoção pode ser efetuada manual ou mecanicamente, se utilizando caminhão caçamba basculante para transporte do material.

À distância do bota fora não será levado em consideração pela FISCALIZAÇÃO, e seu destino final não poderá ser em área que comprometa os códigos de postura da cidade, nem tampouco crie incômodos à população.