



Fevereiro de 2005

**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



**SRH** Secretaria dos Recursos Hídricos

## **Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH**

**Contrato**

**Nº 02/ PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001**

Estudos de Alternativas, EIAS/RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra / Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena,

## **PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATO**

**Volume 1 - Relatório Geral**



**MONTGOMERY WATSON**



**PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR  
MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATO**

*Volume 1 - Relatório Geral*

Fevereiro/2005



MONTGOMERY WATSON



## ÍNDICE

---

**ÍNDICE****Páginas**

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. POPULAÇÃO ATENDIDA.....</b>	<b>14</b>
2.1 <i>Lagoa Do Mato</i> .....	15
2.1.1 Localidades atendidas.....	15
2.1.2 Alcance do Estudo .....	15
2.1.3 Projeção Populacional .....	15
2.1.3.1 Considerações Gerais .....	15
2.1.3.2 Resultados .....	16
2.1.3.3 Conclusões .....	16
2.2 <i>Madalena</i> .....	20
2.2.1 Localidades atendidas.....	20
2.2.2 Alcance do Estudo .....	20
2.2.3 População de Referência.....	20
2.2.4 Projeção Populacional .....	21
2.2.4.1 Considerações Gerais .....	21
2.2.4.2 Resultados .....	21
2.2.4.3 Conclusões .....	22
2.3 <i>São José De Macaoca</i> .....	26
2.3.1 Localidades atendidas.....	26
2.3.2 Alcance do Estudo .....	26
2.3.3 População de Referência.....	26
<b>3. DEMANDAS x VAZÕES .....</b>	<b>28</b>
3.1 <i>Considerações</i> .....	29
3.2 <i>Parâmetros de Projeto</i> .....	29





3.3	Resultados .....	30
3.3.1	Lagoa do Mato.....	30
3.3.2	Madalena .....	31
3.3.3	São José de Macaoca .....	31
<b>4.</b>	<b>DISPONIBILIDADE HÍDRICA .....</b>	<b>35</b>
4.1	Fonte Hídrica do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Matos .....	36
<b>5.</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES.....</b>	<b>38</b>
5.1	Sistema em operação .....	39
5.1.1	Lagoa do Mato.....	39
5.1.1.1	Captação.....	39
5.1.1.2	Adução de água bruta.....	39
5.1.1.3	Tratamento .....	39
5.1.1.4	Reservação .....	39
5.1.2	Madalena .....	40
5.1.2.1	Captação.....	40
5.1.2.2	Tratamento .....	40
5.1.2.3	Estação de bombeamento de água bruta.....	40
5.1.2.4	Reservação .....	40
5.1.3	São José de Macaoca .....	40
5.1.3.1	Captação.....	40
5.1.3.2	Tratamento .....	41
5.1.3.3	Reservação .....	41
<b>6.</b>	<b>CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>45</b>
6.1	Captação e adução.....	46
6.2	Sistema integrado Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato .....	46
<b>7.</b>	<b>CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO .....</b>	<b>50</b>
7.1	Grupo motobomba .....	51
7.2	Sistema adutor.....	51
7.2.1	Critérios utilizados.....	51



7.2.2	Metodologia.....	54
7.2.3	Determinação dos Custos de Investimento Inicial.....	55
7.2.4	Determinação dos Custos de Energia .....	56
7.2.5	Determinação dos Custos das Estações Elevatórias .....	58
7.2.6	Resultados obtidos.....	59
<b>8.</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DAS OBRAS HIDRÁULICAS .....</b>	<b>60</b>
8.1	<i>Captação</i> .....	61
8.1.1	Descrição da captação .....	61
8.1.2	Dimensionamento .....	61
8.1.3	Plataforma flutuante .....	64
8.1.4	Conclusão .....	65
8.2	<i>Estação De Tratamento</i> .....	71
8.2.1	Considerações iniciais .....	71
8.2.2	Tecnologia de tratamento .....	74
8.2.2.1	Considerações gerais .....	74
8.2.2.2	Histórico da técnica fad (flotação por ar dissolvido).....	75
8.2.2.3	Concepção geral da ETA.....	78
8.3	<i>Bombeamento De Água Tratada</i> .....	81
8.3.1	Descrição das obras .....	81
8.3.2	Reservatório de água tratada.....	82
8.3.3	Dimensionamento dos sistemas de bombeamento para Lagoa do Mato.....	82
8.3.3.1	Determinação da bomba.....	84
8.3.3.2	Conclusão.....	85
8.3.4	Dimensionamento dos sistemas de bombeamento para Madalena .....	85
8.3.4.1	Determinação da bomba.....	86
8.3.4.2	Conclusão.....	87
8.3.5	Dimensionamento dos sistemas de bombeamento pára lavagem de Filtros .....	88
8.4	<i>Sistema Adutor</i> .....	95
8.4.1	Equipamentos de Proteção e Operação da Rede.....	97



8.4.1.1 Ventosas .....	97
8.4.1.1.1 Generalidades .....	97
8.4.1.1.2 Dimensionamento das ventosas .....	97
8.4.1.2 Caixas de proteção das ventosas .....	98
8.4.1.3 Descarga de fundo .....	99
8.4.1.3.1 Generalidades .....	99
8.4.1.3.2 Dimensionamento das descargas de fundo .....	101
8.4.1.4 Caixas de proteção das descargas .....	101
8.4.1.5 Válvulas de bloqueio .....	101
8.4.1.5.1 Generalidades .....	101
8.4.1.5.2 Caixas de proteção das válvulas de bloqueio .....	102
8.4.1.6 Assentamento de tubulação .....	103
8.4.1.7 Blocos de ancoragem .....	104
8.4.1.8 Travessia da adutora em ponte .....	104
<b>9. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS .....</b>	<b>105</b>
9.1 Introdução .....	106
9.2 Metodo De Estudo .....	106
9.3 Avaliação Da Capacidade De Resistência Das Tubulações Ao Vácuo .....	108
9.4 Descrição Da Metodologia Empregada .....	109
9.5 Resultados Obtidos .....	110
<b>10. AUTOMAÇÃO .....</b>	<b>114</b>
10.1 Objetivo .....	115
10.2 Considerações Gerais .....	115
10.2.1 Telemetria .....	115
10.2.2 Telecomando .....	116
10.2.3 Telesupervisão .....	116
10.2.4 Telealarme .....	116
10.3 Controle Operacional Do Sistema .....	117
10.3.1 Geral .....	117



10.3.2	Dados e premissas .....	117
10.3.3	Critérios .....	117
10.4	<i>Automação Das Elevatórias</i> .....	117
10.4.1	Interdependência entre as Elevatórias.....	119
10.5	<i>Sistema De Automação, Medição E Telecomando Proposto</i> .....	120
10.5.1	Captação flutuante .....	120
10.5.2	Estação Elevatória de Água Tratada para Madalena e Lagoa do Mato .....	121
10.5.3	Reservatório apoiado de água tratada .....	122
10.5.4	Reservatório Elevado em Madalena .....	123
10.5.5	Reservatório Elevado em Lagoa do Mato.....	123
10.6	<i>Sistema De Voz</i> .....	124
<b>11.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>125</b>
<b>11.1.</b>	<b>ANEXO I – DIMENSIONAMENTOS ECONÔMICOS</b> .....	<b>126</b>
<b>11.2.</b>	<b>ANEXO II – DETALHAMENTO PONTO A PONTO</b> .....	<b>129</b>
<b>11.3.</b>	<b>ANEXO III – MEMORIAL DESCRITIVO DA ETA</b> .....	<b>198</b>
	<i>Mistura Rápida</i> .....	199
	<i>Velocidade de Escoamento à Montante da Malha</i> .....	199
	<i>Porosidade</i> .....	199
	<i>Perda de Carga na Malha</i> .....	200
	<i>Gradiente de Velocidade</i> .....	200
	<i>Floculação</i> .....	201
	<i>Flotação-Filtração</i> .....	201
	<i>Flotofiltros</i> .....	201
	<i>Características Gerais</i> .....	202
	<i>Sistema de Pressurização</i> .....	203
	<i>Sistema de Descarte de Lodo</i> .....	204
	<i>Sistema de Lavagem</i> .....	205
	<i>Casa De Química</i> .....	206
	<i>Produtos Químicos</i> .....	207





<i>Especificações Técnicas Dos Equipamentos</i> .....	208
<i>Misturador Hidráulico</i> .....	208
<i>Câmara De Flocculação</i> .....	209
<i>Flotofiltros</i> .....	210
<i>Características Principais do FlotoFiltro</i> .....	211
<i>Dispositivos Complementares:</i> .....	211
<i>Sistema De Pressurização</i> .....	214
<i>Sistema De Lavagem</i> .....	214
<i>Sistema De Descarte De Lodo Flotado</i> .....	214
<i>Quadro De Comando E Proteção</i> .....	214
<i>Kit's Dosadores De Produtos Químicos</i> .....	215
<i>Tanque Em Fibra De Vidro</i> .....	215
<i>Aspectos Construtivos</i> .....	216
<i>Bomba Dosadora</i> .....	216
<i>Agitador</i> .....	217
<b>11.4. ANEXO IV – MEMORIAL DESCRITIVO DO FLUTUANTE</b> .....	<b>218</b>
<i>Fiberglass</i> .....	219
<i>Dados De Projeto</i> .....	220
<i>Conjunto Motobombas</i> .....	220
<i>Local de Instalação</i> .....	220
<i>Tabela de Pesos de Acessórios</i> .....	220
<i>Plataforma Flutuante</i> .....	221
<i>Descrição Da Plataforma</i> .....	221
<i>Cálculo de Capacidade de Cargas da Plataforma Flutuante</i> .....	221
<i>Considerações:</i> .....	222
<i>Cálculo do Calado</i> .....	222
<i>Módulos de 600 e 1200</i> .....	223
<i>Dimensões Básicas dos Módulos</i> .....	224
<i>Processo de Fabricação:</i> .....	224



<i>Materiais de Fabricação:</i> .....	224
<i>Resina</i> .....	224
<i>Fibras de Vidro</i> .....	225
<i>Poliuretano</i> .....	226
<i>Gel-Coat</i> .....	226
<i>Sistema De Interligação</i> .....	226
<i>Piso De Proteção</i> .....	227
<i>Guarda-Corpo</i> .....	227
<i>Pórtico</i> .....	227
<i>Características do Pórtico</i> .....	228
<i>Talha</i> 228	
<i>Carro Trole</i> .....	228
<i>Sistema De Ancoragem</i> .....	228
<i>Características das Âncoras</i> .....	229
<i>Características dos Blocos Tensores</i> .....	229
<i>Características do Cabo</i> .....	229
<i>Tratamento E Pintura</i> .....	229
<i>Partes Metálicas Expostas</i> .....	229
<i>Partes Metálicas Submersas</i> .....	230
<b>11.5. ANEXO V - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS TRANSIENTES</b> .....	<b>231</b>
<b>11.5.1. BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO</b> .....	<b>232</b>
<b>11.5.2. BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO</b> .....	<b>238</b>
<b>11.5.3. BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO</b> .....	<b>258</b>
<b>11.6 ANEXO VI – DESENHOS COMPLEMENTARES</b> .....	<b>278</b>



MONTGOMERY WATSON



## APRESENTAÇÃO

---



## **APRESENTAÇÃO**

O Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE) celebraram o Contrato N.º 02/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001, que tem como objetivo o Estudo de Alternativas, EIAs/RIMAs, Levantamentos Cadastrais, Plano de Reassentamento e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra, Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada. A ordem de serviço foi emitida em 05 de março de 2001.

O presente trabalho compõe o Projeto Executivo do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, que é formado por cinco Volumes, a saber:

### **Volume 1 - Relatório Geral**

Volume 2 –Desenhos

Volume 3 –Especificações Técnicas

Volume 4 – Projeto Elétrico

Volume 5 – Orçamento e Quantitativos





MONTGOMERY WATSON



## 1. INTRODUÇÃO

---



## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo do presente relatório é apresentar os estudos técnicos do dimensionamento e detalhamento de **Projeto Executivo do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato**, abrangendo as seguintes etapas:

1. Estudo de população
2. Estudo de demanda
3. Fonte hídrica para o sistema
4. Dimensionamento e detalhamento do sistema adutor (diâmetros, perdas de carga, etc.);
5. Dimensionamento e detalhamento da captação e tratamento;
6. Projeto hidráulico de obras especiais;
7. Projeto elétrico;
8. Projeto estrutural.



MONTGOMERY WATSON



## **2. POPULAÇÃO ATENDIDA**

---



## **2 POPULAÇÃO ATENDIDA**

### **2.1 LAGOA DO MATO**

#### **2.1.1 Localidades atendidas**

A área de abrangência do projeto restringe-se apenas a sede do distrito de Lagoa do Mato.

#### **2.1.2 Alcance do Estudo**

A data fixada para o início de operação do sistema será a partir do ano 2003 e considerando os estudos para um período de 30 anos, tem-se o ano de 2033 como final de plano.

#### **2.1.3 Projeção Populacional**

##### **2.1.3.1 Considerações Gerais**

Considerando que os dados relativos ao censo de 2000 ainda não foram desmembrados por distritos, faremos a seguir um análise da população total do município de Itatira, de forma a se ter uma idéia da tendência de crescimento global.

A partir dos dados populacionais do IBGE, foram aplicados modelos matemáticos, visando definir a equação que indicasse uma melhor correlação da tendência de crescimento esperada, a partir dos dados conhecidos.

Portanto, para a avaliação da população refletida pela expectativa prevista, efetuou-se uma análise de regressão, a partir dos dados censitários de 1991, 1996, e 2000, de forma a se obter um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento populacional da comunidade.

As equações de regressão utilizadas são da seguinte forma:

$$\text{Equação Linear .....} y = ax - b$$





Equação Logarítmica .....  $y = a \cdot \ln(x) - b$

Equação Exponencial.....  $y = a \cdot e^{bx}$

Equação Potencial .....  $y = ax^b$

Equação Polinomial .....  $y = ax^2 + bx + c$

As análises foram feitas tendo com base nos dados do IBGE, utilizando-se as equações mencionadas para avaliação da tendência do crescimento da população urbana da sede do município.

### 2.1.3.2 Resultados

A representação gráfica do ajuste das curvas das equações utilizadas, com os seus respectivos coeficientes de correlação, é representada na FIGURA 2.1.

A projeção da população calculada através dos métodos de regressão apresentados anteriormente, até o ano 2023, está apresentada no QUADRO 2.1 e representada graficamente na FIGURA 2.2.

### 2.1.3.3 Conclusões

A população do município de Itatira, quando analisada o seu conjunto, aferiu um crescimento crescente no período de 1991 a 2000, com uma taxa média de 1,28% ao ano. (urbana = 4,67% e rural=-0,40%).

A maior taxa observada foi da população urbana total do município que entre o período 1991/1996 foi de 6,29%. Neste mesmo período a população urbana da sede do distrito de Lagoa do Mato apresentou uma taxa de crescimento de 7,08% ao ano.

Os resultados obtidos nas análise, indicaram as seguintes taxas médias de crescimento e os respectivos coeficientes de correlações (evolução até o ano 2023), quando analisada a tendência de crescimento da população urbana total do município:



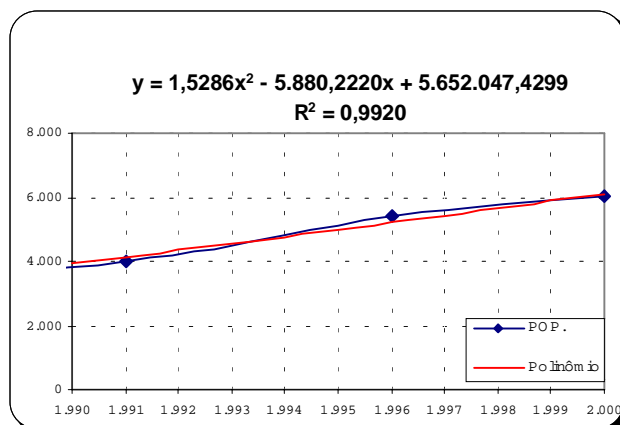
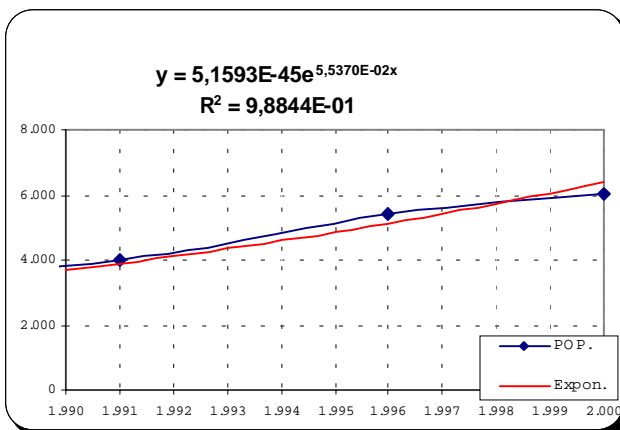
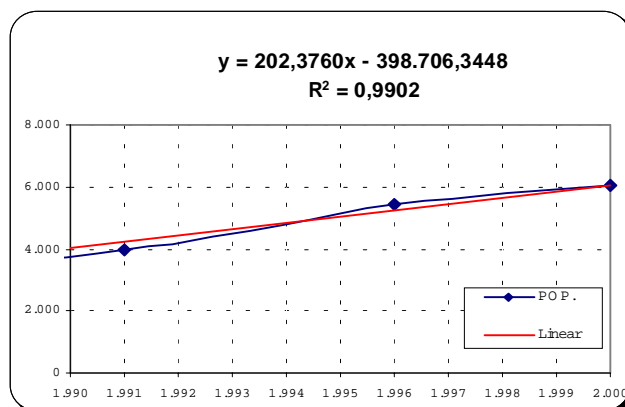
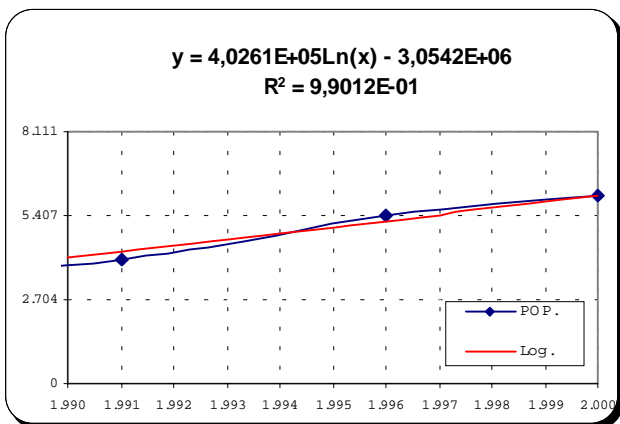
Linear.....	2,53% - 0,9902
Logarítmica.....	2,49% - 0,9912
Exponencial.....	5,97% - 0,9884
Potência.....	Não apresentou correlação
Polinomial .....	3,12% - 0,9920

Embora a população urbana do distrito de Lagoa do Mato no período compreendido entre 1991 e 1996 tenha crescido a uma taxa média de 7,08% ao ano, esta tendência certamente está diminuindo, a exemplo dos resultados globais obtidos quando analisada a tendência global para o município (o crescimento da população urbana total do município diminuiu de 6,29% -1991/1996 para 2,68% - 1996/2000).

Baseado nos resultados acima, sugerimos adotar para o distrito de Lagoa do Mato uma taxa média de crescimento de 2,0%. Este valor sugerido está dentro da faixa usualmente adotada em outros programas desenvolvidos pelo Estado para comunidades semelhantes, a exemplo dos projetos desenvolvidos no âmbito do PROÁGUA



**FIGURA 2.1 - ITATIRA: CURVAS DE REGRESSÃO**



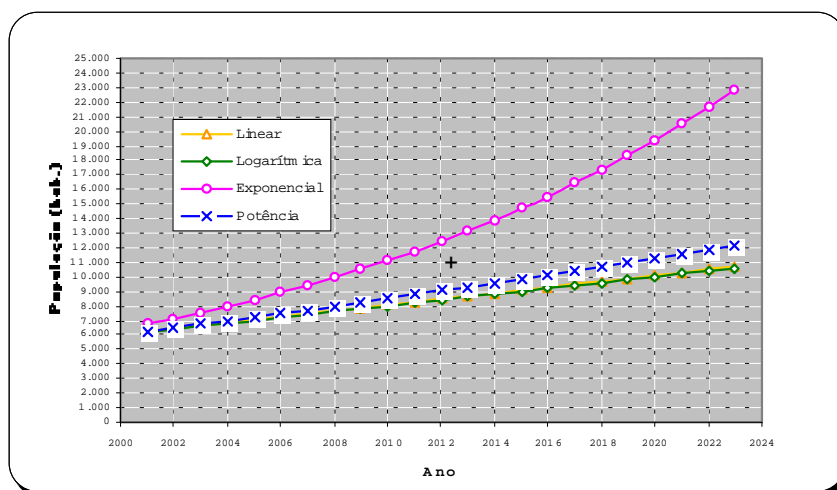
**QUADRO 2.1 – ITATIRA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL**

<b>CURVA</b>	<b>LINEAR</b>	<b>LOGARÍTMICA</b>	<b>EXPONENCIAL</b>	<b>POLINOMIAL</b>
R <sup>2</sup>	0,9902	0,9912	0,9884	0,9920
Pop.IBGE – Ano de 2000	6.024	6.024	6.024	6.024
2001	6.248	6.201	6.767	6.239
2002	6.450	6.402	7.152	6.478
2003	6.653	6.603	7.559	6.720
2004	6.855	6.804	7.990	6.965
2005	7.058	7.005	8.444	7.213
2006	7.260	7.205	8.925	7.464
2007	7.462	7.406	9.433	7.718
2008	7.665	7.607	9.970	7.975
2009	7.867	7.807	10.538	8.235
2010	8.069	8.007	11.138	8.498
2011	8.272	8.208	11.772	8.764
2012	8.474	8.408	12.442	9.034
2013	8.677	8.608	13.151	9.306
2014	8.879	8.808	13.899	9.582
2015	9.081	9.008	14.691	9.860
2016	9.284	9.207	15.527	10.142
2017	9.486	9.407	16.411	10.426
2018	9.688	9.607	17.345	10.714
2019	9.891	9.806	18.333	11.005
2020	10.093	10.005	19.376	11.298
2021	10.296	10.205	20.480	11.595
2022	10.498	10.404	21.646	11.895
2023	10.700	10.603	22.878	12.198
Taxa média	2,53	2,49	5,97	3,12





**FIGURA 2.2 - ITATIRA: CURVAS DE REGRESSÃO POPULAÇÃO URBANA**



## 2.2 MADALENA

### 2.2.1 Localidades atendidas

A área de abrangência do projeto restringe-se apenas a sede municipal de Madalena.

### 2.2.2 Alcance do Estudo

A data fixada para o início de operação do sistema será a partir do ano 2003 e considerando os estudos para um período de 30 anos, tem-se o ano de 2033 como final de plano.

### 2.2.3 População de Referência

A projeção da evolução populacional de Madalena foi desenvolvida a partir dos dados populacionais do IBGE, referentes aos censos de 1991, 1996 e 2000, apresentados anteriormente no QUADRO 2.2.



## 2.2.4 Projeção Populacional

### 2.2.4.1 Considerações Gerais

A partir dos dados populacionais do IBGE, foram aplicados modelos matemáticos, visando definir a equação que indicasse uma melhor correlação da tendência de crescimento esperada, a partir dos dados conhecidos.

Portanto, para a avaliação da população refletida pela expectativa prevista, efetuou-se uma análise de regressão, a partir dos dados censitários de 1991, 1996, e 2000, de forma a se obter um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento populacional da comunidade.

As equações de regressão utilizadas são da seguinte forma:

- Equação Linear .....  $y = ax - b$
- Equação Logarítmica.....  $y = a \cdot \ln(x) - b$
- Equação Exponencial.....  $y = a \cdot e^{bx}$
- Equação Potencial.....  $y = ax^b$
- Equação Polinomial.....  $y = ax^2 + bx + c$

As análises foram procedidas tendo como base os dados do IBGE, utilizando-se as equações mencionadas para avaliação da tendência do crescimento da população urbana da sede do município.

### 2.2.4.2 Resultados

A representação gráfica do ajuste das curvas das equações utilizadas, com os seus respectivos coeficientes de correlação, é representada na FIGURA 2.3.



A projeção da população calculada através dos métodos de regressão apresentados anteriormente, até o ano 2033, está apresentada no QUADRO 2.2 e representada graficamente na FIGURA 2.4.

#### 2.2.4.3 Conclusões

A população do município de Madalena, quando analisada o seu conjunto, aferiu um crescimento no período de 1991 a 2000, com uma taxa média de 3,46% ao ano. (urbana = 5,53% e rural=2,42%).

Quando analisado apenas o desenvolvimento da população urbana da sede, no mesmo período, este se comportou de forma sempre crescente, ou seja: entre 1991 e 1996 a taxa média de crescimento foi de 1,49% e de forma mais acentuada no período compreendido entre 1996 e 2000 que foi de 5,62%.

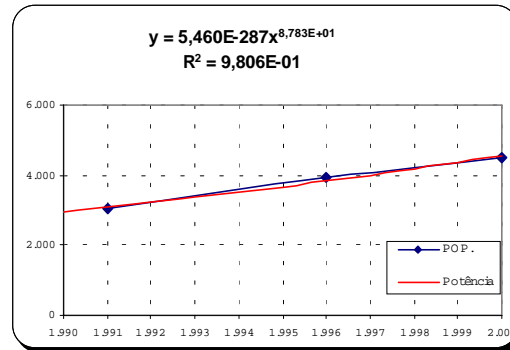
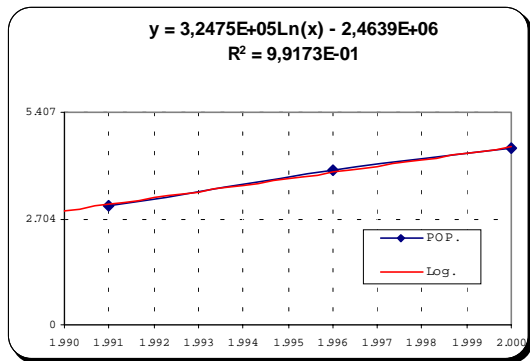
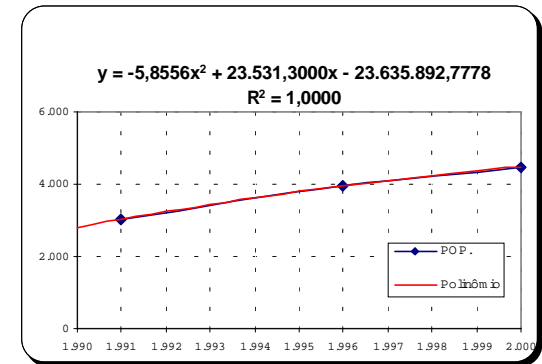
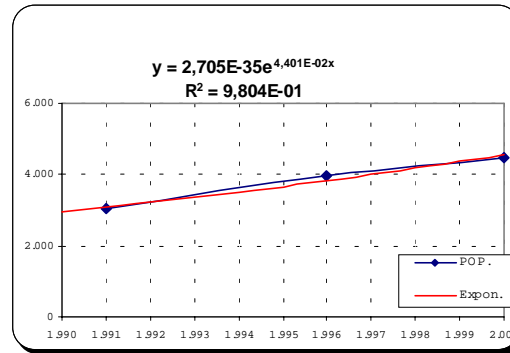
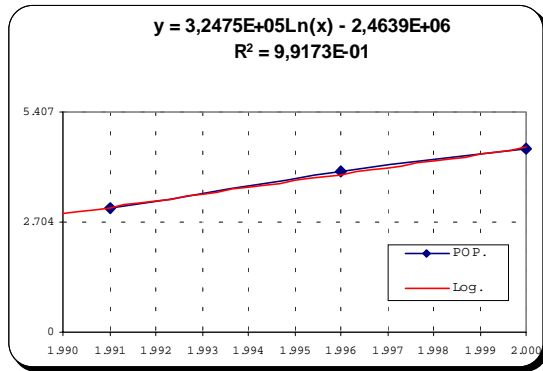
Os resultados obtidos nas análise, indicaram as seguintes taxas médias de crescimento e os respectivos coeficientes de correlações (Evolução até o ano 2023):

- Linear .....2,70% - 0,9916
- Logarítmica.....2,66% - 0,9917
- Exponencial.....4,57% - 0,9804
- Potência.....4,62% - 0,9806
- Polinomial.....Não apresentou correlação

De acordo com os resultados apresentados, concluímos que:

- As curvas obtidas através das equações apresentaram coeficientes de correlação altos, mostrando o bom ajuste dos dados;
- As taxas de crescimento da população urbana da sede apresentou crescimento negativo de 1991 a 2000;
- Portanto, sugerimos adotar para a cidade de Madalena, uma taxa de crescimento média anual de 2,0%. O valor proposto está dentro da faixa usualmente adotada em outros programas desenvolvidos pelo Estado para comunidades semelhantes, a exemplo dos projetos desenvolvidos no âmbito do PROÁGUA.

**FIGURA 2.3 – MADALENA: CURVAS DE REGRESSÃO**

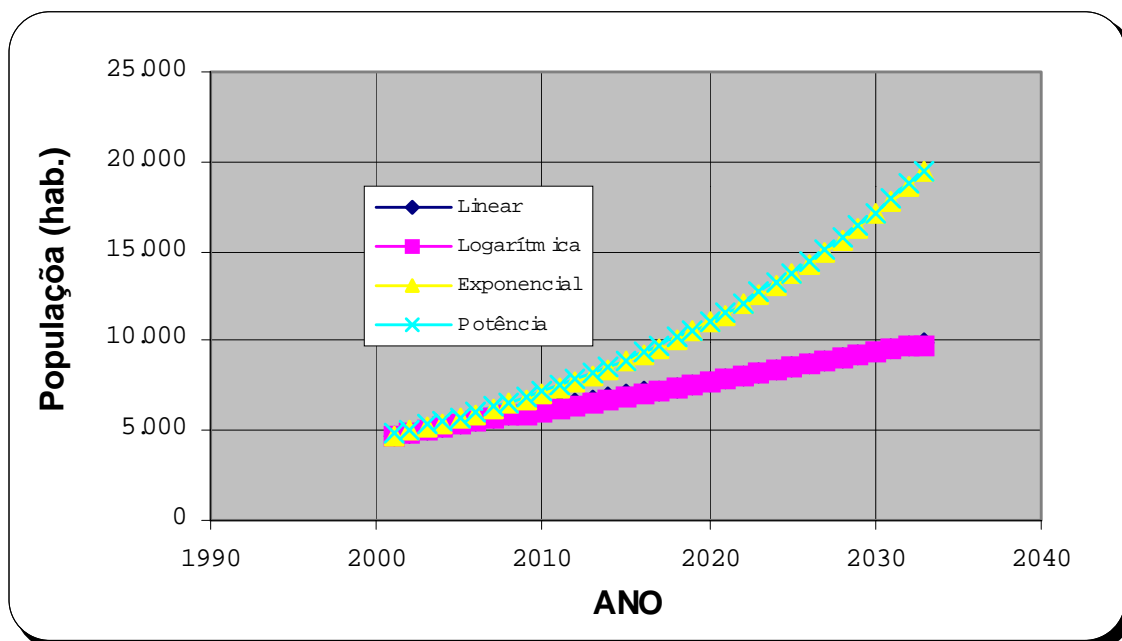


**QUADRO 2.2 – MADALENA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL**

<b>CURVA</b>	<b>LINEAR</b>	<b>LOGARÍTMICA</b>	<b>EXPONENCIAL</b>	<b>POTÊNCIA</b>
R <sup>2</sup>	0,9916	0,9917	0,9804	0,9806
Pop.IBGE - Ano de 2000	4.485	4.485	4.485	4.485
2001	4.691	4.655	4.763	4.850
2002	4.854	4.818	4.977	5.067
2003	5.016	4.980	5.201	5.295
2004	5.179	5.142	5.435	5.532
2005	5.342	5.304	5.680	5.780
2006	5.505	5.466	5.935	6.038
2007	5.667	5.628	6.202	6.309
2008	5.830	5.789	6.481	6.591
2009	5.993	5.951	6.773	6.885
2010	6.156	6.113	7.078	7.193
2011	6.318	6.274	7.396	7.514
2012	6.481	6.436	7.729	7.849
2013	6.644	6.597	8.077	8.200
2014	6.807	6.758	8.440	8.565
2015	6.969	6.920	8.820	8.947
2016	7.132	7.081	9.217	9.345
2017	7.295	7.242	9.631	9.761
2018	7.457	7.403	10.065	10.196
2019	7.620	7.564	10.518	10.649
2020	7.783	7.724	10.991	11.123
2021	7.946	7.885	11.485	11.617
2022	8.108	8.046	12.002	12.133
2023	8.271	8.206	12.542	12.671
2024	8.434	8.367	13.107	13.233
2025	8.597	8.527	13.696	13.820
2026	8.759	8.688	14.312	14.432
2027	8.922	8.848	14.956	15.072
2028	9.085	9.008	15.629	15.739
2029	9.248	9.168	16.333	16.435
2030	9.410	9.328	17.067	17.162
2031	9.573	9.488	17.835	17.921
2032	9.736	9.648	18.638	18.712
2033	9.899	9.808	19.476	19.539
Taxa média	2,70	2,66	4,57	4,62



**FIGURA 2.4 - MADALENA: GRÁFICO DOS RESULTADOS DA REGRESSÃO**





## **2.3 SÃO JOSÉ DE MACAOCA**

### **2.3.1 Localidades atendidas**

A área de abrangência do projeto restringe-se apenas à área urbana de São José de Macaoca.

### **2.3.2 Alcance do Estudo**

A data fixada para o início de operação do sistema será a partir do ano 2003 e considerando os estudos para um período de 30 anos, tem-se o ano de 2033 como final de plano.

### **2.3.3 População de Referência**

A projeção da evolução populacional de São José de Macaoca foi desenvolvida a partir dos dados populacionais do IBGE referentes à contagem populacional de 1996, utilizando-se o crescimento populacional da sede (Madalena).

A evolução populacional do distrito de São José de Macaoca se encontra no QUADRO 2.3.



**QUADRO 2.3 – SÃO JOSÉ DE MACAOCA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL**

<b>ANO</b>	<b>Taxa de crescimento (% aa)</b>	<b>POPULAÇÃO (hab)</b>
1996		910
2000		985
2001		1.005
2002		1.025
2003		1.045
2004		1.066
2005		1.088
2006		1.109
2007		1.131
2008		1.154
2009		1.177
2010		1.201
2011		1.225
2012		1.249
2013		1.274
2014		1.300
2015		1.326
2016	2,00	1.352
2017		1.379
2018		1.407
2019		1.435
2020		1.464
2021		1.493
2022		1.523
2023		1.553
2024		1.584
2025		1.616
2026		1.648
2027		1.681
2028		1.715
2029		1.749
2030		1.784
2031		1.820
2032		1.856
2033		1.893



MONTGOMERY WATSON



### **3. DEMANDAS x VAZÕES**

---



### 3 DEMANDAS X VAZÕES

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES

O principal parâmetro para a definição de uma demanda próxima da realidade é a existência de séries de dados de micromedição, instrumento este que permite até uma avaliação do consumo per capita por classe de consumidor e renda.

Os dados disponibilizados pela CAGECE são insuficientes para uma adequada análise do consumo per capita observado.

Na ausência de informações consistentes, será adotada a metodologia utilizada para a definição de demandas e de vazões de projeto sugerida pelo PROÁGUA no Manual Operativo, Volume II, Abril/2000. Os principais parâmetros de projeto definidos neste documento são apresentados a seguir:

#### 3.2 PARÂMETROS DE PROJETO

##### **Consumo *per capita* líquida $q(l/hab/dia)$**

- Para comunidades com população acima de 4.000 hab.: 112,50
- Para comunidades com população inferior a 4.000 hab.: 90,00

##### **Índice de abastecimento - $iab$ (%)**

- Para comunidades com população acima de 4.000 hab.: 95,00
- Para comunidades com população inferior a 4.000 hab.: 100,00

**Índice de perdas ( $ip$ )= 25%.**

##### **Consumo *per capita* bruta $q(l/hab/dia)$**

- Para comunidades com população acima de 4.000 hab.: 150,00
- Para comunidades com população inferior a 4.000 hab.: 120,00



**Coefficiente do dia de maior consumo:**  $(k1) = 1,2$ .

**Coefficiente da hora de maior consumo:**  $(K2) = 1,5$ .

**População de Projeto P (hab):** Estimada a partir da população atual aplicando-se as taxas de crescimento adotadas durante a vida útil do projeto

### **Vazões (l/s)**

- **Vazão Média:**  $Q_M = P \times \frac{ip \times q \times iab}{86.400}$
- **Vazão Máxima Diária:**  $Q_d = Q_m \times K1$
- **Vazão Máxima Horária:**  $Q_h = Q_d \times K2$

### **Reservação**

Para o cálculo da reserva necessária, será adotada a relação correspondente a 1/3 do volume consumido relativa a vazão máxima diária.

## **3.3 RESULTADOS**

A partir dos parâmetros definidos anteriormente, calculou-se as vazões e os volumes de reserva necessários para o sistema. Os cálculos são apresentados ano a ano até o fim do horizonte do projeto, adotado como sendo 2033, considerando que o início de implantação do projeto se dará em 2003. Os resultados são apresentados no QUADRO 3.1, QUADRO 3.2 e QUADRO 3.3.

Os principais indicadores de demandas, ofertas e vazões do projeto, relativos ao ano de 2033, são os seguintes:

### **3.3.1 Lagoa do Mato**

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	155.292,35
Oferta (m <sup>3</sup> /ano).....	208.056,46



Vazão média (l/s) .....	7,88
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	6,36
20 anos .....	7,76
30 anos .....	9,45
Reservação necessária (m <sup>3</sup> ) .....	272,29

### 3.3.2 Madalena

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	336.307,93
Oferta (m <sup>3</sup> /ano).....	448.410,57
Vazão média (l/s) .....	17,06
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	13,78
20 anos .....	16,80
30 anos .....	20,48
Reservação necessária (m <sup>3</sup> ) .....	589,69

### 3.3.3 São José de Macaoca

Demanda (m <sup>3</sup> /ano) .....	73.860,27
Oferta (m <sup>3</sup> /ano).....	98.480,36
Vazão média (l/s) .....	3,75
Vazão máx. diária (l/s) 10 anos .....	3,03
20 anos .....	3,69
30 anos .....	4,50
Reservação necessária (m <sup>3</sup> ) .....	129,51

**QUADRO 3.1 - EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS – LAGOA DO MATO**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m3)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1996	2,00	2.272	25	90,00	120,00	100,00	74.635,20	99.513,60	3,79	4,54	130,87
1997		2.317	25	90,00	120,00	100,00	76.127,90	101.503,87	3,86	4,63	133,48
1998		2.364	25	90,00	120,00	100,00	77.650,46	103.533,95	3,94	4,73	136,15
1999		2.411	25	90,00	120,00	100,00	79.203,47	105.604,63	4,02	4,82	138,88
2000		2.459	25	90,00	120,00	100,00	80.787,54	107.716,72	4,10	4,92	141,65
2001		2.508	25	90,00	120,00	100,00	82.403,29	109.871,06	4,18	5,02	144,49
2002		2.559	25	90,00	120,00	100,00	84.051,36	112.068,48	4,26	5,12	147,38
2003		2.610	25	90,00	120,00	100,00	85.732,38	114.309,85	4,35	5,22	150,33
2004		2.662	25	90,00	120,00	100,00	87.447,03	116.596,04	4,44	5,32	153,33
2005		2.715	25	90,00	120,00	100,00	89.195,97	118.927,96	4,53	5,43	156,40
2006		2.770	25	90,00	120,00	100,00	90.979,89	121.306,52	4,62	5,54	159,53
2007		2.825	25	90,00	120,00	100,00	92.799,49	123.732,65	4,71	5,65	162,72
2008		2.881	25	90,00	120,00	100,00	94.655,48	126.207,31	4,80	5,76	165,97
2009		2.939	25	90,00	120,00	100,00	96.548,59	128.731,45	4,90	5,88	169,29
2010		2.998	25	90,00	120,00	100,00	98.479,56	131.306,08	5,00	6,00	172,68
2011		3.058	25	90,00	120,00	100,00	100.449,15	133.932,20	5,10	6,12	176,13
2012		3.119	25	90,00	120,00	100,00	102.458,14	136.610,85	5,20	6,24	179,65
2013		3.181	25	90,00	120,00	100,00	104.507,30	139.343,06	5,30	6,36	183,25
2014		3.245	25	90,00	120,00	100,00	106.597,44	142.129,93	5,41	6,49	186,91
2015		3.310	25	90,00	120,00	100,00	108.729,39	144.972,52	5,52	6,62	190,65
2016		3.376	25	90,00	120,00	100,00	110.903,98	147.871,97	5,63	6,75	194,46
2017		3.444	25	90,00	120,00	100,00	113.122,06	150.829,41	5,74	6,89	198,35
2018		3.512	25	90,00	120,00	100,00	115.384,50	153.846,00	5,85	7,02	202,32
2019		3.583	25	90,00	120,00	100,00	117.692,19	156.922,92	5,97	7,17	206,36
2020		3.654	25	90,00	120,00	100,00	120.046,04	160.061,38	6,09	7,31	210,49
2021		3.727	25	90,00	120,00	100,00	122.446,96	163.262,61	6,21	7,45	214,70
2022		3.802	25	90,00	120,00	100,00	124.895,90	166.527,86	6,34	7,60	219,00
2023		3.878	25	90,00	120,00	100,00	127.393,81	169.858,42	6,46	7,76	223,38
2024		3.956	25	90,00	120,00	100,00	129.941,69	173.255,59	6,59	7,91	227,84
2025		4.035	25	90,00	120,00	100,00	132.540,52	176.720,70	6,72	8,07	232,40
2026		4.115	25	90,00	120,00	100,00	135.191,33	180.255,11	6,86	8,23	237,05
2027		4.198	25	90,00	120,00	100,00	137.895,16	183.860,21	7,00	8,40	241,79
2028		4.282	25	90,00	120,00	100,00	140.653,06	187.537,42	7,14	8,56	246,62
2029		4.367	25	90,00	120,00	100,00	143.466,13	191.288,17	7,28	8,73	251,56
2030		4.455	25	90,00	120,00	100,00	146.335,45	195.113,93	7,42	8,91	256,59
2031		4.544	25	90,00	120,00	100,00	149.262,16	199.016,21	7,57	9,09	261,72
2032		4.635	25	90,00	120,00	100,00	152.247,40	202.996,53	7,72	9,27	266,95
2033		4.727	25	90,00	120,00	100,00	155.292,35	207.056,46	7,88	9,45	272,29

**QUADRO 3.2 – EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS - MADALENA**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m3)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,00	4.485	25	112,50	150,00	95,00	174.957,05	233.276,06	8,88	10,65	306,77
2001		4.575	25	112,50	150,00	95,00	178.456,19	237.941,58	9,05	10,86	312,91
2002		4.666	25	112,50	150,00	95,00	182.025,31	242.700,42	9,24	11,08	319,17
2003		4.760	25	112,50	150,00	95,00	185.665,82	247.554,42	9,42	11,30	325,55
2004		4.855	25	112,50	150,00	95,00	189.379,13	252.505,51	9,61	11,53	332,06
2005		4.952	25	112,50	150,00	95,00	193.166,72	257.555,62	9,80	11,76	338,70
2006		5.051	25	112,50	150,00	95,00	197.030,05	262.706,73	10,00	12,00	345,48
2007		5.152	25	112,50	150,00	95,00	200.970,65	267.960,87	10,20	12,24	352,39
2008		5.255	25	112,50	150,00	95,00	204.990,07	273.320,09	10,40	12,48	359,43
2009		5.360	25	112,50	150,00	95,00	209.089,87	278.786,49	10,61	12,73	366,62
2010		5.467	25	112,50	150,00	95,00	213.271,66	284.362,22	10,82	12,98	373,96
2011		5.577	25	112,50	150,00	95,00	217.537,10	290.049,46	11,04	13,24	381,43
2012		5.688	25	112,50	150,00	95,00	221.887,84	295.850,45	11,26	13,51	389,06
2013		5.802	25	112,50	150,00	95,00	226.325,60	301.767,46	11,48	13,78	396,84
2014		5.918	25	112,50	150,00	95,00	230.852,11	307.802,81	11,71	14,05	404,78
2015		6.036	25	112,50	150,00	95,00	235.469,15	313.958,87	11,95	14,34	412,88
2016		6.157	25	112,50	150,00	95,00	240.178,53	320.238,04	12,19	14,62	421,13
2017		6.280	25	112,50	150,00	95,00	244.982,10	326.642,80	12,43	14,92	429,56
2018		6.406	25	112,50	150,00	95,00	249.881,75	333.175,66	12,68	15,21	438,15
2019		6.534	25	112,50	150,00	95,00	254.879,38	339.839,17	12,93	15,52	446,91
2020		6.664	25	112,50	150,00	95,00	259.976,97	346.635,96	13,19	15,83	455,85
2021		6.798	25	112,50	150,00	95,00	265.176,51	353.568,68	13,45	16,14	464,97
2022		6.934	25	112,50	150,00	95,00	270.480,04	360.640,05	13,72	16,47	474,27
2023		7.072	25	112,50	150,00	95,00	275.889,64	367.852,85	14,00	16,80	483,75
2024		7.214	25	112,50	150,00	95,00	281.407,43	375.209,91	14,28	17,13	493,43
2025		7.358	25	112,50	150,00	95,00	287.035,58	382.714,11	14,56	17,48	503,30
2026		7.505	25	112,50	150,00	95,00	292.776,29	390.368,39	14,85	17,83	513,36
2027		7.655	25	112,50	150,00	95,00	298.631,82	398.175,76	15,15	18,18	523,63
2028		7.808	25	112,50	150,00	95,00	304.604,45	406.139,27	15,45	18,55	534,10
2029		7.965	25	112,50	150,00	95,00	310.696,54	414.262,06	15,76	18,92	544,78
2030		8.124	25	112,50	150,00	95,00	316.910,47	422.547,30	16,08	19,29	555,68
2031		8.286	25	112,50	150,00	95,00	323.248,68	430.998,24	16,40	19,68	566,79
2032		8.452	25	112,50	150,00	95,00	329.713,66	439.618,21	16,73	20,07	578,13
2033	8.621	25	112,50	150,00	95,00	336.307,93	448.410,57	17,06	20,48	589,69	

**QUADRO 3.3 – EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS – SÃO JOSÉ DE MACAOCA**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m3/ano)	Oferta (m3/ano)	Vazões (l/s) - 20 h		Reserv. Nec. (m <sup>3</sup> )
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
1996		910					IPLANCE - 1996				
2000		985	25	112,50	150,00	95,00	38.424,23	51.232,31	1,95	2,34	67,37
2001		1.005	25	112,50	150,00	95,00	39.192,72	52.256,96	1,99	2,39	68,72
2002		1.025	25	112,50	150,00	95,00	39.976,57	53.302,10	2,03	2,43	70,10
2003		1.045	25	112,50	150,00	95,00	40.776,10	54.368,14	2,07	2,48	71,50
2004		1.066	25	112,50	150,00	95,00	41.591,63	55.455,50	2,11	2,53	72,93
2005		1.088	25	112,50	150,00	95,00	42.423,46	56.564,61	2,15	2,58	74,39
2006		1.109	25	112,50	150,00	95,00	43.271,93	57.695,90	2,20	2,63	75,87
2007		1.131	25	112,50	150,00	95,00	44.137,37	58.849,82	2,24	2,69	77,39
2008		1.154	25	112,50	150,00	95,00	45.020,11	60.026,82	2,28	2,74	78,94
2009		1.177	25	112,50	150,00	95,00	45.920,52	61.227,36	2,33	2,80	80,52
2010		1.201	25	112,50	150,00	95,00	46.838,93	62.451,90	2,38	2,85	82,13
2011		1.225	25	112,50	150,00	95,00	47.775,71	63.700,94	2,42	2,91	83,77
2012		1.249	25	112,50	150,00	95,00	48.731,22	64.974,96	2,47	2,97	85,45
2013		1.274	25	112,50	150,00	95,00	49.705,84	66.274,46	2,52	3,03	87,16
2014		1.300	25	112,50	150,00	95,00	50.699,96	67.599,95	2,57	3,09	88,90
2015		1.326	25	112,50	150,00	95,00	51.713,96	68.951,95	2,62	3,15	90,68
2016	2,00	1.352	25	112,50	150,00	95,00	52.748,24	70.330,99	2,68	3,21	92,49
2017		1.379	25	112,50	150,00	95,00	53.803,20	71.737,61	2,73	3,28	94,34
2018		1.407	25	112,50	150,00	95,00	54.879,27	73.172,36	2,78	3,34	96,23
2019		1.435	25	112,50	150,00	95,00	55.976,85	74.635,81	2,84	3,41	98,15
2020		1.464	25	112,50	150,00	95,00	57.096,39	76.128,52	2,90	3,48	100,11
2021		1.493	25	112,50	150,00	95,00	58.238,32	77.651,09	2,95	3,55	102,12
2022		1.523	25	112,50	150,00	95,00	59.403,09	79.204,11	3,01	3,62	104,16
2023		1.553	25	112,50	150,00	95,00	60.591,15	80.788,20	3,07	3,69	106,24
2024		1.584	25	112,50	150,00	95,00	61.802,97	82.403,96	3,14	3,76	108,37
2025		1.616	25	112,50	150,00	95,00	63.039,03	84.052,04	3,20	3,84	110,53
2026		1.648	25	112,50	150,00	95,00	64.299,81	85.733,08	3,26	3,91	112,74
2027		1.681	25	112,50	150,00	95,00	65.585,81	87.447,74	3,33	3,99	115,00
2028		1.715	25	112,50	150,00	95,00	66.897,52	89.196,70	3,39	4,07	117,30
2029		1.749	25	112,50	150,00	95,00	68.235,47	90.980,63	3,46	4,15	119,65
2030		1.784	25	112,50	150,00	95,00	69.600,18	92.800,24	3,53	4,24	122,04
2031		1.820	25	112,50	150,00	95,00	70.992,19	94.656,25	3,60	4,32	124,48
2032		1.856	25	112,50	150,00	95,00	72.412,03	96.549,37	3,67	4,41	126,97
2033		1.893	25	112,50	150,00	95,00	73.860,27	98.480,36	3,75	4,50	129,51





MONTGOMERY WATSON



## 4. DISPONIBILIDADE HÍDRICA

---



## 4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA O SISTEMA

### 4.1 FONTE HÍDRICA DO SISTEMA ADUTOR MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATOS

A fonte hídrica do sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato é a futura barragem de Umari, cuja ficha técnica completa está a seguir.

<b>FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM UMARI</b>	
<b>• IDENTIFICAÇÃO</b>	
Denominação:	Barragem Umari
Estado:	Ceará
Município:	Madalena
Coordenadas Geográficas:	38°32'48, 19839"W; 4°48'34, 87267"S
Rio Barrado:	Barrigas
Proprietário:	Estado do Ceará/SRH
Autor do Projeto:	Consórcio Engesoft/Montgomery
Data do Projeto:	Abril/2002
<b>• BACIA HIDROGRÁFICA</b>	
Área:	975km <sup>2</sup>
Precipitação Média Anual:	642mm
Evaporação Média Anual:	2.706mm
<b>• CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO</b>	
Área da Bacia Hidráulica (Cota 310,00m):	738,28ha
Volume Acumulado (Cota 310,00m):	35,04hm <sup>3</sup>
Volume Morto do Reservatório (Cota 304,00m):	7,49hm <sup>3</sup>
Volume de Alerta (Cota 306,00m):	13,87hm <sup>3</sup>
Vazão Regularizada (90%):	0,390m <sup>3</sup> /s
Vazão Max. de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):	932m <sup>3</sup> /s
Vazão Máx. de Projeto Amortecida (TR=10.000 anos):	1055m <sup>3</sup> /s
Nível D'água Max. Normal:	310,00m
Nível D'água Max. Maximorum (TR=1.000 anos):	313,61m
Nível D'água Max. Maximorum (TR=10.000 anos):	313,94m
<b>• BARRAGEM PRINCIPAL</b>	
Tipo:	Maçço de Seção Zoneada de Terra
Largura do Coroamento:	6,0m
Extensão pelo Coroamento:	598,80m (Margem Dir.+Margem Esq.)
Cota do Coroamento:	El.315,50m
Largura Máxima da Base:	103,00m
Talude de Montante:	1,0 v: 2,5 h

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM UMARI****• TOMADA D'AGUA**

Tipo:	Tubo de Aço Envolto em Concreto
Número de Condutos:	1 (um)
Diâmetro:	500mm
Comprimento do Conduto:	78,00m
Comprimento:	90,0m
Localização:	Oubr. Dir. / Est. 42+10,00

**• VERTEDOURO:**

Tipo:	Canal Escavado em Rocha
Largura:	60,00m
Vazão Máxima Prevista (TR=10.000 anos):	932m <sup>3</sup> /s
Lâmina Máxima Prevista (TR=1.000 anos):	3,61m
LÂMINA MÁXIMA PREVISTA (TR=10.000 ANOS):	3,94m
Borda Livre:	2,38m



MONTGOMERY WATSON



## **5. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES**

---



## 5 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES

### 5.1 SISTEMA EM OPERAÇÃO

O sistema em operação atualmente nas localidades de Madalena, São José de Macaoca e Lagoa do Mato são administrado pela CAGECE e apresentam as seguintes unidades:

#### 5.1.1 Lagoa do Mato

##### 5.1.1.1 Captação

A captação para o abastecimento do distrito de Lagoa do Mato é feita a partir de um flutuante em fibra de vidro localizado no açude Oiticica dotado de apenas um grupo motobomba com 35 CV de potência.

O sistema é precário e, segundo o operador da bomba, todo mês o motor queima. Desde que foi construído pela Associação Comunitária de Lagoa do Mato em 1988, o açude ainda não secou. Segundo a associação, a capacidade do açude é de 1.000.000 m<sup>3</sup>.

##### 5.1.1.2 Adução de água bruta

A adução de água bruta é composto de uma adutora por recalque e outra por gravidade. A adutora de recalque é em PVC com diâmetro 110 mm e recalca água até um reservatório apoiado em cota elevada. Deste reservatório, a água segue por gravidade até a cidade em adutora de PVC com diâmetros 110 e 150 mm.

##### 5.1.1.3 Tratamento

No reservatório apoiado é realizada uma cloração, sendo esta a única forma de tratamento da água existente.

##### 5.1.1.4 Reservação

Não existe reservação de água além do reservatório apoiado citado.



Um croqui do sistema existente poderá ser visto na FIGURA 5.1

## **5.1.2 Madalena**

### 5.1.2.1 Captação

A captação para o sistema de abastecimento de água de Madalena é atualmente realizado por intermédio de 2 poços amazonas no aluvião do rio que intercepta a cidade.

### 5.1.2.2 Tratamento

A cloração é a única forma de tratamento existente.

### 5.1.2.3 Estação de bombeamento de água bruta

Em um dos poços amazonas, existe um reservatório de reunião e uma estação elevatória de água bruta composto de duas bombas de eixo horizontal em péssimo estado de conservação. A água é bombeada diretamente para o reservatório elevado da cidade.

### 5.1.2.4 Reservação

A água bombeada dos poços é armazenada em um reservatório elevado com capacidade 100 m<sup>3</sup> que abastece a cidade.

Um croqui do sistema existente poderá ser visto na FIGURA 5.2

## **5.1.3 São José de Macaoca**

### 5.1.3.1 Captação

A captação para o abastecimento do distrito de São José de Macaoca é feito através de um poço amazonas localizado próximo à cidade. No poço amazonas existe uma estação elevatória de água bruta que atualmente só serve para abrigo dos quadros de comando elétrico. O grupo motobomba foi deslocado para fora da casa o que demonstra o péssimo estado em que se encontra as instalações.



### 5.1.3.2 Tratamento

Não existe qualquer forma de tratamento para a água captada.

### 5.1.3.3 Reservação

Na cidade existe um reservatório elevado com 50 m<sup>3</sup> que faz a distribuição para a cidade.

Um croqui do sistema existente poderá ser visto na FIGURA 5.3



AÇUDE  
OITICICA  
CAP=10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

CAP

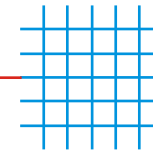
CC

DN 100mm - F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>  
L=2.500 m

RAP

DN 150mm - F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>  
L=1.000 m

LAGOA DO  
MATO



**LEGENDA:**

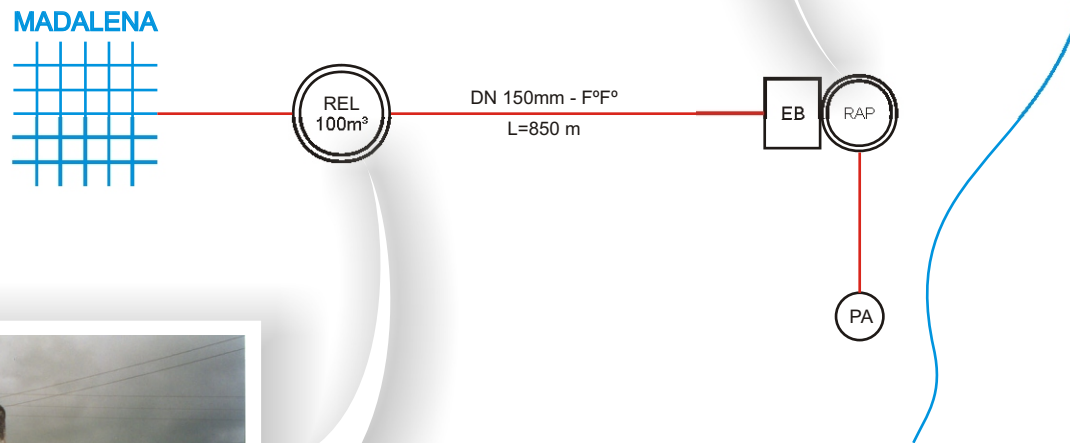
- CAP - CAPTAÇÃO FLUTUANTE
- RAP - RESERVATÓRIO APOIADO
- CC - CASA DE COMANDO ELÉTRICO

**Figura 5.1**  
**Croqui do Sistema Existente**  
**Lagoa do Mato**

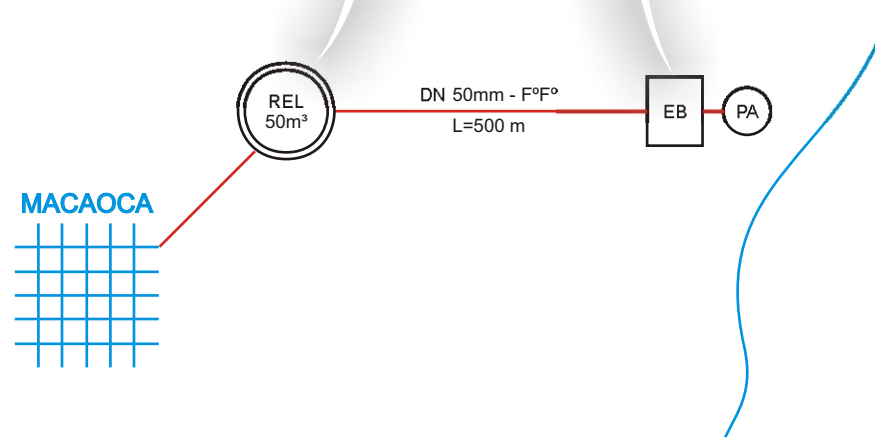


**LEGENDA:**

- PA - POÇO AMAZONAS
- RAP - RESERVATÓRIO APOIADO
- EB - ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
- REL - RESERVATÓRIO ELEVADO



**Figura 5.2**  
**Croqui do Sistema Existente**  
**Madalena**



**LEGENDA:**

- PA - POÇO AMAZONAS
- EB - ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
- REL - RESERVATÓRIO ELEVADO

**Figura 5.3**  
**Croqui do Sistema Existente**  
**São José de Macaoca**



MONTGOMERY WATSON



## **6. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO**

---



## 6 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

### 6.1 CAPTAÇÃO E ADUÇÃO

A captação para o Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato será realizado às margens do açude Umari. Para tanto, será instalado um flutuante no espelho d'água do lago em posição tal que, mesmo na cota mínima, seja possível a captação com segurança. A cota mínima considerada para dimensionamento da captação foi 304 m (cota de volume morto). A cota máxima é de 313,61 m (para cheia milenar).

### 6.2 SISTEMA INTEGRADO MADALENA/MACAOCA/LAGOA DO MATO

O sistema proposto para garantir o abastecimento de água para as cidade de Madalena, São José de Macaoca e Lagoa do Mato pelos próximos 30 anos constará das seguintes unidades:

- Captação flutuante na barragem Umari.
- Estação de tratamento localizado próximo ao flutuante.
- Reservatório apoiado de água tratada com 1.050 m<sup>3</sup>, que servirá como poço de sucção para o bombeamento de água tratada. O volume deste reservatório será composto por:
  - Volume para lavagem de filtros: 250 m<sup>3</sup>;
  - Volume de reservação para as cidades correspondente a 80% de 1/3 do volume diário (os outro 20% estarão armazenados nos reservatórios elevados nas cidades): 800 m<sup>3</sup>;
- Estação elevatória de água tratada composta de bombeamentos independentes para Lagoa do Mato e Madalena bem como as bombas para a lavagem dos filtros. A localidade de São José de Macaoca será abastecida por intermédio de uma derivação da adutora para Lagoa do Mato.



- Reservatórios elevados nas cidades com os seguintes volumes (20% de 1/3 do consumo diário):
  - Madalena: 100 m<sup>3</sup>
  - Lagoa do Mato: 75 m<sup>3</sup>
  - Macaoca: 50 m<sup>3</sup>

Dos reservatórios acima citados, apenas o de Lagoa do Mato será projetado. Os demais serão reaproveitados com pequenas melhorias.

O traçado da adutora na carta da SUDENE em escala 1:100.000 se encontra na FIGURA 6.1.

Um croquis do sistema integrado Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato se encontra na FIGURA 6.2.



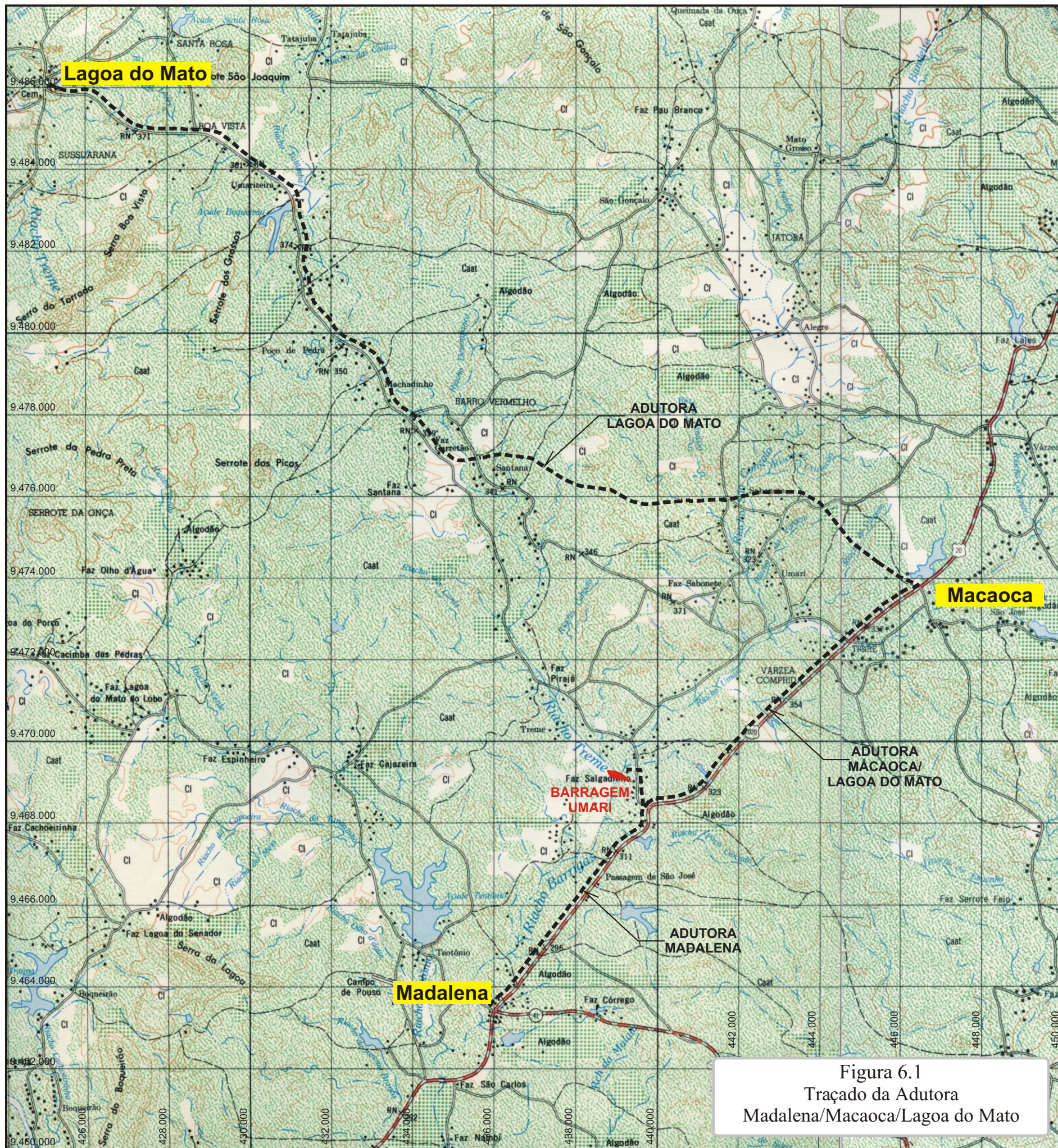
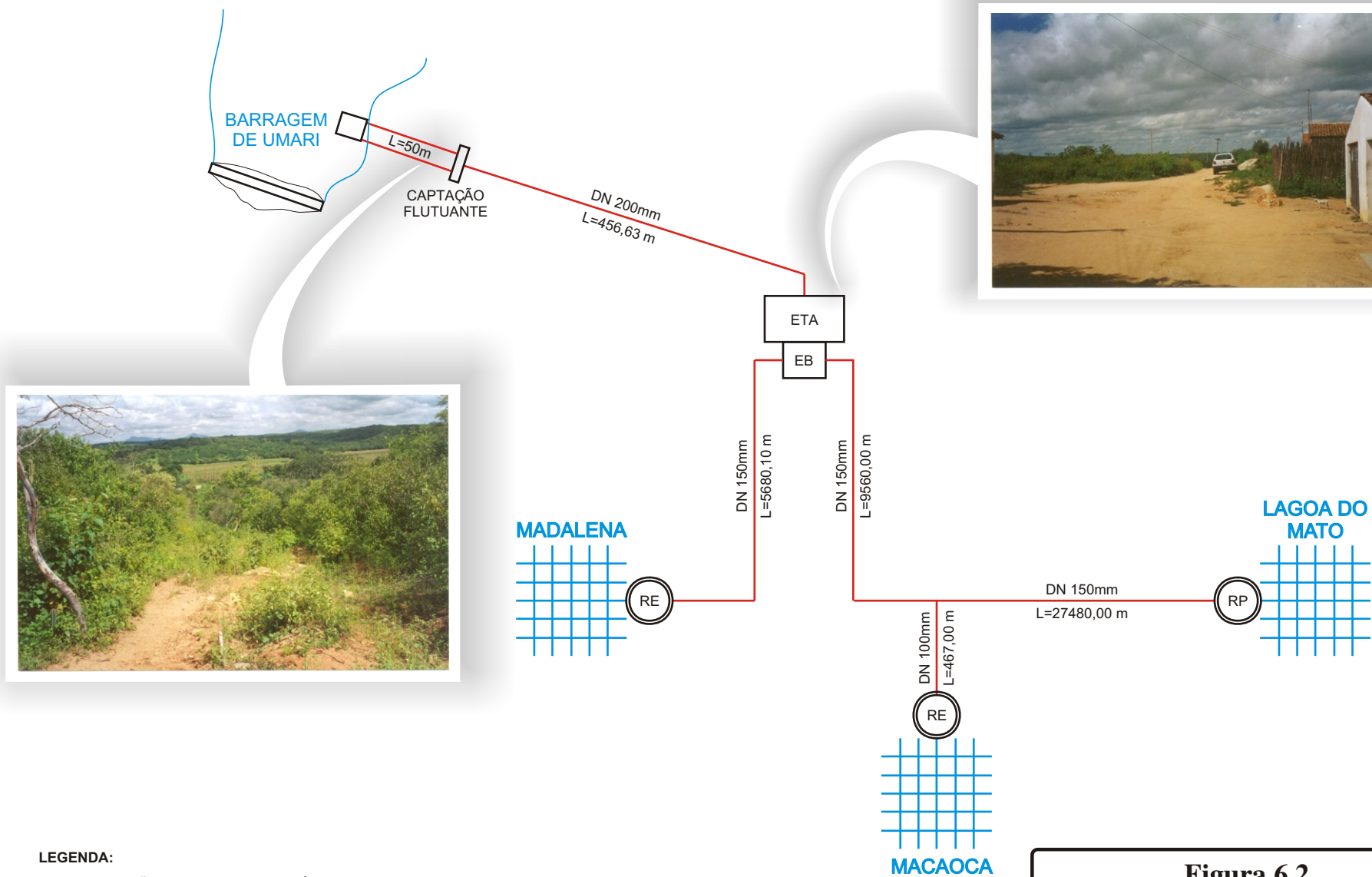


Figura 6.1  
Traçado da Adutora  
Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato





**LEGENDA:**

- ETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA
- EB - ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
- RP - RESERVATÓRIO PROJETADO
- RE - RESERVATÓRIO EXISTENTE

**Figura 6.2**  
**Croqui do Sistema Proposto**  
**Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato**

## **7. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO**

---





## 7 CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

### 7.1 GRUPO MOTOBOMBA

Para a determinação da potência dos grupos motobombas foram utilizadas as curvas fornecidas pelo fabricante. Utilizando-se o ponto de trabalho definido pelo binômio (Altura manométrica e Vazão), obtendo-se as características do grupo motobomba, quais sejam: modelo, rendimento, NPSH requerido, diâmetro do rotor, etc.

Para o cálculo da potência consumida, utilizou-se a seguinte formulação:

$$Potencia(cv) = \frac{Q.H_{man}}{75.\eta}$$

Para a determinação da potência do motor, aplicou-se 15% de reserva de potência e utilizou-se o motor comercialmente superior.

### 7.2 SISTEMA ADUTOR

#### 7.2.1 Critérios utilizados

Foram utilizados os seguintes critérios para a determinação da perda de carga na adutora:

1. Formula de Colebrook-White em conjunto com a fórmula universal de perda de carga de Darcy-Weisbach

Formula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right) \quad H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Formula de Darcy-Weisbach:

Onde :                    f - fator de atrito



k - Rugosidade do tubo (mm) = 0,2

R - Número de Reynolds

L - Comprimento (m)

V - Velocidade de escoamento (m/s)

D - Diâmetro (m)

g - Aceleração da gravidade = 9,81 m/s<sup>2</sup>

H - Perda de carga total ao longo do trecho (m)

2. Acréscimo de 5% nas perdas de carga distribuídas relativo às perdas de carga localizada ao longo da tubulação. Perdas estas caracterizadas por: (a) derivação para cidades, chafarizes (b) tê de derivação para descargas e ventosas, (c) curvas, (d) reduções e (e) derivação para adutoras secundárias.
3. Perda localizada na estação de bombeamento.

### BOMBEAMENTO PARA LAVAGEM DE FILTROS

PEÇA	POSIÇÃO	DN	K
Entrada de fluxo	SUCÇÃO (V <sub>suc</sub> =0,81 m/s)	300	1
Curva 90°		300	0,4
Válvula borboleta		300	0,1
Redução excêntrica		300 x 150	0,15
			∑K <sub>suc</sub> = 1,65
Redução concêntrica	RECALQUE (V <sub>rec</sub> (DN 200)=1,82 m/s)	200 x 125	0,30
Curva 90°		200	0,4
Válvula controladora		200	15
Válvula borboleta		200	0,1
Te com saída lateral		250 x 200	3
			∑K <sub>rec</sub> = 18,8
Válvula borboleta	RECALQUE (V <sub>rec</sub> (DN 250)=1,17 m/s)	250	0,1
Curva 45°		250	0,2
Curva 45°		250	0,2
			∑K <sub>rec</sub> = 0,50



Perda total do bombeamento para lavagem de filtros:

$$P = \sum K_{rec} \cdot \frac{V_{rec}^2}{2g} + \sum K_{rec} \cdot \frac{V_{rec}^2}{2g} + \sum K_{suc} \cdot \frac{V_{suc}^2}{2g} = 3,26m . \text{ Arredonda-se para 4 m.c a}$$

### BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO

PEÇA	POSIÇÃO	DN	K
Entrada de fluxo	SUCÇÃO ( $V_{suc} = 0,79m/s$ )	150	1
Curva 90°		150	0,4
Válvula borboleta		150	0,1
Redução excêntrica		150 x 80	0,15
			$\sum K_{suc} = 1,65$
Curva 45°	( $V_{suc} = 2,78 m/s$ )	80	0,20
			$\sum K_{suc} = 0,20$
Redução concêntrica	RECALQUE ( $V_{rec} = 1,78 m/s$ )	100 x 65	0,3
Curva 90°		100	0,4
Válvula controladora		100	15
Válvula borboleta		100	0,1
Te com saída lateral		100 x 100	3
Válvula borboleta		100	0,1
Curva 45°		100	0,2
Curva 45°		100 x 100	0,2
			$\sum K_{rec} = 19,3$

Perda total do bombeamento para Lagoa do Mato:

$$P = \sum K_{rec} \cdot \frac{V_{rec}^2}{2g} + \sum K_{suc} \cdot \frac{V_{suc}^2}{2g} + \sum K_{suc} \cdot \frac{V_{suc}^2}{2g} = 3,25m . \text{ Arredonda-se para 4 m.c a}$$

**BOMBEAMENTO PARA MADALENA**

PEÇA	POSIÇÃO	DN	K
Entrada de fluxo	SUCÇÃO ( $V_{suc} = 0,65 \text{ m/s}$ )	200	1
Curva 90°		200	0,4
Válvula borboleta		200	0,1
Redução excêntrica		200 x 125	0,15
			$\sum K_{suc} = 1,65$
Redução concêntrica	RECALQUE ( $V_{rec} = 1,16 \text{ m/s}$ )	150 x 80	0,30
Curva 90°		150	0,4
Válvula controladora		150	15
Válvula borboleta		150	0,1
Te com saída lateral		150 x 150	3
Válvula borboleta		150	0,1
Curva 45°		150	0,2
Curva 45°		150	0,2
			$\sum K_{rec} = 19,3$

Perda total do bombeamento para Madalena:

$$P = \sum K_{rec} \cdot \frac{V_{rec}^2}{2g} + \sum K_{suc} \cdot \frac{V_{suc}^2}{2g} = 1,36m. \text{ Arredonda-se para } 2 \text{ m.c.a}$$

4. Pressão mínima em qualquer ponto da adutora : 5,0 m.c.a

### 7.2.2 Metodologia

Para o dimensionamento do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, foi utilizado o estudo econômico. Neste método, o diâmetro que representa o menor custo total (energia + Investimentos) é o diâmetro escolhido.

Para operacionalizar o método econômico, foram feitas simulações com vários diâmetros e computados os custos com investimento inicial com tubos e estação de bombeamento e custo atualizado de energia ao longo de 30 anos de vida útil de



projeto para cada diâmetro simulado. No caso particular da adutora Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, foram utilizados os diâmetros 150, 200, 250 e 300.

O procedimento consiste no traçado de um gráfico onde as abscissas são o diâmetro e no eixo das ordenadas está o custo. Em um mesmo sistema de eixos três gráficos são traçados para cada setor:

- Diâmetro x custo da tubulação;
- Diâmetro x custo da energia + estação de bombeamento;
- Diâmetro x custo total.

Este último gráfico apresenta sempre um ponto de mínimo que é exatamente a combinação econômica procurada.

O ANEXO I apresenta as planilhas de dimensionamento econômico do 3 sistemas adutores: Captação e os bombeamentos para Lagoa do Mato e Madalena.

### **7.2.3 Determinação dos Custos de Investimento Inicial**

Para a determinação do investimento inicial (custo de tubulações), foram coletados preços de mercado de tubos de Ferro Fundido classe K-7 e incorporados os custos de transporte e assentamento. A QUADRO 7.1 apresenta a composição de custo de tubo aquisição, frete, transporte, assentamento, escavação e reaterro de valas. Para a determinação dos custos de escavação, foi considerado material de primeira categoria.

Embora tenha se utilizado o Ferro Fundido como material padrão, o estudo é genérico e qualquer material poderá ser utilizado, restando para isto modificar a QUADRO 7.1 com os preços do material que se queira simular.

**QUADRO 7.1 – PREÇO DE TUBO DE F°F° ASSENTADO**

<b>DN</b>	<b>R\$/m</b>
100	29,05
150	44,17
200	61,54
250	82,30
300	98,70

**7.2.4 Determinação dos Custos de Energia**

Os custos de energia foram determinados com base nas tarifas horo-sazonais oficiais obtidas na ANEEL . Estes custos estão discriminados na QUADRO 7.2 abaixo:

**QUADRO 7.2 – PREÇO DE ENERGIA**

<b>Preço da energia (R\$/kWwh)</b>	
Ponta	0,57066
Fora da Ponta	0,05995
DEMANDA (R\$/kW)	6,41

Para a simulação econômica em questão, não foi considerado diferencial de preço entre período úmido e período seco. Os preços indicados na tabela acima são referentes ao período seco (Maio a Novembro) e foram utilizados para todo o período.

O QUADRO 7.3 apresenta o cálculo do custo total anual de consumo, considerando a variação de horas de bombeamento mês a mês.

**QUADRO 7.3 – CUSTO TOTAL ANUAL DE CONSUMO**

<b>Preço da Energia</b>								
Ponta		0,57066 R\$/Kwh						
Fora da ponta		0,05995 R\$/Kwh						
Mês	No.de	Total de Horas de Bombeamento			Preço de Energia (R\$/Kwh)		Custo Diário (R\$/kW)	Custo Mensal (R\$/kW)
		Total	Ponta	Fora da Ponta	Ponta	Fora da Ponta		
Jan	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Fev	28	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,6786
Mar	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Abr	30	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,7985
Mai	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Jun	30	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,7985
Jul	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Ago	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Set	30	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,7985
Out	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
Nov	30	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,7985
Dez	31	1,00	0,00	1,00	0,57066	0,05995	0,0600	1,8585
<b>CUSTO TOTAL ANUAL DE CONSUMO (R\$/Kw)</b>								<b>21,8818</b>

O QUADRO 7.4 apresenta a simulação de consumo durante todo o período de vida útil do projeto (30 anos) levando em consideração o aumento de vazão de bombeamento decorrente do crescimento populacional projetado.

O custo total anual de demanda é calculado simplesmente pelo produto da tarifa de demanda (em R\$/Kw.mês) por 12 que é a quantidade de meses no ano. Desta forma, temos: **Custo total anual de demanda = 12 x 6,41 = 76,92 R\$/Kw**

**QUADRO 7.4 – CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO**

ANO	VAZÃO (l/s)		Horas de funcionamento por dia	Custo anual de consumo (R\$/kW)	Custo anual de demanda (R\$/kW)	Custo anual atualizado (R\$/kW)
	Média	Recalque				
2003	21,43	46,58	11,04	241,61	76,92	318,53
2004	21,86	46,58	11,26	246,46	76,92	288,73
2005	22,29	46,58	11,48	251,31	76,92	261,66
2006	22,74	46,58	11,72	256,38	76,92	237,24
2007	23,19	46,58	11,95	261,45	76,92	215,04
2008	23,66	46,58	12,19	266,75	76,92	195,01
2009	24,13	46,58	12,43	272,05	76,92	176,80
2010	24,61	46,58	12,68	277,46	76,92	160,31
2011	25,11	46,58	12,94	283,10	76,92	145,41
2012	25,61	46,58	13,20	288,74	76,92	131,86
2013	26,12	46,58	13,46	294,49	76,92	119,58
2014	26,64	46,58	13,73	300,35	76,92	108,46
2015	27,18	46,58	14,00	306,44	76,92	98,40
2016	27,72	46,58	14,28	312,53	76,92	89,25
2017	28,27	46,58	14,57	318,73	76,92	80,96
2018	28,84	46,58	14,86	325,15	76,92	73,46
2019	29,42	46,58	15,16	331,69	76,92	66,65
2020	30,00	46,58	15,46	338,23	76,92	60,46
2021	30,60	46,58	15,77	345,00	76,92	54,87
2022	31,22	46,58	16,09	351,99	76,92	49,80
2023	31,84	46,58	16,41	358,98	76,92	45,19
2024	32,48	46,58	16,74	366,19	76,92	41,01
2025	33,13	46,58	17,07	373,52	76,92	37,23
2026	33,79	46,58	17,41	380,96	76,92	33,79
2027	34,46	46,58	17,76	388,52	76,92	30,66
2028	35,15	46,58	18,11	396,30	76,92	27,84
2029	35,86	46,58	18,48	404,30	76,92	25,27
2030	36,57	46,58	18,84	412,31	76,92	22,94
2031	37,31	46,58	19,22	420,65	76,92	20,83
2032	38,05	46,58	19,60	428,99	76,92	18,91
2033	38,81	46,58	20,00	437,56	76,92	17,17
<b>CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO (R\$/kw)</b>						<b>3.253,32</b>

**7.2.5 Determinação dos Custos das Estações Elevatórias**

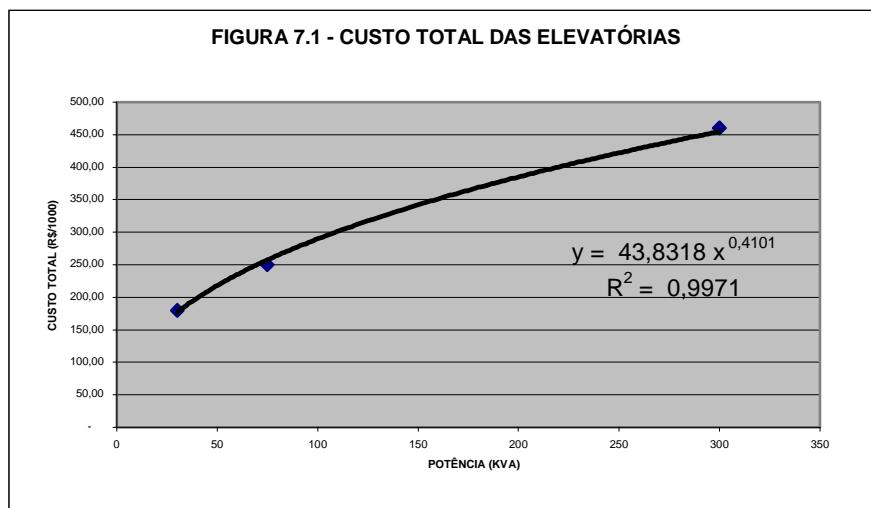
Para a determinação do custo das elevatórias utilizou-se o método indireto, já que neste nível de estudo, não é possível o detalhamento executivo das mesmas.

Para a determinação dos custos das elevatórias foram utilizadas curvas de custo versus potência instalada de todas as elevatórias recentemente





projetadas/implantadas com potência instalada entre 30 e 300 Kva, no estado da Paraíba. A FIGURA 7.1 apresenta a equação utilizada para a determinação do custo da elevatória.



### 7.2.6 Resultados obtidos

Os diâmetros econômicos obtidos pelo estudo econômico estão apresentados no QUADRO 7.5 abaixo.

**QUADRO 7.5 – DIÂMETROS ECONÔMICO DOS SISTEMA ADUTORES**

SISTEMA ADUTOR		DIÂMETRO ECONÔMICO	EXTENSÃ O (m)	VAZÃO (l/s)
Captação – ETA		200 mm	320,00	34,43
ETA – Madalena		150 mm	5.680,10	20,48
ETA – Lagoa do Mato	ETA – Macaoca	150 mm	9.560,00	13,95
	Macaoca – L. Mato	150 mm	27.480,00	9,45
	Derivação p/ Macaoca	50 mm	467,10	4,50



MONTGOMERY WATSON



## **8. DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DAS OBRAS HIDRÁULICAS**

---



## 8 DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DAS OBRAS HIDRÁULICAS

### 8.1 CAPTAÇÃO

#### 8.1.1 Descrição da captação

A captação das águas para o Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato se dará na ombreira esquerda da barragem Umari por intermédio de um flutuante dotado de 2 (dois) conjuntos motobombas submersível, sendo um de reserva. A locação do flutuante em relação à barragem se encontra no DESENHO MADALENA-PE-HDM-001

Os 2 (dois) conjuntos serão instalados em uma plataforma flutuante constituída de módulos interligados de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) e recalcarão através de tubulações independentes em “PEAD” até uma caixa de válvulas (registros, válvulas de retenção, descarga do barrilete e ventosa). A partir da reunião das duas tubulações de PEAD em um barrilete de FoFo, a adutora segue para a Estação de Tratamento de Água(ETA), possuindo um comprimento de 456,63 m.

#### 8.1.2 Dimensionamento

A captação foi dimensionada para os horizontes de 10, 20 e 30 anos. As vazões de dimensionamento são:

$$Q_{10} = 23,17 \text{ l/s} = 83,41 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{20} = 28,25 \text{ l/s} = 101,70 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{30} = 34,43 \text{ l/s} = 123,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

A cota mínima considerada para dimensionamento da captação foi 304 m (cota de volume morto). A cota máxima é de 313,61 m (para cheia milenar). Com o flutuante na cota 304, e a caixa de válvulas na cota 314, o comprimento dos tubos de PEAD com aproximadamente 50m e o restante do recalque até a ETA é de 456,63 m.

Para as vazões acima, e utilizando o diâmetro econômico calculado anteriormente, são determinadas as alturas manométricas correspondentes (QUADRO 8.1).



Para auxiliar o dimensionamento dos grupo motobombas para a captação foi traçado em escala reduzida o perfil da adutora desde o flutuante até a câmara de carga da ETA.

A FIGURA 8.1 apresenta o perfil reduzido da adutora de água bruta desde a captação na Barragem Riacho Umari até a câmara de carga da ETA.

**QUADRO 8.1 - ALTURA MANOMÉTRICA PARA 10, 20 E 30 ANOS**

DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Perda na EB	Alt. Manom (m)
200	23,17	456,63	0,74	1,36	Captação ETA	304,00 344,00	350,36 349,00	46,36 6,20	2 -	48,36 -
200	28,25	456,63	0,90	1,99	Captação ETA	304,00 344,00	350,99 349,00	46,99 6,20	2 -	48,99 -
200	34,43	456,63	1,10	2,92	Captação ETA	304,00 344,00	351,92 349,00	47,92 6,20	2 -	49,92 -

#### Determinação da bomba

Consultando o catálogo do fabricante com os três pontos de operação, pode-se observar que uma mesma bomba pode ser utilizada nos três casos. O que varia é o ponto de operação ao longo da curva. O QUADRO 8.2 apresenta os ponto de operação para cada ano de atendimento.

**QUADRO 8.2 - PONTOS DE OPERAÇÃO DA BOMBA DA CAPTAÇÃO**

ANO	Vazão (l/s) - (m <sup>3</sup> /h)	Altura Manométrica (m)
10 anos	23,17 - 83,41	48,36
20 anos	28,25 - 101,70	48,99
30 anos	34,43 - 123,95	49,92

Os três pontos de operação relacionados no QUADRO 8.2 ao serem plotados na curva característica da bomba (FIGURA 8.2), fornece os rendimentos e o diâmetro



do rotor, e conseqüentemente, a potência do motor para cada situação. Os resultados estão no QUADRO 8.3.

Optou-se para a bomba da captação a bomba de eixo vertical tipo turbina. Como referencia, utilizou-se o catalogo da bomba B do fabricante KSB, sem detrimento dos demais fabricantes. A utilização deste tipo de bomba traz três vantagens: (1) Alto rendimento, atingindo 82% em alguns casos, mesmo em baixas vazões, como é o caso do sistema adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato; e (2) A bomba esta sempre afogada (sucção positiva) que garante escorva permanente evitando que a bomba funcione no vazio que certamente provocaria queima do moto elétrico; (3) Facilidade de manutenção garantida pelo fabricante, já que todos os componentes são de fabricação nacional.

Para se traçar um paralelo entre a bomba de eixo vertical tipo turbina e a bomba de eixo horizontal bipartida, foi inserido no QUADRO 8.3, os dados de operação de ambas as bombas.

**QUADRO 8.3 - COMPARAÇÃO DOS DADOS DE OPERAÇÃO DAS BOMBAS VERTICAL E BIPARTIDA PARA A CAPTAÇÃO**

<b>BOMBA VERTICAL TIPO TURBINA COM 4 ESTÁGIOS</b>						
<b>ANO</b>	<b>Vazão (l/s) - (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Altura Manométrica (m)</b>	<b>Rotor (mm)</b>	<b>Eficiência (%)</b>	<b>Rotação (rpm)</b>	<b>Potência do motor (cv)</b>
10 anos	23,17 - 83,41	48,36	167	72	1750	25
20 anos	28,25 - 101,70	48,99	170	77	1750	30
30 anos	34,43 - 123,95	49,92	175	80	1750	40
<b>BOMBA HORIZONTAL BIPARTIDA</b>						
10 anos	23,17 - 83,41	48,36		Não existe ponto		
20 anos	28,25 - 101,70	48,99	300	63	1750	40
30 anos	34,43 - 123,95	49,92	315	66	1750	40

A potência foi calculada com a fórmula:

$$Potencia(cv) = \frac{Q.Hman}{75.\eta}$$



Admitindo-se uma reserva de potência de 15% a 20% e ajustando para a potência comercial imediatamente superior.

Pode-se concluir da análise dos dados do QUADRO 8.3 que o maior rendimento possível com a bomba bipartida é 66% para final de plano, enquanto que a bomba vertical possui rendimento de 80%. Este fato, aliado ao fato da bomba bipartida possuir o sério inconveniente da sucção negativa, foi decisivo na escolha da bomba vertical para a captação.

### **8.1.3 Plataforma flutuante**

Devido às variações de nível da Barragem Umari, optou-se por estação flutuante que permite a captação em qualquer cota por intermédio de tubos flexíveis de PEAD (polietileno de alta densidade) flangeado que poderão ser acrescidos ou retirados da adutora de recalque de cada uma das bombas com a variação sazonal do nível de água da barragem.

A Plataforma Flutuante projetada para a adutora de Madalena será constituída de módulos flutuantes interligados, formando uma base que permite a flutuação sobre água. Basicamente a plataforma é composta de módulos sistema de interligação, piso de proteção, pórtico, ancoragem e base de bombas. A formação da plataforma será realizada com a união dos módulos flutuantes do tipo celular que encaixados lateralmente, formam a base flutuante principal, no próprio local de instalação e operação do sistema de captação. O sistema de travamento é realizado em três planos. A plataforma flutuante é reforçada internamente com perfis em aço, inseridos na fabricação dos módulos devidamente calculados para suportar cargas.

Os Flutuadores da tubulação de recalque da captação flutuante possuem as seguintes características: abraçadeira em PRFV para sustentação da Tubulação; Superfície externa lisa com acabamento em gel-coat; Prisioneiros em aço inox, para travamento das abraçadeiras da tubulação; mantém a tubulação ligeiramente afogada, protegendo-a das ações dos raios ultravioletas; cavidade meia-cana na parte inferior para um perfeito assentamento da tubulação; preenchido na interface com poliuretano, garantindo sua flutuação em qualquer caso.



A Ancoragem para o sistema flutuante de captação e passarela, é composto por âncoras navais apropriadas para fixação da plataforma e passarela, blocos de concreto tensionadores de cabos e cabos de aço galvanizados de 3/8" 6x19 – Alma de fibra, com revestimento plástico que conectará a plataforma flutuante e a passarela às ancoras.

O pórtico manual terá capacidade para 1.000 kg que se movimentará em monovia no sentido longitudinal, para manutenção dos sistemas, fabricado em vigas de aço A-36 tratado, com talha manual de acionado por corrente.

Os sistemas de captação terá de uma passarela de acesso para os operadores e serviços de manutenção periódica nos conjuntos de motobombas, bem como a manutenção corretiva. A passarela será montada nos próprios flutuadores para tubulação .A passarela será fabricada com aço A-36, tratado, em chapa expandida de 3/16", com guarda-corpo de 1,0 m de altura. Poderá ter articulações para movimentos no plano vertical e horizontal de forma a garantir flexibilidade suficiente para acomodação ao declive do terreno em condições de nível baixo de água.

O memorial descritivo do dimensionamento do flutuante está apresentado no ANEXO I e os detalhes construtivos encontram-se nos DESENHOS MADALENA-PE-AG-001.

#### **8.1.4 Conclusão**

Para a captação e bombeamento de água bruta para o Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, será utilizada a bomba B10B com 1750 rpm e 3 estágios com motor de 40 cv.

Conforme pode ser verificado no QUADRO 8.3, a eficiência nos pontos de operação em 10, 20 e 30 anos são variáveis. A maior eficiência está no período de 20 a 30 anos com o rotor 175 mm. (80%). A utilização dos pontos de operação para os períodos anteriores (10 e 20 anos) implicará em desperdício de energia proporcional à diminuição da eficiência de operação. Desta forma se recomenda a utilização do



rotor para final de plano, isto é, o sistema funcionará com vazão de final de plano desde o início com eficiência máxima. Caso a demanda de água for menor, diminuir-se o tempo de bombeamento.

O esquema a seguir mostra o conjunto bomba-flutuante em perfil evidenciando os níveis da plataforma, nível de flutuação das câmaras (nível da água) nível do crivo e altura de submersão. Esta última deve ser maior que a recomendada pelo fabricante no catálogo da bomba para evitar a formação de vórtice. Para a bomba B10B, a altura mínima de submersão é 400 mm. Os níveis foram obtidos a partir das dimensões da bomba dadas abaixo.

Comprimento total da bomba B10B com 4 estágios: 1.515 mm , compostos de:

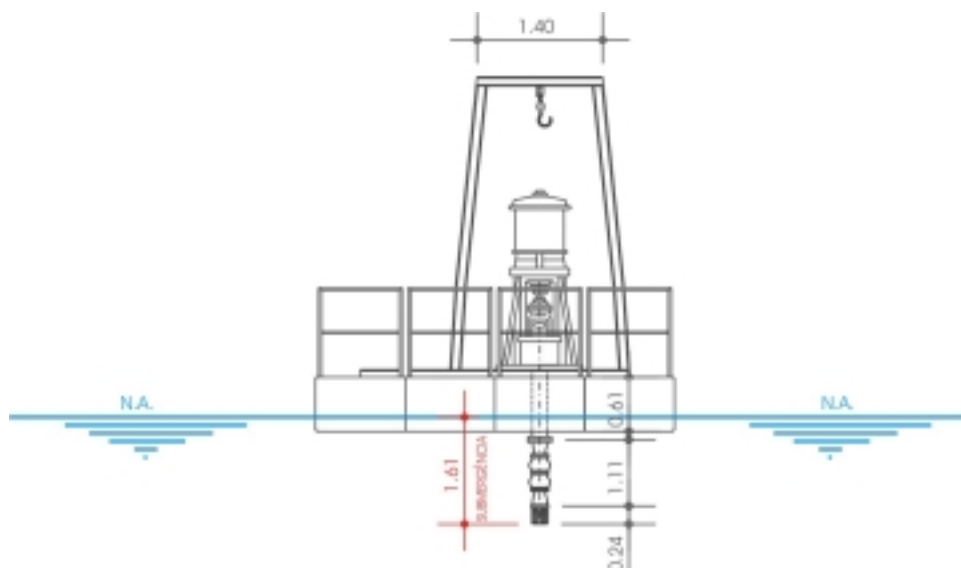
- Tubo de elevação superior: 300 mm
- Estágios (4): 945 mm
- Crivo: 270 mm

A FIGURA 8.1 mostra o perfil reduzido da Adutora de Água Bruta (Captação - ETA).





## ESQUEMA DO FLUTUANTE COM AS BOMBAS



O QUADRO 8.4 resume as principais características hidráulicas da bomba escolhida para a captação.

### QUADRO 8.4 - BOMBAS ESCOLHIDAS PARA A CAPTAÇÃO

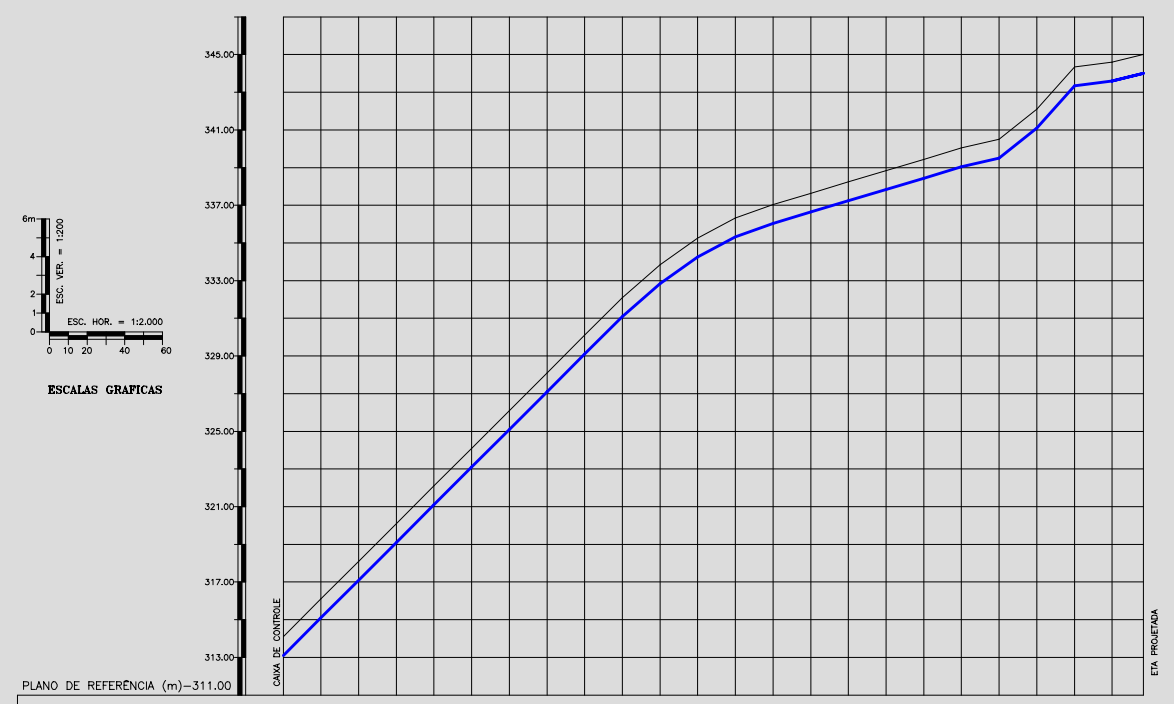
<b>Bomba: B 10 B - EIXO VERTICAL (KSB)</b>
Vazão: 34,43 l/s
Altura Manométrica total: 49,92 mca
Número de estágios: 4
Altura Manométrica por estágio: 12,48 mca
Rotação: 1.740 rpm
Rendimento( $\eta$ ): 80 %
Potência do motor: 40 cv
Rotor : 175 mm

FIGURA 8.2 apresenta a curva característica da bomba escolhida para a captação.

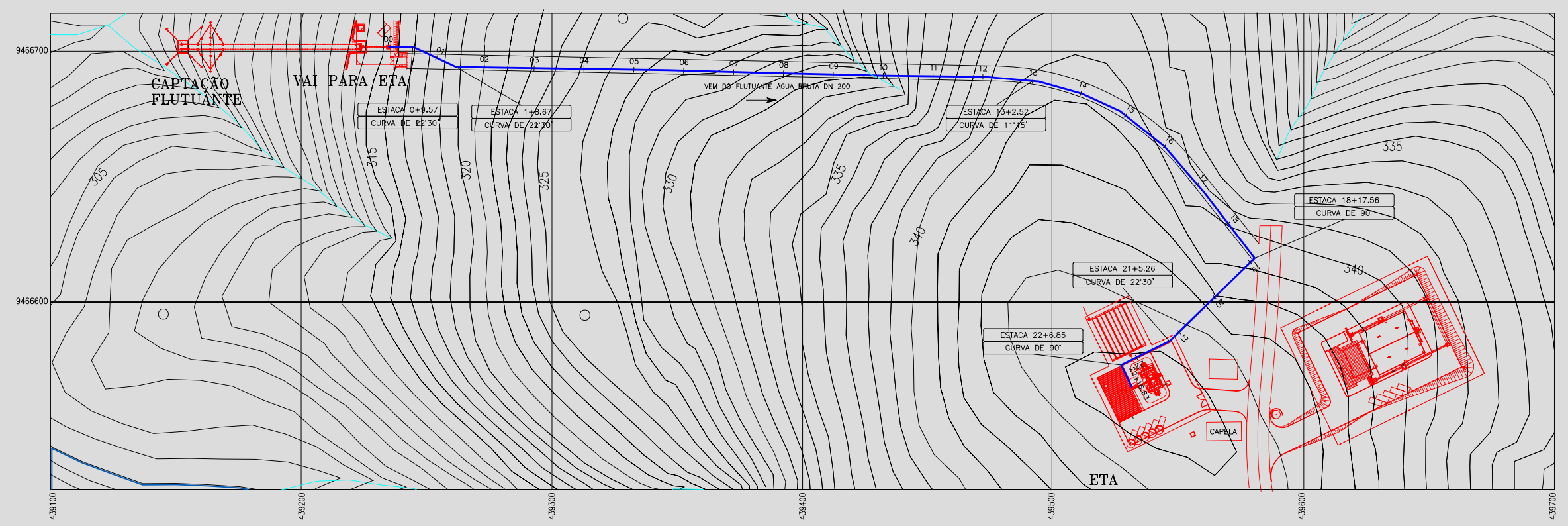


Um resumo das características hidráulicas da captação para final de plano pode ser consultado no QUADRO 8.5.

<b>QUADRO 8.5 - CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA CAPTAÇÃO (FINAL DE PLANO)</b>	
Vazão total de captação	34,43 l/s (123,95 m <sup>3</sup> /h)
Tipo de conjuntos elevatórios	Bomba de eixo vertical tipo turbina
Número de estágios	4
Número de conjuntos	1+1 de reserva
Vazão por conjunto	34,43 l/s (123,95 m <sup>3</sup> /h)
Altura manométrica para nível mínimo (final de plano)	49,92 m
Altura manométrica por estágio (final de plano)	12,48 m
Potência do motor por conjunto	40 cv
Recalque em tubo flexível (2x)	
• material	PEAD
• classe	PN 8
• diâmetro nominal	200 mm
• extensão de cada recalque	50 m
Barrilete	
• Material	FoFo
• Diâmetro nominal	200 mm
Potência do motor por conjunto	40 cv
Equipamentos utilizados no recalque	
• Válvula controladora de bomba e retenção	
• Válvula borboleta	
• Medidor de vazão eletromagnético	



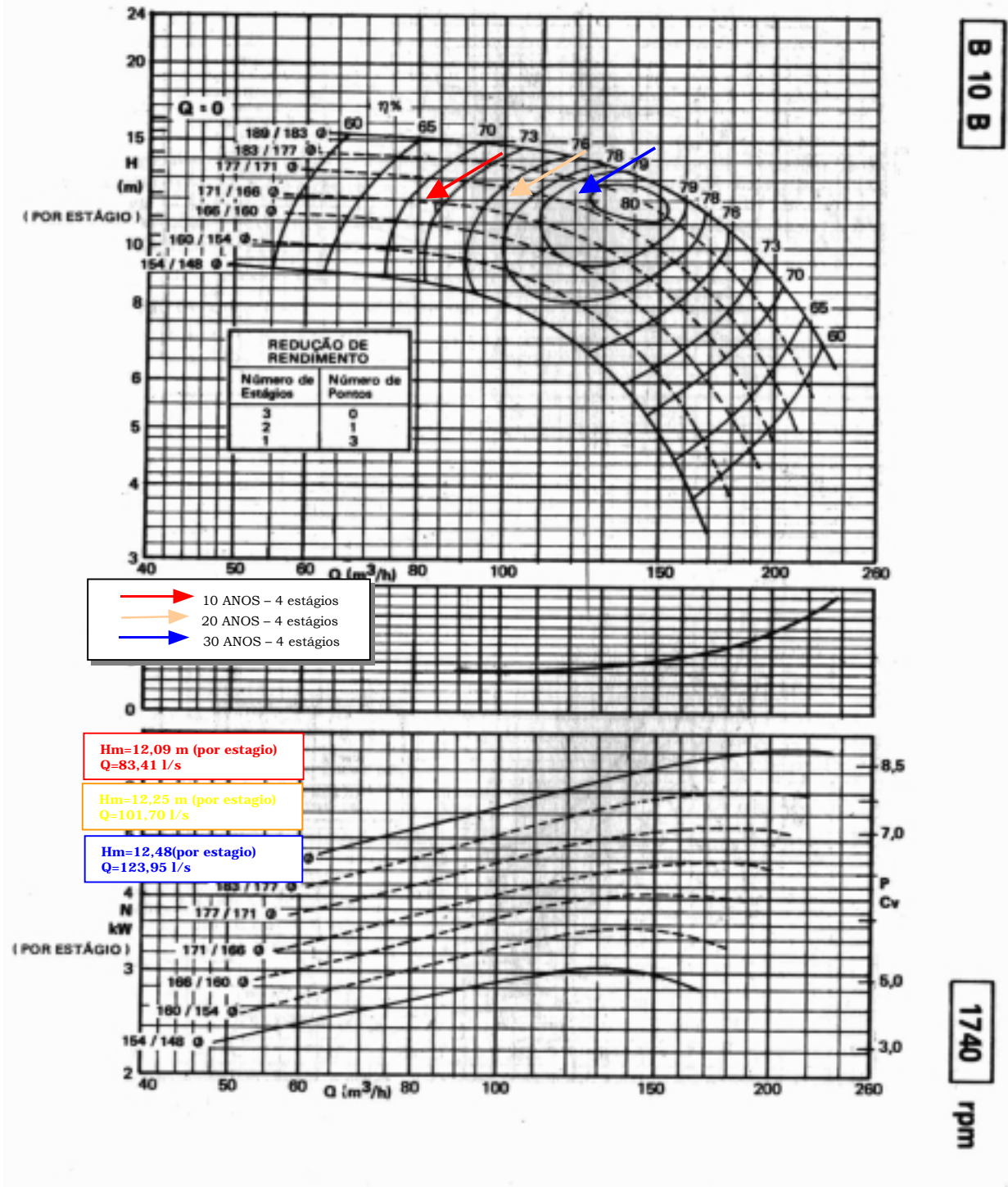
ESTACAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	22+16.63
PONTO DA ADUTORA																								
COTA DO TERRENO NATURAL	313.2	314.1	315.2	316.1	317.2	318.1	319.2	320.1	321.2	322.1	323.2	324.1	325.2	326.1	327.2	328.1	329.2	330.1	331.2	332.1	333.2	334.1	335.2	345
COTA DA GERATRIZ INFERIOR	313.2	314.1	315.2	316.1	317.2	318.1	319.2	320.1	321.2	322.1	323.2	324.1	325.2	326.1	327.2	328.1	329.2	330.1	331.2	332.1	333.2	334.1	335.2	345
DISTANCIAS PARCIAIS							180				20	20	20	20										16.63
PROFUNDIDADE DA VALA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DECLIVIDADE							10%				8.8%	7.05%	5.3%	3.6%										
DIÂMETRO/MATERIAL	DN 200 - PVC JE 1,0 MPa																							
INFORMAÇÕES GEOTECNICAS	SILTE ARENOSO COM PEDREGALHO COR AMARELADA - PROF. 0.30 x 0.60m ALTERAÇÃO DE ROCHA - PROF. x 16.00m						SILTE ARENOSO COM PEDREGALHO COR AMARELADA ALTERAÇÃO DE ROCHA - PROF. x 16.00m						SILTE ARENOSO COM PEDREGALHO COR AMARELADA ALTERAÇÃO DE ROCHA - PROF. x 16.00m											



**Figura 8.1**  
**Perfil Reduzido da Adutora de Água Bruta**  
**CAPTAÇÃO A ETA**



FIGURA 8.2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA DA CAPTAÇÃO





## **8.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO**

### **8.2.1 Considerações iniciais**

A concepção da Estação de Tratamento de água do sistema adutor Madalena/Lagoa do Mato/Macaoca, foi desenvolvida a partir do desempenho operacional de outras ETAS implantadas na região, cujas águas sejam de mananciais de superfície.

O projeto básico apresentado contempla uma estação de tratamento de água para 40 l/s adotando a concepção clássica (coagulação, decantação e floto-filtração, além da cloração e correção final do Ph).

A adoção do processo clássico ou convencional como é mais conhecido, para região Nordeste, além de apresentar maior custo de implantação, tem apresentado dificuldades operacionais em sua maioria, durante o maior período de tempo, ocasionado por curtos períodos de chuvas, e a maioria dos mananciais utilizados serem reservatórios de acumulação que apresenta como vantagem, a remoção da maior parte da turbidez e na parcela da cor aparente, devendo a cor verdadeira tomar um valor constante. Entretanto, a oxidabilidade tende a aumentar a eutrofização.

O tratamento químico de água com baixa turbidez, freqüentemente produz flocos muito leves, de difícil decantação, resultando numa eficiência muito baixa nos decantadores, conduzindo os flocos mais leves aos filtros, reduzindo em muito a carreira da filtração.

Na região Nordeste, o que mais vem preocupando com relação ao tratamento das águas dos reservatórios de acumulações é o fenômeno da eutrofização, com conseqüente proliferação de algas. Os principais grupos de algas encontradas são as Cianofíceas e Diatomáceas. Do ponto de vista sanitário a Anabaena e a Microcystis aeruginosa, espécies que geram endotoxinas responsáveis, pelo menos, por surtos de gastroenterites através da água tratada.

A produção de Cianofíceas, além dos problemas com sabor e odor, assumem importância pelo fato que, uma vez morta, constituem uma fonte de alimento para o



desenvolvimento do “Clostridium botulinum”. Isso condiciona o projeto a métodos de tratamento eficientes na remoção de algas e de compostos algogênicos, cuja existência se constitui em elemento perturbador, prejudicando os processos convencionais de tratamento e, permanecendo na água tratada, deteriorando sua qualidade.

Águas com significativa concentração de algas, exercem uma série de influências negativas no tratamento convencional, destacando-se o que segue:

Aumento da demanda de cloro pela presença de amônia ( $\text{NH}_4^+$ ), podendo também causar a formação de nitritos na rede de distribuição.

Ocorrência de sabor e odor desagradáveis, mesmo a concentrações muito baixas de substâncias alógenas, difíceis de serem removidas por processos convencionais.

Colmatação dos filtros por algas. Apesar de que, com uma floculação e decantação eficientes se pode remover de 90 a 92% de algas, a quantidade remanescente pode ser suficiente para encurtar expressivamente a carreira de filtração.

Aumento da concentração de  $\text{Fe}^{++}$  e  $\text{Mn}^{++}$  na água bruta, tornando necessária sua remoção.

Desenvolvimento de organismos na rede de distribuição como nematóceros, esponjas, larvas de insetos etc., como resultado do incremento no conteúdo de compostos orgânicos na água distribuída, podendo acarretar crescimento de películas biológicas nas paredes internas das tubulações e entupimento de hidrômetros.

À frente de problemas desta natureza, as medidas para solucioná-los podem ser:

- a) Eliminar as algas do manancial.
  
- b) Selecionar processos de tratamento apropriados para águas com elevada concentração de fitoplâncton.



É importante salientar que a presença de algas não é responsável pelo estado trófico de um manancial. É apenas uma indicação do grau de sua fertilidade. Deste modo, aplicar sulfato de cobre ou um outro algicida ao manancial para controle de florescimentos de algas, é o mesmo que tratar somente os sintomas e não a doença. É fundamental, portanto, a adoção de um processo ou processos que eliminem as algas e seus subprodutos preferencialmente antes da filtração. Para isso é particularmente eficiente a flotação a ar dissolvido, que constitui a base do presente projeto.

Experiências realizadas pela Antwerpe Waterwerken de Bélgica, concluem que, dependendo das condições de floculação, a flotação permite a remoção de 97% do fitoplâncton medido por clorofila, o que determina um considerável alargamento das carreiras de filtração. Encontraram, além disso, que os tempos de detenção necessários para a floculação prévia à flotação podem reduzir de 1/2 a 1/3 do tempo de floculação necessário à decantação.

Além do trabalho citado, merece destaque o desenvolvido na Escola de Engenharia de São Carlos por *Reali, M.P. e Gianotti, E.P. – Remoção de Algas por Flotação*, no qual, para uma água com concentração de 600.000 a 700.000 organismos/ml, obteve uma remoção superior a 98%, com taxas de flotação de até 430 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.

No roteiro a seguir, são apresentadas todas as fases que o compõe o método:

- Tecnologia de Tratamento;
- Dimensionamento Hidráulico das unidades pertinentes à ETA;
- Casa de Química, envolvendo o armazenamento dos produtos químicos e preparação das soluções e suspensões, com seus dispositivos de dosagens e pontos de aplicação;
- Especificações dos Materiais e Equipamentos;
- Condições Comerciais/Planilha Orçamentária.





De acordo com os resultados das análises das águas do manancial e de experiência operacional com outras ETAs, a ETA apresentada por este trabalho, deverá produzir água tratada que atenda continuamente o padrão de potabilidade em vigência no Brasil, portaria 36/GM de janeiro de 1990.

## **8.2.2 Tecnologia de tratamento**

### 8.2.2.1. Considerações gerais

As características físico-químicas da água bruta de maior significado no controle da coagulação incluem a concentração de colóides (avaliada indiretamente pela turbidez e cor), o pH e a alcalinidade, principalmente quando a coagulação é realizada por sais de alumínio ou de ferro, tais como sulfato de alumínio e cloreto férrico.

As águas do manancial apresentam características tais que, atualmente, se reconhece que o melhor método para o tratamento de águas com tais características é a flotação por ar dissolvido.

A partir desta observação e do desempenho operacional de outras ETAs implantadas em outras cidades, cujas águas dos seus mananciais apresentam características muito similares as dos mananciais em referência, decidiu-se pelo impulso da tecnologia da Flotação por Ar Dissolvido seguida de Filtração Rápida Descendente, por ser inquestionavelmente o tratamento mais adequado a essas águas destinadas ao consumo humano. Utilizaremos para flotação a área superficial dos filtros, com os seguintes parâmetros básicos de projeto:

- Taxa de recirculação                      8 a 12%
- Pressão de saturação                      6 bar (absoluta)
- Taxa de flotação                             200 a 240 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia

De maneira geral, o detalhamento ora apresentado contempla as recomendações decorrentes de ensaios de tratabilidade realizados com água bruta e os parâmetros





operacionais das ETAs. Além disto, foram consideradas também as referências técnicas indicadas na NB-595/89-ABNT.

#### 8.2.2.2. Histórico da técnica fad (flotação por ar dissolvido)

A necessidade de solucionar o problema básico de extração de materiais, principalmente na área de mineração, fez com que o homem há mais de seis séculos usasse da sua criatividade ao introduzir o processo de flotação para enriquecimento do carbonato.

Após a 2ª guerra mundial o processo de flotação passou a ser utilizado pela indústria na separação de óleos, tintas, recuperação de gorduras, tratamento de esgotos domésticos etc.

Na área de tratamento de água, a técnica de flotação começou a ser aplicada quando a consagrada técnica de sedimentação encontrou situações adversas, e perdeu eficiência principalmente em razão da eutrofização dos mananciais e conseqüentemente pelas elevadas quantidades de algas presentes nas águas brutas, em águas de serra, mananciais pequenos cujas margens foram desmatadas. Em razão desses e outros problemas, que a técnica de flotação passou a ter maior aplicabilidade, principalmente a partir dos anos 60 na Europa. O processo de clarificação por FAD, passou a ser utilizado na Suécia, Noruega, Finlândia, Grã-Bretanha, na Ásia, na Austrália, nos Estado Unidos, e no Brasil, nas cidades de Joinville-SC, Jaraguá do Sul-SC, Meaiepe-ES, Mantenópolis-ES, Mairiporã-SP, Itu-SP, Sumaré-SP e Caraguatatuba-SP, entre outras.

Aqui no Brasil, além das ETAs em operação, diversos trabalhos publicados corroboram a eficiência da flotação por ar dissolvido, entre eles os dos pesquisadores Marco Reali e José Roberto Campos da EESC-USP, Carlos Richter da SANEPAR e Francisco Gross da Universidad Del Uruguay, João Carlos Simões, Roberto Ferreira e equipe técnica da SABESP etc.



O princípio da FAD - processo de separação física - consiste no arraste para a superfície de partículas sólidas (colóides), na forma de flocos presentes na massa líquida estabilizada pela ação do coagulante. A ascensão das partículas se dá através da adição aos flocos de micro bolhas produzidas pela redução brusca da pressão da água saturada com ar, proveniente dos tanques de saturação. Ainda com relação ao princípio da FAD é interessante salientar que a densidade dos flocos em ETA convencional é da ordem de 1,005 e seu diâmetro varia de 1 a 3mm. Quando em contato com as micro bolhas, sua densidade passa para 0,98 dando origem a uma velocidade ascensional até 10 vezes superior a velocidade de decantação, conforme citação do Dr. Carlos Richter; essa situação permite uma taxa de aplicação muito superior às das ETAs convencionais. Mas na prática, se adotam valores como os da QUADRO 8.6 na qual resume-se a experiência latino-americana para a técnica da FAD.

**QUADRO 8.6 -- PARÂMETROS DA FAD**

<b>Parâmetros/ LOCAIS</b>	<b>América Latina</b>	<b>Brasil e Uruguai</b>	<b>ETA Porto Novo SP</b>	<b>ETA Sumé - PB</b>
Tempo de Floculação (min)	3-25	18-24	11	12
Tempo de Flotação (min)	11-25	10-15	10	10
Taxa de Aplicação Superficial (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia)	96-320	180-260	222	200 – 240
Taxa de Recirculação (%)	8-15	5-10	10	10
Pressão de Saturação (bar)	4-8	4,5-5	4,5-5,5	6(absoluta)
Processo de Remoção de Lodo	Mecânico/ Hidráulico	Mecânico/ Hidráulico	Mecânico	Hidráulico
Frequência de Remoção de Lodo (h)	0-24	0-24	0-24	0-24
Percentual de Sólidos no Lodo	3-7	3-7	3-7	3



A água saturada com ar é misturada à água floculada numa câmara de expansão interna ao flotofiltro, momento no qual o excesso de ar comprimido dissolvido na água de recirculação se desprende na forma de micro bolhas, aderindo quase que instantaneamente aos flocos, que são arrastados à superfície, dando origem a um manto de lodo, periodicamente removido.

Há inúmeras vantagens deste tipo de tecnologia em relação àquela com tratamento em ciclo completo, não só em relação aos custos de implantação, como também os relativos à operação e manutenção. O processo de flotação aplicado à clarificação de águas superficiais pode ser operado com altas taxas de aplicação superficial, resultando em unidades menores, que podem ser colocadas em operação, atingindo o regime de equilíbrio num tempo menor. Além disso, o lodo flotado é mais rico em sólidos (cerca de 3% em peso) sendo mais adensado que o lodo decantado. Outra vantagem desta tecnologia é que as micro bolhas presentes no processo, além de contribuírem para a oxidação dos metais dissolvidos na água (ferro e manganês, por exemplo), promovem a remoção, com eficiência que pode chegar a 98%, de algas presentes na água bruta, segundo Richter e Gross. Eficiências comparáveis também podem ser obtidas na remoção de cor e de matéria orgânica, com redução na demanda de cloro.

Richter e Gross relatam que a turbidez da água tratada resultou inferior a 1,0 NTU em diversas ETAs com FAD pesquisadas na América Latina, sendo que a turbidez média resultou em 0,5 NTU, tendo sido obtidos, com freqüência, valores inferiores a 0,1 NTU. Relatam também que na ETA Ibatiba, o teor de ferro na água bruta de 6,3 mg/l, diminuiu para 0,4 mg/l na água flotada e para 0,09 mg/l na água filtrada, com uma redução total de 94%. Talvez o parâmetro que tenha mais impressionado o consumidor, segundo relatam, foi a ausência de sabor e odor desagradáveis, normalmente presentes em mananciais ricos em matéria orgânica e algas.

No mesmo trabalho, os autores afirmam que, havendo uma coagulação adequada, os resultados da flotação são sempre satisfatórios, e mesmo com valores de turbidez muito elevados como 4.000 NTU, a água final apresentou turbidez inferior a 1,0 NTU.



Produzir uma água de qualidade não inferior à de uma ETA convencional e a menor custo, é a razão pela qual a FAD vem sendo considerada a alternativa mais atraente em novos projetos ou ampliações de ETA existentes, quando da inviabilidade da filtração direta que limita a turbidez relativamente baixa e dosagem de coagulante, pelas curtas carreiras de filtração que resultam em maior consumo de água de lavagem.

### 8.2.2.3 Concepção geral da ETA

Em resumo, todos os trabalhos apresentados até aqui justificam o emprego da FAD para o tratamento das água de manancial de superfície, por considerarmos seus benefícios em termo de qualidade do produto obtido a menores custos de investimento e operação, além da flexibilidade de atender a diversas mudanças nas características das águas do manancial.

O projeto básico define o emprego da tecnologia da Flotação por Ar Dissolvido seguido da Filtração Direta Descendente, composta por 02(duas) unidades compactas em *plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV)* que promovem a FLOTAÇÃO+FILTRAÇÃO. Cada unidade possui Ø3500 mm e são dispostas em duas alas opostas, cada ala contendo 01(uma) unidade. Tal disposição diminui a extensão da tubulação de lavagem dos flotofiltros, além de facilitar a ampliação dos módulos de tratamento. Os flotofiltros serão precedidos pelos flocluladores, na razão de um floclulador Ø2500 mm para cada 02(dois) flotofiltros. Teremos dois flocluladores, cada um com capacidade de 20 l/s.

A técnica de flotação por ar dissolvido(FAD) é um processo de baixo custo de implantação, podendo resultar em 50 a 60% do custo de uma ETA com decantação e, segundo os pesquisadores, muito eficiente na remoção de partículas nas quais se incluem bactérias, algas, cistos de protozoários, flocos de hidróxido de alumínio resultante de coagulações orgânicas, e outros flocos que não tiveram uma boa formação. Além das vantagens no tratamento, outros aspectos tornam a FAD por demais atraente, entre elas: custo civil reduzido, tempo de execução civil curto,



expansibilidade modular assegurada com baixo custo e, finalmente, operação simples.

A água da adutora passará pela linha de água bruta chegando até a câmara de amortecimento, onde internamente, será aplicado o sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio (coagulante). Para a aplicação do coagulante, no interior da câmara de amortecimento existe uma grade constituída de barras redondas em aço inoxidável (misturador hidráulico Ø200mm), destinada a uniformizar a mistura rápida, sob um gradiente adequado. Na seqüência, a água coagulada será distribuída ao(s) floculador(es) mecanizado(s) Ø2500 mm, *em PRFV*, que trabalha(m) com um tempo de detenção de 12 min, sob a ação de agitadores tipo fluxo axial, controlados por inversores de frequência, os quais possibilitam variação no gradiente de agitação.

Após estas unidades, a água floculada segue para os flotofiltros através de calha que conduz até as câmaras de expansão. Em tais câmaras, ocorre a aglutinação das micro bolhas de ar aos flocos. A água saturada com ar é distribuída no fundo da câmara de expansão (interna ao flotofiltro); sua aplicação é controlada por registro tipo agulha, em cada câmara, de forma a impedir a ocorrência de jato, que poderia originar bolhas grandes e quebra dos flocos. Neste ponto, ocorre a despressurização da água de recirculação, tendo início o processo de flotação.

A água é misturada ao ar nos tanques de saturação, onde o ar é injetado por 2 compressores. Os tanques de saturação recebem 10% de vazão tratada, trabalhando a uma pressão absoluta de 6kgf/cm<sup>2</sup>, pressão de operação determinada no projeto, que pode variar de acordo com a qualidade da água bruta.

Após a mistura da água pressurizada começa a formação do manto de lodo, mais espesso ou não, dependendo da qualidade da água bruta, removido periodicamente por controle de nível e válvulas, extravasando no topo de cada flotofiltro para a calha coletora. O lodo retirado será acumulado em tanques de lodo para posterior descarte via motobombas, destinando-se à desidratação.



Alguns centímetros abaixo do manto de lodo temos a água clarificada que é continuamente percolada pelo leito filtrante composto por uma camada de antracito(20 cm) e uma de areia(50 cm), dispostas sobre uma camada graduada de pedregulho(50 cm). Se compararmos a qualidade da água clarificada com a água decantada nos processos convencionais, observa-se uma taxa de remoção bastante superior da ordem de 98% de remoção de turbidez, fator que contribui para o aumento da carreira de filtração, propiciando significativa economia com gastos no processo. Diante da boa qualidade da água clarificada, a tecnologia permite adotar taxa de aplicação de 180 a 260 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, sendo que para a ETA em questão adotaremos uma taxa na operação normal de 200m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.

O resultado final é água filtrada de excelente qualidade e de baixíssima turbidez, normalmente inferior a 0,10 NTU, sendo obtido uma completa ausência de gosto ou odor.

O efluente de cada filtro descarregará em tubulação coletora de água filtrada em diâmetro de 150mm e suas derivações, destinando-se ao reservatório de água filtrada.

Na tubulação de água filtrada, que conduz ao reservatório de água filtrada, será adicionado cloro para desinfecção.

A casa de química contará com um único pavimento, no qual serão armazenados os produtos químicos em pó, tanques de preparação de suspensões e soluções, equipamentos de dosagem, sala de armazenamento de cilindros de cloro e de cloradores, hall, vestiário, sanitários, depósito de material de limpeza e todas as dependências de controle operacional. Contíguo à ela, teremos o sistema de desaguamento, bem como o sistema de pressurização, recirculação de água saturada.

O produto químico fornecido no estado líquido (sulfato de alumínio ou policloreto de alumínio), será armazenado em tanques estacionários externos a serem implantados em local próximo ao misturador hidráulico(câmara de chegada).



Resumidamente a ETA constará de:

Câmara de Amortecimento com misturador hidráulico interno;

Tubulação de Interligações;

03. Medidores de Vazão localizados nas tubulações de água bruta, filtrada e de lavagem;

04. Módulos de Pré-tratamento;

05. Módulos de Tratamento;

06. Sistema de Saturação/Pressurização;

07. Sistema de Descarte de Lodo Flotado;

08. Sistema de Lavagem dos Flotofiltros;

09. Equipamentos de Preparação de Dosagem de Produtos Químicos;

10. Tanques de Armazenamento de Sulfato de Alumínio Líquido;

11. Casa de Química;

12. Sistema de Recuperação de Água de Lavagem;

13. Sistema de Automação da ETA.

14. Sala de cloração com cloro gás

A memória de cálculo da ETA se encontra no ANEXO III.

### **8.3 BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA**

#### **8.3.1 Descrição das obras**

Logo após o tratamento, a água é armazenada em um reservatório que servirá como poço de sucção das bombas que recalcarão para Madalena e Lagoa do Mato e para a



lavagem de filtros. Foi concebido bombeamentos independentes em uma mesma obra civil que garante a operacionalidade do sistema.

A estação de bombeamento será em concreto armado e alvenaria, dotada de depósito e banheiro, bem como área livre para a instalação dos quadros de comando elétrico. Foi previsto uma monovia com talha elétrica para facilidade de manutenção dos equipamentos.

A bombas serão instaladas em um piso inferior que garantirá o funcionamento afogada, evitando problemas de escorva e garantindo NPSH em qualquer situação operacional. O poço seco também será dotado de canaletas de drenagem que direcionarão eventuais águas provenientes de vazamentos das gaxetas, flanges, etc, para um poço de sucção dotado de uma bomba de drenagem acionada automaticamente por bóia.

Para cada bombeamento, será adotado o arranjo 1+1 bomba de reserva. O barrilete de recalque de cada bomba será dotado de: válvula controladora de bomba, válvula de retenção de fechamento rápido, registro de gaveta. O barrilete comum será dotado de uma válvula borboleta para isolamento total do sistema de bombeamento, um descaga de fundo para drenagem do barrilete e uma ventosa.

### **8.3.2 Reservatório de água tratada**

O reservatório de água tratada será em concreto armado com duas câmaras e um poço de sucção comum às três unidades de bombeamento (lavagem de filtros, bombeamento para Madalena e bombeamento para Lagoa do Mato). O volume do reservatório é de 1.000 m<sup>3</sup> que é suficiente para lavagem de filtros (300 m<sup>3</sup>) e 70% de 1/3 do consumo máximo diário das cidades abastecidas (700 m<sup>3</sup>).

### **8.3.3 Dimensionamento dos sistemas de bombeamento para Lagoa do Mato**

A estação de bombeamento para Lago do Mato foi dimensionada para os horizontes de 10, 20 e 30 anos. As vazões de dimensionamento são:





TRECHO EB- Macaoca	TRECHO Macaoca – Lagoa do Mato
Q10 = 9,39 l/s = 33,80 m <sup>3</sup> /h	Q10 = 6,36 l/s = 22,90 m <sup>3</sup> /h
Q20 = 11,45 l/s = 41,22 m <sup>3</sup> /h	Q20 = 7,76 l/s = 27,94 m <sup>3</sup> /h
Q30 = 13,95 l/s = 50,22 m <sup>3</sup> /h	Q30 = 9,45 l/s = 34,02 m <sup>3</sup> /h

Para as vazões acima, e utilizando o diâmetro econômico calculado anteriormente, são determinadas as alturas manométricas correspondentes (QUADRO 8.9).

O ponto final de chegada da água bombeada será um reservatório elevado projetado no ponto mais alto da cidade. Será considerado uma pressão residual de 20 m.c.a no final da adutora para o enchimento do futuro reservatório.

- Cota do terreno na estaca 1872 (derivação para reservatório elevado) = 417,54 m
- Pressão residual adotada na derivação = 20 m.c.a
- Cota piezométrica no final da adutora (estaca 1872) = 437,54 m

A FIGURA 8.3 apresenta o perfil reduzido da adutora de água tratada desde a estação elevatória até o reservatório existente, mostrando a linha piezométrica com o diâmetro econômico.

**QUADRO 8.9 – ALTURA MANOMÉTRICA PARA 10, 20 E 30 ANOS**

TRECHO	DN	Q(l/s)	L(m)	V (m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Perda na EB	Hman (m)
EB1B- Macaoca	150	9,39	9.560,00	0,53	22,82	EB1B	341,00	491,70	150,70	4,00	154,70
						Macaoca	339,72	468,88	129,16	-	-
Macaoca- L. do Mato	150	6,36	27.480,00	0,36	31,34	L. Do Mato	437,54	437,54	0,00	-	-
EB1B- Macaoca	150	11,45	9.560,00	0,65	33,35	EB1B	341,00	516,54	175,54	4,00	179,54
						Macaoca	339,72	483,19	143,47	-	-
Macaoca- L. do Mato	150	7,76	27.480,00	0,44	45,65	L. Do Mato	437,54	437,54	0,00	-	-
EB1B- Macaoca	150	13,95	9.560,00	0,79	48,77	EB1B	341	552,71	211,71	4,00	215,71
						Macaoca	339,72	503,94	164,22	-	-
Macaoca- L. do Mato	150	9,45	27.480,00	0,53	66,40	L. Do Mato	437,54	437,54	0,00	-	-



### 8.3.3.1 Determinação da bomba

Consultando o catálogo do fabricante com os três pontos de operação, pode-se observar que uma mesma bomba pode ser utilizada nos três casos. O que varia é o ponto de operação ao longo da curva e o número de estágios. O QUADRO 8.10 apresenta os ponto de operação para cada ano de atendimento.

**QUADRO 8.10 - PONTOS DE OPERAÇÃO DA BOMBA PARA LAGOA DO MATO**

ANO	Vazão (l/s - m <sup>3</sup> /h)	Altura Manométrica (m)
10 anos	9,39 – 33,80	154,70
20 anos	11,45 – 41,22	179,54
30 anos	13,95 – 50,22	215,71

FIGURA 8.5 e 8.6 apresentam a curva característica e as dimensões da bomba escolhida para a captação.

Os três pontos de operação relacionados no QUADRO 8.10 ao serem plotados na curva característica da bomba, fornece os rendimentos e o diâmetro do rotor, e conseqüentemente, a potência do motor para cada situação. Os resultados estão no QUADRO 8.11.

**QUADRO 8.11 - DADOS ESPECÍFICOS DA BOMBA PARA LAGOA DO MATO EM CADA PERÍODO**

ANO	Vazão (l/s)	Hman (m)	Rotor (mm)	Eficiência (%)	Nº de estágios	Hman por estágio (m)	Potência (cv)
10 anos	9,39	154,70	166	64	3	50,90	40
20 anos	11,45	179,54	163	67	4	44,39	50
30 anos	13,95	215,71	166	69	5	42,74	75



A potência foi calculada com a fórmula:

$$Potencia(cv) = \frac{Q.H_{man}}{75.\eta}$$

Admitindo-se uma reserva de potência de 20% e ajustando para a potência comercial imediatamente superior.

### 8.3.3.2 Conclusão

O motor utilizado deverá ser de 75 cv (final de plano) bem como toda parte elétrica.

A bomba é a mesma para qualquer período. Poder-se-ia iniciar com 3 estágios e incorporando os estágios a cada dez (10) anos, conforme QUADRO 8.11. A desvantagem de ordem executiva desta prática é que o incremento de um estágio implica na troca da base da bomba.

Como o estágio de uma bomba é um custo praticamente irrelevante, é mais vantajoso utilizar a bomba com o rotor e o número de estágios para final de plano e aumentar o tempo de bombeamento ano a ano.

### 8.3.4 Dimensionamento dos sistemas de bombeamento para Madalena

A estação de bombeamento para Madalena foi dimensionada para os horizontes de 10, 20 e 30 anos. As vazões de dimensionamento são:

<b>TRECHO EB - MADALENA</b>
Q10 = 13,78 l/s = 49,61 m <sup>3</sup> /h
Q20 = 16,80 l/s = 60,48 m <sup>3</sup> /h
Q30 = 20,48 l/s = 73,73 m <sup>3</sup> /h

Para as vazões acima, e utilizando o diâmetro econômico calculado anteriormente, são determinadas as alturas manométricas correspondentes (QUADRO 8.12).



O ponto final de chegada da água bombeada será o reservatório elevado existente no ponto mais alto da cidade. Será considerado uma pressão residual de 20 m.c.a no final da adutora para o enchimento deste reservatório.

- Cota do terreno na estaca 280+9,40 (Reservatório elevado) = 315,11 m
- Pressão residual na derivação = 20 m.c.a
- Cota piezométrica no final da adutora (estaca 1872) = 335,11 m

A FIGURA 8.7 apresenta o perfil reduzido da adutora de água tratada desde a estação elevatória até o reservatório existente, mostrando a linha piezométrica com o diâmetro econômico.

**QUADRO 8.12 – ALTURA MANOMÉTRICA PARA 10, 20 E 30 ANOS**

DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Perda na EB	Alt. Manom (m)
150	13,78	5.680,10	0,78	26,95	EB1A	343,55	367,06	23,51	2	25,51
					Madalena	335,11	340,11	0,00	-	-
150	16,80	5.680,10	0,95	39,53	EB1A	343,55	379,64	36,09	2	38,09
					Madalena	335,11	340,11	0,00	-	-
150	20,48	5.680,10	1,16	58,08	EB1A	343,55	398,19	54,64	2	56,64
					Madalena	335,11	340,11	0,00	-	-

#### 8.3.4.1 Determinação da bomba

Consultando o catálogo do fabricante com os três pontos de operação, pode-se observar que uma mesma bomba pode ser utilizada nos três casos. O que varia é o ponto de operação ao longo da curva e o número de estágios. O QUADRO 8.13 apresenta os ponto de operação para cada ano de atendimento.

**QUADRO 8.13 – PONTOS DE OPERAÇÃO DA BOMBA PARA MADALENA**

<b>ANO</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Altura Manométrica (m)</b>
10 anos	13,78	25,51
20 anos	16,80	38,09
30 anos	20,48	56,64

FIGURA 8.8 e 8.9 apresentam a curva característica e as dimensões da bomba escolhida para o bombeamento para Madalena.

Os três pontos de operação relacionados no QUADRO 8.13 ao serem plotados na curva característica da bomba fornece os rendimentos e o diâmetro do rotor, e conseqüentemente, a potência do motor para cada situação. Os resultados estão no QUADRO 8.14.

**QUADRO 8.14 – DADOS ESPECÍFICOS DA BOMBA PARA CADA PERÍODO**

<b>ANO</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Hman (m)</b>	<b>Rotor (mm)</b>	<b>Eficiência (%)</b>	<b>Nº de estágios</b>	<b>Hman por estágio (m)</b>	<b>Potência (cv)</b>
10 anos	13,78	25,51	229	69	1	25,51	10
20 anos	16,80	38,09	217	74	2	19,05	15
30 anos	20,48	56,64	229	74	3	18,88	30

A potência foi calculada com a fórmula:

$$Potencia(cv) = \frac{Q.Hman}{75.\eta}$$

Admitindo-se uma reserva de potência de 20% e ajustando para a potência comercial imediatamente superior.

#### 8.3.4.2 Conclusão

O motor utilizado deverá ser de 30 cv (final de plano) bem como toda parte elétrica.



A bomba é a mesma para qualquer período. Poder-se-ia iniciar com 3 estágios e incorporando os estágios a cada dez (10) anos, conforme QUADRO 8.11. A desvantagem de ordem executiva desta prática é que o incremento de um estágio implica na troca da base da bomba.

Como o estágio de uma bomba é um custo praticamente irrelevante, é mais vantajoso utilizar a bomba com o rotor e o número de estágios para final de plano e aumentar o tempo de bombeamento ano a ano.

Um resumo das características hidráulicas dos bombeamentos para Lagoa do Mato e Madalena pode ser consultado no QUADRO 8.15.

### 8.3.5 Dimensionamento dos sistemas de bombeamento pára lavagem de Filtros

A estação de bombeamento para lavagem de filtros foi dimensionada para o ponto de operação determinada no ANEXO III - Memória de cálculo da ETA, que é:  $Q=57,3$  l/s e  $H_{man}=15$  mca.

Consultando o catálogo do fabricante com o ponto de operação, determina-se o rendimento e o diâmetro do rotor, e conseqüentemente, a potência do motor necessária.

FIGURA 8.7 apresenta a curva característica da bomba escolhida para a lavagem de filtros. Os dados estão resumidos no QUADRO 8.15.

**QUADRO 8.15** - DADOS DA BOMBA PARA LAVAGEM DE FILTROS

Vazão (l/s)	Hman (mca)	Rotor (mm)	Eficiência (%)	Nº de estágios	Potência do motor (cv)
57,3	15,0	213/175	73	1	20

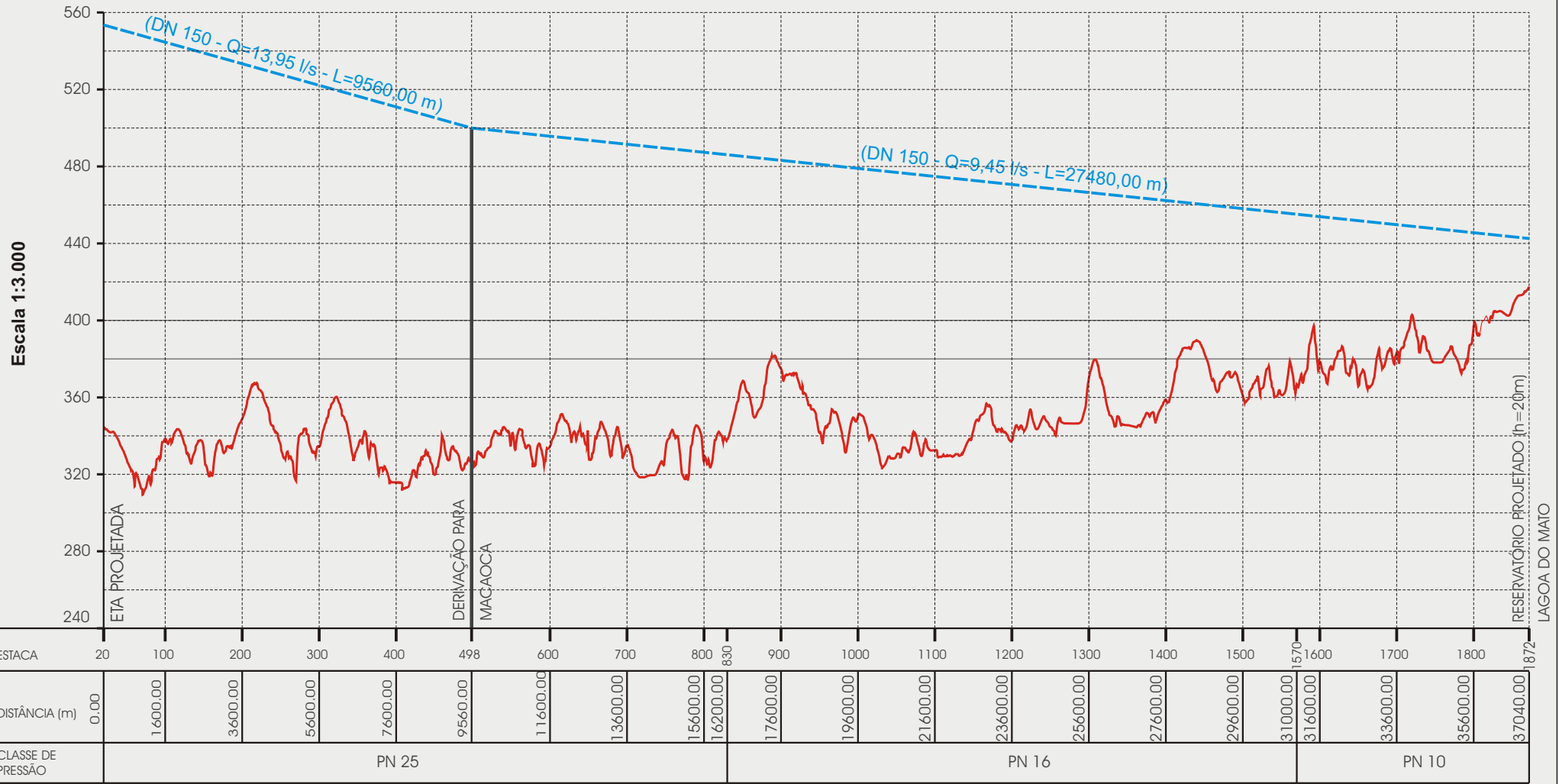


A potência foi calculada com a fórmula:

$$Potencia(cv) = \frac{Q.H_{man}}{75.\eta}$$

Admitindo-se uma reserva de potência de 20% e ajustando para a potência comercial imediatamente superior.

A ficha técnica constando as principais características técnicas dos bombeamentos de água tratada se encontra no QUADRO 8.16.



Escala 1:150.000

**Figura 8.3**  
 Perfil Reduzido  
 Trecho: Eta a Lagoa do Mato



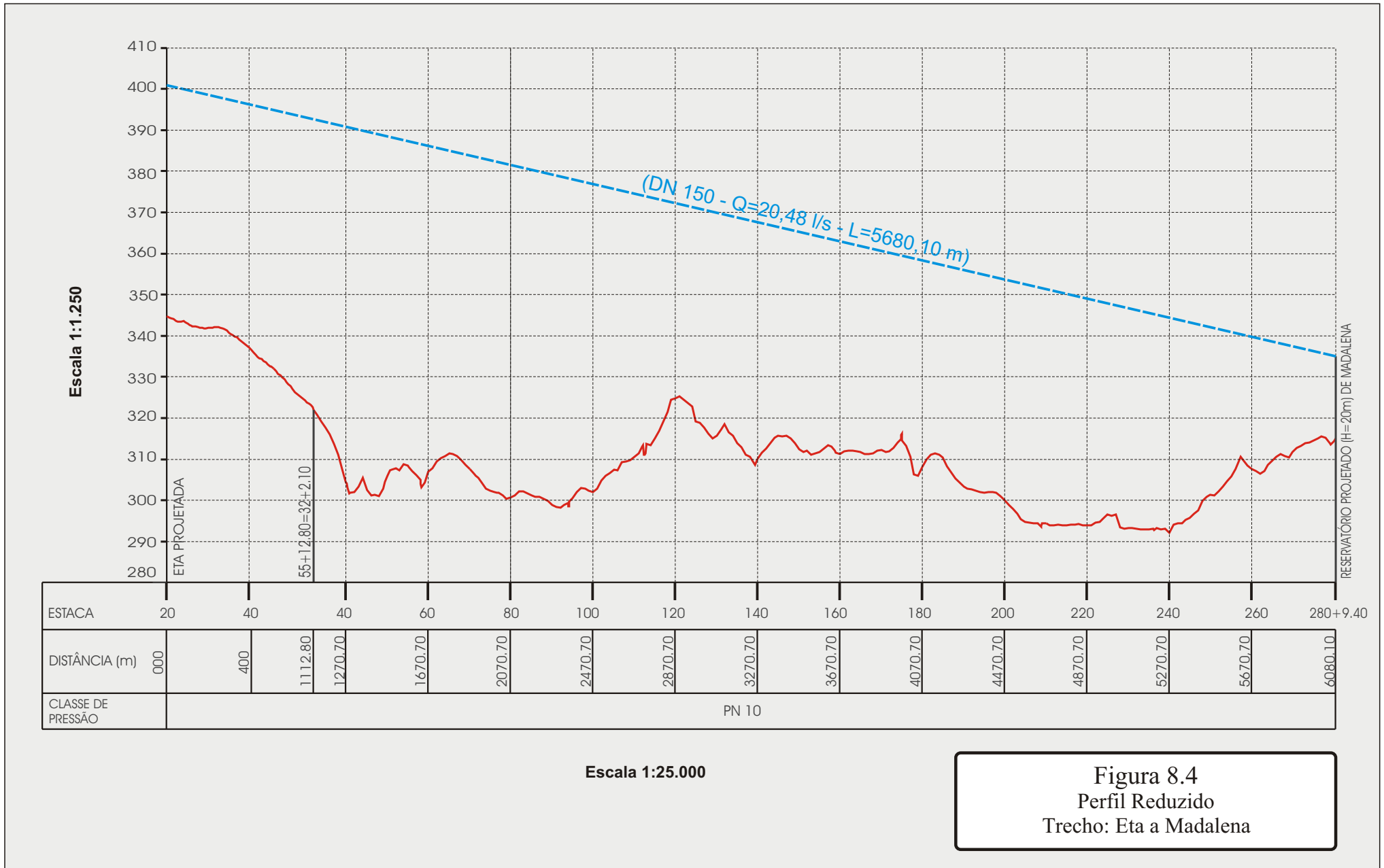




FIGURA 8.5 – CURVA CARCTERÍSTICA DAS BOMBAS PARA LAGOA DO MATO

Baureihe Pump type Modèle	Tipo Serie Tipo	Neendrehzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.
<b>Multitec 50/...-4.1</b>		<b>3500</b>	<b>3500 1/min</b>
Werkstoff/Material/Matériau 22, 23, 30 Materiale/Materiaal/Material			
Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offerter. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiën. Pos.-Nr.

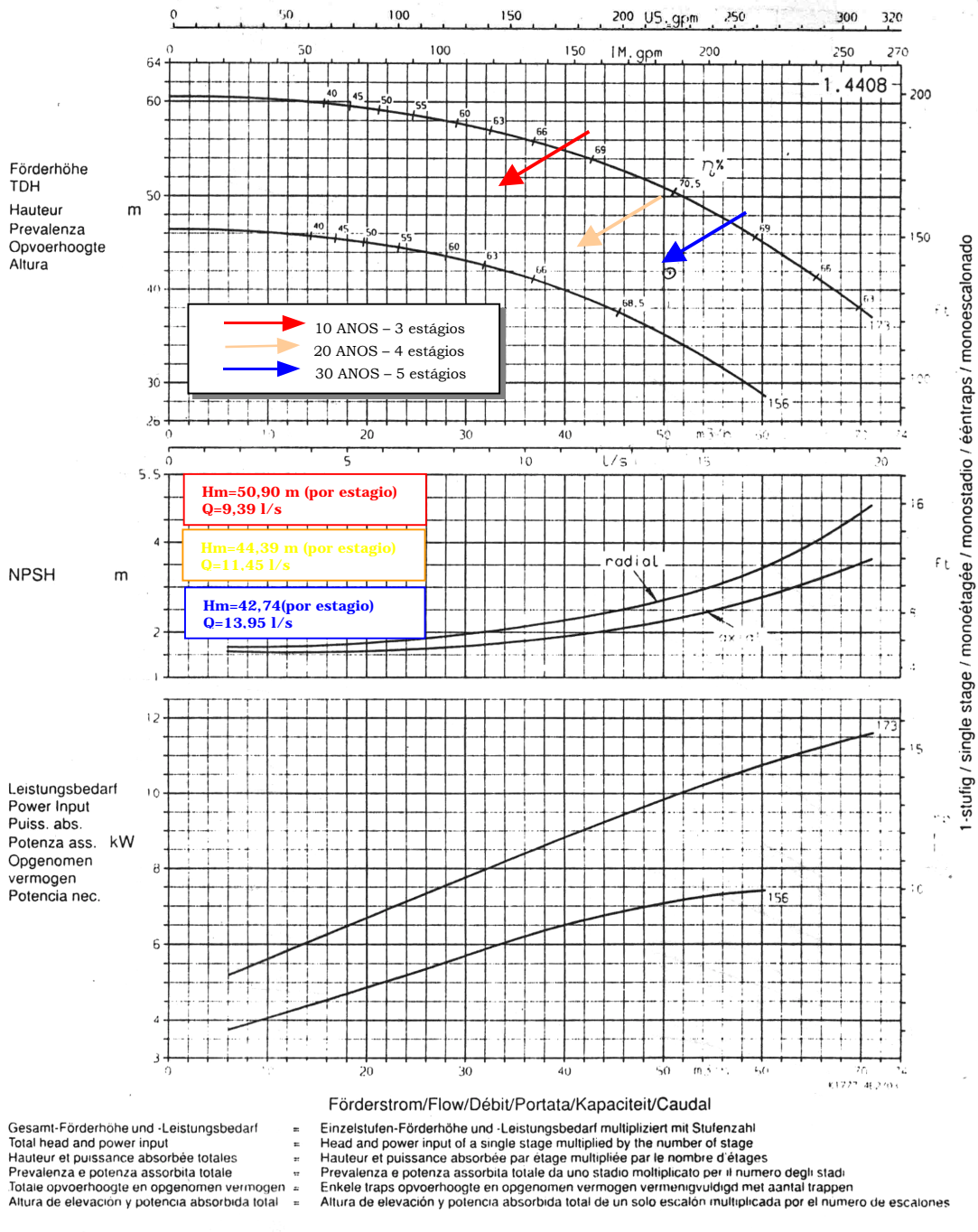
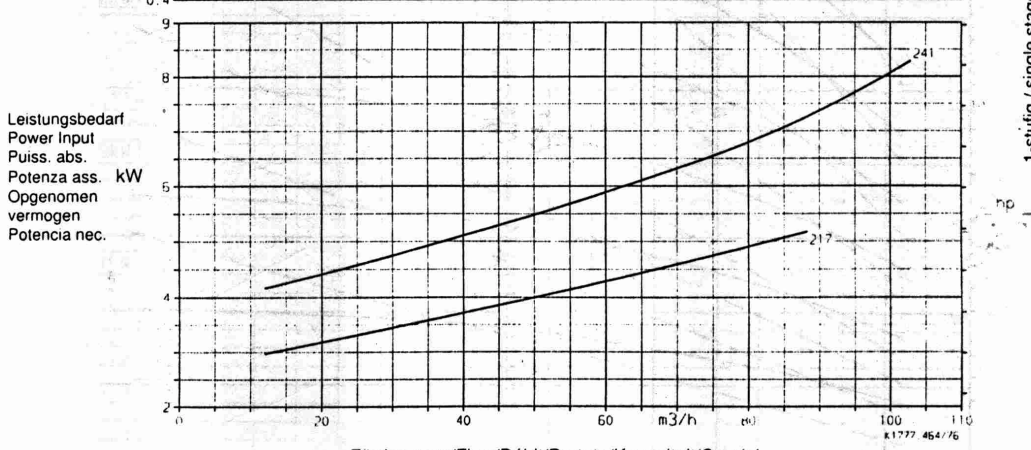
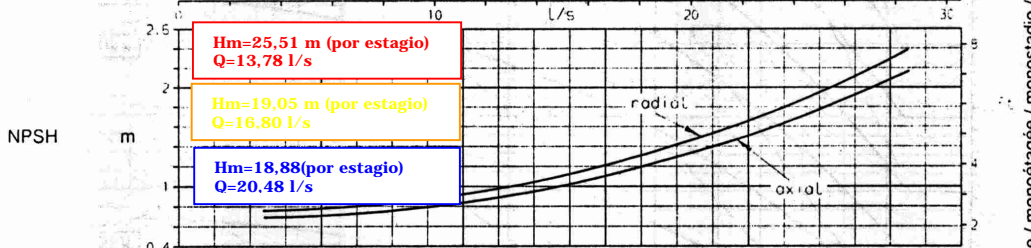
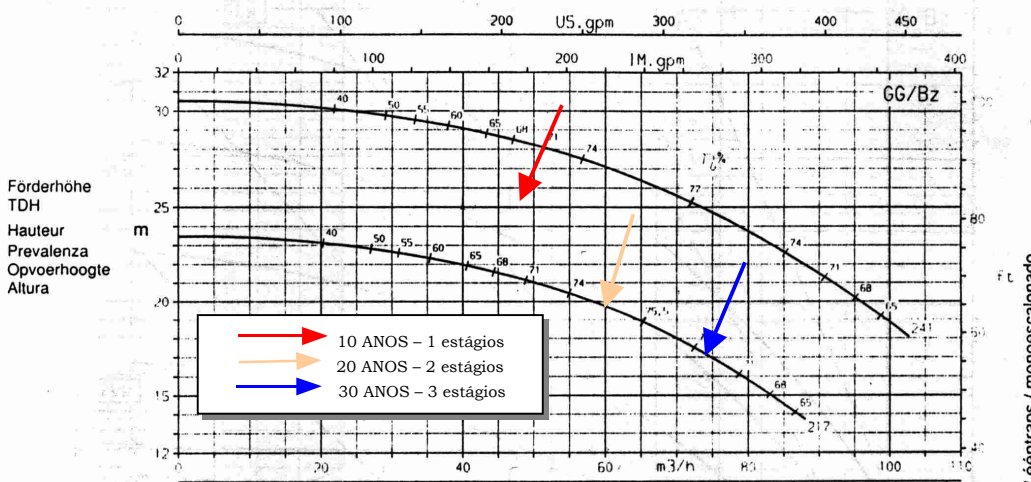




FIGURA 8.6 – CURVA CARCTERÍSTICA DAS BOMBAS PARA MADALENA

Baureihe Pump type Modèle	Tipo Serie Tipo	Nennzahl Nom. speed Vitesse nom.	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	
<b>Multitec 100/...-7.1</b> Werkstoff/Material/Matériau 10, 11, 12, 20, 21 Materiale/Materiaal/Material		<b>1750 1/min</b>		
Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertennr. Oferta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiennr. Pos.-Nr.	



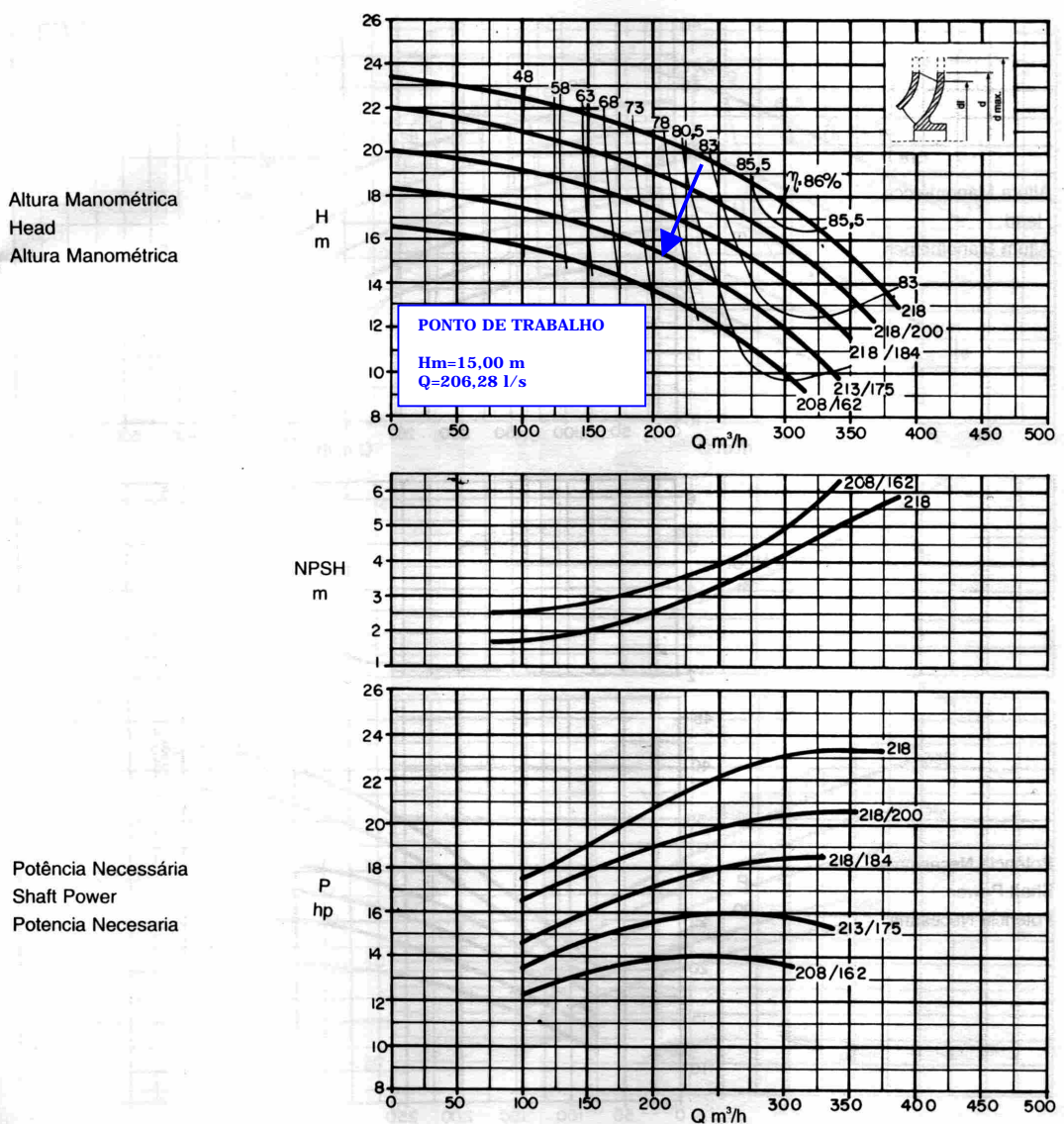
Gesamt-Förderhöhe und -Leistungsbedarf = Einzelstufen-Förderhöhe und -Leistungsbedarf multipliziert mit Stufenzahl  
 Total head and power input = Head and power input of a single stage multiplied by the number of stage  
 Hauteur et puissance absorbée totales = Hauteur et puissance absorbée par étage multipliée par le nombre d'étages  
 Prevalenza e potenza assorbita totale = Prevalenza e potenza assorbita totale da uno stadio moltiplicato per il numero degli stadi  
 Totale opvoerhoogte en opgenomen vermogen = Enkele traps opvoerhoogte en opgenomen vermogen vermenigvuldigd met aantal trappen  
 Altura de elevación y potencia absorbida total = Altura de elevación y potencia absorbida total de un solo escalon multiplicada por el número de escaiones





FIGURA 8.7 – CURVA CARCTERÍSTICA DAS BOMBAS PARA LAVAGEM DE FILTROS

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	<b>KSB MEGANORM KSB MEGANORM BLOC KSB MEGACHEM</b>	Tamanho Size Tamaño	<b>125-200</b>	<b>KSB</b>
Oferta nº	Item nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	<b>1750 rpm</b>	
Project - No.	Item - No.			
Oferta - nº	Pos. - nº			



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm<sup>3</sup> e viscosidade cinemática até 20 mm<sup>2</sup>/s.  
Data applies to a density of 1 Kg/dm<sup>3</sup> and Kinematical viscosity up to 20 mm<sup>2</sup>/s.  
Datos válidos para densidad 1 Kg/dm<sup>3</sup> y viscosidad cinemática hasta 20 mm<sup>2</sup>/s.

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D.  
Operating data according to ISO 9906 attachment D.  
Garantia de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento D.

**QUADRO 8.16 - CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DOS BOMBEAMENTOS (BOMBA DE FINAL DE PLANO)**

	<b>LAGOA DO MATO</b>	<b>MADALENA</b>	<b>LAVAGEM DE FILTROS</b>
Vazão total de bombeamento	13,95 l/s	20,48 l/s	57,3 l/s
Tipo de conjuntos elevatórios	MULTITEC	MULTITEC	MEGANORM
Número de estágios	5	3	1
Diâmetro do rotor	162 mm	229 mm	213/175
Rendimento	69 %	74 %	73%
Número de conjuntos	1 + 1 reserva	1+1 reserva	1+1 reserva
Vazão por conjunto	13,95 l/s	20,48 l/s	57,3 l/s
Altura manométrica	215,71 mca	56,64mca	15,0mca
Potência do motor	75 CV	30 CV	20 CV
Diâmetro dos barriletes			
• Sucção	150	200	350
• Recalque	100	150	300
Equipamentos utilizados na sucção			
• Válvula borboleta			
• Junta de montagem			
Equipamentos utilizados no recalque			
• Válvula controladora de bomba			
• Válvula borboleta			
• Junta de montagem			
• Válvula de retenção			
• Medidor de vazão eletromagnético			

#### 8.4 SISTEMA ADUTOR

Com o diâmetro da adutora determinado pela metodologia econômica anteriormente descrita, o projeto e detalhamento do sistema adutor foi elaborado com base no levantamento topográfico para materialização em campo do eixo das adutoras projetadas nas plantas em escala 1:2.000

O levantamento topográfico constou de locação, nivelamento e cadastro do caminhamento da adutora e traçado de planta e perfil na escala 1:2000H e 1:200V.

Nas plantas e perfis foram projetados deflexões, descargas, ventosas, derivações para adutoras, reduções, travessias de rios e talvegues, tipo de assentamento (aéreo ou enterrado), diâmetro e a classe de pressão dos tubos.



Para a execução do detalhamento ponto a ponto, utilizou-se o sistema computacional **PONTO A PONTO** que consiste em gerar um banco de dados de todos os pontos da adutora. Depois da geração do banco de dados, o sistema imprime o esquema de montagem e a lista de conexões para cada ponto. O mesmo sistema contabiliza todas as conexões do projeto e gera a listagem de material final para aquisição.

A listagem com o detalhamento ponto a ponto da adutora se encontra no Anexo II.

A ficha técnica das adutoras de água bruta e tratada se encontra no QUADRO 8.17.

<b>QUADRO 8.17 - FICHA TÉCNICA DO SISTEMA ADUTOR</b>	
<b>ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (CAPTAÇÃO - ETA)</b>	
TRECHO : FLUTUANTE / CAIXA DE CONTROLE	
• Classe	1 MPa
• Diâmetro Externo/Extensão(m)/Material	DE 200 - 100,00m - PEAD c/flanges
TRECHO : CAIXA DE CONTROLE / ETA	
• Material	PVC DEFOFO
• Classe	1 MPa
• Diâmetro nominal/comprimento(mm)	DN 200 - 456,63m
• Perda de carga total (mca)	4,92 mca (incluindo 2,0 na captação)
• Velocidade de escoamento (m/s)	1,10 m/s
<b>ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (ETA - LAGOA DO MATO)</b>	
• Classe/Extensão/Material	1,0 MPa - L=6.040 m - PVC DEFoFo 1,6 Mpa- L=14.800m - RPVC-PVC+PRFV 2,5 MPa - L=16.200 m - FoFo
• Diâmetro nominal	DN 150
• Perda de carga (mca)	115,17
• Velocidade de escoamento (m/s)	Captação - Der. Macaoca v=0,79 m/s Der. Macaoca - Lagoa do Mato v=0,53 m/s
<b>ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (ETA - MADALENA)</b>	
• Material	PVC DEFOFO
• Classe	1MPa
• Diâmetro nominal/comprimento(mm)	DN 150 - L = 5.680,10 m
• Perda de carga total (mca)	58,08
• Velocidade de escoamento (m/s)	1,16



## 8.4.1 Equipamentos de Proteção e Operação da Rede

### 8.4.1.1 Ventosas

#### 8.4.1.1.1 Generalidades

Ao longo da rede foram utilizadas ventosas para permitir a admissão e expulsão de ar durante a operação normal e durante os períodos de enchimento e esvaziamento da rede.

Estes equipamentos impedem a formação de bolsões de ar na tubulação que causariam redução de seção de escoamento com conseqüente redução de vazão.

Utilizou-se apenas ventosas de triplice função pelo fato destes aparelhos serem mais eficientes e minimizarem os efeitos de eventuais transientes ao longo da rede provocados pela abertura e fechamento de válvulas de bloqueio, etc.

O posicionamento das ventosas ao longo da rede, baseou-se nos seguintes critérios:

- Pontos altos da rede.
- Longos trechos horizontais. Neste caso a cada 300 m - 500 m.

#### 8.4.1.1.2 Dimensionamento das ventosas

Conhecida a vazão da linha, e adotando-se um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a), obtém-se um ponto que dará o tamanho da ventosa utilizada. Deverá ser utilizado um diâmetro comercial acima do ponto encontrado.

A FIGURA 8.7 mostra o ábaco utilizado reproduzido do catálogo da BARBARÁ.

Para simplificar o dimensionamento, foram feitas várias simulações de vazões em diversos diâmetros e chegou-se ao QUADRO 8.18.

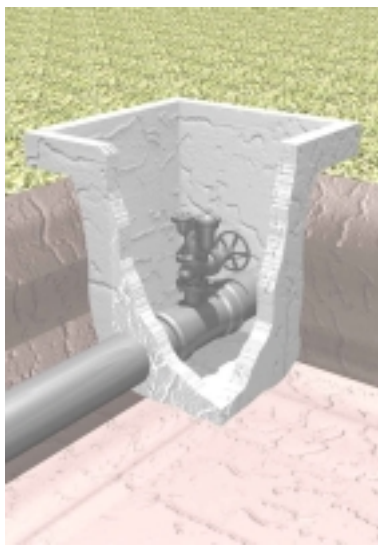


Vale salientar que o diâmetro das ventosas foram adaptados aos diâmetros comerciais das derivações dos TE bolsa bolsa flange existentes no catálogo, evitando assim a utilização de reduções flangeadas o que aumentaria ainda mais a altura da caixa de ventosa.

Cada ventosa será dotada de um registro de gaveta com flange e volante que permitirá sua retirada, para eventual manutenção, sem a necessidade de parar todo o sistema.

O esquema de instalação da ventosa pode ser visto na FIGURA 8.8.

**FIGURA 8.8** - ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DAS VENTOSAS



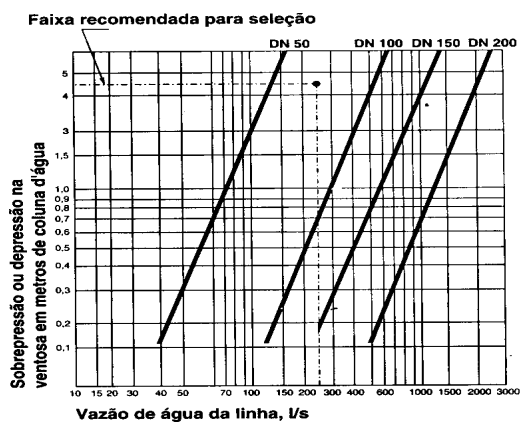
#### 8.4.1.2 Caixas de proteção das ventosas

As ventosas são instaladas em um te de derivação na rede e são acondicionadas em caixas de concreto armado com tampa removível para eventuais manutenções..

As dimensões da caixa das ventosas foram determinadas a partir das dimensões das peças que compõem o sistema, isto é, TE com saída flangeada, registro de gaveta flange volante e ventosa.



**FIGURA 8.9 - ÁBACO PARA SELEÇÃO DE VENTOSAS**



fonte: Catálogo BARBARÁ

**QUADRO 8.18 - DIÂMETRO DAS VENTOSAS**

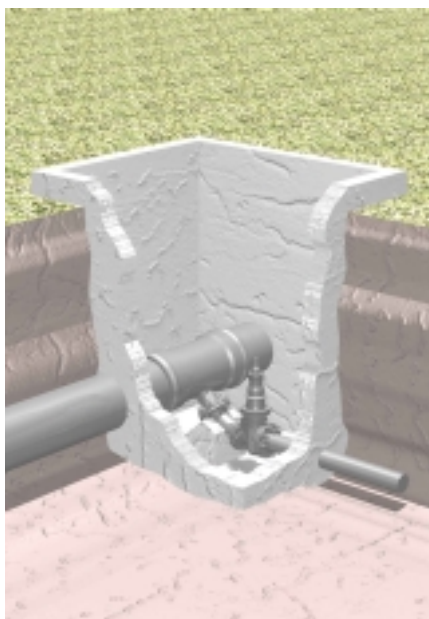
DIÂMETRO DA LINHA (mm)	DIÂMETRO DA VENTOSA (mm)
150 e 200	50

### 8.4.1.3 Descarga de fundo

#### 8.4.1.3.1 Generalidades

Ao longo da rede foram utilizadas descargas de fundo para permitir a drenagem da adutora durante a fase de manutenção ou para reparos no sistema.

O sistema utilizado para descarga da adutora consta de uma derivação na rede por intermédio de um TE flange com saída para baixo a 45°, uma curva flangeada de 45°, um registro de gaveta flange cabeçote e uma extremidade ponta flange, conforme FIGURA 8.10.

**FIGURA 8.10** - ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DESCARGA DE FUNDO

É importante a utilização do registro de gaveta com **cabeçote** pelo fato da abertura deste tipo de registro só ser realizado com o uso de um chave "T" que ficaria à guarda do pessoal de operação e manutenção do sistema, evitando assim o uso impróprio da descarga para retirada ilegal de água do sistema.

Quando não existir drenagem natural próxima à caixa de descarga, a extremidade ponta flange será eliminada e a descarga de dará na própria caixa que será provida de um fundo aberto com leito de brita para promover a drenagem natural. Caso a drenagem natural seja lenta, a equipe de manutenção poderá dispor de uma bomba de drenagem tipo sapo acionada por combustível que auxiliará na tarefa de esvaziar a caixa. O leito de brita também terá a função de percolar pequenas quantidades de água de chuva que adentram à caixa evitando empoçamentos indesejados.

As descargas de fundo são posicionadas nos pontos baixos da adutora.



#### 8.4.1.3.2 Dimensionamento das descargas de fundo

Devido ao pequeno diâmetro da linha de recalque, optou-se pelo diâmetro da descarga ser de 50mm .

O QUADRO 8.19 mostra o diâmetro das descargas de fundo em função do diâmetro da linha.

#### QUADRO 8.19 - DIÂMETRO DAS DESCARGAS DE FUNDO

DIÂMETRO DA LINHA 4(mm)	DIÂMETRO DA DESCARGA (mm)
150 e 200	50

#### 8.4.1.4 Caixas de proteção das descargas

As descarga de fundo são instaladas em um te de derivação na rede e são acondicionadas em caixas de concreto armado ou alvenaria com tampa removível para eventuais manutenções.

As dimensões da caixa das descargas de fundo foram determinadas a partir das dimensões das peças que compões o sistema, isto é, TE bolsas x bolsa x flange, registro de gaveta flange cabeçote e extremidade ponta e flange.

#### 8.4.1.5 Válvulas de bloqueio

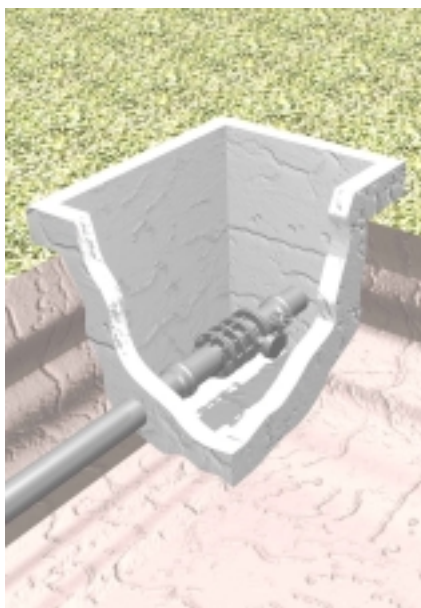
##### 8.4.1.5.1 Generalidades

Ao longo da rede foram utilizadas válvulas de bloqueio para permitir a interrupção do fornecimento de água para determinadas áreas com o intuito de manutenção ou reparos no sistema.

O sistema utilizado para bloqueio da rede consta de uma válvula borboleta em linha e uma junta de montagem, conforme FIGURA 8.11.



**FIGURA 8.11 - ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE VÁLVULA DE BLOQUEIO**



O posicionamento das válvulas de bloqueio ao longo da rede, baseou-se nos seguintes critérios:

- Nas derivações para adutoras (principais ou secundárias);
- Ao longo das adutoras principais a cada 3 a 5 km.

O diâmetro da válvula de bloqueio é o mesmo diâmetro da linha.

#### 8.4.1.5.2 Caixas de proteção das válvulas de bloqueio

As válvulas de bloqueio são acondicionadas em caixas de concreto armado ou alvenaria com tampa removível para eventuais manutenções e manobras.

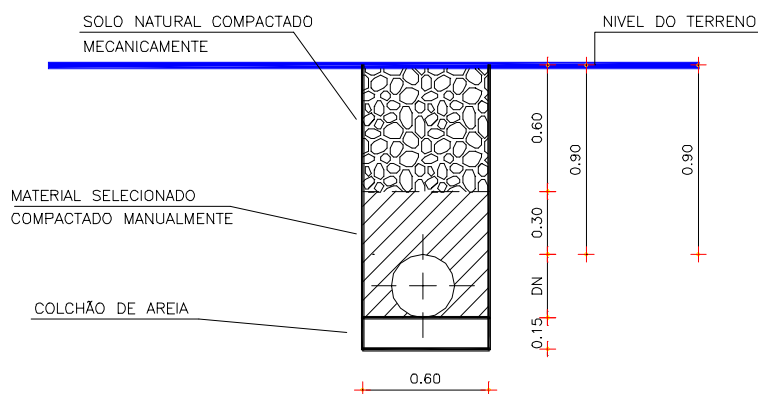
As dimensões da caixa foram determinadas a partir das dimensões das peças que compõem o sistema, isto é, extremidade bolsa flange, toco flangeado  $L=0,25\text{m}$ , válvula borboleta, junta de desmontagem travada axialmente e extremidade ponta flange.

#### 8.4.1.6 Assentamento de tubulação

As tubulações serão enterradas a uma profundidade mínima de 0,9 m acima da geratriz superior do tubo. A esta profundidade, a maioria dos veículos pode trafegar sem afetar o tubo.

A vala possuirá uma largura de 0,60 quando a profundidade for até 2,00m, acima desse valor utiliza-se 0,80 m de largura. Será utilizado 0,15m de colchão de areia que deverá ser colocado no fundo da vala para regularização no caso de terrenos pedregosos. Este colchão de areia poderá ser dispensado se o terreno for arenoso livre de pedras ou qualquer material que possa causar danos à integridade física da tubulação. A FIGURA 8.12 mostra um detalhe tipo da vala.

**FIGURA 8.12 - DETALHE TIPO DA VALA**



O material de reaterro da vala deverá estar isento de pedregulhos e deverá ser compactado a 90% do Proctor Normal.

Nos primeiros 30 cm acima da geratriz superior do tubo, o material de reaterro da vala deverá necessariamente ser de 1º categoria, estar isento de pedregulhos e deverá ser compactado a 90% do Proctor Normal.

Na parte superior da vala, poderá ser utilizado materiais de 1º ou 2º categorias contanto que possua boa resistência física já que depois de reaterrada, a vala servirá como pista de rolamento.



#### 8.4.1.7 Blocos de ancoragem

São estruturas em concreto simples, ciclópico ou armado com a função de absorver os impactos causados pelas variações de fluxo na rede. Foram projetados blocos de ancoragem para os tês de derivação, reduções e curvas.

O dimensionamento dos blocos de ancoragem se encontra no desenho estrutural MADALENA-PE-EST-013.

#### 8.4.1.8 Travessia da adutora em ponte

No trecho entre as estacas 391 e 392, existe uma ponte que será utilizada para travessia da adutora. Neste caso, a adutora será suspensa sob o passeio da ponte em suportes metálicos.

O projeto da travessia está no DESENHO MADALENA-PE-HDM-019.



MONTGOMERY WATSON



## **9. ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS**

---



## 9 ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

### 9.1 INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar o estudo de transientes hidráulicos do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, avaliando os efeitos do fenômeno conhecido como Golpe de Aríete nas tubulações de recalque do sistema, por ocasião de uma parada instantânea das bombas, devido a falta ocasional de energia ou desligamento operacional dos equipamentos, dessa maneira pode-se definir, se necessário, o tipo de equipamentos de proteção para o sistema.

A condição de parada instantânea do bombeamento é o que provoca os efeitos mais adversos para a tubulação e equipamentos associados à mesma, decorrente das sobrepressões e subpressões geradas pela propagação/reflexão das ondas de pressão dentro da tubulação quando o regime permanente é bruscamente interrompido.

Denomina-se Golpe de Aríete ao choque violento que se produz sobre as paredes de um conduto forçado quando o movimento do líquido é modificado bruscamente. Em outras palavras é a sobrepressão que as canalizações recebem quando por exemplo, cessa o bombeamento, interrompendo-se o escoamento.

### 9.2 METODO DE ESTUDO

Os transientes foram estudados com o emprego de software CTran Versão 7.1.0, desenvolvido pela FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica de São Paulo este software possui elevada performance e reconhecida eficiência para resolução das equações dinâmicas do escoamento em regime transiente.

As equações básicas utilizadas na análise de transitórios hidráulicos podem ser matematicamente expressas pela equação do Movimento e pela equação da Continuidade, que são expressas na seguinte forma:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad \text{(Equação do Movimento)}$$





(1)      (2)      (3)

onde, (1) é igual a variação da aceleração do movimento, (2) é igual a variação do gradiente de pressão, e (3) é igual aos efeitos decorrentes da dissipação de energia.

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

**(Equação da Continuidade)**

(1)      (2)

onde, (1) é igual a variação de fluxo de massa, e (2) é igual a variação de massa.

A variável **a** (celeridade) é a velocidade de propagação da onda de pressão durante o transitório hidráulico.

A introdução de aparelhos e equipamentos de proteção na modelagem matemática do transitório é feita através da aplicação de condições de contorno específicas para cada caso e tipo de equipamento.

A celeridade da onda é uma função das características da tubulação (elasticidade, deformação, espessura da parede da tubulação, diâmetro, grau de fixação da tubulação, etc) e das características do fluido (compressibilidade, presença de ar, etc.). A equação de Allievi, mostrada abaixo, fornece o valor da celeridade da onda de forma simplificada e prática.

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

**(Equação de Allievi ou Equação da Celeridade)**

Onde:

a = celeridade da onda, m/s;

D = Diâmetro dos tubos, m;

e = espessura dos tubos, m;



$k$  = coeficiente que leva em conta os módulos de elasticidade ( $E$ ), para tubos de diferentes materiais;  $k$  é apresentado da seguinte forma:

$$k = \frac{10^{10}}{E}$$

Além das equações mostradas anteriormente deve-se determinar o momento de inércia total do sistema, que é a soma dos momentos de todas as partes girantes no conjunto motor-bomba. O momento de inércia total é dado pela seguinte equação:

$$Wr_{total}^2 = (Wr_{motor}^2 + Wr_{bomba}^2) \times N_B$$

Onde:

$Wr_{total}^2$  = Momento de inércia total do sistema, kgf.m<sup>2</sup>;

$Wr_{motor}^2$  = Momento de inércia do motor, kgf.m<sup>2</sup>;

$Wr_{bomba}^2$  = Momento de inércia da bomba, kgf.m<sup>2</sup>;

$N_B$  = Número de bombas funcionando simultaneamente.

O momento de inércia do motor e da bomba deve ser obtido nos catálogos fornecidos pelos fabricantes dos respectivos equipamentos, devido a suas particularidades construtivas.

### 9.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA DAS TUBULAÇÕES AO VÁCUO

A avaliação da capacidade de resistência da tubulação ao vácuo se faz conveniente uma vez que se pode minimizar os equipamentos de proteção sem comprometer a segurança do sistema. Esta consideração se deve a razões econômicas de projeto, pois o elevado custo de implantação e operação dos equipamentos de proteção contra o golpe de aríete requer que seu emprego se faça somente em situações que os tornem absolutamente indispensáveis para a segurança da obra, daí a necessidade de um estudo aprofundado dos transientes hidráulicos nas adutoras de grande porte ou extensão.



A pressão diferencial de colapso ao vácuo de uma tubulação qualquer pode ser determinada pela equação:

$$P_{cri} = \frac{2E}{(1-\nu^2)} \left( \frac{e}{D} \right)^3$$

onde:

$P_{cri}$  = pressão crítica de colapso;

$E$  = módulo de elasticidade da tubulação (Young);

$\nu$  = coeficiente de Poisson;

$e$  = espessura da tubulação;

$D$  = diâmetro interno da tubulação.

#### 9.4 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA EMPREGADA

A simulação de cada sistema foi feita com base na seleção de um perfil representativo da topografia de cada adutora, onde constam os principais pontos altos e baixos da mesma, uma vez que seria bastante demorado e susceptível a erros o emprego do perfil detalhado de toda adutora, além do que não acrescentaria nenhum benefício na análise dos transitórios hidráulicos em questão.

As pressões transientes resultantes da interrupção do bombeamento por falha no fornecimento de energia aos motores são as mais extremas a que usualmente estão sujeitos os sistemas de recalque. Se o bombeamento abastecendo uma linha de recalque for subitamente interrompido, o fluxo irá também parar.

Se o perfil da tubulação, em função das cotas do terreno natural, for relativamente próximo da linha piezométrica, a súbita desaceleração da coluna de água pode causar uma queda de pressão interna para valores inferiores à da pressão atmosférica. O mais baixo valor a que poderia cair a pressão interna é a *pressão de vapor*. A vaporização ou mesmo a *separação de coluna* pode ocorrer em pontos altos ao longo do perfil da adutora. Quando a onda de pressão retorna a valores positivos, a coluna de água se reunirá dando vez à ocorrência de sobrepressões do golpe de



ariete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos a ela conectados.

Esta condição de estabilidade da coluna de água é dada pelo dimensionamento do sistema de proteção de adutoras, para os pontos mais críticos das linhas de recalque com o objetivo, na maioria dos casos, de reduzir a subpressão na tubulação, causada pela parada das bombas. Assim a correspondente sobrepressão será reduzida ou mesmo eliminada. O método mais comum de limitar-se a subpressão é alimentando-se a linha de recalque com água tão logo a pressão interna tenda a cair.

Neste estudo, partiu-se da condição de que nenhum equipamento de proteção estava disponível para combater os efeitos do golpe nas linhas de recalque, sendo simulada a pior condição possível de Golpe de Aríete, em seguida repetiu-se a análise agora com a colocação de equipamentos de proteção, no caso em específico, tanques de amortização unidirecional (TAU), nos locais onde estes proporcionassem uma adequada proteção ao sistema.

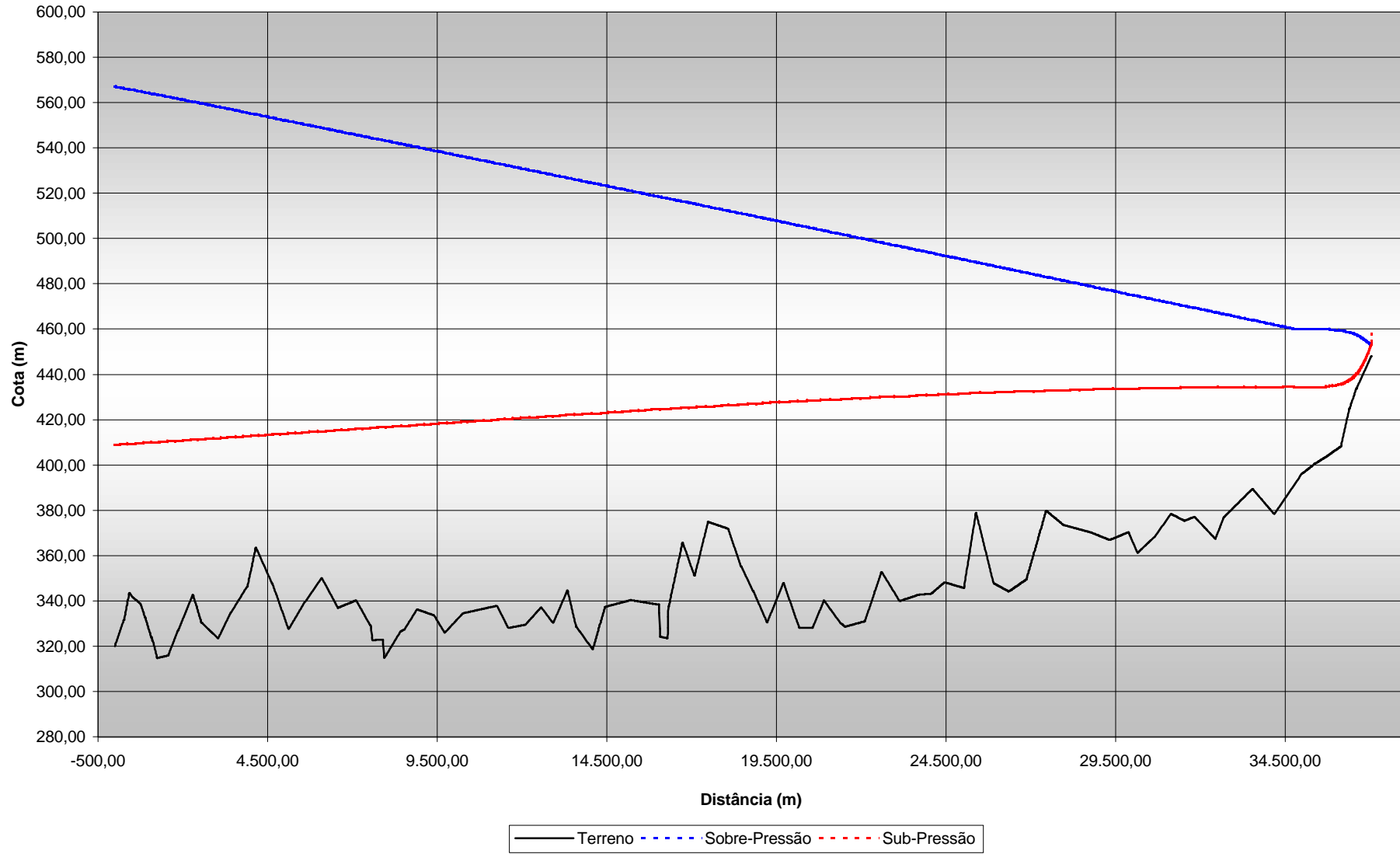
## **9.5 RESULTADOS OBTIDOS**

O que se pode observar das simulações das adutoras para Alto Santo é que o perfil do terreno é favorável, não havendo a necessidade da utilização de mecanismo de proteção contra transientes hidráulicos já que pressões negativas não ocorreram ao longo da linha adutora.

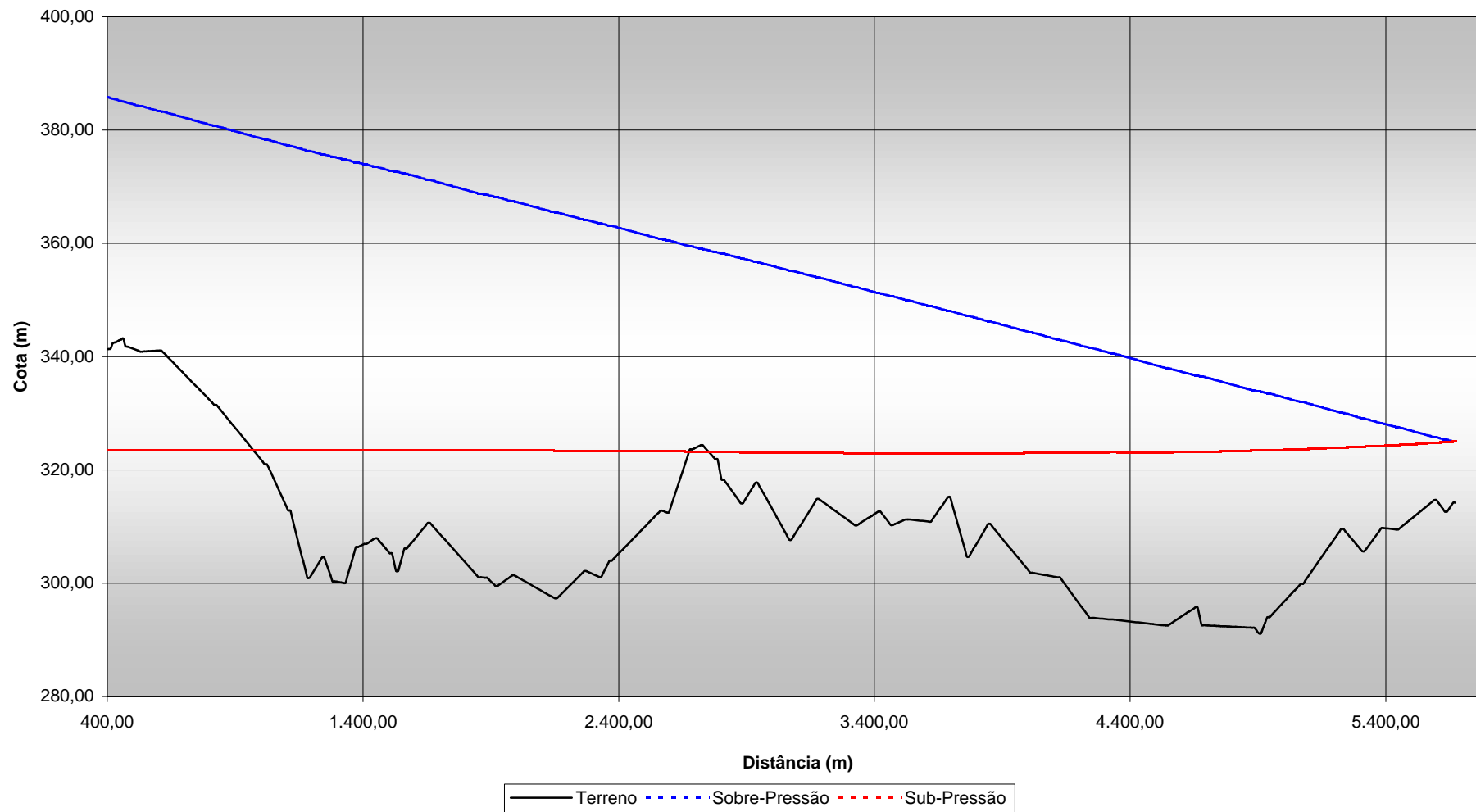
Para Madalena, a simulação revelou uma subpressão perigosa logo a jusante da elevatória, necessitando a utilização de um TAU na estaca 23+11,28.

Os resultados gráfico das simulações se encontra nas FIGURAS 9.1, 9.2 e 9.3. As planilhas com os resultados das simulações se encontra no ANEXO V.

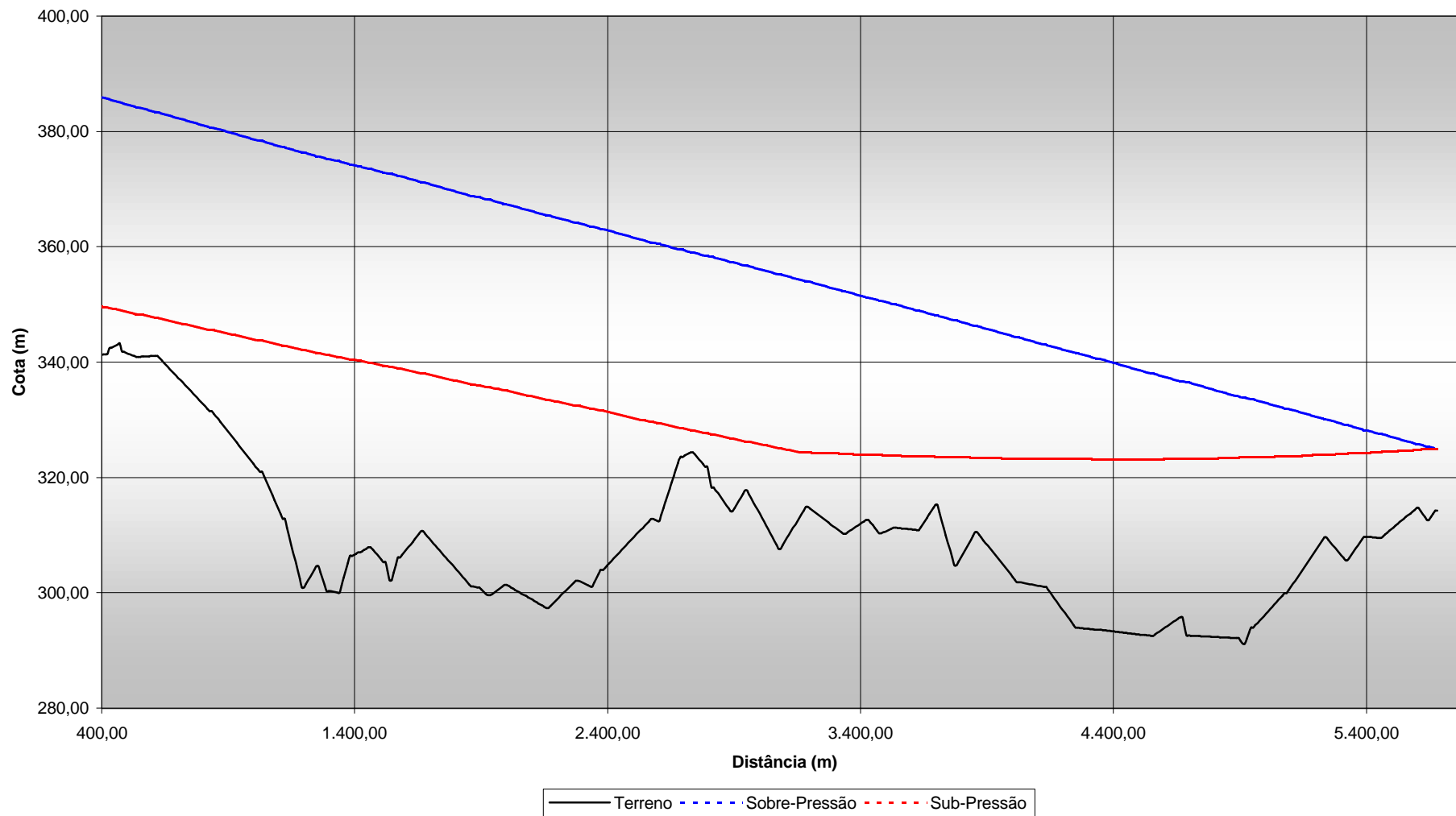
**FIGURA 9.1 - GRÁFICO DA ENVOLTÓRIAS DE PRESSÃO  
ADUTORA PARA LAGOA DO MATO (SEM PROTEÇÃO)**



**FIGURA 9.2 - GRÁFICO DA ENVOLTÓRIAS DE PRESSÃO  
ADUTORA PARA MADALENA (SEM PROTEÇÃO)**



**FIGURA 9.3 - GRÁFICO DA ENVOLTÓRIAS DE PRESSÃO  
ADUTORA PARA MADALENA (COM PROTEÇÃO)**





MONTGOMERY WATSON



## 10. AUTOMAÇÃO

---





## **10 AUTOMAÇÃO**

### **10.1 OBJETIVO**

O Sistema de Automação, Telemetria e Telecomando, tem a finalidade de aprimorar o controle operacional e de supervisão do Sistema de Abastecimento D'água, considerando todos os fatores intervenientes, principalmente os de natureza técnico-econômico e operacional.

O projeto deverá levar, primordialmente, em conta, a segurança e a operacionalidade do sistema de abastecimento d'água, de forma a reduzir ao mínimo as paralisações, as perdas de água, prolongar a vida útil dos equipamentos e das instalações, e fornecer informações úteis para programação adequada da operação, manutenção preventiva e corretiva. Deverá também promover o ligamento e desligamento das bombas em função da demanda.

### **10.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O sistema de automação, telecomando e telemetria propostos, proverá o centro de comando na ETA do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato, das informações necessárias ao gerenciamento de todo processo hidráulico e elétrico do sistema. Na ETA as informações sobre a captação, reservatórios elevados e apoiados e demais componentes estarão disponíveis em tempo real, tais como: volume processado de água bruta, quantidade produzida de água tratada, volumes afluentes e liberados nos reservatórios, pressão nos sistemas, vazões, amperagem das bombas, tipo de parada do sistema e seu tempo, voltagem, níveis d'água nos reservatórios, podendo-se assim ser gerado vários tipos de relatórios de diagnóstico. O sistema proposto foi projetado para operar de forma automatizada e manual.

#### **10.2.1 Telemetria**

O termo Telemetria refere-se à medição de grandezas à distância. Qualquer grandeza (física, química, etc.) pode, através do uso de um transdutor adequado e de um meio de comunicação confiável, ser convertida em uma grandeza elétrica do



tipo tensão ou corrente. Qualquer delas, devidamente processada, permite a obtenção do valor da grandeza física original.

### 10.2.2 Telecomando

Por telecomando entende-se o acionamento de dispositivos à distância, pelo envio de um sinal elétrico através de um meio de comunicação.

### 10.2.3 Telesupervisão

A Tele-supervisão consiste na monitoração de um determinado processo à distância. Para visualizar o processo, pode ser utilizado um display ou uma tela de microcomputador, onde os diversos dispositivos usados no processo estejam devidamente representados e as informações estejam sendo enviadas no modo **on line**. Através da tele-supervisão é possível verificar o status de eventos que estão ocorrendo em um ponto distante, tais como:

- se um motor está ligado ou desligado
- se uma válvula está aberta ou fechada
- se uma rede elétrica está energizada ou não.
- A altura atual de um reservatório

### 10.2.4 Telealarme

O Telealarme permite que na ocorrência de qualquer evento, previamente definido, seja enviado um conjunto de códigos, do ponto remoto onde ocorreu o evento para a unidade central, de modo que qualquer anormalidade existente no processo seja perfeitamente identificada, no modo **on line**. A função do telealarme pode sinalizar, por exemplo, que:

- a moto-bomba de no 2 da captação foi desativado devido a sobrecorrente;
- a moto-bomba de no 1 da EEAT foi desligada por falta de fase;
- o reservatório de água tratada da ETA esta transbordando.



## **10.3 CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA**

### **10.3.1 Geral**

O controle operacional do sistema será realizado na ETA próximo à captação, nas opções: automático e manual, com intervenção e informações de todas as unidades integrantes do mesmo.

### **10.3.2 Dados e premissas**

Para elaboração do presente estudo, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Análise das alternativas de configuração dos sistemas;
- Avaliação do perfil topográfico entre as estações, com base em plantas topográficas na escala 1:100.000;
- Elaborados estudos técnicos para enlaces rádio em VHF e em UHF;
- Estudo da rotina operacional para operação dos sistemas;
- Estudo dos equipamentos envolvidos no sistema.

### **10.3.3 Critérios**

As características do sistema de telecomunicação deverão ser determinadas com base nas prescrições estabelecidas pelo Ministério das Comunicações, ANATEL, ABNT, junto com informações de fabricantes tradicionais disponíveis obtidos em empreendimentos similares ao do Sistema Adutor Proposto.

## **10.4 AUTOMAÇÃO DAS ELEVATÓRIAS**

As Elevatórias serão supervisionadas e controladas em função do nível de água dos reservatórios a jusante, o(s) qual(ais) será(ão) abastecido(s) pelas bombas localizadas nas estações elevatórias de montante.

A supervisão e o controle do nível de água no(s) reservatório(s) serão feitas por medidores de nível ultra-sônico ou piezoresistivo os quais informarão aos CLP's os



dados necessários para acionamento e/ou desligamento dos motores, como também sinais de alarme de nível mínimo ou máximo. Como nas estações sempre existe uma bomba operando e outra de reserva, o sistema de rodízio será utilizado com o funcionamento alternado das bombas a cada ligamento sucessivo.

O gerenciamento das ordens de partida/parada das bombas será feito por Controladores Lógicos Programáveis - CLP's instalados nas estações elevatórias.

Os sinais analógicos/digitais necessários à operação/interpretação dos CLP's serão transmitidos por meio de ondas de rádio MODEM.

O Rádio MODEM deverá trabalhar na frequência de 902 a 928 MHz ou 2,4 GHz, a fim de evitar-se interferências de frequências harmônicas de VHF e UHF. Sua operação deve ser do tipo SPREAD SPECTRUM (Varredura Espectral) e deve operar sob protocolo DF1 e MODBUS embutido para que se obtenha excelente comunicação radio/CLP atendendo assim à transmissão de dados analógicos /digitais, como também a realização de enlaces rádio/rádio através do **processo** STOREFOWARD, possibilitando desse modo a criação de estações repetidoras de simples configuração, não necessitando-se de compra de outro equipamento para esse fim.

Sua potência não deverá ultrapassar a potência de transmissão de até 800mW e atingir um raio de aproximadamente de 25 km, com uma antena externa.

A partida e a parada das bombas serão efetuadas de modo escalonado/sucessivo, uma por uma, com defasagem maior entre duas partidas e menor entre duas paradas, e não simultâneo, evitando assim, o desgaste dos motores, a sobrecarga da rede elétrica e/ou a rejeição de carga em decorrência de perturbações operacionais na rede elétrica de fornecimento de energia.

O Controlador Lógico Programável, efetuará, o rodízio da seqüência de entrada em operação das bombas, sempre que for iniciado um novo ciclo de trabalho. Por novo ciclo de trabalho, entende-se o ciclo seguinte a cada vez que o reservatório encher. Ou seja, ao ser desligada a última bomba que se encontrava em operação encerra-



se um ciclo de trabalho, ao ser necessário novo bombeamento para reposição do reservatório, será iniciado novo ciclo de trabalho. Nessa situação será realizado inicialmente o rodízio das bombas para novo ciclo de operação das mesmas.

O CLP além de prever situações de contingências decorrentes de anormalidades operacionais, quer de natureza elétrica, hidráulica ou mecânica, deverá realizar as seguintes funções relativas aos equipamentos elétricos:

- Medidor de nível ultrassom ou piezoresistivo;
- Células de pressão com transdutores;
- Transdutores de corrente;
- Transdutor de tensão;
- Sistema de rádio transmissão de voz.

#### 10.4.1 Interdependência entre as Elevatórias

Os quadro a seguir apresenta as condições de interdependência entre as Estações Elevatórias e os Reservatórios que serão abastecidos pelas respectivas bombas. Os sensores de níveis instalados nesses reservatórios deverão enviar sinais de comando para os CLP's da estação de montante para a programação de LIGAR/ DESLIGAR das bombas de recalque.

##### a) Captação flutuante

Recalque	Número de Bombas	Relação de Dependência
Captação – ETA	1 + 1	Controlado pelo nível no reservatório de água tratada na ETA.



## b) Estação Elevatória para Madalena

Recalque	Número de Bombas	Relação de Dependência
EEAT – Madalena	1 + 1	Controlado pelo nível do reservatório elevado de água tratada em Madalena

## c) Estação Elevatória para Lagoa do Mato

Recalque	Número de Bombas	Relação de Dependência
EEAT – Lagoa do Mato	1 + 1	Controlado pelo nível do reservatório elevado de água tratada em Lagoa do mato

**10.5 SISTEMA DE AUTOMAÇÃO, MEDIÇÃO E TELECOMANDO PROPOSTO****10.5.1 Captação flutuante**

A captação montada em flutuante, é composta de 02 (duas) bombas sendo e 01 (uma) de reserva. A água bruta será recalçada até a ETA do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento , via Rádio-Modem.

**Elétricos**

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estado ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).



### **Hidráulicos**

- Vazão na saída do barrilete de recalque;
- Pressão na saída do barrilete de recalque.

Os seguintes dispositivos serão instalados, os quais fornecerão as devidas informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

- Radio Modem com antena
- UTR
- Transdutores
- Células de pressão

### **10.5.2 Estação Elevatória de Água Tratada para Madalena e Lagoa do Mato**

Estação fixa, abrigada em estrutura de concreto armado, composta de 02 (duas) bombas sendo 01 (uma) de reserva para Madalena e o mesmo arranjo para Lagoa do Mato. Os recalques utilizam o reservatório de água tratada na ETA do Sistema Adutor Madalena/Macaoca/Lagoa do Mato como poço de sucção.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

### **Elétricos**

- Amperagem dos motores elétricos;
- Estudo ON/OFF das bombas;
- Temperatura dos mancais;
- Estudos de defeitos (bomba parada por falta de fase, sobrecorrente, subtensão).



### **Hidráulicos**

- Vazão na saída dos barriletes;
- Pressão na saída dos barriletes.

Os seguintes dispositivos serão instalados, os quais fornecerão as devidas informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

- Radio Modem com antena
- UTR
- Transdutores
- Células de pressão

### **10.5.3 Reservatório apoiado de água tratada**

Estrutura de reservação a ser implantada na área da ETA, que armazenará o volume de água tratada, que serão posteriormente recalcados os reservatórios elevados de Madalena e Lagoa do Mato.

Os dispositivos de controle previstos fornecerão as seguintes informações:

### **Hidráulicos**

- Nível do reservatório;

Serão instalados os seguintes dispositivos que fornecerão as devidas informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

- Medidor de Nível.

Como o reservatório se encontra próximo ao centro de comando, os dados de nível poderão ser enviados via cabo.





#### **10.5.4 Reservatório Elevado em Madalena**

Estrutura de reservação existente na área urbana de Madalena, que armazenará o volume de água tratada para abastecimento da cidade.

Os dispositivos de controle previstos fornecerão as seguintes informações:

##### **Hidráulicos**

- Nível do reservatório;

Serão instalados os seguintes dispositivos que fornecerão as devidas informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

- Medidor de Nível;
- Radio Modem com antena;
- Bateria solar.

#### **10.5.5 Reservatório Elevado em Lagoa do Mato**

Estrutura de reservação a ser implantado na área urbana de Madalena, que armazenará o volume de água tratada para abastecimento da cidade.

Os dispositivos de controle previstos fornecerão as seguintes informações:

##### **Hidráulicos**

- Nível do reservatório;

Serão instalados os seguintes dispositivos que fornecerão as devidas informações à Unidade de Gerenciamento situada na ETA, via Rádio-Modem.

- Medidor de Nível;
- Radio Modem com antena;
- Bateria solar.



## 10.6 SISTEMA DE VOZ

Serão previstos sistemas de voz no caso da operação manual do sistema . O sistema de voz terá como objetivo a comunicação entre todas as elevatórias bem como entre as elevatórias e o pessoal de operação e manutenção. O sistema será composto de:

### a) Uma Estação Repetidora

É o coração do Sistema e deverá estar localizada e abrigada em uma cabine de alvenaria de 1,5 metros por 1,5 metros e 2 metros de altura a ser construída em um ponto central e com uma boa cota altimétrica em relação as Estações, de modo a proporcionar a Comunicação de Voz entre a captação e as cidades. A estação repetidora poderá ser localizada próximo à estaca 890 no caminhamento para Lagoa do Mato.

### b) Estação de Base (Fixas)

São Estações Fixas localizadas nas Estações de Bombeamento que permitem a sua Comunicação com a Repetidora e por conseguinte com todas as demais Estações do Sistema. Serão três as estações base.

### c) Estações Móveis

Estações Móveis (viaturas) são estações instaladas nas viaturas que vão permitir a comunicação destas viaturas com todas as outras Estações do Sistema. Foram previstos duas estações móveis.



MONTGOMERY WATSON



## 11. ANEXOS

---



MONTGOMERY WATSON



## **11.1. ANEXO I - DIMENSIONAMENTOS ECONÔMICOS**

---

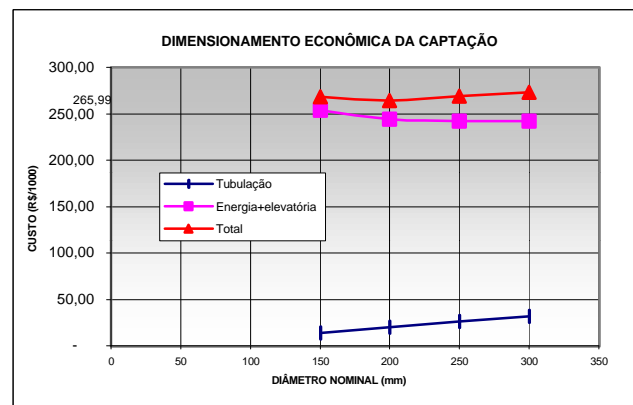


## SIMULAÇÃO ECONÔMICA - CAPTAÇÃO

TRECHO	DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Perda na EB	Alt. Manom (m)	POT. (kW)	POT. (kVA)	CUSTO DA ALTERNATIVA (R\$)			
						Captação								TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
Captação-ETA	150	34,43	320,00	1,95	9,04	ETA	304,00	358,04	54,04	2	56,04	23,67	30,00				
						ETA	344,00	349,00	6,20	-	-	-	14.134,40	77.000,64	176.830,32	267.965,36	
Captação-ETA	200	34,43	320,00	1,10	2,05	Captação	304,00	351,05	47,05	2	49,05	20,72	30,00				
						ETA	344,00	349,00	6,20	-	-	-	19.692,80	67.394,38	176.830,32	263.917,49	
Captação-ETA	250	34,43	320,00	0,70	0,66	Captação	304,00	349,66	45,66	2	47,66	20,13	30,00				
						ETA	344,00	349,00	6,20	-	-	-	26.336,00	65.478,55	176.830,32	268.644,87	
Captação-ETA	300	34,43	320,00	0,49	0,26	Captação	304,00	349,26	45,26	2	47,26	19,96	30,00				
						ETA	344,00	349,00	6,20	-	-	-	31.584,00	64.935,77	176.830,32	273.350,09	

## PREÇO DE TUBOS (R\$/m)\*

PVC	R\$/m
150	44,17
200	61,54
250	82,3
300	98,7



## ENERGIA

CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO(r\$/Kw) 3.253,32

## DADOS ECONÔMICOS

TAXA ANUAL DE JUROS (%)	12
PERÍODO (ANOS)	30
COTAÇÃO DO DÓLAR (R\$)	2,34
RENDIMENTO DO CONJUNTO (%)	80

# SIMULAÇÃO ECONÔMICA - EB1A a MADALENA



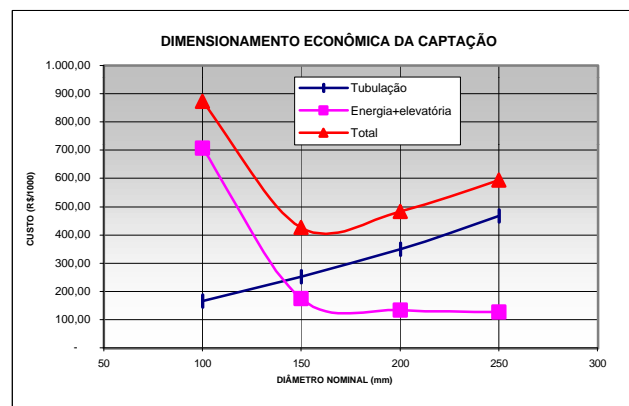
MONTGOMERY WATSON



TRECHO	DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Perda na EB	Alt. Manom (m)	POT. (kW)	POT. (kvA)	CUSTO DA ALTERNATIVA (R\$)			
						EB1A								TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
EB1A - Madalena	100	20,48	5.680,10	2,61	474,56	Madalena	343,55	340,11	471,12	2	473,12	135,84	225,00	165.006,91	425.168,54	282.824,74	873.000,19
EB1A - Madalena	150	20,48	5.680,10	1,16	58,08	Madalena	343,55	340,11	54,64	2	56,64	16,26	30,00	250.890,02	50.902,76	123.781,22	425.574,00
EB1A - Madalena	200	20,48	5.680,10	0,65	13,33	Madalena	343,55	340,11	9,89	2	11,89	3,41	30,00	349.553,35	10.683,32	123.781,22	484.017,90
EB1A - Madalena	250	20,48	5.680,10	0,42	4,31	Madalena	343,55	340,11	0,87	2	2,87	0,82	30,00	467.472,23	2.579,33	123.781,22	593.832,78

## PREÇO DE TUBOS (R\$/m)\*

DN	R\$/m
100	29,05
150	44,17
200	61,54
250	82,3



## ENERGIA

CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO(r\$/Kw) 3.129,98

## DADOS ECONÔMICOS

TAXA ANUAL DE JUROS (%)	12
PERÍODO (ANOS)	30
COTAÇÃO DO DOLAR (R\$)	2,34
RENDIMENTO DO CONJUNTO (%)	70



MONTGOMERY WATSON



## **11.2. ANEXO II - DETALHAMENTO PONTO A PONTO**

---



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGDA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.1	20+10.85	1 c 45o bb je fofo DN = 150	
0.2	26+4.90	1 c 45o bb je fofo DN = 150	
0.3	38	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.4	45+5.55	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
0.5	55+12.80	1 c 90o bb je fofo DN = 150 1 c 22o30' bb je fofo DN = 150 1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.6	60+2.06	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.7	62	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.8	64	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.9	70+13.49	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.10	79	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.11	80+17.95	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.12	84+12.21	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.13	86+6.57	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.14	92	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.15	93	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.16	100+11.00	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.17	103+4.98	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.18	106+12.58	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.19	108+3.41	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.20	116	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.21	117+15.55	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
0.22	130+10.90	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
0.23	133+6.27	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.24	146	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.25	157+3.25	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.26	159	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.27	161+12.69	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.28	171	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.29	175+10.79	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.30	184+11.75	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.31	187+6.35	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.32	213	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
0.33	216	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.34	256+3.75	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.35	258+17.48	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25 1 ebf fofa DN = 150 PN 25 1 epf fofa DN = 150 PN 25 1 vbw DN = 150 PN 25 1 junta travada DN = 150 PN 25 1 tubo ff DN = 150 PN 25 L=0.25m	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.36	270+1.04	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.37	280+2.60	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.38	295+3.75	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.39	298+2.95	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.40	300	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.41	322+14.28	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.42	344+9.88	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.43	354	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.44	355+16.29	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.45	359+4.28	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.46	364+11.68	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.47	367+1.81	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.48	377+5.22	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.49	382	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.50	382+14.55	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAODCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.51	385	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.52	389+13.90	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
0.53	392+6.40	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
0.54	407	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
0.55	407+14.12	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.56	408+16.00	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
0.57	422	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.58	426	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.59	438+14.44	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.60	450	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	



: FONTO A FONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.61	459+14.51	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.62	467	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.63	474	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.64	485+11.42	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
0.65	494+3.73	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.66	498	1 te bbb fofo 150 x 100	
0.67	499+18.70	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.68	500+14.50	1 c 90o bb je fofo DN = 150 1 c 22o30' bb je fofo DN = 150 1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.69	501	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25 1 ebf fofo DN = 150 PN 25 1 epf fofo DN = 150 PN 25 1 vbw DN = 150 PN 25 1 junta travada DN = 150 PN 25 1 tubo ff DN = 150 PN 25 L=0.25m	
0.70	501+16.41	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACADCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.71	506+14.78	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.72	514+1.90	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.73	524+4.45	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.74	528+10.20	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.75	529+2.60	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.76	535+16.53	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.77	540	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.78	544+15.14	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.79	546+5.31	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.80	548+11.41	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.81	551+5.13	1 te bbf fafa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.82	554+11.07	1 te bbf fafa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fafa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fafa DN = 50 PN 25	
0.83	560+4.20	1 te bbf fafa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.84	568+3.59	1 te bbf fafa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fafa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fafa DN = 50 PN 25	
0.85	572+10.19	1 te bbf fafa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	





PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.86	581+2.30	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.87	586	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.88	592+1.83	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.89	597	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.90	615+15.28	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.91	627+14.54	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.92	631+14.89	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.93	633+16.69	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.94	638+18.13	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.95	641	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.96	643	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
0.97	650+14.03	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
0.98	659	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
0.99	665+4.87	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.0	666	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.1	678+1.12	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
1.2	687	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.2A	687+15.39	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.3	688+10.50	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.4	693+15.95	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.5	701	1 te bbf fafo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25 1 c 11o15' bb je fafo DN = 150	
1.6	715+16.68	1 te bbf fafo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fafo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fafo DN = 50 PN 25	
1.7	745	1 te bbf fafo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25 1 c 11o15' bb je fafo DN = 150	
1.8	747+8.48	1 te bbf fafo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fafo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fafo DN = 50 PN 25	
1.9	759	1 te bbf fafo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.10	762+16.62	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
1.11	765	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.12	775	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
1.13	777	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.14	778+2.80	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	




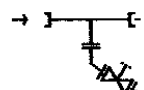



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÇA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.15	785	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.16	790	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.17	799+12.82	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	
1.18	801	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25 1 ebf fofo DN = 150 PN 25 1 epf fofo DN = 150 PN 25 1 vbw DN = 150 PN 25 1 junta travada DN = 150 PN 25 1 tubo ff DN = 150 PN 25 L=0.25m	
1.19	804	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofo DN = 50 PN 25	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.20	806	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.21	807+17.51	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
1.22	819+8.63	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	
1.23	824+10.87	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
1.24	827	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 rgfv DN = 50 PN 25 1 vtf DN = 50 PN 25	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.25	828+5.50	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
1.26	828+16.13	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 25 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 25 1 rgfc DN = 50 PN 25 1 epf fofa DN = 50 PN 25	
1.27	829+7.30	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
1.28	840	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
1.29	841	1 c 45o bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.30	851	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.31	862+18.00	1 c 45o bb je fofo DN = 150	
1.32	863+12.50	1 c 45o bb je fofo DN = 150	
1.33	865+2.89	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.34	869	1 c 45o bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.35	870	1 c 450 bb je fofa DN = 150	
1.36	881	1 c 11015' bb je fofa DN = 150	
1.37	888+3.50	1 c 11015' bb je fofa DN = 150	
1.38	892+3.50	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16 1 c 11015' bb je fofa DN = 150	
1.39	902	1 c 11015' bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACADCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.40	902+14.88	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45a ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
1.41	910	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.42	916+14.82	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45a ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
1.43	919+12.73	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.44	926+12.38	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45a ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.45	928	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.46	932+8.25	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
1.47	954+6.34	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.48	966+6.02	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.49	970+7.20	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.50	984+2.44	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.51	992	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.52	994	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.53	997	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.54	1001+15.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.55	1014+17.5	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.56	1018	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.57	1031+4.05	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.58	1040+7.09	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.59	1041+18.1	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.60	1047+3.79	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.61	1048+14.0	1 c 45o bb je fofo DN = 150	
1.62	1049+7.95	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150 1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.63	1051+5.67	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.64	1054+18.1	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.65	1058+14.0	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.66	1065+17.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.67	1072	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.68	1078+12.7	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
1.69	1082+3.18	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.70	1087+19.0	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.71	1088	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
1.72	1090+3.80	1 c 22o30' bb je fofa DN = 150	
1.73	1094	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
1.74	1102	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.75	1103+17.6	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.76	1106	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150 1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.77	1111+12.2	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150 1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.78	1120	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.79	1123+12.8	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.80	1129	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.81	1131	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.82	1145	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.83	1147+3.47	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.84	1166+7.47	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16 1 ebf fofo DN = 150 PN 16 1 epf fofo DN = 150 PN 16 1 vbw DN = 150 PN 16 1 junta travada DN = 150 PN 16 1 tubo ff DN = 150 PN 16 L=0.25m	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACADCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.85	1167+18.0	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.86	1180+4.84	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.87	1183	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.88	1198+10.0	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.89	1205+16.6	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.90	1208+15.2	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
1.91	1212	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.92	1216+11.2	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
1.93	1224+2.12	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.94	1229+7.60	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.95	1231+10.6	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.96	1241+13.0	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
1.97	1243+13.1	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
1.98	1256+9.19	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
1.99	1262	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.0	1262+4.32	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.1	1264+14.0	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
2.2	1270	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.3	1294	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.4	1308	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	





PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.5	1312+4.50	1 c 22o30' bb je fofa DN = 150	
2.6	1333+7.83	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
2.7	1337+7.05	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.8	1337+11.7	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.9	1340+10.4	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACADCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.10	1362	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16 1 c 45o bb je fofa DN = 150	
2.11	1363	1 c 45o bb je fofa DN = 150	
2.12	1366	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.13	1367+1.34	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
2.14	1375	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.15	1379	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.16	1383+13.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.17	1386+7.17	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.18	1399+12.5	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.19	1402+8.36	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.20	1421	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.21	1425+10.4	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.22	1432+8.71	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofa DN = 50 PN 16	
2.23	1440+5.79	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.24	1447+10.9	1 c 22o30' bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACADCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.25	1466+13.0	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.26	1481	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.27	1485+6.01	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.28	1489+6.50	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.29	1490	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCOA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.30	1502+7.76	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.31	1517	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.32	1519+6.38	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.33	1519+12.4	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.34	1521+16.1	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.35	1533+16.6	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16 1 ebf fofo DN = 150 PN 16 1 epf fofo DN = 150 PN 16 1 vbw DN = 150 PN 16 1 junta travada DN = 150 PN 16 1 tubo ff DN = 150 PN 16 L=0.25m	
2.36	1540+16.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.37	1546	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.38	1547+4.43	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.39	1547+18.6	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.40	1551+17.3	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.41	1561+3.57	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.42	1568+3.48	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 16 1 rgfc DN = 50 PN 16 1 epf fofo DN = 50 PN 16	
2.43	1570+2.47	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
2.44	1572+2.95	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACADCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.45	1576	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.46	1577+14.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.47	1586+11.9	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
2.48	1592+6.29	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.49	1598	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.50	1599	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.51	1609+5.37	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.52	1614+10.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.53	1616+1.46	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.54	1629+4.73	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.55	1637+17.1	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.56	1643+2.58	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.57	1647+2.60	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	
2.58	1650+1.93	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.59	1656+3.13	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.60	1656+8.80	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.61	1662+4.13	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.62	1676	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.63	1677+1.85	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.64	1680	1 c 45o bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.65	1680+16.5	1 c 45 $\phi$ bb je fofa DN = 150	
2.66	1681	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45 $\phi$ ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.67	1691+3.37	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.68	1692+9.15	1 c 11 $\phi$ 15' bb je fofa DN = 150	
2.69	1696+9.61	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45 $\phi$ ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA \ LAGOA DO MATO \ MACAOCA			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.70	1700+16.3	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.71	1702+16.9	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.72	1719+15.2	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.73	1729+4.03	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.74	1734+2.92	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCA			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.75	1737	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.76	1742+15.0	1 c 11o15' bb je fofa DN = 150	
2.77	1747+10.6	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.78	1770	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.79	1769+8.20	1 c 22o30' bb je fofa DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.80	1771+3.00	1 c 22o30' bb je fofa DN = 150	
2.81	1783+18.3	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.82	1791+2.20	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.83	1791+15.9	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofa DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofa DN = 50 PN 10	
2.84	1801+3.67	1 te bbf fofa 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO: ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.85	1807+2.75	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.86	1814+7.30	1 c 22o30' bb je fofo DN = 150	
2.87	1816+5.97	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.88	1820+3.32	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.89	1826+13.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR MADALENA\LAGOA DO MATO\MACAOCÁ			
TRECHO:ETA A LAGOA DO MATO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
2.90	1830+6.30	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.91	1834+10.6	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
2.92	1844+12.9	1 te bbf fofo 150 x 50 PN 10 1 c 45o ff fofo DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf fofo DN = 50 PN 10	
2.93	1850	1 c 11o15' bb je fofo DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR ALTO SANTO			
TRECHO: ETA AO RESERVATORIO DA PREFEITURA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.1	22+10.85	1 c 45o pvc bb je DN = 150	
0.2	26+4.90	1 c 45o pvc bb je DN = 150	
0.3	38	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 150	
0.4	45+5.55	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 150	
0.5	55+12.80	1 c 45o pvc bb je pvc DN = 150 1 c 11o15'' pvc bb je pvc DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.6	40+11.69	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.7	44	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.8	46+8.09	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.9	49+10.00	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 150	
0.10	50+13.40	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.11	54	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.12	57+12.01	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.13	65+6.76	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.14	71+9.35	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 150	
0.15	76+12.10	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 150	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.16	79	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.17	82+7.95	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.18	93	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.19	97	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.20	100+4.84	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.21	121	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.22	128+18.22	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.23	132+3.29	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.24	139+5.51	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.25	147	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.26	153+11.05	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.27	156+12.00	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 150	
0.28	157+8.12	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.29	158+13.00	1 c 45o pvc bb je DN = 150	
0.30	159+11.02	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	





PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.31	161+1.65	1 c 22x30'' pvc bb je DN = 150	
0.32	162+12.23	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.33	167	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45a pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.34	174+14.89	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.35	178+8.35	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45a pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.36	183	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.37	208+9.63	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.38	225+4.39	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.39	240+14.64	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.40	257+10.02	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR MADALENA			
TRECHO: ETA A MADALENA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.41	261+14.68	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.42	266+16.19	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.43	268+15.05	1 te bbf pvc 150 x 50 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 50 PN 10 1 rgfc DN = 50 PN 10 1 epf pvc DN = 50 PN 10	
0.44	269	1 c 45o pvc bb je pvc DN = 150 1 c 22o30'' pvc bb je pvc DN = 150	
0.45	273	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 150	



MONTGOMERY WATSON



### **11.3. ANEXO III – MEMORIAL DESCRITIVO DA ETA**

---



### 11.3. ANEXO III – MEMORIAL DESCRITIVO DA ETA

Para o dimensionamento das unidades, está sendo considerada a vazão de 40 l/s.

#### MISTURA RÁPIDA

A mistura rápida será promovida por meio de uma grade executada com varões redondos de aço inoxidável laminados à tubulação Ø200mm(a montante do floculador), tendo à sua montante a aplicação do coagulante. O gradiente de velocidade para promover a mistura do coagulante deve obedecer à faixa 500 a 1500 s<sup>-1</sup>.

Características do misturador:

- Diâmetro do misturador = 200mm
- Diâmetro dos varões = 3,18mm
- Espaçamento entre varões = 35mm

#### VELOCIDADE DE ESCOAMENTO À MONTANTE DA MALHA

$$V = Q / S = 1,27 \text{ m/s}$$

#### POROSIDADE

$$\varepsilon = (1 - n_1 d) (1 - n_2 d),$$

$\varepsilon$  : porosidade

$n_1$  : número de barras verticais por metro

$n_2$  : número de barras horizontais por metro ( $n_1 = n_2$ )

$d$  : diâmetro das barras (m)

$$n_{\text{barras}} = (200 / 35) - 1 = 5 \text{ barras}$$

$$n_1 = n_2 = 5 / 0,20 \text{ m} = 25 \text{ barras/metro}$$



$$\varepsilon = (1 - 25 \times 0,00318)^2 = 0,85$$

#### PERDA DE CARGA NA MALHA

$$h = 0,55 \left( \frac{1 - \varepsilon^2}{\varepsilon^2} \right) \frac{V}{2g}$$

$h$  = perda de carga na malha (m)

$\varepsilon$  = porosidade

$g$  = aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$v$  = velocidade de escoamento à montante da malha (m/s).

$$h = 0,014 \text{ m}$$

#### GRADIENTE DE VELOCIDADE

$$G = \sqrt{\frac{\gamma v h}{4\mu e}}$$

$G$  = gradiente (s<sup>-1</sup>)

$\gamma$  = peso específico da água (N/m<sup>3</sup>)

$h$  = perda de carga na malha (m)

$v$  = velocidade de escoamento (m/s)

$\mu$  = viscosidade absoluta da água (N/m<sup>2</sup>)

$e$  = espaçamento entre barras (m)

$$G = 1115 \text{ s}^{-1}$$



## FLOCULAÇÃO

A floculação será feita em 02 câmaras cilíndricas (com dois compartimentos cada) com 2.000 mm de diâmetro, altura útil de 3.600 mm e altura total de 3.900 mm. A câmara será dotada de agitador eletromecânico controlado por inversor de frequência, de modo a permitir um gradiente variado de 40 a 75 s<sup>-1</sup>. Diferentemente da preparação de flocos para a decantação, na flotação não é conveniente o escalonamento dos gradientes de velocidade, que deverão ser iguais em ambos os compartimentos.

Serão usados 02 floculadores Ø2000mm com capacidade útil de cada câmara de 11,30 m<sup>3</sup>, o que corresponde a um período teórico de floculação, à vazão nominal, de 9,4 min.

O equipamento de agitação, conforme o projeto básico, terá paletas de 10 cm de largura, com um raio de 70 cm.

Será necessária para o misturador lento, uma potência instalada de:

$$P = 1,50 \cdot (\mu \cdot G^2 \cdot v) / 745 = 1,50 \cdot (1008 \times 10^{-6} \cdot 75^2 \cdot 11,30) / 745 = 0,13 \Rightarrow \mathbf{0,25 \text{ HP}}$$

P.....potência a ser instalada (HP)

G.....gradiente máximo de velocidade (s<sup>-1</sup>)

v.....volume do tanque (m<sup>3</sup>)

μ.....viscosidade absoluta da água a 20 °C (1008 x 10<sup>-6</sup> N.s/m<sup>2</sup>)

## FLOTAÇÃO-FILTRAÇÃO

### FLOTOFILTROS

- Parâmetro de aplicação = 160-260 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia
- Número de unidades flotofiltrantes = 04 unid.



Adotando flotofiltros de Ø2,50m teremos:

Vazão da ETA	Floculador	Flotofiltro	Taxa com recirculação
40 l/s	02 unid Ø2,0m	04 unid Ø2,50m	194 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia (r = 10%)

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS

Entre os diversos sistemas de flotação, o mais adequado e extensivamente utilizado na potabilização da água é o da flotação a ar dissolvido. Neste processo, as bolhas de ar são geradas pela súbita redução de pressão na corrente líquida saturada de ar proveniente do tanque de saturação. Por meio de uma bomba, uma pequena quantidade de água clarificada (10% da vazão que passa pela unidade de flotação) é conduzida ao tanque de saturação, onde se torna saturada de ar, proveniente de um compressor. Esta água, que é recirculada no sistema, tem sua pressão diminuída bruscamente, liberando uma grande quantidade de microbolhas de ar, que aderem aos flocos já formados, fazendo-os flutuar (flotar). Os flocos sobem e se acumulam na superfície da água, formando uma camada de lodo de espessura crescente, que deverá ser removida periodicamente por via hidráulica.

Os filtros trabalharão a taxa e nível d'água constante, a primeira garantida pela vazão constante de entrada, e o nível mantido por um regulador de vazão tipo sifão, na saída de água filtrada.

A filtração seguirá um fluxo descendente, atravessando camada de areia com espessura total da camada filtrante de 600 mm, e suporte em pedregulho com espessura de 500 mm, com as características:

- **Areia** com 0,42 a 1,41 mm e coef. uniformidade 1,3 a 1,5.

O nível no filtro é controlado pela entrada de ar na válvula parcializadora, comandada pelo nível d'água através de uma bóia. Se a vazão no sifão tende a aumentar, a perda de carga no filtro e, particularmente, a perda de carga no sifão tende a aumentar, diminuindo a pressão no seu interior e na válvula de parcialização, que se abre e deixa passar mais ar, reduzindo a vazão no sifão. Ao





contrário, se a vazão tende a diminuir no sifão, a pressão em seu interior aumenta e a válvula parcializadora tende a fechar e a vazão do sifão volta ao seu valor inicial.

A água filtrada passa da caixa vertedora do sifão(Ø700mm e altura de 1.400mm)para uma tubulação de coleta que conduz para o reservatório de água tratada.

#### SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO

A vazão de recirculação será de 10% da vazão de água filtrada. Para tal utilizaremos duas bombas(sendo uma reserva), cada uma com capacidade para recalcar 4,0 l/s à altura manométrica de 63 mca, motor 7,5cv, 3500 rpm, 60 Hz, trifásico 380V. Elas serão acionadas por inversores de frequência para variação da vazão de recirculação.

A quantidade de ar necessária à saturação será fornecida por um compressor alternativo com 30 l/min, potência de 0,50 HP, trifásico 380V, sendo instalado mais um de reserva.

O tubo de saturação compacto é projetado para misturar e dissolver o ar na água presssurizada, com alta eficiência e baixo tempo de detenção. 30 segundos em média.

Volume necessário:  $4 \times 30 = 120$  l;

Dimensões do tubo (TSAD) = DN 300 mm, L= 2000 mm..

Seguindo o processo, as microbolhas serão geradas pela súbita descompressão nos orifícios, instalados no fundo das câmaras de mistura flocos-microbolhas. As microbolhas serão aplicadas por meio de um defletor em aço inox contra o fluxo de entrada de água floculada, de modo a aumentar a oportunidade de contato entre os flocos e as bolhas de ar.



## SISTEMA DE DESCARTE DE LODO

O lodo acumulado na superfície será periodicamente removido, arrastado para a calha de coleta de lodo, pela água represada no topo dos flotofiltros, com o fechamento parcial da válvula na canalização de água filtrada. O volume de lodo produzido, estimado em função da qualidade da água bruta e da dosagem provável de coagulante, deve resultar ao redor de 4,20 litros por metro cúbico de água tratada, com uma concentração de 3% de sólidos no lodo, ou seja, 605 l/h de lodo ( $Q_{ETA} = 40$  l/s).

Da canaleta de descarga, dotada de tubo de queda, o lodo cai e é acumulado em um tanque cilíndrico (um para cada unidade) com fundo cônico, com capacidade de 650 litros, Ø700mm e altura de 1.500mm. Cada unidade ( $Q_{ETA} = 40$  l/s) deverá produzir  $0,605/4 = 0,151$  m<sup>3</sup>/h de lodo. Logo, em condições normais, cada tanque acumulará o lodo produzido durante 4 horas.

O lodo pode ser removido dos tanques de acumulação por bombas de cavidades progressivas, destinando a um leito de secagem. Entretanto, dispensaremos o uso das bombas, aproveitando o desnível geométrico que deve existir entre os tanques de acumulação e o leito de secagem do lodo.

O leito destina-se à desidratação do lodo flotado gerado no processo de flotação. Desta forma, teremos 14,52 m<sup>3</sup> de lodo/dia ou 435,60 kg/dia (C=3% SS).

1. Tempo de detenção (Td): 20 a 60h para cada 1% de sólido secos (SS) desejados
2. Lâmina de lodo = 0,30m
3. Taxas de aplicação = 10-24 kg/m<sup>2</sup> (AWWA)
4. Concentração Inicial = 3% = 30 kg/m<sup>3</sup>
5. Concentração Final = 18% = 180 kg/m<sup>3</sup> (volume de  $435,60/180 = 2,42$ m<sup>3</sup>)



- Para  $\Delta C = 15\%$ , adotaremos 20h  $\Rightarrow T_d = 15\% \times 20 \text{ h} / \%SS = 300 \text{ h} = 12,5$  dias
- Volume da célula =  $12,5 \times 3,0 = 37,50 \text{ m}^3$
- Adotaremos 05 células  $\Rightarrow T_{d_{\text{total}}} = 5 \times 12,5 \text{ dias} = 62,5 \text{ dias}$
- Área de cada célula =  $37,50 / 0,30 = 125 \text{ m}^2 \Rightarrow 5,0 \times 25,0\text{m}$
- Taxa resultante com 01 célula fora de serviço =  $(435,60 \times 12,5 \times 5) / (4 \times 625) = 11\text{kg/m}^2$ .

Sugerimos 05 células, com dimensões internas de 5,0 x 25,0m e lâmina de lodo igual a 0,30m. Deve-se procurar alimentar as células de secagem em forme de rodízio, para que haja possibilidade de se dispor de leitos com expressivo período de exposição, sem introdução de novas cargas.

## SISTEMA DE LAVAGEM

### a) Considerações gerais

A lavagem do material filtrante dos flotofiltros será com água tratada proveniente do reservatório apoiado, por meio de conjunto motobomba e através de tubulações em PRFV. A velocidade ascensional no filtro será de 0,70 m/min.

A duração total da operação de lavagem, que normalmente deverá durar de 6 a 8 minutos, é determinada pelo instante em que a água de lavagem passa a ser mais clara (estudos recentes têm indicado suficiente limpeza quando a turbidez da água de lavagem está em torno de 25 UNT).

### b) Resumo de cálculos para lavagem

#### Dados:

- - Área filtrante =  $4,91\text{m}^2$  ( $\text{Ø}2500\text{mm}$ )
- - Velocidade de lavagem =  $0,7 \text{ m/min}$



- - Duração de lavagem = 6 a 8 min

**b.1) Vazão para lavagem:**  $Q_{LAV} = 0,7 \times 4,91 = 3,437 \text{ m}^3/\text{min} = 206,22 \text{ m}^3/\text{h} = 57,3 \text{ l/s}$

**b.2) Volume máximo de água gasto na lavagem de um filtro:**  $V = 3,437 \times 8 = 27,5 \text{ m}^3$

**c) Altura Manométrica estimada para lavagem dos filtros = 15,00 mca**

#### **d) Conjuntos Motobombas para Lavagem**

Será utilizado 01(um) conjunto motobomba para lavagem do leito filtrante. Um conjunto adicional do mesmo tipo deverá ser mantido como reserva, totalizando 02(dois) conjuntos motobombas.

$$P = \frac{57,30 \times 15,00 \times 1,15}{75 \times 0,60} = 21,97, \text{ Motor adotado} = 25\text{cv}$$

Propõe-se a utilização de 02(dois) conjuntos motobombas, motor 25cv, 1750 rpm, trifásico 380V, 60 Hz..

#### CASA DE QUÍMICA

A casa de química deverá abrigar os produtos químicos em pó, kits de preparação de suspensões e soluções, bombas de lavagem das unidades compactas, sistema de saturação/recirculação, entre outros.

Os equipamentos abaixo relacionados deverão constar da configuração mínima da casa de química:

- 02(dois) kits de preparação, armazenamento e dosagem de sulfato de alumínio;
- 02(dois) kits de preparação, armazenamento e dosagem de cal hidratada;
- 02(dois) conjuntos motobombas para lavagem das unidades compactas;
- 02(dois) compressores alternativos;



- 02(dois) conjuntos motobombas para recirculação de água saturada;
- Acionamento e proteção para:
  - misturadores lentos dos floculadores;
  - conjuntos motobombas de lavagem;
  - conjuntos motobombas de recirculação de água saturada;
  - compressores de ar;
  - equipamentos de dosagem de produtos químicos.

## PRODUTOS QUÍMICOS

Os kits serão determinados para um funcionamento de modo a garantir 24 horas de dosagem da ETA, adotando-se uma certa dosagem de produto químico, para efeito de cálculo.

As dosagens de produtos químicos adotadas são mostradas na tabela 1, considerando a vazão de projeto de 40 l/s.

**Tabela 1 – Dosagens de Produtos Químicos**

Produto	Dosagem (mg/l)			Vazão de dosagem (l/h)		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
Sulfato de alumínio (C=5%)	**	20	40	**	57,6	115,2
Cal hidratada(C=10%)	**	10	20	**	14,4	28,8
Hipoclorito de cálcio(C=10%)	**	2,5	5,0	**	3,6	7,2

### a) Sulfato de alumínio

A solução de sulfato de alumínio será aplicada à montante do misturador hidráulico, através de um difusor.



Deverão ser utilizados 02(dois) tanques de preparação e armazenamento da solução, com capacidade de 1500 litros cada. Cada tanque terá agitador lento para dissolução.

- Volume médio do tanque de diluição =  $57,6 \times 12 = 691,2$  litros
- Volume máximo do tanque de diluição =  $115,2 \times 12 = 1382,4$  litros

### **b) Cal Hidratada**

A suspensão de cal será aplicada à montante da aplicação do coagulante, quando for necessária a correção de pH. Haverá um kit também para aplicação na água filtrada para ajuste de pH.

Deverão ser utilizados 02(dois) tanques de preparação e armazenamento da suspensão, com capacidade de 500 litros cada. Cada tanque terá agitador lento para dissolução.

- - Volume médio do tanque de diluição =  $14,4 \times 12 = 172,8$  litros
- - Volume máximo do tanque de diluição =  $28,8 \times 12 = 345,6$  litros

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

### MISTURADOR HIDRÁULICO

Misturador hidráulico em forma tubular, fabricado em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), barreira química com resina estervinílica e estrutura com resina poliéster tereftálica, no diâmetro de 200 mm, classe de pressão PN-4, com flanges nas extremidades. No seu interior, contém grade de mistura em aço inox A316, Ø3,18mm, na disposição xadrez, com espaçamentos de 35 mm e dotado de pontos para aplicação do coagulante.



## CÂMARA DE FLOCULAÇÃO

A câmara de floculação terá Ø2000 mm, altura líquida de 3.600mm e total de 3.900mm, volume útil de 11,30 m<sup>3</sup>, com dois compartimentos em série, agitador lento de 0,25HP, com inversor de frequência para variação de rotação, disposição interna adequada à eficiente floculação. A câmara será fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), seguindo as normas ASTM-D3299, ASTM-D2563 e NBS-PS15, conforme descrição abaixo:

Superfície interna formada de uma camada de véu sintético e duas mantas 450 g/m<sup>2</sup>, impregnadas com resina esterevinílica, pelo processo manual, formando uma barreira química inerte a hidrólise e ataques de substâncias corrosivas utilizadas no processo auxiliar de floculação.

Camadas estruturais compostas de fios de vidro contínuos e picados, impregnados com resina tereftálica, seguindo os critérios do processo de enlinhamento contínuo (*filament winding*), sendo que o fundo será laminado com resina tereftálica através do processo de spray-up, totalizando uma espessura compatível com sua condição de uso, levando em consideração os coeficientes de segurança.

Na superfície externa será efetuado lixamento manual, objetivando retirar algumas fibras expostas, para posterior pintura à base de gel coat aditivado com agentes tixotrópicos, pigmento na cor desejada e inibidores de radiação ultravioleta.

### – Características Principais da Câmara de Floculação

Quantidade	02 unidades
Volume Útil	11.300 litros
Diâmetro	2.000 mm
Altura total	3.900 mm
Altura líquida	3.600 mm
Entrada de água coagulada	Ø150 mm



Saída de água floculada            2 x Ø200mm

Drenagem                                Ø75 mm

### – Componentes da Câmara

Será composta por um agitador mecânico, tipo paletas perpendiculares ao eixo vertical, cuja velocidade poderá variar continuamente sua rotação de maneira a produzir gradientes de velocidade entre 40 e 75s<sup>-1</sup>, controlado através de inversor de frequência. Apresenta as seguintes características:

Comprimento total do eixo                                3.900 mm

Número de paletas ligadas ao eixo                    08 unid

Raio das paletas(distância até o eixo)                700 mm

Largura das paletas                                        100 mm

Acionamento    motor elétrico trifásico de 0,25HP, TFVE, IP54, trifásico 380V, interligado ao redutor.

### FLOTOFILTROS

Cada unidade de flotação+filtração é composta por uma célula com diâmetro de 2500 mm, altura líquida de 3.600mm e total de 3.900mm, composta por tubo de entrada de água floculada; câmaras de mistura em formato de troncos de pirâmide invertidos; calha de coleta de lodo flotado; fundo plano com tubulação de coleta de água filtrada e distribuição de água de lavagem; tubo coletor central de água filtrada e de entrada de água de lavagem.

Fabricado em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), seguindo as normas ASTM-D3299, ASTM-D2563 e NBS-PS15, conforme descrição abaixo:

Superfície interna formada de uma camada de véu sintético e duas mantas 450 g/m<sup>2</sup>, impregnadas com resina estervinilica, pelo processo manual, formando uma





barreira química inerte à hidrólise e ataques de substâncias corrosivas utilizadas no processo auxiliar de filtração e abrasão.

Camadas estruturais compostas de fios de vidro contínuos e picados, impregnados com resina tereftálica, seguindo os critérios do processo de enlinhamento contínuo (*filament winding*), sendo que o fundo será laminado com resina tereftálica, através do processo de spray-up, totalizando uma espessura compatível com sua condição de uso, levando em consideração os coeficientes de segurança.

Superfície externa será efetuado lixamento manual, objetivando retirar algumas fibras expostas, para posterior pintura à base de gel coat aditivado com agentes tixotrópicos, pigmento na cor desejada e inibidores de radiação ultravioleta.

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO FLOTOFILTRO

Quantidade	04 unidades
Diâmetro	2500 mm
Altura total	3900 mm
Entrada de água floculada	Ø200 mm
Saída de água filtrada	Ø100 mm
Entrada de água para lavagem	Ø200 mm
Saída de água de lavagem	Ø200 mm
Drenagem	Ø75 mm

#### DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES:

**1-Plataforma:** Para maior segurança e facilidade operacional, cada unidade compacta terá em sua parte superior, plataforma com acesso por meio de escada, obedecendo às normas de segurança, para inspeção da unidade.



**2-Barrilete:** O barrilete de manobra e interligações a ser fornecido para cada unidade é projetado para atender à futura ampliação sem que haja necessidade de paralisar o sistema, bem como permitir a lavagem ou manutenção de uma unidade sem retirada de operação das demais, quando há mais de uma unidade compacta.

O barrilete é composto por tubos e conexões flangeados, na classe de pressão PN-4 e 6, fabricados em PRFV, à luz das normas ASTM-D2996 e NBS-PS15, com barreira química em resina estervinílica e estrutura em resina tereftálica, nos diversos diâmetros para atender ao projeto; válvulas borboleta, parafusos com porcas e arruelas em aço galvanizado; junta de vedação através de arruelas de borracha.

As válvulas utilizadas nas operações, são do tipo borboleta modelo “WAFER” para montagem entre flanges ABNT NBR 7669, PN-10 ou DIN 2532, PN-10, em ferro fundido ASMT-A-351-CF8 e semi eixo AISI 316; com acionamento local, pressão de serviço 15 psi.

As tubulações e válvulas são dimensionadas de acordo com as normas para elaboração dos projetos de ETAs.

**3-Caixa Niveladora:** 01(uma) caixa niveladora Ø700mm e altura de 1400mm, com entrada Ø100mm e saída Ø100mm. Tem a finalidade de manter constante o nível d’água no interior da unidade compacta. Fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), seguindo as normas ASTM-D2996 e NBS-PS15.

**4-Válvula de Agulha:** 02(duas) válvulas globo por flotofiltro, com obturador tipo agulha, Ø3/4”, com a finalidade de quebra de pressão na linha de água saturada para geração de microbolhas, coeficiente de vazão 70-80% aberta; corpo, elementos internos e obturador em aço inox AISI316; acionamento manual, atuador com haste de extensão e volante.

**5-Regulador de Nível tipo Sifão:** 01(um) regulador de vazão e nível, Ø100mm, com a finalidade de manter constante o nível d’água no interior da unidade compacta. Sifão em PRFV, válvula em alumínio fundido, bóia em PRFV, flange em PRFV, com dimensão e furação conforme NBR 7675.



**6-Material filtrante:** Todo material filtrante apresentar-se-á livre de impurezas tais como: lama, matéria orgânica, argila, ferro e manganês, acondicionados em sacos plásticos contendo aproximadamente 30kg, resistente ao transporte e armazenamento, devidamente etiquetados nas granulometrias. Todo material apresentar-se-á rigorosamente dentro das granulometrias e coeficientes de uniformidade discriminados a seguir, seguindo as normas de fornecimento e colocação AWWA B-100-72 e ABNT EB-2097.

a) Pedregulho

<b>Camada</b>	<b>Tamanhos limites (mm)</b>	<b>Espessura (mm)</b>
Inferior	38,0 a 25,4	150
2 <sup>a</sup>	25,4 a 15,9	150
3 <sup>a</sup>	7,9 a 15,9	100
4 <sup>a</sup>	4,8 a 7,9	50
5 <sup>a</sup>	2,4 a 4,8	50
<b>Total</b>		<b>500 mm</b>

b) Material Filtrante

<b>Camada</b>	<b>AREIA</b>
Tamanho efetivo	0,50 a 0,55 mm
Coefficiente de uniformidade	1,3 a 1,5
Tamanhos limites	0,42 a 1,41 mm
Altura total	600 mm



## SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO

O sistema de pressurização será composto por:

1. 02(dois) conjuntos motobombas(um reserva), para recirculação de água filtrada, tipo centrífuga de eixo horizontal,  $Q = 4,0 \text{ l/s} \times \text{AMT} = 63\text{mca}$ , 7,5cv, 3500rpm, 60Hz, trifásico 380V, IP-54, TFVE. O sistema inclui também tubulações e conexões de interligação bombas/unidades compactas.
2. 02(dois) tubos de saturação  $\varnothing 300\text{mm}$ , comprimento 2000mm.
3. 02(dois) compressores alternativos(um reserva) para saturação de água filtrada, motor elétrico trifásico 0,50HP, 380V, 60Hz, proteção IP-54, incluindo interligação com tanques de saturação.

## SISTEMA DE LAVAGEM

O sistema de lavagem será composto por 02(dois) conjuntos motobombas(um reserva), tipo centrífuga de eixo horizontal,  $Q = 57,30 \text{ l/s} \times \text{AMT} = 15,0 \text{ mca}$ , rendimento 73%, motor 20cv, 1750 rpm, trifásico 380V, 60Hz, IP-54, TFVE.

## SISTEMA DE DESCARTE DE LODO FLOTADO

- 04 (quatro) tanques cilíndricos em PRFV (um por flotofiltro), com fundo cônico e tripés de apoio, capacidade cada um de 650 litros,  $\varnothing 700\text{mm}$  e altura cilíndrica de 1500mm, saída  $\varnothing 75\text{mm}$ , dreno  $\varnothing 50\text{mm}$ . O tanque é fabricado em resina poliéster reforçado com fibra de vidro, atendendo às especificações das normas ASTM-D3299, ASTM-D2563 e NBS-PS15.

## QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO

Centro de comando de motores em armário metálico, para acionamento e proteção dos motores trifásicos 380V de:

- -02 bombas de lavagem 20cv, com chaves soft start;



- 02 bombas de recirculação de água saturada 7,5cv, com inversores de frequência;
- 02 compressores alternativos de ar 0,50HP, com chaves de partida direta;
- 02 agitadores lentos do flocladores 0,25HP, com inversores de frequência;
- 06 bombas dosadoras 0,50cv com chaves de proteção e partida direta;
- 04 misturadores 0,50cv com chaves de proteção e partida direta;
- 02 misturadores 1,00cv com chaves de proteção e partida direta.

Contém contatores tripolares, relés, base fusível dzd, botão de comando duplo, sinaleiro, chave comutadora(seleção manual/automático), voltímetro, amperímetro, chave comutadora para voltímetro, conector sak, garra final, contato auxiliar, fiação e terminais.

#### KIT'S DOSADORES DE PRODUTOS QUÍMICOS

##### TANQUE EM FIBRA DE VIDRO

Tanque para preparação e armazenamento de solução de sulfato de alumínio ou cal hidratada contendo tubo de alimentação, bocal de descarga e tampa com vedação e nichos para instalação na sua parte superior do agitador e bomba dosadora. Fabricado em resina isoftálica com neo-pentil-glicol e isenta de carga, reforçado com fibra de vidro, laminado na espessura de 5,0 mm com as condições operacionais, atendendo às especificações das normas NBS-PS15 e CETESB/E 7.130.

Características:

<b>Modelo - KPDS</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1500</b>
Diâmetro Superior (mm)	620	865	1440
Diâmetro Inferior (mm)	560	810	1330
Altura Total (mm)	1070	1100	1100
Altura Útil (mm)	1000	955	990
Volume Total (litros)	265	550	1650
Volume Útil (litros)	250	500	1500



## ASPECTOS CONSTRUTIVOS

A superfície interna é constituída por uma camada com espessura mínima de 0,25 mm, reforçado com véu de fios de vidro, rica em resina isoftálica com neo-pentil-glicol, não contendo mais que 10% em peso de material de reforço. As condições usadas nesta superfície são para formar uma barreira química.

As camadas estruturais compõe-se de fio roving com resina poliéster de grau comercial isenta de cargas, cujo conteúdo de vidro é de 30% em peso, totalizando uma espessura compatível com as condições operacionais.

A superfície externa constituída de gel-coat, será relativamente lisa, sem nenhuma fibra solta ou qualquer projeção aguda, com bastante resina isoftálica com neo-pentil-glicol para evitar que fibras fiquem expostas. Esta resina contém substâncias químicas que protegem o equipamento dos raios ultra-violetas.

## BOMBA DOSADORA

Bomba química para líquidos corrosivos e alcalinos, construída em polipropileno injetado, material altamente resistente ao sulfato de alumínio, cal e hipoclorito de sódio, com sistema de vedação hidrocêntrico, sem atrito. Acoplada ao motor elétrico blindado TFVE, com proteção IP54, 380V, trifásico, 60Hz. Segue quadro resumo e itens que acompanham:

<b>Modelo - KPDS</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1500</b>
Bomba Dosadora	0,5 cv	0,5 cv	0,5 cv
Vazão de dosagem	até 7 m <sup>3</sup> /h	até 7 m <sup>3</sup> /h	Até 7 m <sup>3</sup> /h
Pressão de trabalho	até 8 mca	até 8 mca	Até 8 mca
Rotâmetro (litros/h)	5 a 50	10 a 100	15 a 160
1 Válvula tipo globo em PVC.	Ø 20mm	Ø 20mm	Ø 20mm
1 Válvula de retenção em PVC com vedação em teflon.	Ø 20mm	Ø 20mm	Ø 20mm
1 Válvula de pé em PVC com vedação em teflon.	Ø 32mm	Ø 32mm	Ø 32mm



## AGITADOR

Tipo vertical, com motor elétrico, trifásico, IP54, 380V, 60Hz, 1.750rpm, equipado com haste e hélice para agitação, acionado por chave magnética de partida direta com proteção térmica.

<b>Modelo - KPDS</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1500</b>
Potência do Agitador (cv)	0,5	0,5	1,0
Material da HASTE	Aço Inox	Aço Inox	Aço Inox
Diâmetro da HASTE	Ø 19mm	Ø 19mm	Ø 19mm
Comprimento da HASTE	850mm	850mm	850mm
Hélice do AGITADOR	PRFV	PRFV	PRFV
Diâmetro da HÉLICE	Ø 150mm	Ø 150mm	Ø 150mm



MONTGOMERY WATSON



## **11.4. ANEXO IV – MEMORIAL DESCRITIVO DO FLUTUANTE**

---





#### 11.4. ANEXO IV – MEMÓRIAL DESCRITIVO DO FLUTUANTE

O presente memorial tem por objetivo apresentar tecnicamente a Plataforma Flutuante, unidade dimensionada para instalação, operação e manutenção de conjuntos motobombas e suas tubulações de sucção e recalque do Sistema de Captação de Água de MADALENA/ MACAOCA, fornecendo informações importantes do material de fabricação, acabamento, limites de aplicação, funcionamento, dispositivos e características estruturais.

A plataforma utiliza, como materiais principais, em sua fabricação, o fiberglass e o poliuretano, materiais com propriedades mecânicas e químicas inquestionáveis, ambos resistentes ao tempo.

##### FIBERGLASS

O que é chamado de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), ou simplesmente “Fiberglass”, é um material estrutural leve, durável e incrivelmente resistente, que pode ser empregado na fabricação de quase todos tipos de produtos. Pode ser transparente, translúcido, opaco, colorido, plano ou de geometria variada, de diversas espessuras. Não há realmente limites para sua utilização, já tendo sido empregado na fabricação de grandes estruturas. O Fiberglass é um composto formado pela união de uma resina e de uma fibra muitíssimo resistente e durável. Entretanto, assim como o concreto necessita de barras de ferro para ser reforçado, as resinas poliésteres precisam ser reforçadas com fibras de vidro para formarem o Fiberglass. É exatamente isso o que faz o fabricante de peças em PRFV, utilizando um molde em que se colocam diversas camadas do Fiberglass até que atinja a espessura desejada, obtendo assim um laminado ou produto moldado.



## DADOS DE PROJETO

## CONJUNTO MOTOBOMBAS

Quantidade:	02 Unidades
Modelo:	B10B
Fabricante:	KSB
Peso/Unidade:	1.500 Kg
Potência:	40 CV
Frequência:	60 Hz
Voltagem:	380 V
Rotação:	1.740 rpm
DN Sucção:	150 mm
DN Recalque:	200 mm

## LOCAL DE INSTALAÇÃO

Tipo Manancial:	Açude Umari
Profundidade:	12 metros
Distância:	50 metros
Captação/Margem:	
Variação de Nível:	09 metros
Cota Máxima:	313
Cota Mínima:	304

## TABELA DE PESOS DE ACESSÓRIOS

Item	Descrição	Un	Qtde.	Peso Unitário	Peso Total
01	Conjunto Motobomba	Un	02	750,0	1.500,0
02	Redução concêntrica F°F° flange DN200x150	Un	02	22,0	44,0
03	Válvula de retenção F°F° flange DN200	Un	03	112,0	336,0
04	Junta de desmontagem travada axialmente F°F° DN200	Un	06	56,0	336,0
05	Tê c/ flange F°F° flange DN200x50	Un	04	48,0	192,0
06	Registro de gaveta F°F° c/ flange volante DN50	Un	01	15,0	15,0
07	Ventosa tríplex função F°F° DN50	Un	01	21,0	21,0
08	Pórtico	Un	01	425,0	425,0
09	Sistema de Interligação (Viga I)	m	24	425,0	425,0
10	Sistema de Ancoragem*	Un	01	458,0	458,0
11	Guarda Corpo	Un	15	180	180
<b>PESO DOS ACESSÓRIOS</b>					<b>3.932,0</b>



## PLATAFORMA FLUTUANTE

### DESCRIÇÃO DA PLATAFORMA

A Plataforma Flutuante é uma composição que engloba módulos flutuantes interligados, formando uma base que permite a flutuação sobre água, tornando-se a concepção mais moderna em sistema flutuante desenvolvida e conhecida em *Fiberglass*. Basicamente a plataforma é composta de módulos sistema de interligação, piso de proteção, guarda corpo, pórtico, ancoragem e base de bombas.

A formação da plataforma é realizada com a união dos módulos flutuantes do tipo celular encaixados lateralmente, formando a base flutuante principal, no próprio local de instalação e operação do sistema de captação. Os sistemas de encaixes permitem travamento em três planos.

Essa plataforma é concebida em uma exclusiva apresentação modular insubmersível, reforçadas internamente com perfis em aço, inseridos na fabricação dos módulos devidamente calculados para suportar a carga que será submetida, terá uma configuração de um bloco medindo **5.000 x 4.000 x 1.200mm**, com capacidade para **10.400 Kg**. Por ser fabricado com material isolante, proporciona maior segurança no manuseio de equipamentos elétricos. Possuem estabilidade excepcional e resistência mecânica elevada, permitindo seu transporte para qualquer local, com a possibilidade de sofrer alterações futuras, podendo aumentar ou reduzir o tamanho da plataforma.

### CÁLCULO DE CAPACIDADE DE CARGAS DA PLATAFORMA FLUTUANTE

$$A = M \cdot 1$$

$$P_P = (M \cdot 110) + (M \cdot 60)$$

$$C = \frac{P_P + P_A}{A}$$

**Sendo:**

C = Calado<sup>(1)</sup> (mm)

P<sub>P</sub> = Peso Próprio<sup>(2)</sup>

P<sub>A</sub> = Peso dos Acessórios <sup>(3)</sup> - Kg

A = Área superficial da Plataforma 20 m<sup>2</sup>

M = Quantidade de módulos – 20 Un

**CONSIDERAÇÕES:**

- (1) O calado é a denominação referente ao afundamento da parte inferior de embarcações na superfície da água.
- (2) Para o cálculo do peso próprio (PP) considerar 110 Kg para os módulos 1200 e 60 Kg para os módulos 600.
- (3) Para o cálculo do peso dos acessórios (P<sub>A</sub>) deve ser considerado o somatório do peso de todos os acessórios sustentados pela plataforma – conjuntos motobombas, tubulações de sucção e recalque, pórtico, base de bombas, piso, sistema de interligação dos módulos, guarda-corpo, acloparamentos, etc.

**CÁLCULO DO CALADO**

Considerando uma plataforma flutuante com os seguintes dados:

Número de Módulos:	20 unidades
Modelo dos Módulos:	<b>600 e 1200</b>
Peso de Cada Módulo:	60 Kg ( <b>modelo 600</b> ) e 110 Kg ( <b>modelo 1200</b> )
Peso total de Acessórios:	3.932 Kg



Então:

$$A = M \cdot 1 \therefore A = 20\text{m}^2$$

A área da plataforma é: 42 m<sup>2</sup>

$$P_P = (M \cdot 110) + (M \cdot 60) \therefore P_P = (10 \cdot 110) + (10 \cdot 60) \therefore P_P = \mathbf{1.700 \text{ Kg}}$$

O Peso Próprio da plataforma é: 1.700 Kg

$$C = \frac{P_P + P_A}{A} \therefore C = \frac{1.700 + 3.932}{20} \therefore C = 281,6 \text{ mm}$$

O calado será de 281,6 mm, para capacidade de carga de 10.400 Kg.

#### MÓDULOS DE 600 E 1200

Os módulos flutuantes são fabricados com poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), usando resinas de alta qualidade do tipo ortoftálicas e injeção de espuma rígida de poliuretano em sua interface, com expansão interna dos módulos. Os módulos possuem as seguintes características:

- Flutuação garantida em qualquer situação, mesmo que venha sofrer impactos indesejáveis;
- Superfície externa com acabamento liso com gelcoat do tipo isoftálico com NPG, com proteção contra raios ultravioleta;
- Possui piso com textura antiderrapante;
- Reforços internos com perfis de aço ASTM A-36 e prisioneiros em aço inox que sobressaem na superfície superior, para fazer a contra amarração dos equipamentos a serem instalados na plataforma, tais como: base de bombas, motores, tubos, conexões, pórticos, guarda-corpo, sistema de ancoragem, pisos, etc;
- Sistema, de encaixe lateral para formação da plataforma.



## DIMENSÕES BÁSICAS DOS MÓDULOS

	Módulo de 1200	Módulo de 600
Comprimento	1.000 mm	1.000 mm
Largura	1.000 mm	1.000 mm
Altura	1.200 mm	600 mm
Peso Aproximado	110 Kg	60 Kg
Área Útil	1,0 m <sup>2</sup>	1,0 m <sup>2</sup>

### PROCESSO DE FABRICAÇÃO:

A fabricação dos módulos é realizada pelo processo de laminação spray-up, onde os compostos (resina poliéster + fibra de vidro) são depositados simultaneamente no molde pela máquina laminadora e cuidadosamente roletadas, retirando todo o ar existente no laminado. Previamente o molde é preparado com desmoldantes e em seguida aplicado a barreira química ou liner. A barreira química é a superfície que dará proteção às intempéries e neste caso específico é formada por uma camada de gel-coat com espessura aproximada de 0,6 mm e uma camada de véu de superfície.

### MATERIAIS DE FABRICAÇÃO:

#### RESINA

Poliéster insaturada do tipo ortoftálica, rígido, de média reatividade, baixa viscosidade, tixotrópica e pré-acelerada.

Cura do poliéster – O poliéster insaturado se transforma de líquido em sólido, tornando-o um material termofixo, através da reação química (polimerização) com início imediatamente após a adição de iniciadores de cura (MEK-P).

#### **Propriedades da Resina**

Características	Especificações
Viscosidade Brookfield à 25° C (sp3, 60 rpm)	280 – 350 cps
Índice de Tixotropia	Mínimo 1,10
Índice de Acidez	Max. 25
Intervalo Simples	9-13 min
Pico Exotérmico	140-160°C
Teor de Sólidos	57-59%



### **Propriedades da Resina na Aplicação**

<b>Características</b>	<b>Valores Típicos</b>
Resistência Máxima à tração (Mpa)	50
Módulo de Elasticidade em Tração (Mpa)	3.500
Elongação máxima (%)	2,0
Resistência Máxima à Flexão (Mpa)	80
Módulo de Elasticidade em Flexão (Mpa)	4.500
Deformação Máxima (%)	2,0
Dureza Barcol	40
Contração Linear (%)	2,0
Temperatura de Termodistorção (°C)	75
Resistência ao impacto (método IZOD) com entalhe (J/m)	18

- Sem reforço de fibra de vidro

### FIBRAS DE VIDRO

Roving – Consiste de várias mechas enroladas sem torção, em bobinas de formato cilíndrico. Na aplicação, o desenrolamento é feito por dentro da bobina, sendo as mechas cortadas no picador da pistola de laminação e atiradas contra a superfície do molde juntamente com a resina.

<b>Características</b>	<b>Especificação</b>
Umidade (%)	0.00 – 0.12
PAF (%)	1.10 – 1.40
TEX	3600 – 4200

Manta – São obtidas pelo arranjo aleatório de fibras cortadas (comprimento 5 cm), agregadas e distribuídas de maneira uniforme em forma de lençol por ligantes especiais, permitindo a construção de laminados com propriedades isotrópicas. Usadas no flutuante para fechamento do corpo do flutuante com o fundo – tipo utilizado MANTA 450g/m<sup>2</sup>.

<b>Características</b>	<b>Especificação</b>
Umidade (%)	0.00 – 0.20
PAF (%)	2.45 – 4.55
Gramatura	373.0 – 526.0



## POLIURETANO

A espuma rígida de poliuretano é um plástico celular expandido, produzido pela reação de dois componentes líquidos poli-ol e poli-isocianato, na presença de um gás com característica de agente de expansão. As células fechadas (90-95%) impedem a absorção ou penetração da água na estrutura do polímero.

Tipo Utilizado: Polisistema de Injeção CR 13 D3

### Características Técnicas

Parâmetro	Especificação
Tempo de início	20 seg.
Tempo de Gel	81 seg.
Tempo de Pega	112 seg.
Densidade do miolo	32.0 Kg/m <sup>3</sup>
Relação de uso	100/100
Flamabilidade NBR 7358/Jan 88	R1/R2

## GEL-COAT

Cobertura de resina não reforçada que constitui a superfície de peças laminadas. Tem como função proteger a superfície do laminado contra a ação das intempéries e umidade, também faz parte da barreira química, além de conferir acabamento colorido à superfície da peça.

Tipo Utilizado: Gel-Coat Isoftálico com NPG, com proteção ultravioleta, cor branca.

## SISTEMA DE INTERLIGAÇÃO

O sistema de interligação da plataforma foi desenvolvido para distribuir o peso total da carga em sua área total, esse sistema está apresentado em 03 (três) formas:

- Encaixes verticais nas laterais dos módulos, que permite a montagem de dois, três ou quatro módulos garantindo o travamento de tração e torção horizontal;





- Placas de Amarração fabricadas em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV) para travar os módulos no sentido vertical, permitindo amarrar três ou quatro módulos;
- Placas de Amarração fabricadas em chapa em aço para travar os módulos no sentido vertical, destinado também de suporte do guarda-corpo, permitindo amarrar dois módulos;
- Perfis metálicos do tipo Perfis “U” simples de 127 x 50 x 3 mm – fixados na interface dos módulos, destinados a contra amarração dos perfis externos, através de prisioneiros 1/2” em aço inox;
- Perfis metálicos do tipo “I” laminado de 6” x 3.3/8” 1a. Alma – fixados na superfície da plataforma, destinados para montagem das bases dos conjuntos motobombas, fixação do pórtico, fixação de suporte de tubulações e principalmente distribuir a carga em toda a plataforma;

#### PISO DE PROTEÇÃO

Piso para proteção da superfície superior da plataforma, sobreposta no topo dos perfis do sistema de interligação, fabricado em chapa expandida (antiderrapante) com contorno de cantoneira metálica.

#### GUARDA-CORPO

Corrimão para proteção de operadores na manutenção periódica, fixado ao longo das extremidades da plataforma flutuante, fabricado em tubo industrial redondo de aço carbono 1.1/2” x 2mm.

#### PÓRTICO

Sistema para deslocamento de materiais sobre a plataforma, auxiliando a manutenção do sistema, montagens e desmontagens dos conjuntos de motobombas, tubos, conexões, bases de bombas, sistema de Interligação, etc. Fabricado em vigas de aço A-36 tratado, com talha manual de corrente.



## CARACTERÍSTICAS DO PÓRTICO

Capacidade de Carga:	1.000 Kg
Movimento:	Longitudinal
Energia de Tração:	Manual
Comprimento (Alcance):	4 metros
Largura Inferior:	3 metros
Largura Superior:	3 metros
Altura Útil:	4,3 metros

## TALHA

Modelo de Referência:	Compacta NT
Tipo:	Manual
Fabricante	BERG-STEEL S/A
Capacidade:	1 Ton.
Redução:	138:1
Esforço Necessário:	38 Kg
Dimensões:	630 x 227 mm
Peso s/ corrente:	16,3 Kg
Elevação:	5 metros

## CARRO TROLE

Tipo:	Manual
Fabricante	BERG-STEEL S/A
Capacidade:	1 Ton.
Trilho:	Viga "I" 8 a 12"
Peso s/ corrente:	35,0 Kg
Espaço Aéreo:	170 mm

## SISTEMA DE ANCORAGEM

A ancoragem para a plataforma flutuante será composta de 04 âncoras metálicas para fundeio e blocos de concreto auxiliares intermediários, para garantir tensão no fundeio em níveis mais baixos do nível d'água, interligado através de cabos em aço inox, com comprimento adequado para a profundidade em cada ponto de fundeio, considerando os dados de projeto do Item 2.2.



### CARACTERÍSTICAS DAS ÂNCORAS

Material de Fabricação:	Haste – Barra Redonda 2.1/2” Pata – Chapa 5/16” (1,00 x 0,20 m) Amarração radial – Barra trefilada 5/8” Suporte do cabo - Barra trefilada 5/8”
Comprimento:	1.000 mm
Largura:	785 mm
Peso:	
Quantidade:	04 Peças

### CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS TENSORES

Material de Fabricação:	Concreto 1 : 4 : 6 - (Cimento : Brita : Areia)
Comprimento:	600 mm
Largura:	450 mm
Profundidade:	230 mm
Peso:	100 Kg
Quantidade:	04 Peças

### CARACTERÍSTICAS DO CABO

Material de Fabricação:	Aço galvanizado com revestimento plástico
Diâmetro:	3/8”
Tipo:	6 x 19
Alma:	Fibra
Quantidade:	130 metros, sendo 32,5 metros para cada âncora.
Peso:	0,47 Kg/m
Peso Total:	62,0 Kg

### TRATAMENTO E PINTURA

#### PARTES METÁLICAS EXPOSTAS

As partes metálicas expostas são compostas dos perfis do sistema de interligação, piso de proteção da plataforma, guarda-corpo, placas de amarração e perfis do pórtico.

#### Seqüência do Tratamento

- Decapagem química;



- Fosfatização;
- Aplicação de uma demão de primer epóxi de 80 micros;
- Aplicação de duas demãos de tinta a base de poliuretano com 40 micros cada.

#### PARTES METÁLICAS SUBMERSAS

As partes metálicas submersas são compostas as âncoras e acessórios de fixação das mesmas e dos blocos de concreto tensores.

#### Seqüência do Tratamento

- Decapagem química;
- Fosfatização;
- Aplicação de duas demãos de primer a base de poliuretano com 40 micros cada;
- Aplicação de uma demão de alcatrão de hulha preto 300 micros.



MONTGOMERY WATSON



## **11.5. ANEXO V - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS TRANSIENTES**

---



MONTGOMERY WATSON



### **11.5.1. BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO**

---

## BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
0	0,00	320,07	567,04	408,89	246,97	88,82	158,15	
21	421,94	343,51	565,79	409,33	222,28	65,82	156,47	
42	843,87	334,55	564,61	409,70	230,06	75,15	154,92	
63	1.265,81	314,83	563,42	410,08	248,58	95,25	153,34	
84	1.687,75	320,47	562,16	410,48	241,69	90,00	151,68	
105	2.109,68	335,94	560,91	410,89	224,96	74,95	150,01	
126	2.521,57	331,74	559,67	411,30	227,92	79,56	148,37	
147	2.943,51	324,79	558,38	411,73	233,60	86,94	146,65	
168	3.355,40	333,10	557,13	412,14	224,03	79,04	144,99	
189	3.787,38	343,75	555,82	412,56	212,08	68,81	143,26	
210	4.209,32	361,78	554,58	412,97	192,80	51,19	141,61	
231	4.621,21	347,94	553,29	413,40	205,35	65,46	139,89	
252	5.043,15	330,56	552,01	413,82	221,45	83,26	138,19	
273	5.465,08	336,25	550,73	414,25	214,48	78,01	136,47	
294	5.887,02	345,70	549,45	414,67	203,74	68,97	134,77	
315	6.308,96	344,22	548,17	415,04	203,94	70,82	133,12	
336	6.720,85	337,83	546,92	415,43	209,09	77,60	131,49	
357	7.142,78	339,37	545,63	415,89	206,26	76,52	129,74	
378	7.564,72	325,90	544,36	416,32	218,46	90,42	128,04	
399	7.986,66	315,86	543,13	416,73	227,27	100,86	126,40	
420	8.408,59	326,31	541,81	417,13	215,50	90,82	124,68	
441	8.820,48	334,27	540,57	417,52	206,30	83,25	123,05	
462	9.242,42	334,46	539,28	417,96	204,82	83,50	121,32	
483	9.664,36	327,21	537,98	418,37	210,77	91,16	119,61	
504	10.086,29	331,79	536,69	418,80	204,90	87,01	117,90	
525	10.508,23	335,35	535,41	419,25	200,06	83,90	116,16	
546	10.920,12	336,69	534,16	419,61	197,47	82,92	114,55	
567	11.342,06	335,43	532,87	420,07	197,44	84,64	112,80	
588	11.763,99	328,49	531,58	420,50	203,09	92,01	111,08	
609	12.185,93	330,92	530,28	420,86	199,37	89,95	109,42	
630	12.607,87	336,30	528,98	421,24	192,68	84,93	107,75	

## BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
651	13.029,80	334,08	527,68	421,68	193,61	87,60	106,00	
672	13.441,70	338,13	526,40	422,11	188,27	83,98	104,29	
693	13.863,63	323,08	525,11	422,50	202,03	99,42	102,61	
714	14.285,57	329,04	523,82	422,83	194,77	93,79	100,99	
735	14.707,51	338,36	522,52	423,28	184,16	84,92	99,24	
756	15.129,44	340,04	521,18	423,68	181,14	83,64	97,50	
777	15.541,33	339,51	519,92	424,09	180,42	84,58	95,83	
798	15.963,27	338,47	518,60	424,54	180,13	86,08	94,05	
819	16.385,21	341,75	517,41	424,83	175,66	83,08	92,58	
840	16.807,14	362,70	516,11	425,16	153,41	62,46	90,94	
861	17.229,08	359,62	514,81	425,58	155,19	65,96	89,23	
882	17.640,97	374,06	513,55	425,91	139,49	51,85	87,64	
903	18.062,91	371,89	512,19	426,35	140,30	54,46	85,84	
924	18.484,84	354,50	510,94	426,69	156,43	72,19	84,24	
945	18.906,78	341,24	509,63	427,04	168,39	85,80	82,59	
966	19.328,72	334,22	508,31	427,49	174,09	93,27	80,82	
987	19.740,61	346,52	507,04	427,80	160,52	81,28	79,24	
1008	20.162,54	328,47	505,69	428,18	177,22	99,71	77,51	
1029	20.584,48	328,85	504,43	428,48	175,57	99,62	75,95	
1050	21.006,42	337,99	503,12	428,73	165,13	90,73	74,39	
1071	21.428,35	329,67	501,80	429,03	172,14	99,36	72,78	
1092	21.840,24	329,89	500,53	429,33	170,63	99,43	71,20	
1113	22.262,18	338,02	499,21	429,68	161,19	91,66	69,53	
1134	22.684,12	350,73	497,89	429,97	147,17	79,25	67,92	
1155	23.106,05	340,42	496,56	430,16	156,14	89,74	66,40	
1176	23.527,99	341,89	495,24	430,46	153,36	88,57	64,78	
1197	23.949,93	343,02	493,92	430,80	150,90	87,78	63,12	
1218	24.361,82	347,02	492,64	431,06	145,62	84,04	61,58	
1239	24.783,75	346,73	491,33	431,38	144,60	84,65	59,95	
1260	25.205,69	362,68	490,02	431,65	127,34	68,97	58,37	
1281	25.627,63	364,11	488,70	431,97	124,59	67,86	56,73	



## BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
1302	26.049,56	346,52	487,38	432,14	140,86	85,61	55,25	
1323	26.461,45	345,29	486,11	432,30	140,81	87,00	53,81	
1344	26.883,39	350,39	484,78	432,45	134,39	82,06	52,33	
1365	27.305,33	372,38	483,43	432,66	111,05	60,28	50,77	
1386	27.727,26	376,34	482,11	432,83	105,77	56,49	49,28	
1407	28.149,20	372,73	480,79	432,96	108,06	60,23	47,83	
1428	28.561,09	371,05	479,48	433,33	108,43	62,28	46,15	
1449	28.983,03	368,91	478,16	433,49	109,25	64,58	44,67	
1470	29.404,96	367,40	476,84	433,63	109,44	66,23	43,21	
1491	29.826,90	370,01	475,49	433,69	105,47	63,68	41,80	
1512	30.248,84	362,70	474,19	433,87	111,50	71,17	40,32	
1533	30.660,73	368,55	472,92	433,95	104,38	65,40	38,97	
1554	31.082,66	377,49	471,59	434,02	94,10	56,53	37,57	
1575	31.504,60	375,50	470,26	434,09	94,76	58,60	36,17	
1596	31.916,49	375,59	469,01	434,16	93,42	58,57	34,85	
1617	32.348,47	368,73	467,63	434,23	98,90	65,51	33,40	
1638	32.760,36	378,01	466,38	434,35	88,37	56,34	32,03	
1659	33.182,30	384,30	465,03	434,31	80,73	50,01	30,72	
1680	33.604,24	388,17	463,71	434,29	75,54	46,12	29,43	
1701	34.026,17	380,79	462,36	434,40	81,57	53,61	27,96	
1722	34.448,11	384,32	461,04	434,51	76,71	50,19	26,53	
1743	34.860,00	393,43	459,91	434,47	66,49	41,04	25,45	
1764	35.281,94	399,54	459,96	434,31	60,42	34,77	25,66	
1787	35.744,06	404,02	459,84	434,61	55,82	30,59	25,22	
1788	35.754,11	404,13	459,83	434,63	55,70	30,51	25,19	
1788	35.764,15	404,24	459,82	434,66	55,58	30,42	25,16	
1789	35.774,20	404,34	459,80	434,68	55,46	30,34	25,12	
1789	35.784,24	404,45	459,79	434,70	55,34	30,25	25,09	
1790	35.794,29	404,56	459,78	434,73	55,22	30,17	25,05	
1790	35.804,34	404,67	459,77	434,76	55,10	30,09	25,01	
1791	35.814,38	404,78	459,75	434,79	54,98	30,01	24,97	

## BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
1791	35.824,43	404,88	459,74	434,82	54,86	29,93	24,92	
1792	35.834,47	404,99	459,72	434,84	54,73	29,85	24,88	
1792	35.844,52	405,10	459,70	434,86	54,60	29,76	24,84	
1793	35.854,57	405,21	459,68	434,88	54,48	29,67	24,80	
1793	35.864,61	405,32	459,67	434,91	54,35	29,59	24,76	
1794	35.874,66	405,43	459,66	434,93	54,23	29,50	24,73	
1794	35.884,70	405,53	459,64	434,95	54,11	29,42	24,69	
1795	35.894,75	405,64	459,63	434,98	53,98	29,34	24,65	
1795	35.904,80	405,75	459,61	435,00	53,86	29,25	24,61	
1796	35.914,84	405,86	459,60	435,02	53,74	29,16	24,57	
1796	35.924,89	405,97	459,58	435,05	53,61	29,08	24,53	
1806	36.125,81	408,13	459,26	435,60	51,13	27,47	23,66	
1827	36.547,75	431,96	457,65	439,38	25,70	7,42	18,28	
1828	36.557,79	432,42	457,59	439,54	25,17	7,12	18,05	
1828	36.567,84	432,89	457,52	439,71	24,63	6,82	17,81	
1829	36.577,89	433,36	457,46	439,88	24,09	6,52	17,57	
1829	36.587,93	433,83	457,39	440,07	23,56	6,24	17,32	
1830	36.597,98	433,83	457,39	440,07	23,56	6,24	17,32	
1830	36.608,02	434,16	457,31	440,25	23,15	6,09	17,07	
1831	36.618,07	434,49	457,24	440,43	22,75	5,95	16,80	
1831	36.628,12	434,82	457,17	440,63	22,35	5,82	16,53	
1832	36.638,16	435,15	457,09	440,84	21,95	5,69	16,26	
1832	36.648,21	435,47	457,01	441,04	21,54	5,57	15,97	
1833	36.658,26	435,80	456,93	441,25	21,12	5,45	15,67	
1833	36.668,30	436,13	456,84	441,47	20,71	5,34	15,37	
1834	36.678,35	436,46	456,76	441,69	20,30	5,23	15,07	
1834	36.688,39	436,79	456,67	441,92	19,89	5,13	14,75	
1835	36.698,44	437,12	456,59	442,16	19,47	5,04	14,43	
1835	36.708,49	437,45	456,50	442,40	19,05	4,95	14,10	
1836	36.718,53	437,78	456,41	442,65	18,63	4,87	13,76	
1836	36.728,58	438,10	456,31	442,90	18,21	4,80	13,41	

### BOMBEAMENTO PARA LAGOA DO MATO SEM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
1837	36.738,62	438,43	456,22	443,16	17,78	4,73	13,05	
1837	36.748,67	438,76	456,12	443,43	17,36	4,67	12,69	
1838	36.758,72	439,09	456,02	443,70	16,93	4,61	12,32	
1838	36.768,76	439,42	455,92	443,98	16,50	4,56	11,94	
1839	36.778,81	439,75	455,82	444,26	16,07	4,51	11,56	
1839	36.788,85	440,08	455,71	444,54	15,64	4,46	11,17	
1840	36.798,90	440,41	455,61	444,83	15,20	4,43	10,78	
1840	36.808,95	440,74	455,50	445,13	14,77	4,40	10,37	
1841	36.818,99	441,06	455,39	445,43	14,33	4,37	9,96	
1841	36.829,04	441,39	455,29	445,74	13,89	4,35	9,54	
1842	36.839,09	441,72	455,18	446,06	13,46	4,34	9,12	
1842	36.849,13	442,05	455,07	446,38	13,02	4,33	8,69	
1843	36.859,18	442,38	454,96	446,70	12,58	4,32	8,25	
1843	36.869,22	442,71	454,85	447,04	12,14	4,33	7,81	
1844	36.879,27	443,04	454,73	447,37	11,70	4,33	7,36	
1844	36.889,32	443,37	454,62	447,72	11,25	4,35	6,90	
1845	36.899,36	443,70	454,50	448,06	10,81	4,37	6,44	
1845	36.909,41	444,02	454,39	448,41	10,36	4,39	5,98	
1846	36.919,45	444,35	454,27	448,77	9,92	4,41	5,51	
1846	36.929,50	444,68	454,16	449,13	9,47	4,44	5,03	
1847	36.939,55	445,01	454,04	449,49	9,03	4,48	4,55	
1847	36.949,59	445,34	453,92	449,86	8,58	4,52	4,06	
1848	36.959,64	445,67	453,80	450,24	8,13	4,57	3,56	
1848	36.969,68	446,00	453,68	450,62	7,69	4,62	3,07	
1849	36.979,73	446,33	453,57	451,00	7,24	4,68	2,56	
1849	36.989,78	446,65	453,45	451,39	6,79	4,73	2,06	
1850	36.999,82	446,98	453,33	451,78	6,34	4,80	1,55	
1850	37.009,87	447,31	453,21	452,17	5,90	4,86	1,04	
1851	37.019,92	447,64	453,09	452,57	5,45	4,93	0,52	
1851	37.029,96	447,97	452,97	452,97	5,00	5,00	0,00	
1852	37.040,00	447,97	458,00	458,00	10,03	10,03	0,00	



MONTGOMERY WATSON



## **11.5.2. BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO**

---

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
19	+ 0,00	388,60	341,00	386,0825	349,6914	44,0825	7,691	36,391
19	+ 16,87	396,87	341,20	385,9786	349,6499	42,6662	6,337	36,329
20	+ 5,14	405,14	341,30	385,8748	349,6081	42,7043	6,438	36,267
20	+ 13,40	413,40	341,35	385,7709	349,5663	42,7423	6,538	36,205
21	+ 1,67	421,67	341,42	385,6670	349,5002	42,7803	6,613	36,167
21	+ 9,94	429,94	342,38	385,5631	349,4180	42,8183	6,673	36,145
21	+ 18,21	438,21	342,49	385,4592	349,3352	42,8564	6,732	36,124
22	+ 6,48	446,48	342,65	385,3553	349,2526	42,8944	6,792	36,103
22	+ 14,74	454,74	342,85	385,2514	349,1696	42,9323	6,851	36,082
23	+ 3,01	463,01	343,00	385,1475	349,0871	42,9703	6,910	36,060
23	+ 11,28	471,28	343,20	385,0436	349,0082	43,0084	6,973	36,035
23	+ 19,55	479,55	341,89	384,9397	348,9267	43,0464	7,033	36,013
24	+ 7,82	487,82	341,75	384,8358	348,8477	43,0844	7,096	35,988
24	+ 16,08	496,08	341,61	384,7319	348,7653	43,1224	7,156	35,967
25	+ 4,35	504,35	341,47	384,6280	348,6826	43,1604	7,215	35,945
25	+ 12,62	512,62	341,33	384,5241	348,6004	43,1984	7,275	35,924
26	+ 0,89	520,89	341,18	384,4202	348,5182	43,2364	7,334	35,902
26	+ 9,16	529,16	341,04	384,3163	348,4391	43,2744	7,397	35,877
26	+ 17,42	537,42	340,90	384,2052	348,3558	43,3052	7,456	35,849
27	+ 5,69	545,69	340,90	384,2052	348,3558	43,3052	7,456	35,849
27	+ 13,96	553,96	340,92	384,1039	348,2695	43,1814	7,347	35,834
28	+ 2,23	562,23	340,95	383,9953	348,1831	43,0503	7,238	35,812
28	+ 10,50	570,50	340,97	383,8868	348,0963	42,9193	7,129	35,791
28	+ 18,76	578,76	340,99	383,7783	348,0101	42,7883	7,020	35,768
29	+ 7,03	587,03	341,01	383,6697	347,9233	42,6572	6,911	35,746
29	+ 15,30	595,30	341,04	383,5612	347,8368	42,5262	6,802	35,724
30	+ 3,57	603,57	341,06	383,4526	347,7507	42,3951	6,693	35,702
30	+ 11,84	611,84	341,08	383,3372	347,6640	42,2572	6,584	35,673
31	+ 0,10	620,10	341,08	383,3372	347,6640	42,2572	6,584	35,673
31	+ 8,37	628,37	340,70	383,2396	347,5839	42,5428	6,887	35,656
31	+ 16,64	636,64	340,31	383,1351	347,5003	42,8215	7,187	35,635
32	+ 4,91	644,91	339,93	383,0307	347,4163	43,1003	7,486	35,614
32	+ 13,18	653,18	339,55	382,9262	347,3322	43,3790	7,785	35,594
33	+ 1,44	661,44	339,16	382,8217	347,2505	43,6577	8,087	35,571

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
33	+ 9,71	669,71	338,78	382,7173	347,1665	43,9365	8,386	35,551
33	+ 17,98	677,98	338,40	382,6128	347,0819	44,2152	8,684	35,531
34	+ 6,25	686,25	338,01	382,5084	346,9976	44,4940	8,983	35,511
34	+ 14,52	694,52	337,63	382,4039	346,9137	44,7727	9,283	35,490
35	+ 2,78	702,78	337,25	382,2994	346,8286	45,0514	9,581	35,471
35	+ 11,05	711,05	336,86	382,1950	346,7437	45,3302	9,879	35,451
35	+ 19,32	719,32	336,48	382,0905	346,6591	45,6089	10,178	35,431
36	+ 7,59	727,59	336,10	381,9861	346,5740	45,8877	10,476	35,412
36	+ 15,86	735,86	335,72	381,8816	346,4894	46,1664	10,774	35,392
37	+ 4,12	744,12	335,33	381,7771	346,4047	46,4451	11,073	35,372
37	+ 12,39	752,39	334,95	381,6727	346,3210	46,7239	11,372	35,352
38	+ 0,66	760,66	334,57	381,5682	346,2367	47,0026	11,671	35,332
38	+ 8,93	768,93	334,18	381,4637	346,1548	47,2813	11,972	35,309
38	+ 17,20	777,20	333,80	381,3593	346,0732	47,5601	12,274	35,286
39	+ 5,46	785,46	333,42	381,2548	345,9917	47,8388	12,576	35,263
39	+ 13,73	793,73	333,03	381,1503	345,9102	48,1175	12,877	35,240
40	+ 2,00	802,00	332,65	381,0459	345,8282	48,3963	13,179	35,218
40	+ 10,27	810,27	332,27	380,9414	345,7462	48,6750	13,480	35,195
40	+ 18,53	818,53	331,88	380,8369	345,6647	48,9537	13,782	35,172
41	+ 6,80	826,80	331,50	380,7268	345,5832	49,2268	14,083	35,144
41	+ 15,07	835,07	331,50	380,7268	345,5832	49,2268	14,083	35,144
42	+ 3,34	843,34	331,04	380,6285	345,5025	49,5863	14,460	35,126
42	+ 11,61	851,61	330,58	380,5245	345,4217	49,9401	14,837	35,103
42	+ 19,87	859,87	330,13	380,4205	345,3409	50,2940	15,214	35,080
43	+ 8,14	868,14	329,67	380,3165	345,2618	50,6478	15,593	35,055
43	+ 16,41	876,41	329,21	380,2125	345,1808	51,0016	15,970	35,032
44	+ 4,68	884,68	328,75	380,1085	345,1001	51,3554	16,347	35,008
44	+ 12,95	892,95	328,30	380,0045	345,0204	51,7093	16,725	34,984
45	+ 1,21	901,21	327,84	379,9005	344,9400	52,0631	17,103	34,961
45	+ 9,48	909,48	327,38	379,7965	344,8590	52,4169	17,479	34,938
45	+ 17,75	917,75	326,92	379,6925	344,7768	52,7707	17,855	34,916
46	+ 6,02	926,02	326,46	379,5886	344,6948	53,1247	18,231	34,894
46	+ 14,29	934,29	326,01	379,4846	344,6128	53,4785	18,607	34,872
47	+ 2,55	942,55	325,55	379,3806	344,5328	53,8324	18,985	34,848

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
47	+ 10,82	950,82	325,09	379,2766	344,4505	54,1862	19,360	34,826
47	+ 19,09	959,09	324,63	379,1725	344,3689	54,5399	19,736	34,804
48	+ 7,36	967,36	324,17	379,0686	344,2888	54,8938	20,114	34,780
48	+ 15,63	975,63	323,72	378,9645	344,2060	55,2476	20,489	34,759
49	+ 3,89	983,89	323,26	378,8606	344,1252	55,6015	20,866	34,735
49	+ 12,16	992,16	322,80	378,7565	344,0432	55,9552	21,242	34,713
50	+ 0,43	1.000,43	322,34	378,6526	343,9617	56,3091	21,618	34,691
50	+ 8,70	1.008,70	321,89	378,5486	343,8798	56,6629	21,994	34,669
50	+ 16,97	1.016,97	321,43	378,4445	343,7973	57,0167	22,370	34,647
51	+ 5,23	1.025,23	320,97	378,3357	343,7171	57,3657	22,747	34,619
51	+ 13,50	1.033,50	320,97	378,3357	343,7171	57,3657	22,747	34,619
52	+ 1,77	1.041,77	320,16	378,2317	343,6324	58,0767	23,477	34,599
52	+ 10,04	1.050,04	319,34	378,1228	343,5462	58,7828	24,206	34,577
52	+ 18,31	1.058,31	318,53	378,0139	343,4615	59,4889	24,937	34,552
53	+ 6,57	1.066,57	317,71	377,9050	343,3742	60,1950	25,664	34,531
53	+ 14,84	1.074,84	316,90	377,7961	343,2869	60,9011	26,392	34,509
54	+ 3,11	1.083,11	316,08	377,6872	343,1988	61,6072	27,119	34,488
54	+ 11,38	1.091,38	315,27	377,5783	343,1088	62,3133	27,844	34,470
54	+ 19,65	1.099,65	314,45	377,4694	343,0201	63,0194	28,570	34,449
55	+ 7,91	1.107,91	313,64	377,3605	342,9361	63,7255	29,301	34,424
55	+ 16,18	1.116,18	312,82	377,2471	342,8504	64,4271	30,030	34,397
56	+ 4,45	1.124,45	312,82	377,2471	342,8504	64,4271	30,030	34,397
56	+ 12,72	1.132,72	311,34	377,1416	342,7633	65,8054	31,427	34,378
57	+ 0,99	1.140,99	309,85	377,0315	342,6772	67,1790	32,825	34,354
57	+ 9,25	1.149,25	308,37	376,9214	342,5908	68,5526	34,222	34,331
57	+ 17,52	1.157,52	306,89	376,8114	342,5047	69,9264	35,620	34,307
58	+ 5,79	1.165,79	305,40	376,7014	342,4182	71,3002	37,017	34,283
58	+ 14,06	1.174,06	303,92	376,5913	342,3316	72,6738	38,414	34,260
59	+ 2,33	1.182,33	302,43	376,4813	342,2450	74,0475	39,811	34,236
59	+ 10,59	1.190,59	300,95	376,3671	342,1581	75,4171	41,208	34,209
59	+ 18,86	1.198,86	300,95	376,3671	342,1581	75,4171	41,208	34,209
60	+ 7,13	1.207,13	301,55	376,2621	342,0707	74,7121	40,521	34,191
60	+ 15,40	1.215,40	302,15	376,1530	341,9832	74,0030	39,833	34,170
61	+ 3,67	1.223,67	302,75	376,0438	341,8953	73,2938	39,145	34,149

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
61	+ 11,93	1.231,93	303,35	375,9347	341,8077	72,5847	38,458	34,127
62	+ 0,20	1.240,20	303,95	375,8255	341,7206	71,8755	37,771	34,105
62	+ 8,47	1.248,47	304,55	375,7125	341,6326	71,1625	37,083	34,080
62	+ 16,74	1.256,74	304,55	375,7125	341,6326	71,1625	37,083	34,080
63	+ 5,01	1.265,01	303,49	375,6063	341,5441	72,1138	38,052	34,062
63	+ 13,27	1.273,27	302,44	375,4962	341,4564	73,0612	39,021	34,040
64	+ 1,54	1.281,54	301,38	375,3861	341,3675	74,0086	39,990	34,019
64	+ 9,81	1.289,81	300,32	375,2724	341,2791	74,9524	40,959	33,993
64	+ 18,08	1.298,08	300,32	375,2724	341,2791	74,9524	40,959	33,993
65	+ 6,35	1.306,35	300,26	375,1660	341,1910	74,9110	40,936	33,975
65	+ 14,61	1.314,61	300,19	375,0559	341,1031	74,8659	40,913	33,953
66	+ 2,88	1.322,88	300,13	374,9458	341,0151	74,8208	40,890	33,931
66	+ 11,15	1.331,15	300,06	374,8322	340,9276	74,7722	40,868	33,905
66	+ 19,42	1.339,42	300,06	374,8322	340,9276	74,7722	40,868	33,905
67	+ 7,69	1.347,69	301,33	374,7250	340,8405	73,3990	39,515	33,885
67	+ 15,95	1.355,95	302,59	374,6144	340,7530	72,0224	38,161	33,861
68	+ 4,22	1.364,22	303,86	374,5037	340,6659	70,6457	36,808	33,838
68	+ 12,49	1.372,49	305,12	374,3931	340,5784	69,2691	35,454	33,815
69	+ 0,76	1.380,76	306,39	374,2791	340,4915	67,8891	34,102	33,788
69	+ 9,03	1.389,03	306,39	374,2791	340,4915	67,8891	34,102	33,788
69	+ 17,29	1.397,29	306,58	374,1713	340,4038	67,5913	33,824	33,768
70	+ 5,56	1.405,56	306,77	374,0602	340,3161	67,2902	33,546	33,744
70	+ 13,83	1.413,83	306,96	373,9460	340,2288	66,9860	33,269	33,717
71	+ 2,10	1.422,10	306,96	373,9460	340,2288	66,9860	33,269	33,717
71	+ 10,37	1.430,37	307,20	373,8390	340,1419	66,6415	32,944	33,697
71	+ 18,63	1.438,63	307,44	373,7289	340,0554	66,2939	32,620	33,674
72	+ 6,90	1.446,90	307,67	373,6187	339,9692	65,9462	32,297	33,650
72	+ 15,17	1.455,17	307,91	373,5057	339,8829	65,5957	31,973	33,623
73	+ 3,44	1.463,44	307,91	373,5057	339,8829	65,5957	31,973	33,623
73	+ 11,71	1.471,71	307,48	373,3994	339,7972	65,9244	32,322	33,602
73	+ 19,97	1.479,97	307,04	373,2902	339,7113	66,2502	32,671	33,579
74	+ 8,24	1.488,24	306,61	373,1810	339,6230	66,5760	33,018	33,558
74	+ 16,51	1.496,51	306,17	373,0718	339,5350	66,9018	33,365	33,537
75	+ 4,78	1.504,78	305,74	372,9626	339,4476	67,2276	33,713	33,515



## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
75	+ 13,05	1.513,05	305,30	372,8508	339,3611	67,5508	34,061	33,490
76	+ 1,31	1.521,31	305,30	372,8508	339,3611	67,5508	34,061	33,490
76	+ 9,58	1.529,58	303,75	372,7461	339,2762	69,0011	35,531	33,470
76	+ 17,85	1.537,85	302,19	372,6362	339,1923	70,4462	37,002	33,444
77	+ 6,12	1.546,12	302,19	372,6362	339,1923	70,4462	37,002	33,444
77	+ 14,39	1.554,39	303,50	372,5277	339,1046	69,0310	35,608	33,423
78	+ 2,65	1.562,65	304,80	372,4166	339,0182	67,6133	34,215	33,398
78	+ 10,92	1.570,92	306,11	372,3030	338,9308	66,1930	32,821	33,372
78	+ 19,19	1.579,19	306,11	372,3030	338,9308	66,1930	32,821	33,372
79	+ 7,46	1.587,46	306,56	372,1964	338,8452	65,6324	32,281	33,351
79	+ 15,73	1.595,73	307,02	372,0874	338,7602	65,0694	31,742	33,327
80	+ 3,99	1.603,99	307,47	371,9784	338,6746	64,5064	31,203	33,304
80	+ 12,26	1.612,26	307,93	371,8694	338,5894	63,9434	30,663	33,280
81	+ 0,53	1.620,53	308,38	371,7603	338,5044	63,3803	30,124	33,256
81	+ 8,80	1.628,80	308,83	371,6513	338,4193	62,8173	29,585	33,232
81	+ 17,06	1.637,06	309,29	371,5422	338,3341	62,2542	29,046	33,208
82	+ 5,33	1.645,33	309,74	371,4332	338,2487	61,6912	28,507	33,185
82	+ 13,60	1.653,60	310,20	371,3242	338,1602	61,1282	27,964	33,164
83	+ 1,87	1.661,87	310,65	371,2132	338,0714	60,5632	27,421	33,142
83	+ 10,14	1.670,14	310,65	371,2132	338,0713	60,5632	27,421	33,142
83	+ 18,40	1.678,40	310,23	371,1110	337,9885	60,8775	27,755	33,123
84	+ 6,67	1.686,67	309,82	371,0068	337,9053	61,1898	28,088	33,102
84	+ 14,94	1.694,94	309,40	370,9026	337,8220	61,5022	28,422	33,081
85	+ 3,21	1.703,21	308,98	370,7985	337,7391	61,8146	28,755	33,059
85	+ 11,48	1.711,48	308,57	370,6944	337,6546	62,1270	29,087	33,040
85	+ 19,74	1.719,74	308,15	370,5902	337,5714	62,4393	29,421	33,019
86	+ 8,01	1.728,01	307,73	370,4861	337,4875	62,7518	29,753	32,999
86	+ 16,28	1.736,28	307,32	370,3819	337,4046	63,0641	30,087	32,977
87	+ 4,55	1.744,55	306,90	370,2778	337,3215	63,3765	30,420	32,956
87	+ 12,82	1.752,82	306,48	370,1736	337,2362	63,6888	30,751	32,937
88	+ 1,08	1.761,08	306,07	370,0695	337,1519	64,0012	31,084	32,918
88	+ 9,35	1.769,35	305,65	369,9653	337,0693	64,3136	31,418	32,896
88	+ 17,62	1.777,62	305,24	369,8612	336,9863	64,6260	31,751	32,875
89	+ 5,89	1.785,89	304,82	369,7570	336,9044	64,9383	32,086	32,853

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
89	+ 14,16	1.794,16	304,40	369,6529	336,8200	65,2507	32,418	32,833
90	+ 2,42	1.802,42	303,99	369,5487	336,7387	65,5630	32,753	32,810
90	+ 10,69	1.810,69	303,57	369,4445	336,6575	65,8754	33,088	32,787
90	+ 18,96	1.818,96	303,15	369,3404	336,5744	66,1878	33,422	32,766
91	+ 7,23	1.827,23	302,74	369,2363	336,4931	66,5002	33,757	32,743
91	+ 15,50	1.835,50	302,32	369,1321	336,4112	66,8125	34,092	32,721
92	+ 3,76	1.843,76	301,90	369,0280	336,3300	67,1250	34,427	32,698
92	+ 12,03	1.852,03	301,49	368,9238	336,2496	67,4373	34,763	32,674
93	+ 0,30	1.860,30	301,07	368,8188	336,1699	67,7488	35,100	32,649
93	+ 8,57	1.868,57	301,07	368,8188	336,1699	67,7488	35,100	32,649
93	+ 16,84	1.876,84	301,01	368,7094	336,0855	67,6994	35,076	32,624
94	+ 5,10	1.885,10	300,95	368,5982	336,0005	67,6482	35,051	32,598
94	+ 13,37	1.893,37	300,95	368,5982	336,0005	67,6482	35,051	32,598
95	+ 1,64	1.901,64	300,60	368,4888	335,9135	67,8913	35,316	32,575
95	+ 9,91	1.909,91	300,25	368,3787	335,8291	68,1337	35,584	32,550
95	+ 18,18	1.918,18	299,89	368,2685	335,7450	68,3760	35,853	32,524
96	+ 6,44	1.926,44	299,54	368,1577	335,6595	68,6177	36,120	32,498
96	+ 14,71	1.934,71	299,54	368,1577	335,6595	68,6177	36,120	32,498
97	+ 2,98	1.942,98	299,80	368,0485	335,5710	68,2471	35,770	32,478
97	+ 11,25	1.951,25	300,06	367,9388	335,4821	67,8759	35,419	32,457
97	+ 19,52	1.959,52	300,32	367,8290	335,3932	67,5047	35,069	32,436
98	+ 7,78	1.967,78	300,59	367,7192	335,3060	67,1335	34,720	32,413
98	+ 16,05	1.976,05	300,85	367,6094	335,2183	66,7623	34,371	32,391
99	+ 4,32	1.984,32	301,11	367,4997	335,1299	66,3911	34,021	32,370
99	+ 12,59	1.992,59	301,37	367,3949	335,0417	66,0249	33,672	32,353
100	+ 0,86	2.000,86	301,37	367,3948	335,0417	66,0248	33,672	32,353
100	+ 9,12	2.009,12	301,16	367,2919	334,9595	66,1340	33,802	32,332
100	+ 17,39	2.017,39	300,95	367,1888	334,8767	66,2430	33,931	32,312
101	+ 5,66	2.025,66	300,73	367,0860	334,7942	66,3523	34,061	32,292
101	+ 13,93	2.033,93	300,52	366,9899	334,7086	66,4683	34,187	32,281
102	+ 2,20	2.042,20	300,31	366,8871	334,6262	66,5776	34,317	32,261
102	+ 10,46	2.050,46	300,10	366,7839	334,5460	66,6865	34,449	32,238
102	+ 18,73	2.058,73	299,89	366,6809	334,4665	66,7956	34,581	32,214
103	+ 7,00	2.067,00	299,67	366,5850	334,3866	66,9118	34,713	32,198

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
103	+ 15,27	2.075,27	299,46	366,4822	334,3041	67,0211	34,843	32,178
104	+ 3,54	2.083,54	299,25	366,3792	334,2243	67,1303	34,975	32,155
104	+ 11,80	2.091,80	299,04	366,2763	334,1447	67,2395	35,108	32,132
105	+ 0,07	2.100,07	298,82	366,1734	334,0625	67,3487	35,238	32,111
105	+ 8,34	2.108,34	298,61	366,0769	333,9813	67,4643	35,369	32,096
105	+ 16,61	2.116,61	298,40	365,9741	333,9001	67,5736	35,500	32,074
106	+ 4,88	2.124,88	298,19	365,8712	333,8173	67,6828	35,629	32,054
106	+ 13,14	2.133,14	297,98	365,7683	333,7363	67,7920	35,760	32,032
107	+ 1,41	2.141,41	297,76	365,6653	333,6534	67,9011	35,889	32,012
107	+ 9,68	2.149,68	297,55	365,5632	333,5721	68,0111	36,020	31,991
107	+ 17,95	2.157,95	297,34	365,4604	333,4901	68,1204	36,150	31,970
108	+ 6,22	2.166,22	297,34	365,4604	333,4901	68,1204	36,150	31,970
108	+ 14,48	2.174,48	297,71	365,3594	333,4097	67,6517	35,702	31,950
109	+ 2,75	2.182,75	298,08	365,2581	333,3285	67,1827	35,253	31,930
109	+ 11,02	2.191,02	298,44	365,1590	333,2486	66,7159	34,806	31,910
109	+ 19,29	2.199,29	298,81	365,0626	333,1664	66,2518	34,356	31,896
110	+ 7,56	2.207,56	299,18	364,9631	333,0872	65,7846	33,909	31,876
110	+ 15,82	2.215,82	299,55	364,8622	333,0060	65,3161	33,460	31,856
111	+ 4,09	2.224,09	299,91	364,7612	332,9245	64,8474	33,011	31,837
111	+ 12,36	2.232,36	300,28	364,6630	332,8454	64,3815	32,564	31,818
112	+ 0,63	2.240,63	300,65	364,5622	332,7643	63,9130	32,115	31,798
112	+ 8,90	2.248,90	301,02	364,4644	332,6828	63,4475	31,666	31,782
112	+ 17,16	2.257,16	301,38	364,3635	332,6008	62,9789	31,216	31,763
113	+ 5,43	2.265,43	301,75	364,2642	332,5210	62,5119	30,769	31,743
113	+ 13,70	2.273,70	302,12	364,1634	332,4413	62,0434	30,321	31,722
114	+ 1,97	2.281,97	302,12	364,1634	332,4413	62,0434	30,321	31,722
114	+ 10,24	2.290,24	301,95	364,0571	332,3557	62,1038	30,402	31,701
114	+ 18,50	2.298,50	301,79	363,9493	332,2689	62,1626	30,482	31,680
115	+ 6,77	2.306,77	301,62	363,8486	332,1824	62,2286	30,562	31,666
115	+ 15,04	2.315,04	301,45	363,7408	332,0945	62,2875	30,641	31,646
116	+ 3,31	2.323,31	301,29	363,6327	332,0052	62,3460	30,719	31,628
116	+ 11,58	2.331,58	301,12	363,5251	331,9147	62,4051	30,795	31,610
116	+ 19,84	2.339,84	301,12	363,5251	331,9147	62,4051	30,795	31,610
117	+ 8,11	2.348,11	301,84	363,4166	331,8245	61,5816	29,990	31,592

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
117 + 16,38	2.356,38	302,55	363,3145	331,7340	60,7645	29,184	31,581	
118 + 4,65	2.364,65	303,27	363,2063	331,6430	59,9413	28,378	31,563	
118 + 12,92	2.372,92	303,98	363,0977	331,5532	59,1177	27,573	31,545	
119 + 1,18	2.381,18	303,98	363,0977	331,5532	59,1177	27,573	31,545	
119 + 9,45	2.389,45	304,36	362,9940	331,4671	58,6314	27,105	31,527	
119 + 17,72	2.397,72	304,75	362,8902	331,3810	58,1450	26,636	31,509	
120 + 5,99	2.405,99	305,13	362,7889	331,2954	57,6611	26,168	31,494	
120 + 14,26	2.414,26	305,51	362,6853	331,2117	57,1749	25,701	31,474	
121 + 2,52	2.422,52	305,89	362,5892	331,1261	56,6961	25,233	31,463	
121 + 10,79	2.430,79	306,28	362,4856	331,0402	56,2099	24,765	31,445	
121 + 19,06	2.439,06	306,66	362,3818	330,9548	55,7235	24,297	31,427	
122 + 7,33	2.447,33	307,04	362,2780	330,8711	55,2371	23,830	31,407	
122 + 15,60	2.455,60	307,42	362,1745	330,7881	54,7510	23,365	31,386	
123 + 3,86	2.463,86	307,81	362,0705	330,7032	54,2644	22,897	31,367	
123 + 12,13	2.472,13	308,19	361,9729	330,6182	53,7842	22,430	31,355	
124 + 0,40	2.480,40	308,57	361,8693	330,5326	53,2980	21,961	31,337	
124 + 8,67	2.488,67	308,95	361,7753	330,4478	52,8214	21,494	31,328	
124 + 16,93	2.496,93	309,34	361,6730	330,3621	52,3365	21,026	31,311	
125 + 5,20	2.505,20	309,72	361,5703	330,2768	51,8512	20,558	31,294	
125 + 13,47	2.513,47	310,10	361,4677	330,1916	51,3660	20,090	31,276	
126 + 1,74	2.521,74	310,48	361,3687	330,1059	50,8844	19,622	31,263	
126 + 10,01	2.530,01	310,87	361,2651	330,0215	50,3982	19,155	31,244	
126 + 18,27	2.538,27	311,25	361,1686	329,9394	49,9190	18,690	31,229	
127 + 6,54	2.546,54	311,63	361,0653	329,8550	49,4331	18,223	31,210	
127 + 14,81	2.554,81	312,01	360,9617	329,7697	48,9469	17,755	31,192	
128 + 3,08	2.563,08	312,40	360,8578	329,6843	48,4604	17,287	31,174	
128 + 11,35	2.571,35	312,78	360,7542	329,5997	47,9742	16,820	31,155	
128 + 19,61	2.579,61	312,78	360,7542	329,5997	47,9742	16,820	31,155	
129 + 7,88	2.587,88	312,63	360,6458	329,5105	48,0158	16,881	31,135	
129 + 16,15	2.596,15	312,48	360,5359	329,4200	48,0559	16,940	31,116	
130 + 4,42	2.604,42	312,48	360,5359	329,4200	48,0559	16,940	31,116	
130 + 12,69	2.612,69	313,59	360,4321	329,3340	46,8411	15,743	31,098	
131 + 0,95	2.620,95	314,70	360,3259	329,2452	45,6239	14,543	31,081	
131 + 9,22	2.629,22	315,81	360,2176	329,1544	44,4046	13,341	31,063	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
131 + 17,49	2.637,49	316,92	360,1091	329,0630	43,1851	12,139	31,046	
132 + 5,76	2.645,76	318,04	360,0004	328,9731	41,9654	10,938	31,027	
132 + 14,03	2.654,03	319,15	359,8919	328,8841	40,7459	9,738	31,008	
133 + 2,29	2.662,29	320,26	359,7890	328,7951	39,5320	8,538	30,994	
133 + 10,56	2.670,56	321,37	359,6807	328,7029	38,3127	7,335	30,978	
133 + 18,83	2.678,83	322,48	359,5747	328,6130	37,0957	6,134	30,962	
134 + 7,10	2.687,10	323,59	359,4696	328,5219	35,8796	4,932	30,948	
134 + 15,37	2.695,37	323,59	359,4696	328,5219	35,8796	4,932	30,948	
135 + 3,63	2.703,63	323,79	359,3616	328,4307	35,5766	4,646	30,931	
135 + 11,90	2.711,90	323,98	359,2538	328,3400	35,2738	4,360	30,914	
136 + 0,17	2.720,17	324,18	359,1543	328,2527	34,9793	4,078	30,902	
136 + 8,44	2.728,44	324,37	359,0475	328,1676	34,6775	3,798	30,880	
136 + 16,71	2.736,71	324,37	359,0475	328,1676	34,6775	3,798	30,880	
137 + 4,97	2.744,97	323,96	358,9404	328,0822	34,9854	4,127	30,858	
137 + 13,24	2.753,24	323,54	358,8421	327,9959	35,3021	4,456	30,846	
138 + 1,51	2.761,51	323,13	358,7347	327,9105	35,6097	4,786	30,824	
138 + 9,78	2.769,78	322,71	358,6270	327,8249	35,9170	5,115	30,802	
138 + 18,05	2.778,05	322,30	358,5199	327,7390	36,2249	5,444	30,781	
139 + 6,31	2.786,31	321,88	358,4157	327,6535	36,5357	5,774	30,762	
139 + 14,58	2.794,58	321,88	358,4157	327,6535	36,5357	5,774	30,762	
140 + 2,85	2.802,85	320,09	358,3097	327,5702	38,2247	7,485	30,740	
140 + 11,12	2.811,12	318,29	358,2092	327,4861	39,9192	9,196	30,723	
140 + 19,39	2.819,39	318,29	358,2092	327,4861	39,9192	9,196	30,723	
141 + 7,65	2.827,65	317,77	358,1010	327,3955	40,3310	9,626	30,706	
141 + 15,92	2.835,92	317,25	357,9926	327,3037	40,7426	10,054	30,689	
142 + 4,19	2.844,19	316,73	357,8834	327,2138	41,1534	10,484	30,670	
142 + 12,46	2.852,46	316,21	357,7857	327,1225	41,5757	10,913	30,663	
143 + 0,73	2.860,73	315,69	357,6786	327,0368	41,9886	11,347	30,642	
143 + 8,99	2.868,99	315,17	357,5710	326,9515	42,4010	11,782	30,620	
143 + 17,26	2.877,26	314,65	357,4636	326,8656	42,8136	12,216	30,598	
144 + 5,53	2.885,53	314,13	357,3593	326,7807	43,2293	12,651	30,579	
144 + 13,80	2.893,80	314,13	357,3593	326,7807	43,2293	12,651	30,579	
145 + 2,07	2.902,07	314,73	357,2511	326,6964	42,5244	11,970	30,555	
145 + 10,33	2.910,33	315,32	357,1472	326,6133	41,8239	11,290	30,534	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
145 + 18,60	2.918,60	315,92	357,0390	326,5266	41,1190	10,607	30,512	
146 + 6,87	2.926,87	316,52	356,9311	326,4396	40,4144	9,923	30,492	
146 + 15,14	2.935,14	317,11	356,8224	326,3567	39,7091	9,243	30,466	
147 + 3,41	2.943,41	317,71	356,7121	326,2723	39,0021	8,562	30,440	
147 + 11,67	2.951,67	317,71	356,7121	326,2723	39,0021	8,562	30,440	
147 + 19,94	2.959,94	317,04	356,6110	326,1956	39,5704	9,155	30,415	
148 + 8,21	2.968,21	316,37	356,5094	326,1194	40,1381	9,748	30,390	
148 + 16,48	2.976,48	315,70	356,4119	326,0432	40,7099	10,341	30,369	
149 + 4,75	2.984,75	315,03	356,3118	325,9653	41,2791	10,933	30,347	
149 + 13,01	2.993,01	314,36	356,2163	325,8878	41,8530	11,525	30,329	
150 + 1,28	3.001,28	313,69	356,1162	325,8046	42,4222	12,111	30,312	
150 + 9,55	3.009,55	313,02	356,0166	325,7228	42,9919	12,698	30,294	
150 + 17,82	3.017,82	312,36	355,9146	325,6434	43,5593	13,288	30,271	
151 + 6,09	3.026,09	311,69	355,8134	325,5644	44,1274	13,878	30,249	
151 + 14,35	3.034,35	311,02	355,7159	325,4833	44,6992	14,467	30,233	
152 + 2,62	3.042,62	310,35	355,6158	325,3980	45,2684	15,051	30,218	
152 + 10,89	3.050,89	309,68	355,5162	325,3187	45,8382	15,641	30,198	
152 + 19,16	3.059,16	309,01	355,4148	325,2398	46,4061	16,231	30,175	
153 + 7,43	3.067,43	308,34	355,3130	325,1588	46,9736	16,819	30,154	
153 + 15,69	3.075,69	307,67	355,2116	325,0736	47,5416	17,404	30,138	
154 + 3,96	3.083,96	307,67	355,2116	325,0736	47,5416	17,404	30,138	
154 + 12,23	3.092,23	308,27	355,1118	324,9964	46,8418	16,726	30,115	
155 + 0,50	3.100,50	308,87	355,0112	324,9178	46,1412	16,048	30,093	
155 + 8,77	3.108,77	309,47	354,9115	324,8336	45,4415	15,364	30,078	
155 + 17,03	3.117,03	310,07	354,8115	324,7563	44,7415	14,686	30,055	
156 + 5,30	3.125,30	310,67	354,7122	324,6786	44,0422	14,009	30,034	
156 + 13,57	3.133,57	311,27	354,6138	324,5999	43,3438	13,330	30,014	
157 + 1,84	3.141,84	311,87	354,5157	324,5181	42,6457	12,648	29,998	
157 + 10,11	3.150,11	312,47	354,4167	324,4369	41,9467	11,967	29,980	
157 + 18,37	3.158,37	313,07	354,3173	324,3691	41,2473	11,299	29,948	
158 + 6,64	3.166,64	313,67	354,2189	324,3510	40,5489	10,681	29,868	
158 + 14,91	3.174,91	314,27	354,1208	324,3369	39,8508	10,067	29,784	
159 + 3,18	3.183,18	314,87	354,0214	324,3228	39,1514	9,453	29,699	
159 + 11,45	3.191,45	314,87	354,0214	324,3228	39,1514	9,453	29,699	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
159 + 19,71	3.199,71	314,60	353,9192	324,3080	39,3215	9,710	29,611	
160 + 7,98	3.207,98	314,33	353,8170	324,2935	39,4917	9,968	29,524	
160 + 16,25	3.216,25	314,05	353,7153	324,2788	39,6624	10,226	29,437	
161 + 4,52	3.224,52	313,78	353,6130	324,2641	39,8324	10,484	29,349	
161 + 12,79	3.232,79	313,51	353,5110	324,2556	40,0028	10,747	29,255	
162 + 1,05	3.241,05	313,24	353,4091	324,2469	40,1732	11,011	29,162	
162 + 9,32	3.249,32	312,96	353,3066	324,2389	40,3431	11,275	29,068	
162 + 17,59	3.257,59	312,69	353,2046	324,2241	40,5134	11,533	28,981	
163 + 5,86	3.265,86	312,42	353,1025	324,2101	40,6837	11,791	28,892	
163 + 14,13	3.274,13	312,15	353,0022	324,1955	40,8557	12,049	28,807	
164 + 2,39	3.282,39	311,87	352,9015	324,1816	41,0274	12,308	28,720	
164 + 10,66	3.290,66	311,60	352,8013	324,1676	41,1996	12,566	28,634	
164 + 18,93	3.298,93	311,33	352,6993	324,1537	41,3699	12,824	28,546	
165 + 7,20	3.307,20	311,06	352,5975	324,1400	41,5405	13,083	28,458	
165 + 15,46	3.315,46	310,78	352,4950	324,1271	41,7103	13,342	28,368	
166 + 3,73	3.323,73	310,51	352,3927	324,1136	41,8804	13,601	28,279	
166 + 12,00	3.332,00	310,24	352,2906	324,0986	42,0506	13,859	28,192	
167 + 0,27	3.340,27	310,24	352,2906	324,0986	42,0506	13,859	28,192	
167 + 8,54	3.348,54	310,48	352,1825	324,0812	41,7025	13,601	28,101	
167 + 16,80	3.356,80	310,72	352,0743	324,0681	41,3543	13,348	28,006	
168 + 5,07	3.365,07	310,96	351,9664	324,0553	41,0064	13,095	27,911	
168 + 13,34	3.373,34	311,20	351,8588	324,0376	40,6588	12,838	27,821	
169 + 1,61	3.381,61	311,44	351,7523	324,0204	40,3123	12,580	27,732	
169 + 9,88	3.389,88	311,68	351,6461	324,0024	39,9661	12,322	27,644	
169 + 18,14	3.398,14	311,92	351,5385	323,9854	39,6185	12,065	27,553	
170 + 6,41	3.406,41	312,16	351,4307	323,9675	39,2707	11,807	27,463	
170 + 14,68	3.414,68	312,40	351,3226	323,9559	38,9226	11,556	27,367	
171 + 2,95	3.422,95	312,64	351,2155	323,9409	38,5755	11,301	27,275	
171 + 11,22	3.431,22	312,64	351,2155	323,9409	38,5755	11,301	27,275	
171 + 19,48	3.439,48	312,17	351,1082	323,9269	38,9382	11,757	27,181	
172 + 7,75	3.447,75	311,70	350,9995	323,9126	39,2995	12,213	27,087	
172 + 16,02	3.456,02	311,23	350,8895	323,8993	39,6595	12,669	26,990	
173 + 4,29	3.464,29	310,76	350,7814	323,8857	40,0214	13,126	26,896	
173 + 12,56	3.472,56	310,29	350,6741	323,8719	40,3841	13,582	26,802	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
174 + 0,82	3.480,82	310,29	350,6741	323,8719	40,3841	13,582	26,802	
174 + 9,09	3.489,09	310,45	350,5667	323,8586	40,1134	13,405	26,708	
174 + 17,36	3.497,36	310,62	350,4597	323,8457	39,8430	13,229	26,614	
175 + 5,63	3.505,63	310,78	350,3537	323,8332	39,5737	13,053	26,521	
175 + 13,90	3.513,90	310,94	350,2467	323,8208	39,3034	12,878	26,426	
176 + 2,16	3.522,16	311,11	350,1407	323,8087	39,0340	12,702	26,332	
176 + 10,43	3.530,43	311,27	350,0336	323,7969	38,7636	12,527	26,237	
176 + 18,70	3.538,70	311,27	350,0336	323,7970	38,7636	12,527	26,237	
177 + 6,97	3.546,97	311,23	349,9274	323,7895	38,6964	12,559	26,138	
177 + 15,24	3.555,24	311,19	349,8202	323,7768	38,6282	12,585	26,043	
178 + 3,50	3.563,50	311,15	349,7137	323,7637	38,5607	12,611	25,950	
178 + 11,77	3.571,77	311,11	349,6072	323,7509	38,4932	12,637	25,856	
179 + 0,04	3.580,04	311,08	349,5010	323,7432	38,4260	12,668	25,758	
179 + 8,31	3.588,31	311,04	349,3933	323,7310	38,3573	12,695	25,662	
179 + 16,58	3.596,58	311,00	349,2869	323,7185	38,2899	12,722	25,568	
180 + 4,84	3.604,84	310,96	349,1796	323,7061	38,2216	12,748	25,474	
180 + 13,11	3.613,11	310,92	349,0716	323,6934	38,1526	12,774	25,378	
181 + 1,38	3.621,38	310,88	348,9643	323,6805	38,0843	12,801	25,284	
181 + 9,65	3.629,65	310,88	348,9643	323,6805	38,0843	12,801	25,284	
181 + 17,92	3.637,92	311,42	348,8571	323,6676	37,4371	12,248	25,190	
182 + 6,18	3.646,18	311,96	348,7491	323,6597	36,7891	11,700	25,089	
182 + 14,45	3.654,45	312,50	348,6419	323,6473	36,1419	11,147	24,995	
183 + 2,72	3.662,72	313,04	348,5328	323,6350	35,4928	10,595	24,898	
183 + 10,99	3.670,99	313,58	348,4232	323,6223	34,8432	10,042	24,801	
183 + 19,26	3.679,26	314,12	348,3141	323,6106	34,1941	9,491	24,704	
184 + 7,52	3.687,52	314,66	348,2052	323,5983	33,5452	8,938	24,607	
184 + 15,79	3.695,79	315,20	348,0978	323,5913	32,8978	8,391	24,507	
185 + 4,06	3.704,06	315,20	348,0978	323,5913	32,8978	8,391	24,507	
185 + 12,33	3.712,33	313,89	347,9891	323,5800	34,0966	9,688	24,409	
186 + 0,60	3.720,60	312,59	347,8808	323,5692	35,2958	10,984	24,312	
186 + 8,86	3.728,86	311,28	347,7728	323,5556	36,4953	12,278	24,217	
186 + 17,13	3.737,13	309,97	347,6641	323,5418	37,6941	13,572	24,122	
187 + 5,40	3.745,40	308,66	347,5562	323,5281	38,8937	14,866	24,028	
187 + 13,67	3.753,67	307,36	347,4478	323,5141	40,0928	16,159	23,934	



## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
188 + 1,94	3.761,94	306,05	347,3395	323,5005	41,2920	17,453	23,839	
188 + 10,20	3.770,20	304,74	347,2307	323,4873	42,4907	18,747	23,743	
188 + 18,47	3.778,47	304,74	347,2307	323,4873	42,4907	18,747	23,743	
189 + 6,74	3.786,74	305,38	347,1216	323,4742	41,7461	18,099	23,647	
189 + 15,01	3.795,01	306,01	347,0128	323,4647	41,0017	17,454	23,548	
190 + 3,28	3.803,28	306,65	346,9038	323,4511	40,2571	16,804	23,453	
190 + 11,54	3.811,54	307,28	346,7955	323,4377	39,5133	16,156	23,358	
190 + 19,81	3.819,81	307,92	346,6874	323,4244	38,7696	15,507	23,263	
191 + 8,08	3.828,08	308,55	346,5784	323,4151	38,0251	14,862	23,163	
191 + 16,35	3.836,35	309,19	346,4701	323,4026	37,2812	14,214	23,068	
192 + 4,62	3.844,62	309,82	346,3610	323,3921	36,5366	13,568	22,969	
192 + 12,88	3.852,88	310,46	346,2524	323,3825	35,7924	12,923	22,870	
193 + 1,15	3.861,15	310,46	346,2523	323,3825	35,7923	12,923	22,870	
193 + 9,42	3.869,42	310,01	346,1504	323,3788	36,1436	13,372	22,772	
193 + 17,69	3.877,69	309,55	346,0477	323,3724	36,4940	13,819	22,675	
194 + 5,96	3.885,96	309,10	345,9441	323,3663	36,8436	14,266	22,578	
194 + 14,22	3.894,22	308,65	345,8414	323,3596	37,1940	14,712	22,482	
195 + 2,49	3.902,49	308,19	345,7383	323,3565	37,5441	15,162	22,382	
195 + 10,76	3.910,76	307,74	345,6359	323,3504	37,8948	15,609	22,286	
195 + 19,03	3.919,03	307,29	345,5333	323,3448	38,2454	16,057	22,189	
196 + 7,30	3.927,30	306,83	345,4305	323,3399	38,5958	16,505	22,091	
196 + 15,56	3.935,56	306,38	345,3279	323,3340	38,9463	16,952	21,994	
197 + 3,83	3.943,83	305,93	345,2252	323,3313	39,2968	17,403	21,894	
197 + 12,10	3.952,10	305,48	345,1218	323,3259	39,6465	17,851	21,796	
198 + 0,37	3.960,37	305,02	345,0193	323,3203	39,9972	18,298	21,699	
198 + 8,64	3.968,64	304,57	344,9164	323,3179	40,3475	18,749	21,599	
198 + 16,90	3.976,90	304,12	344,8136	323,3122	40,6978	19,196	21,501	
199 + 5,17	3.985,17	303,66	344,7110	323,3075	41,0484	19,645	21,404	
199 + 13,44	3.993,44	303,21	344,6080	323,3056	41,3985	20,096	21,302	
200 + 1,71	4.001,71	302,76	344,5042	323,3002	41,7479	20,544	21,204	
200 + 9,98	4.009,98	302,30	344,4018	323,2959	42,0986	20,993	21,106	
200 + 18,24	4.018,24	301,85	344,2991	323,2915	42,4491	21,442	21,008	
201 + 6,51	4.026,51	301,85	344,2991	323,2915	42,4491	21,442	21,008	
201 + 14,78	4.034,78	301,78	344,1900	323,2859	42,4092	21,505	20,904	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
202 + 3,05	4.043,05	301,71	344,0814	323,2820	42,3697	21,570	20,799	
202 + 11,32	4.051,32	301,64	343,9729	323,2737	42,3304	21,631	20,699	
202 + 19,58	4.059,58	301,57	343,8645	323,2654	42,2912	21,692	20,599	
203 + 7,85	4.067,85	301,50	343,7569	323,2569	42,2527	21,753	20,500	
203 + 16,12	4.076,12	301,44	343,6485	323,2485	42,2135	21,814	20,400	
204 + 4,39	4.084,39	301,37	343,5402	323,2406	42,1744	21,875	20,300	
204 + 12,66	4.092,66	301,30	343,4321	323,2325	42,1354	21,936	20,200	
205 + 0,92	4.100,92	301,23	343,3244	323,2243	42,0969	21,997	20,100	
205 + 9,19	4.109,19	301,16	343,2162	323,2191	42,0579	22,061	19,997	
205 + 17,46	4.117,46	301,09	343,1083	323,2121	42,0191	22,123	19,896	
206 + 5,73	4.125,73	301,02	343,0004	323,2049	41,9804	22,185	19,796	
206 + 13,99	4.133,99	301,02	343,0004	323,2049	41,9804	22,185	19,796	
207 + 2,26	4.142,26	300,51	342,8996	323,1989	42,3875	22,687	19,701	
207 + 10,53	4.150,53	300,00	342,7994	323,1940	42,7951	23,190	19,605	
207 + 18,80	4.158,80	299,50	342,6959	323,1894	43,1995	23,693	19,507	
208 + 7,07	4.167,07	298,99	342,5929	323,1884	43,6043	24,200	19,405	
208 + 15,33	4.175,33	298,48	342,4920	323,1850	44,0113	24,704	19,307	
209 + 3,60	4.183,60	297,97	342,3916	323,1822	44,4188	25,209	19,209	
209 + 11,87	4.191,87	297,47	342,2911	323,1787	44,8261	25,714	19,112	
210 + 0,14	4.200,14	296,96	342,1902	323,1759	45,2330	26,219	19,014	
210 + 8,41	4.208,41	296,45	342,0873	323,1729	45,6380	26,724	18,914	
210 + 16,67	4.216,67	295,94	341,9867	323,1699	46,0453	27,229	18,817	
211 + 4,94	4.224,94	295,43	341,8828	323,1674	46,4492	27,734	18,715	
211 + 13,21	4.233,21	294,93	341,7819	323,1668	46,8562	28,241	18,615	
212 + 1,48	4.241,48	294,42	341,6810	323,1642	47,2632	28,746	18,517	
212 + 9,75	4.249,75	293,91	341,5769	323,1613	47,6669	29,251	18,416	
212 + 18,01	4.258,01	293,91	341,5769	323,1613	47,6669	29,251	18,416	
213 + 6,28	4.266,28	293,87	341,4705	323,1600	47,5960	29,286	18,311	
213 + 14,55	4.274,55	293,84	341,3677	323,1561	47,5288	29,317	18,212	
214 + 2,82	4.282,82	293,80	341,2639	323,1527	47,4606	29,349	18,111	
214 + 11,09	4.291,09	293,77	341,1607	323,1490	47,3929	29,381	18,012	
214 + 19,35	4.299,35	293,73	341,0542	323,1476	47,3220	29,415	17,907	
215 + 7,62	4.307,62	293,70	340,9511	323,1455	47,2544	29,449	17,806	
215 + 15,89	4.315,89	293,66	340,8474	323,1423	47,1863	29,481	17,705	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
216 + 4,16	4.324,16	293,63	340,7407	323,1392	47,1152	29,514	17,602	
216 + 12,43	4.332,43	293,59	340,6374	323,1384	47,0474	29,548	17,499	
217 + 0,69	4.340,69	293,59	340,6374	323,1384	47,0474	29,548	17,499	
217 + 8,96	4.348,96	293,55	340,5335	323,1353	46,9859	29,588	17,398	
217 + 17,23	4.357,23	293,51	340,4286	323,1339	46,9234	29,629	17,295	
218 + 5,50	4.365,50	293,46	340,3243	323,1314	46,8615	29,669	17,193	
218 + 13,77	4.373,77	293,42	340,2203	323,1289	46,7999	29,709	17,091	
219 + 2,03	4.382,03	293,38	340,1165	323,1270	46,7385	29,749	16,990	
219 + 10,30	4.390,30	293,34	340,0083	323,1248	46,6727	29,789	16,884	
219 + 18,57	4.398,57	293,29	339,9047	323,1245	46,6115	29,831	16,780	
220 + 6,84	4.406,84	293,25	339,8010	323,1240	46,5502	29,873	16,677	
220 + 15,11	4.415,11	293,21	339,6968	323,1226	46,4884	29,914	16,574	
221 + 3,37	4.423,37	293,17	339,5930	323,1213	46,4270	29,955	16,472	
221 + 11,64	4.431,64	293,12	339,4885	323,1205	46,3649	29,997	16,368	
221 + 19,91	4.439,91	293,08	339,3799	323,1199	46,2987	30,039	16,260	
222 + 8,18	4.448,18	293,04	339,2761	323,1193	46,2373	30,081	16,157	
222 + 16,45	4.456,45	293,00	339,1721	323,1185	46,1757	30,122	16,054	
223 + 4,71	4.464,71	292,95	339,0680	323,1183	46,1140	30,164	15,950	
223 + 12,98	4.472,98	292,91	338,9642	323,1176	46,0526	30,206	15,847	
224 + 1,25	4.481,25	292,87	338,8603	323,1176	45,9911	30,248	15,743	
224 + 9,52	4.489,52	292,83	338,7561	323,1174	45,9293	30,291	15,639	
224 + 17,79	4.497,79	292,78	338,6516	323,1177	45,8672	30,333	15,534	
225 + 6,05	4.506,05	292,74	338,5470	323,1178	45,8050	30,376	15,429	
225 + 14,32	4.514,32	292,70	338,4374	323,1193	45,7378	30,420	15,318	
226 + 2,59	4.522,59	292,66	338,3334	323,1200	45,6762	30,463	15,213	
226 + 10,86	4.530,86	292,61	338,2294	323,1209	45,6146	30,506	15,109	
226 + 19,13	4.539,13	292,57	338,1255	323,1226	45,5531	30,550	15,003	
227 + 7,39	4.547,39	292,53	338,0215	323,1238	45,4915	30,594	14,898	
227 + 15,66	4.555,66	292,53	338,0215	323,1238	45,4915	30,594	14,898	
228 + 3,93	4.563,93	292,78	337,9155	323,1269	45,1393	30,351	14,789	
228 + 12,20	4.572,20	293,02	337,8154	323,1302	44,7931	30,108	14,685	
229 + 0,47	4.580,47	293,27	337,7093	323,1338	44,4408	29,865	14,576	
229 + 8,73	4.588,73	293,51	337,6092	323,1385	44,0946	29,624	14,471	
229 + 17,00	4.597,00	293,76	337,5089	323,1422	43,7481	29,381	14,367	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
230 + 5,27	4.605,27	294,01	337,4026	323,1469	43,3957	29,140	14,256	
230 + 13,54	4.613,54	294,25	337,3025	323,1513	43,0494	28,898	14,151	
231 + 1,81	4.621,81	294,50	337,2020	323,1570	42,7028	28,658	14,045	
231 + 10,07	4.630,07	294,75	337,1017	323,1637	42,3563	28,418	13,938	
231 + 18,34	4.638,34	294,99	337,0020	323,1712	42,0105	28,180	13,831	
232 + 6,61	4.646,61	295,24	336,8952	323,1788	41,6575	27,941	13,716	
232 + 14,88	4.654,88	295,48	336,7951	323,1862	41,3112	27,702	13,609	
233 + 3,15	4.663,15	295,73	336,6951	323,1938	40,9651	27,464	13,501	
233 + 11,41	4.671,41	295,73	336,6951	323,1938	40,9651	27,464	13,501	
233 + 19,68	4.679,68	294,16	336,5933	323,2016	42,4383	29,047	13,392	
234 + 7,95	4.687,95	292,58	336,4846	323,2088	43,9046	30,629	13,276	
234 + 16,22	4.696,22	292,58	336,4846	323,2088	43,9046	30,629	13,276	
235 + 4,49	4.704,49	292,56	336,3815	323,2159	43,8206	30,655	13,166	
235 + 12,75	4.712,75	292,54	336,2778	323,2232	43,7361	30,682	13,055	
236 + 1,02	4.721,02	292,52	336,1746	323,2310	43,6520	30,708	12,944	
236 + 9,29	4.729,29	292,50	336,0637	323,2379	43,5602	30,734	12,826	
236 + 17,56	4.737,56	292,48	335,9607	323,2451	43,4764	30,761	12,716	
237 + 5,83	4.745,83	292,47	335,8570	323,2520	43,3918	30,787	12,605	
237 + 14,09	4.754,09	292,45	335,7535	323,2593	43,3074	30,813	12,494	
238 + 2,36	4.762,36	292,43	335,6502	323,2677	43,2233	30,841	12,383	
238 + 10,63	4.770,63	292,41	335,5390	323,2755	43,1312	30,868	12,264	
238 + 18,90	4.778,90	292,39	335,4352	323,2841	43,0465	30,895	12,151	
239 + 7,17	4.787,17	292,37	335,3318	323,2926	42,9622	30,923	12,039	
239 + 15,43	4.795,43	292,35	335,2288	323,3020	42,8784	30,952	11,927	
240 + 3,70	4.803,70	292,33	335,1250	323,3114	42,7937	30,980	11,814	
240 + 11,97	4.811,97	292,31	335,0217	323,3211	42,7095	31,009	11,701	
241 + 0,24	4.820,24	292,29	334,9184	323,3310	42,6253	31,038	11,587	
241 + 8,51	4.828,51	292,27	334,8151	323,3404	42,5412	31,067	11,475	
241 + 16,77	4.836,77	292,25	334,7116	323,3508	42,4568	31,096	11,361	
242 + 5,04	4.845,04	292,24	334,5995	323,3596	42,3638	31,124	11,240	
242 + 13,31	4.853,31	292,22	334,4959	323,3701	42,2794	31,154	11,126	
243 + 1,58	4.861,58	292,20	334,3925	323,3806	42,1951	31,183	11,012	
243 + 9,85	4.869,85	292,18	334,2893	323,3919	42,1110	31,214	10,897	
243 + 18,11	4.878,11	292,16	334,1859	323,4031	42,0268	31,244	10,783	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
244 + 6,38	4.886,38	292,14	334,0826	323,4123	41,9426	31,272	10,670	
244 + 14,65	4.894,65	292,14	334,0826	323,4124	41,9426	31,272	10,670	
245 + 2,92	4.902,92	291,66	333,9606	323,4212	42,3006	31,761	10,539	
245 + 11,19	4.911,19	291,18	333,8484	323,4271	42,6684	32,247	10,421	
245 + 19,45	4.919,45	291,18	333,8484	323,4271	42,6684	32,247	10,421	
246 + 7,72	4.927,72	292,11	333,7440	323,4355	41,6340	31,326	10,309	
246 + 15,99	4.935,99	293,04	333,6390	323,4468	40,5990	30,407	10,192	
247 + 4,26	4.944,26	293,97	333,5339	323,4580	39,5639	29,488	10,076	
247 + 12,52	4.952,52	293,97	333,5339	323,4580	39,5639	29,488	10,076	
248 + 0,79	4.960,79	294,37	333,4321	323,4689	39,0648	29,102	9,963	
248 + 9,06	4.969,06	294,76	333,3300	323,4816	38,5653	28,717	9,848	
248 + 17,33	4.977,33	295,16	333,2188	323,4940	38,0568	28,332	9,725	
249 + 5,60	4.985,60	295,56	333,1173	323,5059	37,5580	27,947	9,611	
249 + 13,86	4.993,86	295,96	333,0157	323,5193	37,0590	27,563	9,496	
250 + 2,13	5.002,13	296,35	332,9142	323,5331	36,5602	27,179	9,381	
250 + 10,40	5.010,40	296,75	332,8126	323,5452	36,0613	26,794	9,267	
250 + 18,67	5.018,67	297,15	332,7013	323,5598	35,5526	26,411	9,142	
251 + 6,94	5.026,94	297,55	332,6003	323,5727	35,0543	26,027	9,028	
251 + 15,20	5.035,20	297,94	332,4989	323,5870	34,5556	25,644	8,912	
252 + 3,47	5.043,47	298,34	332,3970	323,6005	34,0563	25,260	8,796	
252 + 11,74	5.051,74	298,74	332,2960	323,6150	33,5580	24,877	8,681	
253 + 0,01	5.060,01	299,14	332,1943	323,6289	33,0590	24,494	8,565	
253 + 8,28	5.068,28	299,53	332,0920	323,6410	32,5593	24,108	8,451	
253 + 16,54	5.076,54	299,93	331,9906	323,6546	32,0606	23,725	8,336	
254 + 4,81	5.084,81	299,93	331,9906	323,6546	32,0606	23,725	8,336	
254 + 13,08	5.093,08	300,47	331,8890	323,6691	31,4229	23,203	8,220	
255 + 1,35	5.101,35	301,00	331,7863	323,6825	30,7841	22,680	8,104	
255 + 9,62	5.109,62	301,54	331,6836	323,6942	30,1453	22,156	7,989	
255 + 17,88	5.117,88	302,07	331,5812	323,7082	29,5068	21,634	7,873	
256 + 6,15	5.126,15	302,61	331,4684	323,7229	28,8579	21,112	7,745	
256 + 14,42	5.134,42	303,15	331,3658	323,7392	28,2191	20,593	7,627	
257 + 2,69	5.142,69	303,68	331,2630	323,7566	27,5802	20,074	7,506	
257 + 10,96	5.150,96	304,22	331,1605	323,7718	26,9416	19,553	7,389	
257 + 19,22	5.159,22	304,76	331,0582	323,7890	26,3032	19,034	7,269	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
258 + 7,49	5.167,49	305,29	330,9557	323,8072	25,6646	18,516	7,148	
258 + 15,76	5.175,76	305,83	330,8533	323,8261	25,0261	17,999	7,027	
259 + 4,03	5.184,03	306,36	330,7396	323,8441	24,3763	17,481	6,895	
259 + 12,30	5.192,30	306,90	330,6305	323,8624	23,7311	16,963	6,768	
260 + 0,56	5.200,56	307,44	330,5270	323,8811	23,0915	16,446	6,646	
260 + 8,83	5.208,83	307,97	330,4246	323,9003	22,4530	15,929	6,524	
260 + 17,10	5.217,10	308,51	330,3191	323,9196	21,8113	15,412	6,399	
261 + 5,37	5.225,37	309,04	330,2169	323,9384	21,1730	14,895	6,279	
261 + 13,64	5.233,64	309,58	330,1146	323,9574	20,5346	14,377	6,157	
262 + 1,90	5.241,90	309,58	330,1146	323,9574	20,5346	14,377	6,157	
262 + 10,17	5.250,17	309,14	330,0052	323,9728	20,8641	14,832	6,032	
262 + 18,44	5.258,44	308,70	329,8961	323,9904	21,1939	15,288	5,906	
263 + 6,71	5.266,71	308,26	329,7876	324,0079	21,5243	15,745	5,780	
263 + 14,98	5.274,98	307,82	329,6790	324,0252	21,8546	16,201	5,654	
264 + 3,24	5.283,24	307,39	329,5708	324,0429	22,1852	16,657	5,528	
264 + 11,51	5.291,51	306,95	329,4482	324,0610	22,5015	17,114	5,387	
264 + 19,78	5.299,78	306,51	329,3335	324,0792	22,8257	17,571	5,254	
265 + 8,05	5.308,05	306,07	329,2163	324,0975	23,1474	18,029	5,119	
265 + 16,32	5.316,32	305,63	329,1003	324,1144	23,4703	18,484	4,986	
266 + 4,58	5.324,58	305,63	329,1003	324,1144	23,4703	18,484	4,986	
266 + 12,85	5.332,85	306,14	328,9928	324,1313	22,8503	17,989	4,861	
267 + 1,12	5.341,12	306,66	328,8852	324,1482	22,2302	17,493	4,737	
267 + 9,39	5.349,39	307,17	328,7779	324,1661	21,6104	16,999	4,612	
267 + 17,66	5.357,66	307,68	328,6687	324,1841	20,9887	16,504	4,485	
268 + 5,92	5.365,92	308,19	328,5608	324,1989	20,3683	16,006	4,362	
268 + 14,19	5.374,19	308,71	328,4524	324,2166	19,7474	15,512	4,236	
269 + 2,46	5.382,46	309,22	328,3440	324,2352	19,1265	15,018	4,109	
269 + 10,73	5.390,73	309,73	328,2230	324,2542	18,4930	14,524	3,969	
269 + 19,00	5.399,00	309,73	328,2230	324,2542	18,4930	14,524	3,969	
270 + 7,26	5.407,26	309,69	328,1146	324,2702	18,4212	14,577	3,844	
270 + 15,53	5.415,53	309,66	328,0077	324,2903	18,3510	14,634	3,717	
271 + 3,80	5.423,80	309,62	327,8975	324,3109	18,2775	14,691	3,587	
271 + 12,07	5.432,07	309,58	327,7914	324,3310	18,2081	14,748	3,460	
272 + 0,34	5.440,34	309,55	327,6848	324,3512	18,1381	14,805	3,334	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA COM PROTEÇÃO

Estaca	Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
272 + 8,60	5.448,60	309,51	327,5782	324,3751	18,0682	14,865	3,203	
272 + 16,87	5.456,87	309,51	327,5782	324,3751	18,0682	14,865	3,203	
273 + 5,14	5.465,14	309,81	327,4767	324,4000	17,6637	14,587	3,077	
273 + 13,41	5.473,41	310,12	327,3607	324,4242	17,2448	14,308	2,937	
274 + 1,68	5.481,68	310,42	327,2587	324,4433	16,8399	14,025	2,815	
274 + 9,94	5.489,94	310,72	327,1573	324,4640	16,4355	13,742	2,693	
274 + 18,21	5.498,21	311,02	327,0553	324,4831	16,0306	13,458	2,572	
275 + 6,48	5.506,48	311,33	326,9538	324,5044	15,6261	13,177	2,449	
275 + 14,75	5.514,75	311,63	326,8371	324,5292	15,2065	12,899	2,308	
276 + 3,02	5.523,02	311,93	326,7354	324,5557	14,8019	12,622	2,180	
276 + 11,28	5.531,28	312,24	326,6339	324,5809	14,3974	12,344	2,053	
276 + 19,55	5.539,55	312,54	326,5324	324,6064	13,9930	12,067	1,926	
277 + 7,82	5.547,82	312,84	326,4279	324,6313	13,5856	11,789	1,797	
277 + 16,09	5.556,09	313,15	326,3262	324,6556	13,1809	11,510	1,671	
278 + 4,36	5.564,36	313,45	326,2145	324,6806	12,7663	11,232	1,534	
278 + 12,62	5.572,62	313,75	326,1086	324,7083	12,3574	10,957	1,400	
279 + 0,89	5.580,89	314,05	326,0070	324,7364	11,9529	10,682	1,271	
279 + 9,16	5.589,16	314,36	325,9050	324,7641	11,5479	10,407	1,141	
279 + 17,43	5.597,43	314,66	325,7970	324,7913	11,1370	10,131	1,006	
280 + 5,70	5.605,70	314,66	325,7970	324,7913	11,1370	10,131	1,006	
280 + 13,96	5.613,96	314,16	325,6875	324,8181	11,5325	10,663	0,869	
281 + 2,23	5.622,23	313,65	325,5777	324,8490	11,9277	11,199	0,729	
281 + 10,50	5.630,50	313,15	325,4685	324,8782	12,3235	11,733	0,590	
281 + 18,77	5.638,77	312,64	325,3584	324,9090	12,7184	12,269	0,449	
282 + 7,04	5.647,04	312,64	325,3584	324,9091	12,7184	12,269	0,449	
282 + 15,30	5.655,30	313,16	325,2392	324,9391	12,0759	11,776	0,300	
283 + 3,57	5.663,57	313,69	325,1260	324,9684	11,4393	11,282	0,158	
283 + 11,84	5.671,84	314,21	325,0000	325,0000	10,7900	10,790	0,000	
284 + 0,11	5.680,11	314,21	325,0000	325,0000	10,7900	10,790	0,000	



MONTGOMERY WATSON



### **11.5.3. BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO**

---



## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
19	+	0,00	380,33	341,00	386,0768	323,4332	45,0768	-17,567	62,644	
19	+	16,87	388,60	341,20	385,9728	323,4331	44,7728	-17,767	62,540	
20	+	5,14	396,87	341,30	385,8689	323,4332	44,5689	-17,867	62,436	
20	+	13,40	405,13	341,35	385,7650	323,4335	44,4150	-17,917	62,332	
21	+	1,67	413,40	341,42	385,6611	323,4342	44,2411	-17,986	62,227	
21	+	9,94	421,67	342,38	385,5572	323,4352	43,1772	-18,945	62,122	
21	+	18,21	429,94	342,49	385,4533	323,4352	42,9633	-19,055	62,018	
22	+	6,48	438,21	342,65	385,3494	323,4348	42,6994	-19,215	61,915	
22	+	14,74	446,47	342,85	385,2455	323,4349	42,3955	-19,415	61,811	
23	+	3,01	454,74	343,00	385,1415	323,4346	42,1415	-19,565	61,707	
23	+	11,28	463,01	343,20	385,0376	323,4352	41,8376	-19,765	61,602	
23	+	19,55	471,28	341,89	384,9337	323,4353	43,0404	-18,458	61,498	
24	+	7,82	479,55	341,75	384,8297	323,4361	43,0783	-18,315	61,394	
24	+	16,08	487,81	341,61	384,7258	323,4363	43,1163	-18,173	61,290	
25	+	4,35	496,08	341,47	384,6219	323,4373	43,1543	-18,030	61,185	
25	+	12,62	504,35	341,33	384,5180	323,4375	43,1923	-17,888	61,081	
26	+	0,89	512,62	341,18	384,4140	323,4379	43,2302	-17,746	60,976	
26	+	9,16	520,89	341,04	384,3101	323,4377	43,2682	-17,604	60,872	
26	+	17,42	529,15	340,90	384,2000	323,4372	43,3000	-17,463	60,763	
27	+	5,69	537,42	340,90	384,2000	323,4372	43,3000	-17,463	60,763	
27	+	13,96	545,69	340,92	384,0976	323,4370	43,1751	-17,486	60,661	
28	+	2,23	553,96	340,95	383,9891	323,4368	43,0441	-17,508	60,552	
28	+	10,50	562,23	340,97	383,8805	323,4363	42,9130	-17,531	60,444	
28	+	18,76	570,49	340,99	383,7720	323,4363	42,7820	-17,554	60,336	
29	+	7,03	578,76	341,01	383,6634	323,4360	42,6509	-17,577	60,227	
29	+	15,30	587,03	341,04	383,5548	323,4365	42,5198	-17,599	60,118	
30	+	3,57	595,30	341,06	383,4463	323,4366	42,3888	-17,621	60,010	
30	+	11,84	603,57	341,08	383,3318	323,4369	42,2518	-17,643	59,895	
31	+	0,10	611,83	341,08	383,3318	323,4369	42,2518	-17,643	59,895	
31	+	8,37	620,10	340,70	383,2332	323,4374	42,5364	-17,259	59,796	
31	+	16,64	628,37	340,31	383,1288	323,4384	42,8152	-16,875	59,690	
32	+	4,91	636,64	339,93	383,0243	323,4395	43,0939	-16,491	59,585	
32	+	13,18	644,91	339,55	382,9198	323,4405	43,3726	-16,107	59,479	
33	+	1,44	653,17	339,16	382,8153	323,4416	43,6513	-15,722	59,374	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
33	+	9,71	661,44	338,78	382,7109	323,4426	43,9301	-15,338	59,268
33	+	17,98	669,71	338,40	382,6064	323,4439	44,2088	-14,954	59,163
34	+	6,25	677,98	338,01	382,5019	323,4447	44,4875	-14,570	59,057
34	+	14,52	686,25	337,63	382,3974	323,4457	44,7662	-14,186	58,952
35	+	2,78	694,51	337,25	382,2930	323,4469	45,0450	-13,801	58,846
35	+	11,05	702,78	336,86	382,1885	323,4478	45,3237	-13,417	58,741
35	+	19,32	711,05	336,48	382,0840	323,4489	45,6024	-13,033	58,635
36	+	7,59	719,32	336,10	381,9796	323,4502	45,8812	-12,648	58,529
36	+	15,86	727,59	335,72	381,8751	323,4519	46,1599	-12,263	58,423
37	+	4,12	735,85	335,33	381,7706	323,4525	46,4386	-11,880	58,318
37	+	12,39	744,12	334,95	381,6661	323,4535	46,7173	-11,495	58,213
38	+	0,66	752,39	334,57	381,5616	323,4545	46,9960	-11,111	58,107
38	+	8,93	760,66	334,18	381,4572	323,4555	47,2748	-10,727	58,002
38	+	17,20	768,93	333,80	381,3527	323,4567	47,5535	-10,343	57,896
39	+	5,46	777,19	333,42	381,2482	323,4575	47,8322	-9,959	57,791
39	+	13,73	785,46	333,03	381,1437	323,4581	48,1109	-9,575	57,686
40	+	2,00	793,73	332,65	381,0393	323,4590	48,3897	-9,191	57,580
40	+	10,27	802,00	332,27	380,9348	323,4601	48,6684	-8,806	57,475
40	+	18,53	810,26	331,88	380,8303	323,4613	48,9471	-8,422	57,369
41	+	6,80	818,53	331,50	380,7210	323,4624	49,2210	-8,038	57,259
41	+	15,07	826,80	331,50	380,7210	323,4624	49,2210	-8,038	57,259
42	+	3,34	835,07	331,04	380,6218	323,4634	49,5796	-7,579	57,158
42	+	11,61	843,34	330,58	380,5178	323,4641	49,9334	-7,120	57,054
42	+	19,87	851,60	330,13	380,4138	323,4648	50,2873	-6,662	56,949
43	+	8,14	859,87	329,67	380,3098	323,4659	50,6411	-6,203	56,844
43	+	16,41	868,14	329,21	380,2058	323,4670	50,9949	-5,744	56,739
44	+	4,68	876,41	328,75	380,1018	323,4675	51,3487	-5,286	56,634
44	+	12,95	884,68	328,30	379,9978	323,4681	51,7026	-4,827	56,530
45	+	1,21	892,94	327,84	379,8938	323,4690	52,0564	-4,368	56,425
45	+	9,48	901,21	327,38	379,7898	323,4693	52,4102	-3,910	56,321
45	+	17,75	909,48	326,92	379,6858	323,4702	52,7640	-3,452	56,216
46	+	6,02	917,75	326,46	379,5818	323,4713	53,1179	-2,993	56,111
46	+	14,29	926,02	326,01	379,4778	323,4726	53,4717	-2,534	56,005
47	+	2,55	934,28	325,55	379,3738	323,4745	53,8256	-2,074	55,899

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
47	+	10,82	942,55	325,09	379,2698	323,4755	54,1794	-1,615	55,794
47	+	19,09	950,82	324,63	379,1657	323,4772	54,5331	-1,155	55,689
48	+	7,36	959,09	324,17	379,0617	323,4781	54,8869	-0,697	55,584
48	+	15,63	967,36	323,72	378,9577	323,4785	55,2408	-0,238	55,479
49	+	3,89	975,62	323,26	378,8537	323,4780	55,5946	0,219	55,376
49	+	12,16	983,89	322,80	378,7497	323,4772	55,9484	0,676	55,273
50	+	0,43	992,16	322,34	378,6457	323,4760	56,3022	1,132	55,170
50	+	8,70	1.000,43	321,89	378,5417	323,4754	56,6560	1,590	55,066
50	+	16,97	1.008,70	321,43	378,4377	323,4750	57,0099	2,047	54,963
51	+	5,23	1.016,96	320,97	378,3297	323,4743	57,3597	2,504	54,855
51	+	13,50	1.025,23	320,97	378,3297	323,4743	57,3597	2,504	54,855
52	+	1,77	1.033,50	320,16	378,2248	323,4737	58,0698	3,319	54,751
52	+	10,04	1.041,77	319,34	378,1159	323,4735	58,7759	4,134	54,642
52	+	18,31	1.050,04	318,53	378,0070	323,4735	59,4820	4,949	54,534
53	+	6,57	1.058,30	317,71	377,8981	323,4736	60,1881	5,764	54,425
53	+	14,84	1.066,57	316,90	377,7892	323,4734	60,8942	6,578	54,316
54	+	3,11	1.074,84	316,08	377,6803	323,4734	61,6003	7,393	54,207
54	+	11,38	1.083,11	315,27	377,5714	323,4734	62,3064	8,208	54,098
54	+	19,65	1.091,38	314,45	377,4626	323,4735	63,0126	9,024	53,989
55	+	7,91	1.099,64	313,64	377,3536	323,4734	63,7186	9,838	53,880
55	+	16,18	1.107,91	312,82	377,2411	323,4730	64,4211	10,653	53,768
56	+	4,45	1.116,18	312,82	377,2411	323,4730	64,4211	10,653	53,768
56	+	12,72	1.124,45	311,34	377,1347	323,4727	65,7985	12,137	53,662
57	+	0,99	1.132,72	309,85	377,0247	323,4717	67,1722	13,619	53,553
57	+	9,25	1.140,98	308,37	376,9146	323,4714	68,5458	15,103	53,443
57	+	17,52	1.149,25	306,89	376,8045	323,4710	69,9195	16,586	53,334
58	+	5,79	1.157,52	305,40	376,6945	323,4709	71,2933	18,070	53,224
58	+	14,06	1.165,79	303,92	376,5844	323,4709	72,6669	19,553	53,114
59	+	2,33	1.174,06	302,43	376,4744	323,4707	74,0406	21,037	53,004
59	+	10,59	1.182,32	300,95	376,3609	323,4702	75,4109	22,520	52,891
59	+	18,86	1.190,59	300,95	376,3609	323,4702	75,4109	22,520	52,891
60	+	7,13	1.198,86	301,55	376,2552	323,4694	74,7052	21,919	52,786
60	+	15,40	1.207,13	302,15	376,1461	323,4679	73,9961	21,318	52,678
61	+	3,67	1.215,40	302,75	376,0369	323,4664	73,2869	20,716	52,571

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
61	+	11,93	1.223,66	303,35	375,9278	323,4651	72,5778	20,115	52,463
62	+	0,20	1.231,93	303,95	375,8186	323,4643	71,8686	19,514	52,354
62	+	8,47	1.240,20	304,55	375,7063	323,4627	71,1563	18,913	52,244
62	+	16,74	1.248,47	304,55	375,7063	323,4627	71,1563	18,913	52,244
63	+	5,01	1.256,74	303,49	375,5994	323,4613	72,1069	19,969	52,138
63	+	13,27	1.265,00	302,44	375,4893	323,4596	73,0543	21,025	52,030
64	+	1,54	1.273,27	301,38	375,3792	323,4582	74,0017	22,081	51,921
64	+	9,81	1.281,54	300,32	375,2662	323,4569	74,9462	23,137	51,809
64	+	18,08	1.289,81	300,32	375,2662	323,4569	74,9462	23,137	51,809
65	+	6,35	1.298,08	300,26	375,1591	323,4561	74,9041	23,201	51,703
65	+	14,61	1.306,34	300,19	375,0490	323,4553	74,8590	23,265	51,594
66	+	2,88	1.314,61	300,13	374,9390	323,4550	74,8140	23,330	51,484
66	+	11,15	1.322,88	300,06	374,8261	323,4537	74,7661	23,394	51,372
66	+	19,42	1.331,15	300,06	374,8261	323,4537	74,7661	23,394	51,372
67	+	7,69	1.339,42	301,33	374,7183	323,4525	73,3923	22,127	51,266
67	+	15,95	1.347,68	302,59	374,6077	323,4512	72,0157	20,859	51,157
68	+	4,22	1.355,95	303,86	374,4970	323,4507	70,6390	19,593	51,046
68	+	12,49	1.364,22	305,12	374,3864	323,4503	69,2624	18,326	50,936
69	+	0,76	1.372,49	306,39	374,2731	323,4496	67,8831	17,060	50,824
69	+	9,03	1.380,76	306,39	374,2731	323,4496	67,8831	17,060	50,824
69	+	17,29	1.389,02	306,58	374,1646	323,4491	67,5846	16,869	50,716
70	+	5,56	1.397,29	306,77	374,0535	323,4489	67,2835	16,679	50,605
70	+	13,83	1.405,56	306,96	373,9399	323,4487	66,9799	16,489	50,491
71	+	2,10	1.413,83	306,96	373,9399	323,4487	66,9799	16,489	50,491
71	+	10,37	1.422,10	307,20	373,8323	323,4485	66,6348	16,251	50,384
71	+	18,63	1.430,36	307,44	373,7222	323,4486	66,2872	16,014	50,274
72	+	6,90	1.438,63	307,67	373,6121	323,4489	65,9396	15,776	50,163
72	+	15,17	1.446,90	307,91	373,4997	323,4490	65,5897	15,539	50,051
73	+	3,44	1.455,17	307,91	373,4997	323,4490	65,5897	15,539	50,051
73	+	11,71	1.463,44	307,48	373,3929	323,4489	65,9179	15,974	49,944
73	+	19,97	1.471,70	307,04	373,2837	323,4489	66,2437	16,409	49,835
74	+	8,24	1.479,97	306,61	373,1745	323,4497	66,5695	16,845	49,725
74	+	16,51	1.488,24	306,17	373,0653	323,4507	66,8953	17,281	49,615
75	+	4,78	1.496,51	305,74	372,9561	323,4513	67,2211	17,716	49,505

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
75	+	13,05	1.504,78	305,30	372,8449	323,4521	67,5449	18,152	49,393
76	+	1,31	1.513,04	305,30	372,8449	323,4521	67,5449	18,152	49,393
76	+	9,58	1.521,31	303,75	372,7397	323,4529	68,9947	19,708	49,287
76	+	17,85	1.529,58	302,19	372,6304	323,4538	70,4404	21,264	49,177
77	+	6,12	1.537,85	302,19	372,6304	323,4538	70,4404	21,264	49,177
77	+	14,39	1.546,12	303,50	372,5213	323,4548	69,0246	19,958	49,067
78	+	2,65	1.554,38	304,80	372,4102	323,4564	67,6069	18,653	48,954
78	+	10,92	1.562,65	306,11	372,2973	323,4580	66,1873	17,348	48,839
78	+	19,19	1.570,92	306,11	372,2973	323,4580	66,1873	17,348	48,839
79	+	7,46	1.579,19	306,56	372,1902	323,4591	65,6262	16,895	48,731
79	+	15,73	1.587,46	307,02	372,0812	323,4607	65,0632	16,443	48,621
80	+	3,99	1.595,72	307,47	371,9722	323,4617	64,5002	15,990	48,511
80	+	12,26	1.603,99	307,93	371,8632	323,4630	63,9372	15,537	48,400
81	+	0,53	1.612,26	308,38	371,7542	323,4642	63,3742	15,084	48,290
81	+	8,80	1.620,53	308,83	371,6452	323,4654	62,8112	14,631	48,180
81	+	17,06	1.628,79	309,29	371,5362	323,4666	62,2482	14,179	48,070
82	+	5,33	1.637,06	309,74	371,4272	323,4683	61,6852	13,726	47,959
82	+	13,60	1.645,33	310,20	371,3181	323,4696	61,1221	13,274	47,849
83	+	1,87	1.653,60	310,65	371,2077	323,4706	60,5577	12,821	47,737
83	+	10,14	1.661,87	310,65	371,2077	323,4706	60,5577	12,821	47,737
83	+	18,40	1.670,13	310,23	371,1050	323,4712	60,8715	13,238	47,634
84	+	6,67	1.678,40	309,82	371,0009	323,4729	61,1839	13,656	47,528
84	+	14,94	1.686,67	309,40	370,8968	323,4741	61,4964	14,074	47,423
85	+	3,21	1.694,94	308,98	370,7927	323,4757	61,8088	14,492	47,317
85	+	11,48	1.703,21	308,57	370,6886	323,4769	62,1212	14,910	47,212
85	+	19,74	1.711,47	308,15	370,5844	323,4789	62,4335	15,328	47,106
86	+	8,01	1.719,74	307,73	370,4803	323,4807	62,7460	15,746	47,000
86	+	16,28	1.728,01	307,32	370,3763	323,4824	63,0585	16,165	46,894
87	+	4,55	1.736,28	306,90	370,2721	323,4839	63,3708	16,583	46,788
87	+	12,82	1.744,55	306,48	370,1680	323,4833	63,6832	16,999	46,685
88	+	1,08	1.752,81	306,07	370,0639	323,4818	63,9956	17,414	46,582
88	+	9,35	1.761,08	305,65	369,9598	323,4809	64,3081	17,829	46,479
88	+	17,62	1.769,35	305,24	369,8557	323,4801	64,6205	18,245	46,376
89	+	5,89	1.777,62	304,82	369,7515	323,4793	64,9328	18,661	46,272

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
89	+	14,16	1.785,89	304,40	369,6474	323,4784	65,2452	19,076	46,169
90	+	2,42	1.794,15	303,99	369,5433	323,4774	65,5576	19,492	46,066
90	+	10,69	1.802,42	303,57	369,4392	323,4765	65,8701	19,907	45,963
90	+	18,96	1.810,69	303,15	369,3351	323,4761	66,1825	20,324	45,859
91	+	7,23	1.818,96	302,74	369,2309	323,4754	66,4948	20,739	45,756
91	+	15,50	1.827,23	302,32	369,1268	323,4753	66,8072	21,156	45,652
92	+	3,76	1.835,49	301,90	369,0227	323,4750	67,1197	21,572	45,548
92	+	12,03	1.843,76	301,49	368,9185	323,4743	67,4320	21,988	45,444
93	+	0,30	1.852,03	301,07	368,8139	323,4736	67,7439	22,404	45,340
93	+	8,57	1.860,30	301,07	368,8139	323,4736	67,7439	22,404	45,340
93	+	16,84	1.868,57	301,01	368,7042	323,4726	67,6942	22,463	45,232
94	+	5,10	1.876,83	300,95	368,5934	323,4713	67,6434	22,521	45,122
94	+	13,37	1.885,10	300,95	368,5934	323,4713	67,6434	22,521	45,122
95	+	1,64	1.893,37	300,60	368,4837	323,4679	67,8862	22,870	45,016
95	+	9,91	1.901,64	300,25	368,3756	323,4648	68,1306	23,220	44,911
95	+	18,18	1.909,91	299,89	368,2657	323,4622	68,3732	23,570	44,804
96	+	6,44	1.918,17	299,54	368,1566	323,4588	68,6166	23,919	44,698
96	+	14,71	1.926,44	299,54	368,1566	323,4588	68,6166	23,919	44,698
97	+	2,98	1.934,71	299,80	368,0472	323,4571	68,2458	23,656	44,590
97	+	11,25	1.942,98	300,06	367,9429	323,4548	67,8800	23,392	44,488
97	+	19,52	1.951,25	300,32	367,8341	323,4526	67,5098	23,128	44,382
98	+	7,78	1.959,51	300,59	367,7246	323,4508	67,1389	22,865	44,274
98	+	16,05	1.967,78	300,85	367,6154	323,4492	66,7683	22,602	44,166
99	+	4,32	1.976,05	301,11	367,5058	323,4476	66,3972	22,339	44,058
99	+	12,59	1.984,32	301,37	367,4028	323,4452	66,0328	22,075	43,958
100	+	0,86	1.992,59	301,37	367,4027	323,4452	66,0327	22,075	43,958
100	+	9,12	2.000,85	301,16	367,2999	323,4433	66,1420	22,285	43,857
100	+	17,39	2.009,12	300,95	367,1972	323,4415	66,2514	22,496	43,756
101	+	5,66	2.017,39	300,73	367,0943	323,4393	66,3606	22,706	43,655
101	+	13,93	2.025,66	300,52	366,9964	323,4378	66,4748	22,916	43,559
102	+	2,20	2.033,93	300,31	366,8935	323,4360	66,5840	23,127	43,458
102	+	10,46	2.042,19	300,10	366,7909	323,4336	66,6935	23,336	43,357
102	+	18,73	2.050,46	299,89	366,6880	323,4314	66,8027	23,546	43,257
103	+	7,00	2.058,73	299,67	366,5911	323,4288	66,9179	23,756	43,162

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
103	+	15,27	2.067,00	299,46	366,4884	323,4271	67,0273	23,966	43,061
104	+	3,54	2.075,27	299,25	366,3856	323,4256	67,1367	24,177	42,960
104	+	11,80	2.083,53	299,04	366,2827	323,4236	67,2459	24,387	42,859
105	+	0,07	2.091,80	298,82	366,1799	323,4219	67,3552	24,597	42,758
105	+	8,34	2.100,07	298,61	366,0822	323,4189	67,4696	24,806	42,663
105	+	16,61	2.108,34	298,40	365,9794	323,4160	67,5789	25,016	42,563
106	+	4,88	2.116,61	298,19	365,8766	323,4130	67,6882	25,225	42,464
106	+	13,14	2.124,87	297,98	365,7738	323,4102	67,7975	25,434	42,364
107	+	1,41	2.133,14	297,76	365,6710	323,4066	67,9068	25,642	42,264
107	+	9,68	2.141,41	297,55	365,5690	323,4029	68,0169	25,851	42,166
107	+	17,95	2.149,68	297,34	365,4661	323,4001	68,1261	26,060	42,066
108	+	6,22	2.157,95	297,34	365,4661	323,4001	68,1261	26,060	42,066
108	+	14,48	2.166,21	297,71	365,3652	323,3978	67,6575	25,690	41,967
109	+	2,75	2.174,48	298,08	365,2642	323,3956	67,1888	25,320	41,869
109	+	11,02	2.182,75	298,44	365,1662	323,3938	66,7231	24,951	41,772
109	+	19,29	2.191,02	298,81	365,0676	323,3916	66,2568	24,581	41,676
110	+	7,56	2.199,29	299,18	364,9685	323,3898	65,7900	24,211	41,579
110	+	15,82	2.207,55	299,55	364,8676	323,3878	65,3215	23,842	41,480
111	+	4,09	2.215,82	299,91	364,7665	323,3864	64,8527	23,473	41,380
111	+	12,36	2.224,09	300,28	364,6696	323,3849	64,3881	23,103	41,285
112	+	0,63	2.232,36	300,65	364,5688	323,3843	63,9196	22,735	41,185
112	+	8,90	2.240,63	301,02	364,4690	323,3813	63,4521	22,364	41,088
112	+	17,16	2.248,89	301,38	364,3681	323,3787	62,9835	21,994	40,989
113	+	5,43	2.257,16	301,75	364,2689	323,3754	62,5166	21,623	40,894
113	+	13,70	2.265,43	302,12	364,1679	323,3716	62,0479	21,252	40,796
114	+	1,97	2.273,70	302,12	364,1679	323,3716	62,0479	21,252	40,796
114	+	10,24	2.281,97	301,95	364,0624	323,3647	62,1091	21,411	40,698
114	+	18,50	2.290,23	301,79	363,9547	323,3590	62,1680	21,572	40,596
115	+	6,77	2.298,50	301,62	363,8524	323,3531	62,2324	21,733	40,499
115	+	15,04	2.306,77	301,45	363,7449	323,3470	62,2916	21,894	40,398
116	+	3,31	2.315,04	301,29	363,6368	323,3416	62,3501	22,055	40,295
116	+	11,58	2.323,31	301,12	363,5291	323,3356	62,4091	22,216	40,194
116	+	19,84	2.331,57	301,12	363,5291	323,3356	62,4091	22,216	40,194
117	+	8,11	2.339,84	301,84	363,4206	323,3286	61,5856	21,494	40,092

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
117	+	16,38	2.348,11	302,55	363,3175	323,3218	60,7675	20,772	39,996
118	+	4,65	2.356,38	303,27	363,2095	323,3164	59,9445	20,051	39,893
118	+	12,92	2.364,65	303,98	363,1009	323,3132	59,1209	19,333	39,788
119	+	1,18	2.372,91	303,98	363,1009	323,3132	59,1209	19,333	39,788
119	+	9,45	2.381,18	304,36	362,9978	323,3107	58,6352	18,948	39,687
119	+	17,72	2.389,45	304,75	362,8952	323,3090	58,1500	18,564	39,586
120	+	5,99	2.397,72	305,13	362,7941	323,3066	57,6663	18,179	39,488
120	+	14,26	2.405,99	305,51	362,6906	323,3053	57,1802	17,795	39,385
121	+	2,52	2.414,25	305,89	362,5930	323,3041	56,6999	17,411	39,289
121	+	10,79	2.422,52	306,28	362,4896	323,3029	56,2139	17,027	39,187
121	+	19,06	2.430,79	306,66	362,3856	323,3010	55,7273	16,643	39,085
122	+	7,33	2.439,06	307,04	362,2818	323,3002	55,2409	16,259	38,982
122	+	15,60	2.447,33	307,42	362,1781	323,2993	54,7546	15,876	38,879
123	+	3,86	2.455,59	307,81	362,0741	323,2971	54,2680	15,491	38,777
123	+	12,13	2.463,86	308,19	361,9765	323,2941	53,7878	15,105	38,682
124	+	0,40	2.472,13	308,57	361,8743	323,2912	53,3030	14,720	38,583
124	+	8,67	2.480,40	308,95	361,7791	323,2891	52,8252	14,335	38,490
124	+	16,93	2.488,66	309,34	361,6767	323,2876	52,3402	13,951	38,389
125	+	5,20	2.496,93	309,72	361,5743	323,2868	51,8552	13,568	38,288
125	+	13,47	2.505,20	310,10	361,4717	323,2857	51,3700	13,184	38,186
126	+	1,74	2.513,47	310,48	361,3708	323,2848	50,8865	12,801	38,086
126	+	10,01	2.521,74	310,87	361,2671	323,2842	50,4002	12,417	37,983
126	+	18,27	2.530,00	311,25	361,1696	323,2849	49,9200	12,035	37,885
127	+	6,54	2.538,27	311,63	361,0661	323,2830	49,4339	11,651	37,783
127	+	14,81	2.546,54	312,01	360,9625	323,2834	48,9477	11,269	37,679
128	+	3,08	2.554,81	312,40	360,8586	323,2828	48,4612	10,885	37,576
128	+	11,35	2.563,08	312,78	360,7557	323,2821	47,9757	10,502	37,474
128	+	19,61	2.571,34	312,78	360,7557	323,2821	47,9757	10,502	37,474
129	+	7,88	2.579,61	312,63	360,6467	323,2807	48,0167	10,651	37,366
129	+	16,15	2.587,88	312,48	360,5356	323,2784	48,0556	10,798	37,257
130	+	4,42	2.596,15	312,48	360,5356	323,2784	48,0556	10,798	37,257
130	+	12,69	2.604,42	313,59	360,4318	323,2770	46,8408	9,686	37,155
131	+	0,95	2.612,68	314,70	360,3242	323,2757	45,6222	8,574	37,049
131	+	9,22	2.620,95	315,81	360,2159	323,2739	44,4029	7,461	36,942



## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
131	+	17,49	2.629,22	316,92	360,1073	323,2701	43,1833	6,346	36,837
132	+	5,76	2.637,49	318,04	359,9988	323,2686	41,9638	5,234	36,730
132	+	14,03	2.645,76	319,15	359,8904	323,2666	40,7444	4,121	36,624
133	+	2,29	2.654,02	320,26	359,7864	323,2650	39,5294	3,008	36,521
133	+	10,56	2.662,29	321,37	359,6782	323,2615	38,3102	1,894	36,417
133	+	18,83	2.670,56	322,48	359,5748	323,2585	37,0958	0,780	36,316
134	+	7,10	2.678,83	323,59	359,4676	323,2565	35,8776	-0,333	36,211
134	+	15,37	2.687,10	323,59	359,4676	323,2565	35,8776	-0,333	36,211
135	+	3,63	2.695,36	323,79	359,3607	323,2546	35,5757	-0,530	36,106
135	+	11,90	2.703,63	323,98	359,2539	323,2515	35,2739	-0,728	36,002
136	+	0,17	2.711,90	324,18	359,1534	323,2492	34,9784	-0,926	35,904
136	+	8,44	2.720,17	324,37	359,0466	323,2468	34,6766	-1,123	35,800
136	+	16,71	2.728,44	324,37	359,0467	323,2468	34,6767	-1,123	35,800
137	+	4,97	2.736,70	323,96	358,9390	323,2434	34,9840	-0,712	35,696
137	+	13,24	2.744,97	323,54	358,8397	323,2412	35,2997	-0,299	35,599
138	+	1,51	2.753,24	323,13	358,7324	323,2396	35,6074	0,115	35,493
138	+	9,78	2.761,51	322,71	358,6249	323,2336	35,9149	0,524	35,391
138	+	18,05	2.769,78	322,30	358,5177	323,2241	36,2227	0,929	35,294
139	+	6,31	2.778,04	321,88	358,4117	323,2151	36,5317	1,335	35,197
139	+	14,58	2.786,31	321,88	358,4117	323,2151	36,5317	1,335	35,197
140	+	2,85	2.794,58	320,09	358,3054	323,2068	38,2204	3,122	35,099
140	+	11,12	2.802,85	318,29	358,2039	323,1984	39,9139	4,908	35,006
140	+	19,39	2.811,12	318,29	358,2039	323,1984	39,9139	4,908	35,006
141	+	7,65	2.819,38	317,77	358,0956	323,1882	40,3256	5,418	34,907
141	+	15,92	2.827,65	317,25	357,9870	323,1763	40,7370	5,926	34,811
142	+	4,19	2.835,92	316,73	357,8795	323,1668	41,1495	6,437	34,713
142	+	12,46	2.844,19	316,21	357,7806	323,1537	41,5706	6,944	34,627
143	+	0,73	2.852,46	315,69	357,6732	323,1461	41,9832	7,456	34,527
143	+	8,99	2.860,72	315,17	357,5659	323,1382	42,3959	7,968	34,428
143	+	17,26	2.868,99	314,65	357,4585	323,1316	42,8085	8,482	34,327
144	+	5,53	2.877,26	314,13	357,3519	323,1230	43,2219	8,993	34,229
144	+	13,80	2.885,53	314,13	357,3519	323,1230	43,2219	8,993	34,229
145	+	2,07	2.893,80	314,73	357,2438	323,1179	42,5171	8,391	34,126
145	+	10,33	2.902,06	315,32	357,1387	323,1098	41,8154	7,786	34,029

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
145	+	18,60	2.910,33	315,92	357,0305	323,1008	41,1105	7,181	33,930	
146	+	6,87	2.918,60	316,52	356,9226	323,0932	40,4059	6,577	33,829	
146	+	15,14	2.926,87	317,11	356,8138	323,0847	39,7005	5,971	33,729	
147	+	3,41	2.935,14	317,71	356,7037	323,0762	38,9937	5,366	33,628	
147	+	11,67	2.943,40	317,71	356,7037	323,0762	38,9937	5,366	33,628	
147	+	19,94	2.951,67	317,04	356,6024	323,0703	39,5618	6,030	33,532	
148	+	8,21	2.959,94	316,37	356,5007	323,0654	40,1294	6,694	33,435	
148	+	16,48	2.968,21	315,70	356,4022	323,0609	40,7002	7,359	33,341	
149	+	4,75	2.976,48	315,03	356,3022	323,0589	41,2695	8,026	33,243	
149	+	13,01	2.984,74	314,36	356,2053	323,0533	41,8420	8,690	33,152	
150	+	1,28	2.993,01	313,69	356,1053	323,0495	42,4113	9,356	33,056	
150	+	9,55	3.001,28	313,02	356,0055	323,0465	42,9808	10,022	32,959	
150	+	17,82	3.009,55	312,36	355,9040	323,0418	43,5487	10,687	32,862	
151	+	6,09	3.017,82	311,69	355,8029	323,0365	44,1169	11,351	32,766	
151	+	14,35	3.026,08	311,02	355,7041	323,0318	44,6874	12,015	32,672	
152	+	2,62	3.034,35	310,35	355,6040	323,0301	45,2566	12,683	32,574	
152	+	10,89	3.042,62	309,68	355,5042	323,0254	45,8262	13,347	32,479	
152	+	19,16	3.050,89	309,01	355,4029	323,0193	46,3942	14,011	32,384	
153	+	7,43	3.059,16	308,34	355,3011	323,0149	46,9617	14,676	32,286	
153	+	15,69	3.067,42	307,67	355,1998	323,0132	47,5298	15,343	32,187	
154	+	3,96	3.075,69	307,67	355,1998	323,0132	47,5298	15,343	32,187	
154	+	12,23	3.083,96	308,27	355,1000	323,0094	46,8300	14,739	32,091	
155	+	0,50	3.092,23	308,87	354,9993	323,0065	46,1293	14,137	31,993	
155	+	8,77	3.100,50	309,47	354,8995	323,0029	45,4295	13,533	31,897	
155	+	17,03	3.108,76	310,07	354,8000	322,9981	44,7300	12,928	31,802	
156	+	5,30	3.117,03	310,67	354,6998	322,9942	44,0298	12,324	31,706	
156	+	13,57	3.125,30	311,27	354,6014	322,9919	43,3314	11,722	31,610	
157	+	1,84	3.133,57	311,87	354,5033	322,9914	42,6333	11,121	31,512	
157	+	10,11	3.141,84	312,47	354,4038	322,9902	41,9338	10,520	31,414	
157	+	18,37	3.150,10	313,07	354,3039	322,9919	41,2339	9,922	31,312	
158	+	6,64	3.158,37	313,67	354,2055	322,9917	40,5355	9,322	31,214	
158	+	14,91	3.166,64	314,27	354,1074	322,9916	39,8374	8,722	31,116	
159	+	3,18	3.174,91	314,87	354,0078	322,9914	39,1378	8,121	31,016	
159	+	11,45	3.183,18	314,87	354,0078	322,9914	39,1378	8,121	31,016	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
159	+	19,71	3.191,44	314,60	353,9054	322,9901	39,3077	8,392	30,915
160	+	7,98	3.199,71	314,33	353,8034	322,9890	39,4781	8,664	30,814
160	+	16,25	3.207,98	314,05	353,7015	322,9876	39,6486	8,935	30,714
161	+	4,52	3.216,25	313,78	353,5996	322,9867	39,8190	9,206	30,613
161	+	12,79	3.224,52	313,51	353,4976	322,9876	39,9894	9,479	30,510
162	+	1,05	3.232,78	313,24	353,3956	322,9894	40,1597	9,753	30,406
162	+	9,32	3.241,05	312,96	353,2930	322,9908	40,3295	10,027	30,302
162	+	17,59	3.249,32	312,69	353,1912	322,9900	40,5000	10,299	30,201
163	+	5,86	3.257,59	312,42	353,0893	322,9886	40,6705	10,570	30,101
163	+	14,13	3.265,86	312,15	352,9882	322,9877	40,8417	10,841	30,001
164	+	2,39	3.274,12	311,87	352,8876	322,9863	41,0135	11,112	29,901
164	+	10,66	3.282,39	311,60	352,7871	322,9851	41,1854	11,383	29,802
164	+	18,93	3.290,66	311,33	352,6849	322,9844	41,3555	11,655	29,701
165	+	7,20	3.298,93	311,06	352,5832	322,9838	41,5262	11,927	29,599
165	+	15,46	3.307,19	310,78	352,4806	322,9832	41,6959	12,199	29,497
166	+	3,73	3.315,46	310,51	352,3785	322,9830	41,8662	12,471	29,396
166	+	12,00	3.323,73	310,24	352,2763	322,9809	42,0363	12,741	29,295
167	+	0,27	3.332,00	310,24	352,2763	322,9809	42,0363	12,741	29,295
167	+	8,54	3.340,27	310,48	352,1681	322,9769	41,6881	12,497	29,191
167	+	16,80	3.348,53	310,72	352,0598	322,9742	41,3398	12,254	29,086
168	+	5,07	3.356,80	310,96	351,9519	322,9718	40,9919	12,012	28,980
168	+	13,34	3.365,07	311,20	351,8438	322,9672	40,6438	11,767	28,877
169	+	1,61	3.373,34	311,44	351,7373	322,9634	40,2973	11,523	28,774
169	+	9,88	3.381,61	311,68	351,6311	322,9587	39,9511	11,279	28,672
169	+	18,14	3.389,87	311,92	351,5234	322,9547	39,6034	11,035	28,569
170	+	6,41	3.398,14	312,16	351,4155	322,9503	39,2555	10,790	28,465
170	+	14,68	3.406,41	312,40	351,3072	322,9493	38,9072	10,549	28,358
171	+	2,95	3.414,68	312,64	351,1997	322,9468	38,5597	10,307	28,253
171	+	11,22	3.422,95	312,64	351,1997	322,9468	38,5597	10,307	28,253
171	+	19,48	3.431,21	312,17	351,0924	322,9457	38,9224	10,776	28,147
172	+	7,75	3.439,48	311,70	350,9836	322,9442	39,2836	11,244	28,039
172	+	16,02	3.447,75	311,23	350,8739	322,9439	39,6439	11,714	27,930
173	+	4,29	3.456,02	310,76	350,7650	322,9431	40,0050	12,183	27,822
173	+	12,56	3.464,29	310,29	350,6576	322,9423	40,3676	12,652	27,715

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
174	+	0,82	3.472,55	310,29	350,6576	322,9423	40,3676	12,652	27,715	
174	+	9,09	3.480,82	310,45	350,5505	322,9414	40,0972	12,488	27,609	
174	+	17,36	3.489,09	310,62	350,4428	322,9411	39,8261	12,324	27,502	
175	+	5,63	3.497,36	310,78	350,3366	322,9415	39,5566	12,162	27,395	
175	+	13,90	3.505,63	310,94	350,2291	322,9418	39,2858	11,999	27,287	
176	+	2,16	3.513,89	311,11	350,1230	322,9422	39,0163	11,836	27,181	
176	+	10,43	3.522,16	311,27	350,0158	322,9432	38,7458	11,673	27,073	
176	+	18,70	3.530,43	311,27	350,0158	322,9432	38,7458	11,673	27,073	
177	+	6,97	3.538,70	311,23	349,9092	322,9458	38,6782	11,715	26,963	
177	+	15,24	3.546,97	311,19	349,8018	322,9453	38,6098	11,753	26,857	
178	+	3,50	3.555,23	311,15	349,6948	322,9446	38,5418	11,792	26,750	
178	+	11,77	3.563,50	311,11	349,5884	322,9450	38,4744	11,831	26,643	
179	+	0,04	3.571,77	311,08	349,4816	322,9467	38,4066	11,872	26,535	
179	+	8,31	3.580,04	311,04	349,3740	322,9462	38,3380	11,910	26,428	
179	+	16,58	3.588,31	311,00	349,2671	322,9454	38,2701	11,948	26,322	
180	+	4,84	3.596,57	310,96	349,1596	322,9453	38,2016	11,987	26,214	
180	+	13,11	3.604,84	310,92	349,0515	322,9443	38,1325	12,025	26,107	
181	+	1,38	3.613,11	310,88	348,9441	322,9432	38,0641	12,063	26,001	
181	+	9,65	3.621,38	310,88	348,9440	322,9432	38,0640	12,063	26,001	
181	+	17,92	3.629,65	311,42	348,8365	322,9419	37,4165	11,522	25,895	
182	+	6,18	3.637,91	311,96	348,7282	322,9424	36,7682	10,982	25,786	
182	+	14,45	3.646,18	312,50	348,6208	322,9409	36,1208	10,441	25,680	
183	+	2,72	3.654,45	313,04	348,5116	322,9398	35,4716	9,900	25,572	
183	+	10,99	3.662,72	313,58	348,4022	322,9384	34,8222	9,358	25,464	
183	+	19,26	3.670,99	314,12	348,2931	322,9378	34,1731	8,818	25,355	
184	+	7,52	3.679,25	314,66	348,1842	322,9368	33,5242	8,277	25,247	
184	+	15,79	3.687,52	315,20	348,0763	322,9378	32,8763	7,738	25,139	
185	+	4,06	3.695,79	315,20	348,0763	322,9378	32,8763	7,738	25,139	
185	+	12,33	3.704,06	313,89	347,9677	322,9378	34,0752	9,045	25,030	
186	+	0,60	3.712,33	312,59	347,8596	322,9378	35,2746	10,353	24,922	
186	+	8,86	3.720,59	311,28	347,7513	322,9362	36,4738	11,659	24,815	
186	+	17,13	3.728,86	309,97	347,6427	322,9335	37,6727	12,964	24,709	
187	+	5,40	3.737,13	308,66	347,5347	322,9314	38,8722	14,269	24,603	
187	+	13,67	3.745,40	307,36	347,4266	322,9289	40,0716	15,574	24,498	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
188	+	1,94	3.753,67	306,05	347,3178	322,9272	41,2703	16,880	24,391	
188	+	10,20	3.761,93	304,74	347,2092	322,9249	42,4692	18,185	24,284	
188	+	18,47	3.770,20	304,74	347,2092	322,9249	42,4692	18,185	24,284	
189	+	6,74	3.778,47	305,38	347,1003	322,9229	41,7248	17,547	24,177	
189	+	15,01	3.786,74	306,01	346,9915	322,9222	40,9804	16,911	24,069	
190	+	3,28	3.795,01	306,65	346,8824	322,9206	40,2357	16,274	23,962	
190	+	11,54	3.803,27	307,28	346,7739	322,9190	39,4917	15,637	23,855	
190	+	19,81	3.811,54	307,92	346,6654	322,9173	38,7476	15,000	23,748	
191	+	8,08	3.819,81	308,55	346,5565	322,9176	38,0032	14,364	23,639	
191	+	16,35	3.828,08	309,19	346,4480	322,9168	37,2591	13,728	23,531	
192	+	4,62	3.836,35	309,82	346,3388	322,9175	36,5144	13,093	23,421	
192	+	12,88	3.844,61	310,46	346,2302	322,9185	35,7702	12,459	23,312	
193	+	1,15	3.852,88	310,46	346,2302	322,9185	35,7702	12,459	23,312	
193	+	9,42	3.861,15	310,01	346,1280	322,9230	36,1212	12,916	23,205	
193	+	17,69	3.869,42	309,55	346,0252	322,9270	36,4715	13,373	23,098	
194	+	5,96	3.877,69	309,10	345,9217	322,9311	36,8212	13,831	22,991	
194	+	14,22	3.885,95	308,65	345,8192	322,9346	37,1718	14,287	22,885	
195	+	2,49	3.894,22	308,19	345,7162	322,9399	37,5220	14,746	22,776	
195	+	10,76	3.902,49	307,74	345,6134	322,9439	37,8723	15,203	22,670	
195	+	19,03	3.910,76	307,29	345,5109	322,9480	38,2230	15,660	22,563	
196	+	7,30	3.919,03	306,83	345,4084	322,9518	38,5737	16,117	22,457	
196	+	15,56	3.927,29	306,38	345,3056	322,9554	38,9240	16,574	22,350	
197	+	3,83	3.935,56	305,93	345,2031	322,9599	39,2747	17,032	22,243	
197	+	12,10	3.943,83	305,48	345,0996	322,9629	39,6243	17,488	22,137	
198	+	0,37	3.952,10	305,02	344,9970	322,9662	39,9749	17,944	22,031	
198	+	8,64	3.960,37	304,57	344,8945	322,9705	40,3256	18,402	21,924	
198	+	16,90	3.968,63	304,12	344,7915	322,9745	40,6757	18,859	21,817	
199	+	5,17	3.976,90	303,66	344,6886	322,9778	41,0260	19,315	21,711	
199	+	13,44	3.985,17	303,21	344,5861	322,9827	41,3766	19,773	21,603	
200	+	1,71	3.993,44	302,76	344,4822	322,9865	41,7259	20,230	21,496	
200	+	9,98	4.001,71	302,30	344,3795	322,9903	42,0763	20,687	21,389	
200	+	18,24	4.009,97	301,85	344,2770	322,9946	42,4270	21,145	21,282	
201	+	6,51	4.018,24	301,85	344,2770	322,9946	42,4270	21,145	21,282	
201	+	14,78	4.026,51	301,78	344,1678	322,9978	42,3870	21,217	21,170	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
202	+	3,05	4.034,78	301,71	344,0594	323,0011	42,3477	21,289	21,058
202	+	11,32	4.043,05	301,64	343,9505	323,0020	42,3080	21,360	20,949
202	+	19,58	4.051,31	301,57	343,8424	323,0029	42,2691	21,430	20,840
203	+	7,85	4.059,58	301,50	343,7347	323,0034	42,2305	21,499	20,731
203	+	16,12	4.067,85	301,44	343,6263	323,0042	42,1913	21,569	20,622
204	+	4,39	4.076,12	301,37	343,5180	323,0060	42,1522	21,640	20,512
204	+	12,66	4.084,39	301,30	343,4100	323,0073	42,1133	21,711	20,403
205	+	0,92	4.092,65	301,23	343,3021	323,0085	42,0746	21,781	20,294
205	+	9,19	4.100,92	301,16	343,1940	323,0109	42,0357	21,853	20,183
205	+	17,46	4.109,19	301,09	343,0861	323,0129	41,9969	21,924	20,073
206	+	5,73	4.117,46	301,02	342,9782	323,0150	41,9582	21,995	19,963
206	+	13,99	4.125,72	301,02	342,9782	323,0150	41,9582	21,995	19,963
207	+	2,26	4.133,99	300,51	342,8776	323,0177	42,3655	22,506	19,860
207	+	10,53	4.142,26	300,00	342,7773	323,0219	42,7730	23,018	19,755
207	+	18,80	4.150,53	299,50	342,6740	323,0258	43,1776	23,529	19,648
208	+	7,07	4.158,80	298,99	342,5712	323,0317	43,5826	24,043	19,540
208	+	15,33	4.167,06	298,48	342,4703	323,0375	43,9896	24,557	19,433
209	+	3,60	4.175,33	297,97	342,3697	323,0428	44,3969	25,070	19,327
209	+	11,87	4.183,60	297,47	342,2692	323,0480	44,8042	25,583	19,221
210	+	0,14	4.191,87	296,96	342,1684	323,0529	45,2112	26,096	19,116
210	+	8,41	4.200,14	296,45	342,0654	323,0580	45,6161	26,609	19,007
210	+	16,67	4.208,40	295,94	341,9647	323,0630	46,0233	27,122	18,902
211	+	4,94	4.216,67	295,43	341,8611	323,0683	46,4275	27,635	18,793
211	+	13,21	4.224,94	294,93	341,7603	323,0749	46,8346	28,149	18,685
212	+	1,48	4.233,21	294,42	341,6597	323,0801	47,2419	28,662	18,580
212	+	9,75	4.241,48	293,91	341,5554	323,0861	47,6454	29,176	18,469
212	+	18,01	4.249,74	293,91	341,5554	323,0861	47,6454	29,176	18,469
213	+	6,28	4.258,01	293,87	341,4491	323,0914	47,5746	29,217	18,358
213	+	14,55	4.266,28	293,84	341,3463	323,0955	47,5074	29,257	18,251
214	+	2,82	4.274,55	293,80	341,2428	323,0992	47,4395	29,296	18,144
214	+	11,09	4.282,82	293,77	341,1392	323,1035	47,3714	29,336	18,036
214	+	19,35	4.291,08	293,73	341,0329	323,1084	47,3007	29,376	17,925
215	+	7,62	4.299,35	293,70	340,9301	323,1126	47,2334	29,416	17,818
215	+	15,89	4.307,62	293,66	340,8264	323,1164	47,1653	29,455	17,710

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
216	+	4,16	4.315,89	293,63	340,7197	323,1207	47,0942	29,495	17,599
216	+	12,43	4.324,16	293,59	340,6166	323,1263	47,0266	29,536	17,490
217	+	0,69	4.332,42	293,59	340,6166	323,1263	47,0266	29,536	17,490
217	+	8,96	4.340,69	293,55	340,5127	323,1261	46,9651	29,579	17,387
217	+	17,23	4.348,96	293,51	340,4078	323,1248	46,9026	29,620	17,283
218	+	5,50	4.357,23	293,46	340,3036	323,1226	46,8408	29,660	17,181
218	+	13,77	4.365,50	293,42	340,1995	323,1201	46,7791	29,700	17,079
219	+	2,03	4.373,76	293,38	340,0958	323,1181	46,7178	29,740	16,978
219	+	10,30	4.382,03	293,34	339,9879	323,1159	46,6523	29,780	16,872
219	+	18,57	4.390,30	293,29	339,8839	323,1159	46,5907	29,823	16,768
220	+	6,84	4.398,57	293,25	339,7804	323,1149	46,5296	29,864	16,666
220	+	15,11	4.406,84	293,21	339,6763	323,1135	46,4679	29,905	16,563
221	+	3,37	4.415,10	293,17	339,5724	323,1124	46,4064	29,946	16,460
221	+	11,64	4.423,37	293,12	339,4679	323,1118	46,3443	29,988	16,356
221	+	19,91	4.431,64	293,08	339,3598	323,1111	46,2786	30,030	16,249
222	+	8,18	4.439,91	293,04	339,2558	323,1103	46,2170	30,072	16,146
222	+	16,45	4.448,18	293,00	339,1517	323,1097	46,1553	30,113	16,042
223	+	4,71	4.456,44	292,95	339,0477	323,1094	46,0937	30,155	15,938
223	+	12,98	4.464,71	292,91	338,9440	323,1090	46,0324	30,197	15,835
224	+	1,25	4.472,98	292,87	338,8398	323,1087	45,9706	30,240	15,731
224	+	9,52	4.481,25	292,83	338,7357	323,1085	45,9089	30,282	15,627
224	+	17,79	4.489,52	292,78	338,6313	323,1092	45,8469	30,325	15,522
225	+	6,05	4.497,78	292,74	338,5269	323,1092	45,7849	30,367	15,418
225	+	14,32	4.506,05	292,70	338,4180	323,1103	45,7184	30,411	15,308
226	+	2,59	4.514,32	292,66	338,3138	323,1113	45,6566	30,454	15,203
226	+	10,86	4.522,59	292,61	338,2100	323,1119	45,5952	30,497	15,098
226	+	19,13	4.530,86	292,57	338,1059	323,1141	45,5335	30,542	14,992
227	+	7,39	4.539,12	292,53	338,0020	323,1154	45,4720	30,585	14,887
227	+	15,66	4.547,39	292,53	338,0020	323,1154	45,4720	30,585	14,887
228	+	3,93	4.555,66	292,78	337,8963	323,1183	45,1201	30,342	14,778
228	+	12,20	4.563,93	293,02	337,7962	323,1219	44,7739	30,100	14,674
229	+	0,47	4.572,20	293,27	337,6904	323,1253	44,4219	29,857	14,565
229	+	8,73	4.580,46	293,51	337,5904	323,1299	44,0758	29,615	14,461
229	+	17,00	4.588,73	293,76	337,4901	323,1337	43,7293	29,373	14,356

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
230	+	5,27	4.597,00	294,01	337,3843	323,1384	43,3774	29,132	14,246	
230	+	13,54	4.605,27	294,25	337,2844	323,1429	43,0313	28,890	14,142	
231	+	1,81	4.613,54	294,50	337,1837	323,1487	42,6845	28,650	14,035	
231	+	10,07	4.621,80	294,75	337,0835	323,1557	42,3381	28,410	13,928	
231	+	18,34	4.630,07	294,99	336,9836	323,1628	41,9921	28,171	13,821	
232	+	6,61	4.638,34	295,24	336,8775	323,1704	41,6398	27,933	13,707	
232	+	14,88	4.646,61	295,48	336,7775	323,1780	41,2936	27,694	13,600	
233	+	3,15	4.654,88	295,73	336,6773	323,1854	40,9473	27,455	13,492	
233	+	11,41	4.663,14	295,73	336,6773	323,1854	40,9473	27,455	13,492	
233	+	19,68	4.671,41	294,16	336,5756	323,1933	42,4206	29,038	13,382	
234	+	7,95	4.679,68	292,58	336,4673	323,2009	43,8873	30,621	13,266	
234	+	16,22	4.687,95	292,58	336,4673	323,2009	43,8873	30,621	13,266	
235	+	4,49	4.696,22	292,56	336,3642	323,2082	43,8033	30,647	13,156	
235	+	12,75	4.704,48	292,54	336,2606	323,2152	43,7189	30,674	13,045	
236	+	1,02	4.712,75	292,52	336,1573	323,2231	43,6347	30,701	12,934	
236	+	9,29	4.721,02	292,50	336,0471	323,2301	43,5436	30,727	12,817	
236	+	17,56	4.729,29	292,48	335,9440	323,2372	43,4597	30,753	12,707	
237	+	5,83	4.737,56	292,47	335,8403	323,2445	43,3751	30,779	12,596	
237	+	14,09	4.745,82	292,45	335,7370	323,2516	43,2909	30,806	12,485	
238	+	2,36	4.754,09	292,43	335,6337	323,2603	43,2068	30,833	12,373	
238	+	10,63	4.762,36	292,41	335,5229	323,2684	43,1151	30,861	12,255	
238	+	18,90	4.770,63	292,39	335,4193	323,2769	43,0306	30,888	12,142	
239	+	7,17	4.778,90	292,37	335,3158	323,2853	42,9462	30,916	12,031	
239	+	15,43	4.787,16	292,35	335,2127	323,2945	42,8623	30,944	11,918	
240	+	3,70	4.795,43	292,33	335,1089	323,3041	42,7776	30,973	11,805	
240	+	11,97	4.803,70	292,31	335,0057	323,3135	42,6935	31,001	11,692	
241	+	0,24	4.811,97	292,29	334,9025	323,3234	42,6094	31,030	11,579	
241	+	8,51	4.820,24	292,27	334,7990	323,3332	42,5251	31,059	11,466	
241	+	16,77	4.828,50	292,25	334,6953	323,3436	42,4405	31,089	11,352	
242	+	5,04	4.836,77	292,24	334,5841	323,3522	42,3484	31,117	11,232	
242	+	13,31	4.845,04	292,22	334,4806	323,3628	42,2641	31,146	11,118	
243	+	1,58	4.853,31	292,20	334,3773	323,3732	42,1799	31,176	11,004	
243	+	9,85	4.861,58	292,18	334,2740	323,3846	42,0957	31,206	10,889	
243	+	18,11	4.869,84	292,16	334,1704	323,3958	42,0113	31,237	10,775	



## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca			Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
244	+	6,38	4.878,11	292,14	334,0672	323,4055	41,9272	31,266	10,662	
244	+	14,65	4.886,38	292,14	334,0672	323,4055	41,9272	31,266	10,662	
245	+	2,92	4.894,65	291,66	333,9460	323,4144	42,2860	31,754	10,532	
245	+	11,19	4.902,92	291,18	333,8337	323,4208	42,6537	32,241	10,413	
245	+	19,45	4.911,18	291,18	333,8337	323,4208	42,6537	32,241	10,413	
246	+	7,72	4.919,45	292,11	333,7293	323,4294	41,6193	31,319	10,300	
246	+	15,99	4.927,72	293,04	333,6243	323,4406	40,5843	30,401	10,184	
247	+	4,26	4.935,99	293,97	333,5192	323,4519	39,5492	29,482	10,067	
247	+	12,52	4.944,25	293,97	333,5192	323,4519	39,5492	29,482	10,067	
248	+	0,79	4.952,52	294,37	333,4174	323,4630	39,0501	29,096	9,954	
248	+	9,06	4.960,79	294,76	333,3154	323,4759	38,5507	28,711	9,839	
248	+	17,33	4.969,06	295,16	333,2049	323,4883	38,0429	28,326	9,717	
249	+	5,60	4.977,33	295,56	333,1034	323,5006	37,5441	27,941	9,603	
249	+	13,86	4.985,59	295,96	333,0016	323,5142	37,0449	27,558	9,487	
250	+	2,13	4.993,86	296,35	332,9003	323,5279	36,5463	27,174	9,372	
250	+	10,40	5.002,13	296,75	332,7987	323,5405	36,0474	26,789	9,258	
250	+	18,67	5.010,40	297,15	332,6881	323,5552	35,5394	26,407	9,133	
251	+	6,94	5.018,67	297,55	332,5872	323,5681	35,0412	26,022	9,019	
251	+	15,20	5.026,93	297,94	332,4856	323,5826	34,5423	25,639	8,903	
252	+	3,47	5.035,20	298,34	332,3837	323,5965	34,0430	25,256	8,787	
252	+	11,74	5.043,47	298,74	332,2827	323,6111	33,5447	24,873	8,672	
253	+	0,01	5.051,74	299,14	332,1811	323,6249	33,0458	24,490	8,556	
253	+	8,28	5.060,01	299,53	332,0788	323,6371	32,5461	24,104	8,442	
253	+	16,54	5.068,27	299,93	331,9774	323,6508	32,0474	23,721	8,327	
254	+	4,81	5.076,54	299,93	331,9774	323,6508	32,0474	23,721	8,327	
254	+	13,08	5.084,81	300,47	331,8757	323,6653	31,4096	23,199	8,210	
255	+	1,35	5.093,08	301,00	331,7730	323,6785	30,7708	22,676	8,095	
255	+	9,62	5.101,35	301,54	331,6703	323,6906	30,1320	22,152	7,980	
255	+	17,88	5.109,61	302,07	331,5679	323,7048	29,4935	21,630	7,863	
256	+	6,15	5.117,88	302,61	331,4559	323,7196	28,8454	21,109	7,736	
256	+	14,42	5.126,15	303,15	331,3535	323,7357	28,2068	20,589	7,618	
257	+	2,69	5.134,42	303,68	331,2506	323,7530	27,5678	20,070	7,498	
257	+	10,96	5.142,69	304,22	331,1483	323,7686	26,9294	19,550	7,380	
257	+	19,22	5.150,95	304,76	331,0459	323,7862	26,2909	19,031	7,260	

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
258	+	7,49	5.159,22	305,29	330,9433	323,8043	25,6522	18,513	7,139
258	+	15,76	5.167,49	305,83	330,8409	323,8227	25,0137	17,996	7,018
259	+	4,03	5.175,76	306,36	330,7282	323,8411	24,3649	17,478	6,887
259	+	12,30	5.184,03	306,90	330,6193	323,8592	23,7199	16,960	6,760
260	+	0,56	5.192,29	307,44	330,5158	323,8777	23,0803	16,442	6,638
260	+	8,83	5.200,56	307,97	330,4134	323,8968	22,4418	15,925	6,517
260	+	17,10	5.208,83	308,51	330,3085	323,9165	21,8007	15,409	6,392
261	+	5,37	5.217,10	309,04	330,2063	323,9353	21,1624	14,891	6,271
261	+	13,64	5.225,37	309,58	330,1039	323,9543	20,5239	14,374	6,150
262	+	1,90	5.233,63	309,58	330,1039	323,9543	20,5239	14,374	6,150
262	+	10,17	5.241,90	309,14	329,9946	323,9702	20,8535	14,829	6,024
262	+	18,44	5.250,17	308,70	329,8854	323,9878	21,1832	15,286	5,898
263	+	6,71	5.258,44	308,26	329,7768	324,0052	21,5135	15,742	5,772
263	+	14,98	5.266,71	307,82	329,6681	324,0225	21,8437	16,198	5,646
264	+	3,24	5.274,97	307,39	329,5600	324,0403	22,1744	16,655	5,520
264	+	11,51	5.283,24	306,95	329,4385	324,0585	22,4918	17,112	5,380
264	+	19,78	5.291,51	306,51	329,3240	324,0765	22,8162	17,569	5,248
265	+	8,05	5.299,78	306,07	329,2077	324,0950	23,1388	18,026	5,113
265	+	16,32	5.308,05	305,63	329,0919	324,1118	23,4619	18,482	4,980
266	+	4,58	5.316,31	305,63	329,0919	324,1118	23,4619	18,482	4,980
266	+	12,85	5.324,58	306,14	328,9845	324,1287	22,8420	17,986	4,856
267	+	1,12	5.332,85	306,66	328,8768	324,1454	22,2218	17,490	4,731
267	+	9,39	5.341,12	307,17	328,7694	324,1630	21,6019	16,996	4,606
267	+	17,66	5.349,39	307,68	328,6603	324,1810	20,9803	16,501	4,479
268	+	5,92	5.357,65	308,19	328,5523	324,1965	20,3598	16,004	4,356
268	+	14,19	5.365,92	308,71	328,4439	324,2144	19,7389	15,509	4,229
269	+	2,46	5.374,19	309,22	328,3353	324,2325	19,1178	15,015	4,103
269	+	10,73	5.382,46	309,73	328,2153	324,2516	18,4853	14,522	3,964
269	+	19,00	5.390,73	309,73	328,2153	324,2516	18,4853	14,522	3,964
270	+	7,26	5.398,99	309,69	328,1073	324,2685	18,4139	14,575	3,839
270	+	15,53	5.407,26	309,66	328,0005	324,2886	18,3438	14,632	3,712
271	+	3,80	5.415,53	309,62	327,8907	324,3088	18,2707	14,689	3,582
271	+	12,07	5.423,80	309,58	327,7846	324,3292	18,2013	14,746	3,455
272	+	0,34	5.432,07	309,55	327,6779	324,3493	18,1312	14,803	3,329

## BOMBEAMENTO PARA MADALENA SEM PROTEÇÃO

Estaca		Dist da EE	Cota Terreno	Lpiez max	Lpiez min	Sobrep. Max	Subp. Min	Amplitude	Observação
272	+	8,60	5.440,33	309,51	327,5713	324,3732	18,0613	14,863	3,198
272	+	16,87	5.448,60	309,51	327,5713	324,3732	18,0613	14,863	3,198
273	+	5,14	5.456,87	309,81	327,4696	324,3980	17,6566	14,585	3,072
273	+	13,41	5.465,14	310,12	327,3549	324,4221	17,2390	14,306	2,933
274	+	1,68	5.473,41	310,42	327,2530	324,4411	16,8342	14,022	2,812
274	+	9,94	5.481,67	310,72	327,1514	324,4627	16,4296	13,741	2,689
274	+	18,21	5.489,94	311,02	327,0495	324,4820	16,0248	13,457	2,568
275	+	6,48	5.498,21	311,33	326,9479	324,5031	15,6202	13,175	2,445
275	+	14,75	5.506,48	311,63	326,8324	324,5278	15,2018	12,897	2,305
276	+	3,02	5.514,75	311,93	326,7308	324,5539	14,7973	12,620	2,177
276	+	11,28	5.523,01	312,24	326,6292	324,5790	14,3927	12,343	2,050
276	+	19,55	5.531,28	312,54	326,5276	324,6047	13,9882	12,065	1,923
277	+	7,82	5.539,55	312,84	326,4230	324,6294	13,5807	11,787	1,794
277	+	16,09	5.547,82	313,15	326,3213	324,6542	13,1760	11,509	1,667
278	+	4,36	5.556,09	313,45	326,2104	324,6794	12,7622	11,231	1,531
278	+	12,62	5.564,35	313,75	326,1049	324,7068	12,3537	10,956	1,398
279	+	0,89	5.572,62	314,05	326,0033	324,7351	11,9492	10,681	1,268
279	+	9,16	5.580,89	314,36	325,9012	324,7628	11,5441	10,406	1,138
279	+	17,43	5.589,16	314,66	325,7938	324,7903	11,1338	10,130	1,003
280	+	5,70	5.597,43	314,66	325,7938	324,7903	11,1338	10,130	1,003
280	+	13,96	5.605,69	314,16	325,6843	324,8175	11,5293	10,663	0,867
281	+	2,23	5.613,96	313,65	325,5746	324,8483	11,9246	11,198	0,726
281	+	10,50	5.622,23	313,15	325,4653	324,8779	12,3203	11,733	0,587
281	+	18,77	5.630,50	312,64	325,3553	324,9087	12,7153	12,269	0,447
282	+	7,04	5.638,77	312,64	325,3553	324,9087	12,7153	12,269	0,447
282	+	15,30	5.647,03	313,16	325,2371	324,9391	12,0738	11,776	0,298
283	+	3,57	5.655,30	313,69	325,1246	324,9689	11,4379	11,282	0,156
283	+	11,84	5.663,57	314,21	325,0000	325,0000	10,7900	10,790	0,000
284	+	0,11	5.671,84	314,21	325,0000	325,0000	10,7900	10,790	0,000



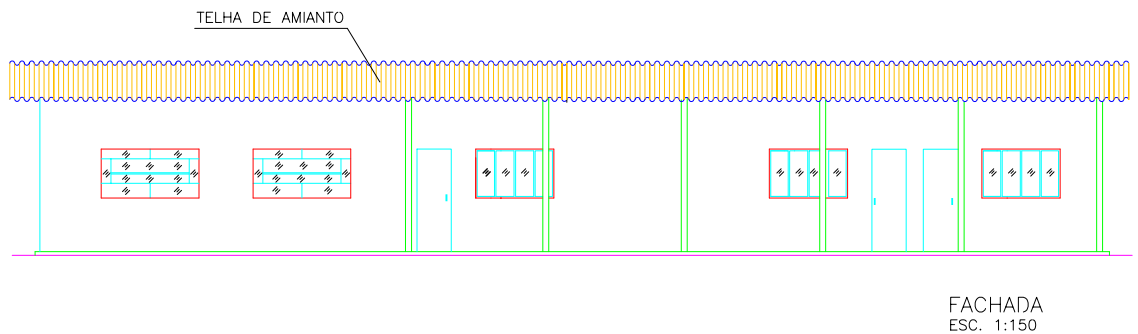
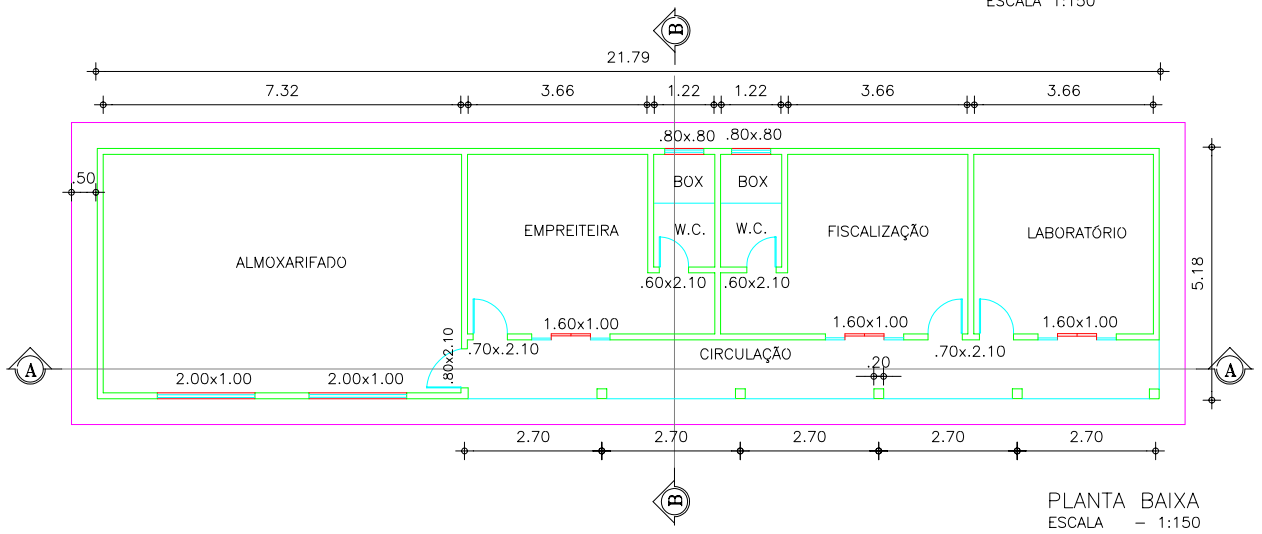
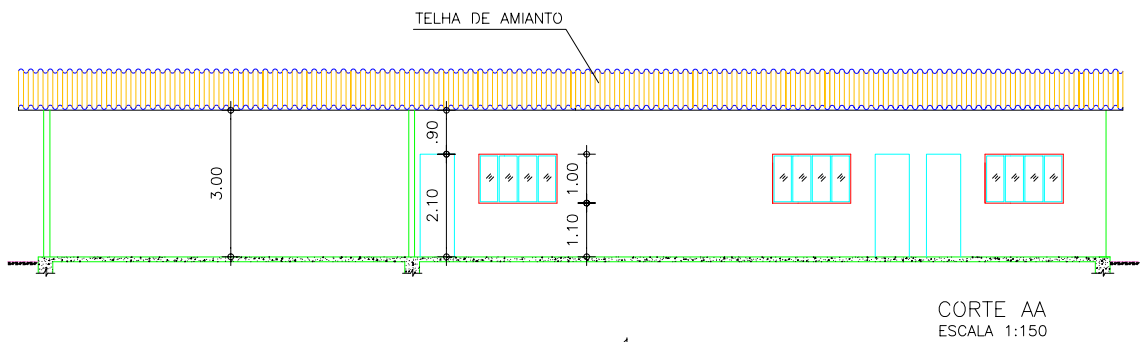
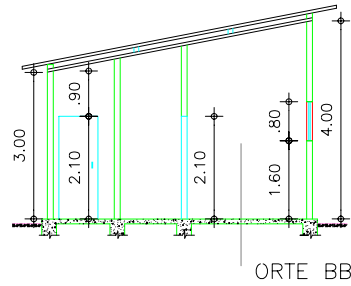
MONTGOMERY WATSON



## **11.6 ANEXO VI – DESENHOS COMPLEMENTARES**

---

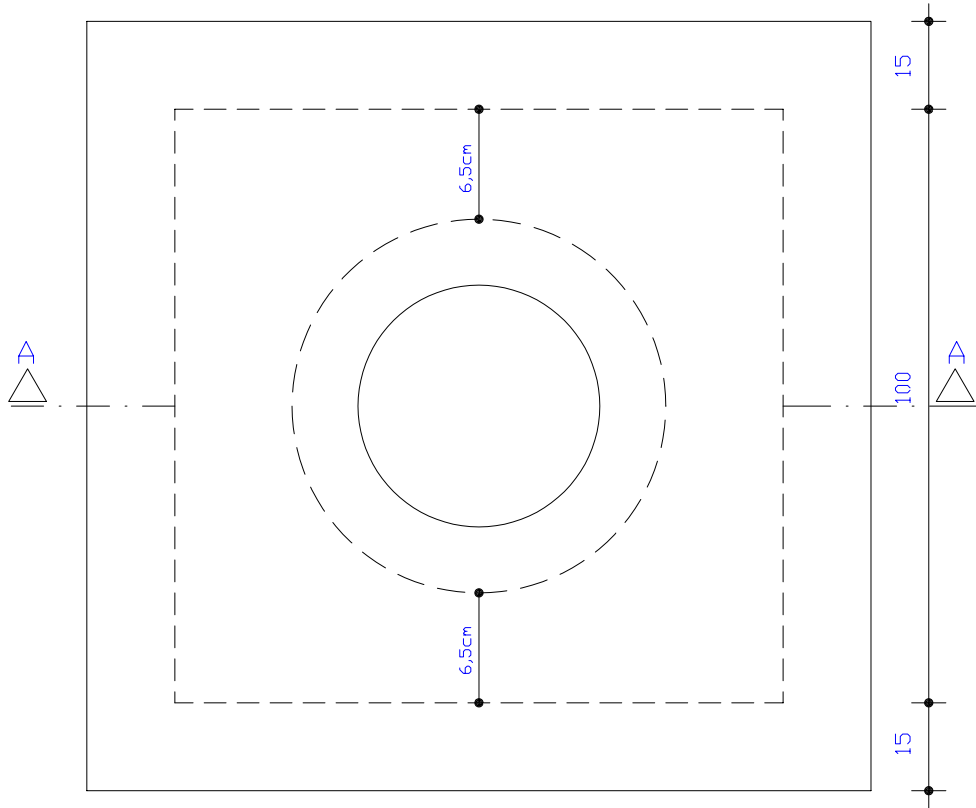
# Barracao Para Escritório - Canteiro de Obra



A-05

PLANTA BAIXA - CORTES - FACHADA

# Caixa de Pitometria

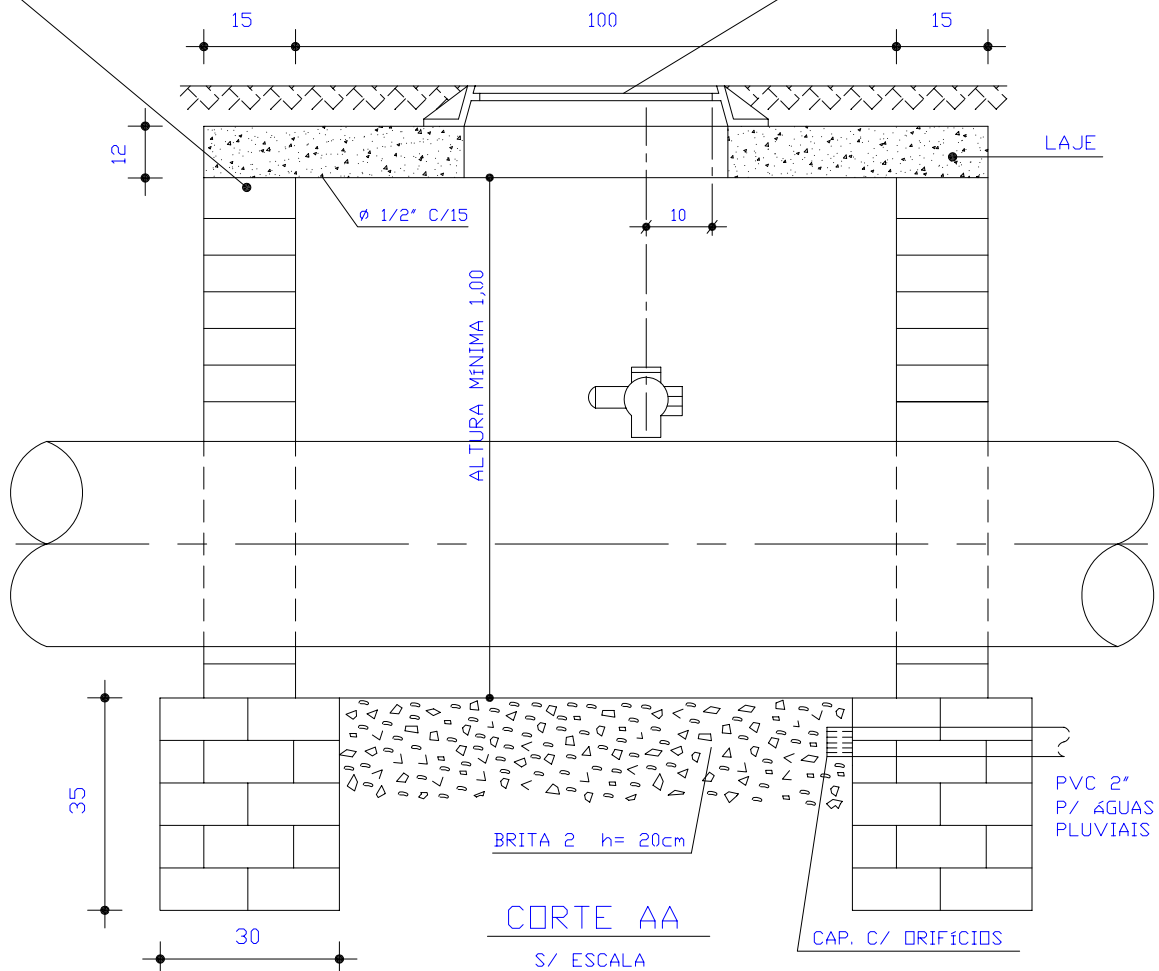


VISTA SUPERIOR

ALVENARIA DE TIJOLO COMUM

S/ ESCALA

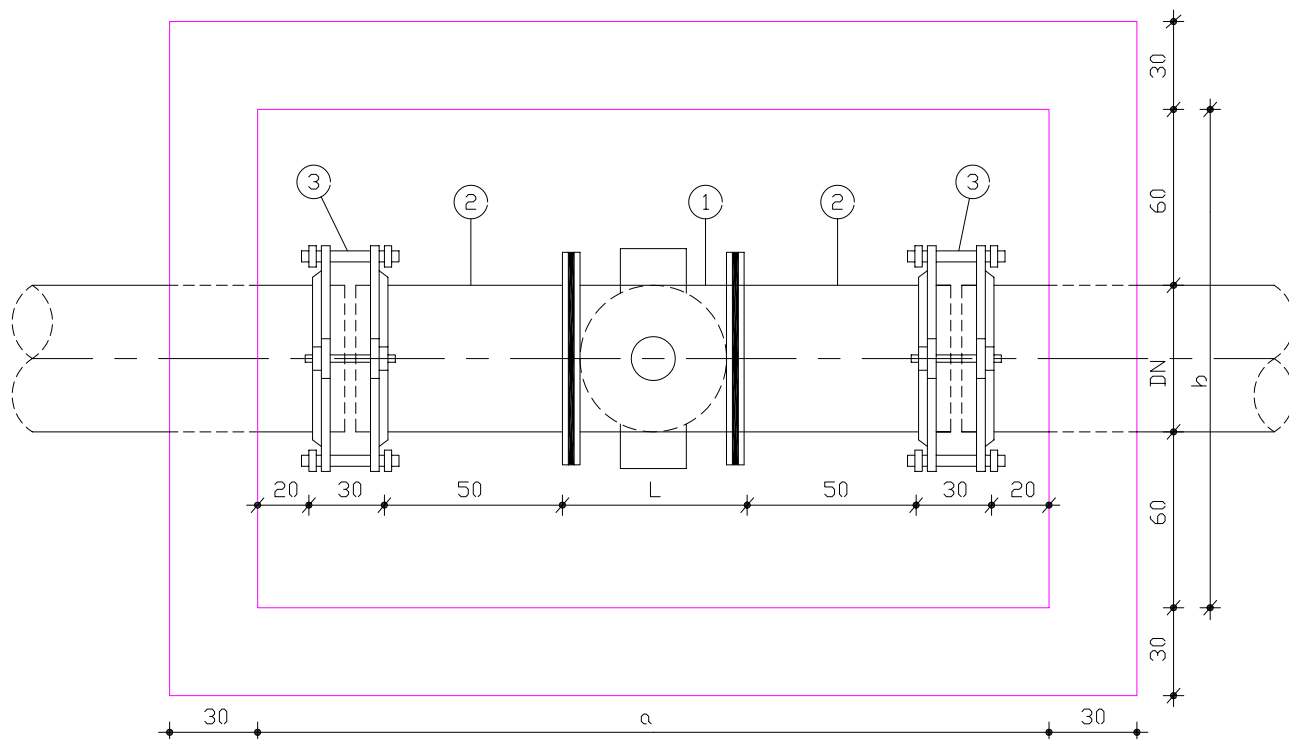
TAMPÃO FOFO DÚCTIL A SER FORNECIDO PELA CAGECE



CORTE AA

S/ ESCALA

## Caixa de Macromedição

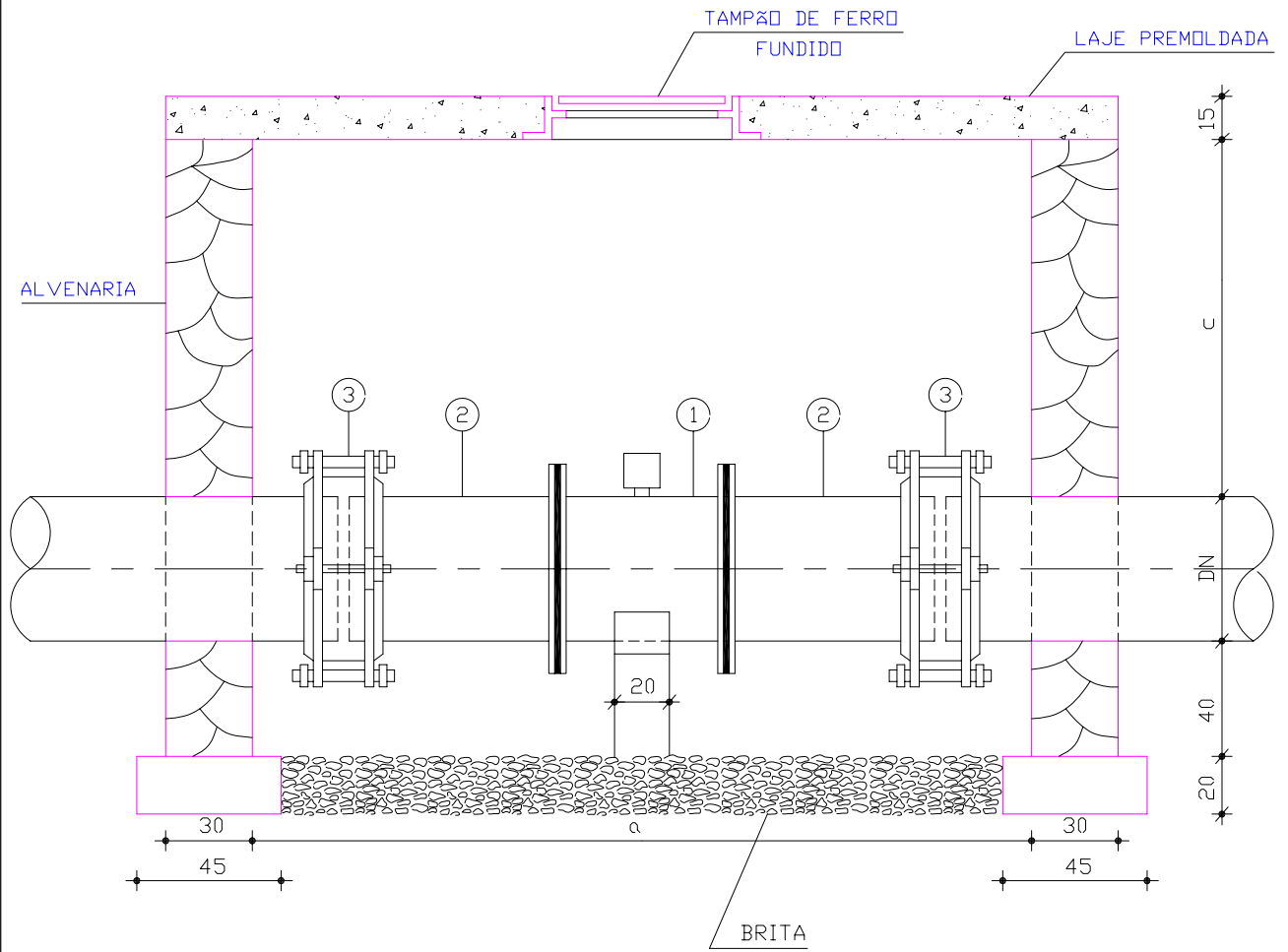


## PLANTA BAIXA

S/ ESCALA

### RELAÇÃO DE MATERIAL - $\varnothing$ 150 a 400mm - FaFo

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	QUANT.
1	MACROMEDIDOR (L = 39,8 a 63,4cm)	1
2	EXTREMIDADE PONTA E FLANGE (50cm)	2
3	JUNTA MECÂNICA OU SIMILAR (30cm)	2



# CORTE

S/ ESCALA



**Consórcio**

---



**MONTGOMERY WATSON**

