



Maio 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 DE AMONTADA

Volume 1 - Relatório Geral



MONTGOMERY WATSON



GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

Lúcio Gonçalo de Alcântara

SECRETÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Ednardo Ximenes Rodrigues

SUB-SECRETÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Renato Rolim Ribeiro

COORDENADOR GERAL DOS PROJETOS ESPECIAIS

Mário Fracalossi Junior

**CONTRATO N.º 002/PROGERIRH – PILOTO/SRH/CE/2001****EQUIPE DE ELABORAÇÃO**

CONSÓRCIO MONTGOMERY WATSON/ENGESOFT	ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA SRH
João F. Vieira Neto Eng.º. Civil Diretor Técnico Engesoft	Ivoneide Ferreira Damasceno Eng.ª. Civil Presidente da Comissão
William Moler Geólogo Gerente do Contrato	Lucrecia Nogueira de Sousa Geóloga Membro da Comissão
Walmir Fernando Duarte Jardim Eng.º. Civil Coordenador do Projeto	Thereza Cristina Citó Rêgo Eng.ª. Civil Membro da Comissão
José Ribamar Pinheiro Barbosa Eng.º. Civil Geotecnia e Barragem	Osvan Menezes de Queiroz Eng.º. Civil Membro da Comissão
Waldir Barbosa de Souza Rodrigues Eng.º. Civil Barragem	Maria Alice Guedes Geóloga Membro da Comissão
Alysson César Azevedo da Silva Eng.º. Civil Estudos Básicos e Topografia	Francisco José de Sousa Eng.º. Agrônomo Membro da Comissão
José Osmar Coelho Saraiva Eng.º. Civil Hidráulica e Adutora	Maria Elaine Bianchi Geógrafa Membro da Comissão
Sérgio Pontes Eng.º. Civil Hidráulica e Adutora	Francisco Dário Silva Feitosa Eng.º. Agrônomo Membro da Comissão
Naimar Gonçalves Barroso Severiano Economista Meio Ambiente e Reassentamento	Nelson L. de S. Pinto Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Marcos César Feitosa Geólogo Levantamento Cadastral	Paulo Teixeira da Cruz Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Paulo Silas de Sousa Eng.º. Agrônomo Levantamento Cadastral	Ronei Vieira de Carvalho Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Hermano Câmara Campos Geólogo Geologia e Geotecnia	
Raimundo Eduardo Silveira Fontenele Economista Avaliação Financeira e Econômica	



MONTGOMERY WATSON



PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA ADUTOR DE AMONTADA
Volume 1 - Relatório Geral



MONTGOMERY WATSON



ÍNDICE



ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE	4
1. APRESENTAÇÃO	9
2. POPULAÇÃO ATENDIDA	12
2.1 <i>Localidades Atendidas</i>	13
2.2 <i>Alcance do Estudo</i>	13
2.3 <i>População de Referência</i>	13
2.4 <i>Projeção Populacional</i>	13
2.4.1. <i>Considerações Gerais</i>	13
2.4.2. <i>Resultados</i>	14
2.4.3. <i>Conclusões</i>	14
3. DEMANDAS x VAZÕES	19
3.1 <i>Considerações</i>	20
3.2 <i>Parâmetros de Projeto</i>	20
3.3 <i>Resultados</i>	21
4. DISPONIBILIDADE HÍDRICA	23
4.1 <i>Fonte Hídrica do Sistema Adutor Amontada</i>	24
5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE.....	27
5.1 <i>Sistema em Operação</i>	28
5.1.1. <i>Captação</i>	28
5.1.2. <i>Estação de Bombeamento de Água Tratada</i>	29
5.1.3. <i>Adução de Água Tratada</i>	29
5.1.4. <i>Tratamento</i>	29
5.1.5. <i>Reservação</i>	29
5.2 <i>Sistema Instalado pela FUNASA</i>	29
5.2.1. <i>Sistema de Filtragem</i>	29
5.2.2. <i>Estação Elevatória de Lavagem de Filtros</i>	30
5.2.3. <i>Estação Elevatória de Água Tratada</i>	30
5.2.4. <i>Casa de Química Completa Composta de:</i>	30
5.2.5. <i>Reservatório Apoiado de Água Tratada</i>	31
6. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	33
6.1 <i>Concepção do Sistema</i>	34
7. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	37
7.1 <i>Grupo Motobomba</i>	38
7.2 <i>Sistema Adutor</i>	38
7.2.1. <i>Crítérios Utilizados</i>	38



7.2.2. Metodologia.....	40
7.2.3. Determinação dos Custos Iniciais	40
7.2.4. Determinação dos Custos de Energia	41
7.2.5. Determinação dos Custos das Elevatórias	44
8.DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO DAS OBRAS HIDRÁULICAS	45
8.1 <i>Captação</i>	46
8.1.1. Descrição da Captação	46
8.1.2. Dimensionamento	46
8.1.3. Determinação da Bomba.....	47
8.1.4. Plataforma Flutuante.....	48
8.1.5. Conclusão	50
8.2 <i>Adução</i>	54
8.2.1. Sistema Adutor de Água Bruta.....	54
8.2.2. Sistema Adutor de Água Tratada.....	57
8.3 <i>Estação de Tratamento</i>	60
8.3.1. Considerações Iniciais	60
8.3.2. Tecnologia de Tratamento	62
8.3.2.1. Considerações Gerais.....	62
8.3.2.2. Histórico da Técnica FAD (Flotação por ar Dissolvido)	63
8.3.2.3. Concepção Geral da ETA.....	66
8.3.2.4. Equipamentos Constantes na ETA	68
8.4 <i>Bombeamento de Água Tratada</i>	69
8.4.1. Dimensionamento do Sistema de Bombeamento de Água Tratada.....	69
Conclusão.....	71
8.5 <i>Bombeamento para Lavagem de Filtros</i>	72
8.6 <i>Reservação</i>	77
8.7 <i>Equipamentos de Proteção e Operação da Rede</i>	77
8.7.1. Ventosas	77
8.7.1.1. Generalidades.....	77
8.7.1.2. Dimensionamento das Ventosas.....	77
8.7.1.3. Caixas de Proteção das Ventosas.....	78
8.7.2. Descarga de Fundo.....	79
8.7.2.1. Generalidades.....	79
8.7.2.2. Dimensionamento das Descargas de Fundo.....	80
8.7.2.3. Caixas de Proteção das Descargas	81
8.7.3. Válvulas de Bloqueio	81
8.7.3.1. Generalidades.....	81



8.7.3.2. Caixas de Proteção das Válvulas de Bloqueio	82
8.8 Assentamento de Tubulação	82
8.9 Blocos de Ancoragem	83
8.10 Travessia de Rodovia Estadual	84
9. TRANSIENTES HIDRÁULICOS	85
9.1 Teoria Empregada para o Cálculo do Transitório Hidráulico	86
9.2 Alternativas de Proteção de Linhas de Recalque	89
9.2.1. Ventosas	90
9.2.2. Válvulas de Alívio	91
9.2.3. Volantes de Inércia	91
9.2.4. Chaminés de Equilíbrio	92
9.2.5. Reservatório Hidropneumático	92
9.2.6. Tanques de Alimentação Unidirecional (Tau) Ou “One-Way”	93
9.3 Metodologia de Trabalho	94
9.3.1. Considerações Gerais	94
9.3.2. Forma de Apresentação dos Resultados	95
9.4 Resultados Obtidos	95
10. AUTOMAÇÃO	100
10.1 Apresentação	101
10.2 Normas Técnicas	101
10.3 Responsável Técnico	102
10.4 Objetivo	102
10.5 Considerações Gerais	103
10.6 Telemetria	103
10.7 Telecomando	103
10.8 Telesupervisão	103
10.9 Telealarme	104
10.10 Descrição	104
10.11 Concepção	104
10.12 Partes Integrantes do Sistema	105
10.13 Controle Operacional do Sistema	105
10.14 Geral	105
10.15 Dados e Premissas	105
10.16 Critérios	105
10.17 Variáveis Consideradas	105
10.18 Unidades De Transmissão Remota do Reservatório Elevado de Amontada (Utr 2)	106



10.19	<i>Unidade de Transmissão Remota 01 (Cecop, Estação Elevatória de Agua Tratada – Eeat e Estação de Captação - Flutuante)</i>	108
10.20	<i>Relação de Dependência</i>	110
10.21	<i>Descritivo Operacional</i>	111
10.22	<i>Descrição das Utr’S</i>	113
11.	FICHA TÉCNICA DO SISTEMA	123
12.	ANEXO I	126
12.1.	DIMENSIONAMENTOS ECONÔMICOS	127
12.2.	ANEXO II – DETALHAMENTO PONTO A PONTO	129
12.3.	ANEXO III – MEMÓRIAL DESCRITIVO DA ETA E LEITO DE SECAGEM	154
12.4.	ANEXO IV – MEMÓRIAL DESCRITIVO DO FLUTUANTE	174
12.5.	ANEXO V – ENSAIO FOTOGRÁFICO	188
12.6.	ANEXO 6 – DESENHOS COMPLEMENTARES	198



MONTGOMERY WATSON



1. APRESENTAÇÃO



1 APRESENTAÇÃO

O Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE) celebraram o Contrato N° 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 de Amontada**, que é formado por seis Volumes, a saber:

Volume 1 - Relatório Geral

Volume 2 –Desenhos

Volume 3A –Especificações Técnicas Gerais

Volume 3B –Especificações Técnicas da Automação

Volume 4 – Projeto Elétrico

Volume 5 – Orçamento e Quantitativos

O objetivo do presente relatório é apresentar os estudos técnicos do dimensionamento e detalhamento de Projeto Executivo do Sistema Adutor Amontada, 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



EngeSoft
Engenharia e Consultoria S/C Ltda.

2. POPULAÇÃO ATENDIDA



2 POPULAÇÃO ATENDIDA

2.1 LOCALIDADES ATENDIDAS

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

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.

2.3 POPULAÇÃO DE REFERÊNCIA

A projeção da evolução populacional de Amontada foi desenvolvida a partir dos dados populacionais do IBGE, referentes aos censos de 1991, 1996 e 2000, apresentados anteriormente (Quadro 1.2).

2.4 PROJEÇÃO POPULACIONAL

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 elaboradas 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.

2.4.2. Resultados

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

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

2.4.3. Conclusões

A população do município de Amontada, quando analisada o seu conjunto, aferiu um crescimento ascendente no período de 1991 a 2000, com uma taxa média de 2,83% ao ano. (urbana = 3,26% e rural=2,59%).

Quando analisado apenas o crescimento da população urbana da sede, ocorreu no mesmo período, uma redução no crescimento, ou seja: entre 1991 e 1996 a taxa média de crescimento foi de 4,29% enquanto que no período entre 1996 e 2000 esta foi aferida em 2,55%.

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

- Linear 2,32% - 0,9905
- Logarítmica 2,31% - 0,9906
- Exponencial 3,60% - 0,9815
- Potência 3,71% - 0,9817
- Polinomial Não apresentou correlação

De acordo com os resultados apresentados, concluiu-se que:



- As curvas obtidas através das equações linear e logarítmica apresentaram resultados praticamente idênticos nas taxas de crescimento e nos coeficientes de correlação, cujos valores são mais próximos da última taxa de crescimento medida pelo IBGE (1996/2000);
- Embora a taxa de crescimento da população urbana total do município, que entre 1991 e 1996 foi de 3,06% tenha crescido para 3,51% entre 1996 e 2000, este fenômeno foi incrementado mais na região litorânea, fato confirmado pela taxa de crescimento da população residente na sede que foi 4,29% e caiu para 2,55%, nos mesmos períodos analisados.
- Considerando que o crescimento ascendente de uma determinada comunidade é motivada por diversos fatores, sendo o principal por atividades econômicas geradoras de emprego e renda, que no caso da região certamente se concentrarão em Itapipoca (pela sua infraestrutura existente) e em Marco motivadas pelo Projeto de Irrigação Baixo Acaraú, sugerimos adotar uma taxa de crescimento constante para Amontada de **2,0%** ao longo dos 30 anos de horizonte do projeto. 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 – AMONTADA: CURVAS DE REGRESSÃO**

CURVA	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTÊNCIA
R ²	0,9905	0,9906	0,9815	0,9817
Pop.IBGE - Ano de 2000	7.911	7.911	7.911	7.911
2001	8.214	8.213	8.308	8.552
2002	8.450	8.448	8.602	8.854
2003	8.686	8.683	8.907	9.166
2004	8.922	8.919	9.222	9.489
2005	9.158	9.154	9.549	9.824
2006	9.394	9.388	9.887	10.170
2007	9.630	9.623	10.237	10.528
2008	9.866	9.858	10.599	10.899
2009	10.102	10.092	10.975	11.282
2010	10.338	10.327	11.363	11.679
2011	10.574	10.561	11.766	12.089
2012	10.810	10.795	12.182	12.514
2013	11.046	11.029	12.614	12.953
2014	11.282	11.263	13.060	13.408
2015	11.518	11.497	13.523	13.878
2016	11.755	11.731	14.001	14.364
2017	11.991	11.964	14.497	14.868
2018	12.227	12.198	15.010	15.388
2019	12.463	12.431	15.542	15.927
2020	12.699	12.664	16.092	16.484
2021	12.935	12.897	16.662	17.060
2022	13.171	13.131	17.252	17.657
2023	13.407	13.363	17.863	18.273
2024	13.643	13.596	18.495	18.911
2025	13.879	13.829	19.150	19.571
2026	14.115	14.061	19.828	20.254
2027	14.351	14.294	20.530	20.960
2028	14.587	14.526	21.257	21.690
2029	14.823	14.758	22.010	22.445
2030	15.059	14.990	22.789	23.227
2031	15.295	15.222	23.596	24.035
2032	15.531	15.454	24.432	24.871
2033	15.767	15.686	25.297	25.735



QUADRO 2.1 – AMONTADA: EVOLUÇÃO POPULACIONAL

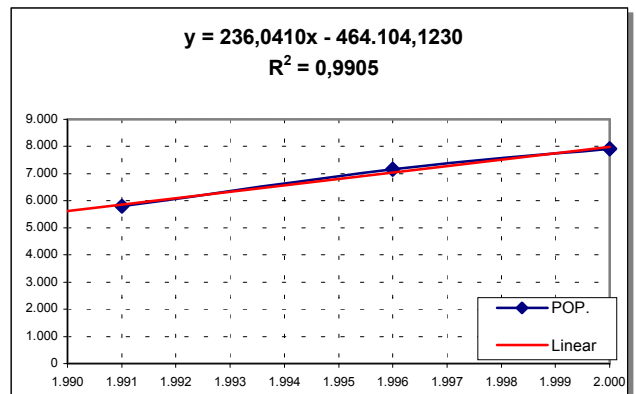
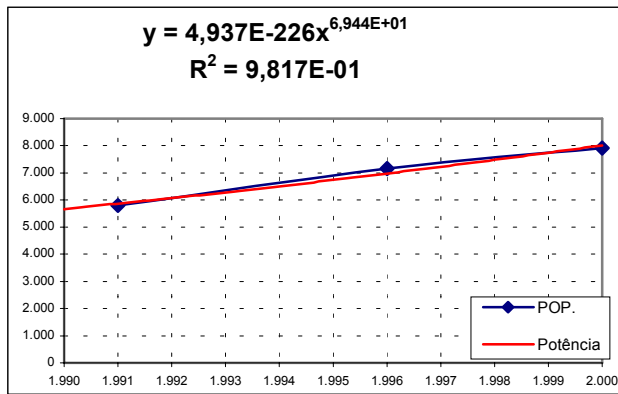
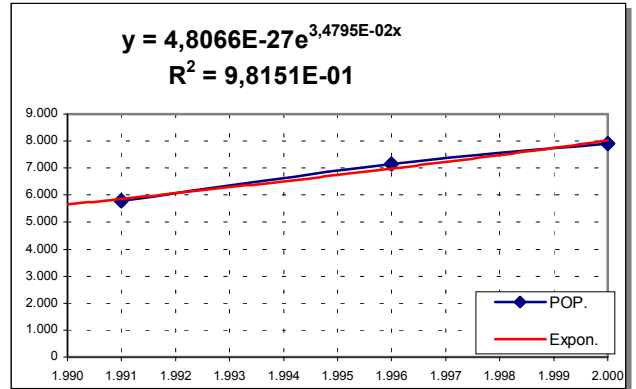
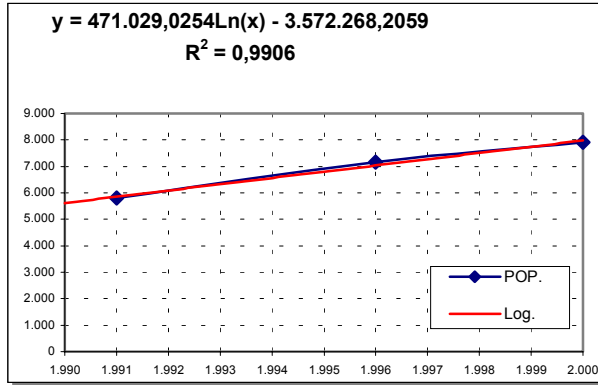
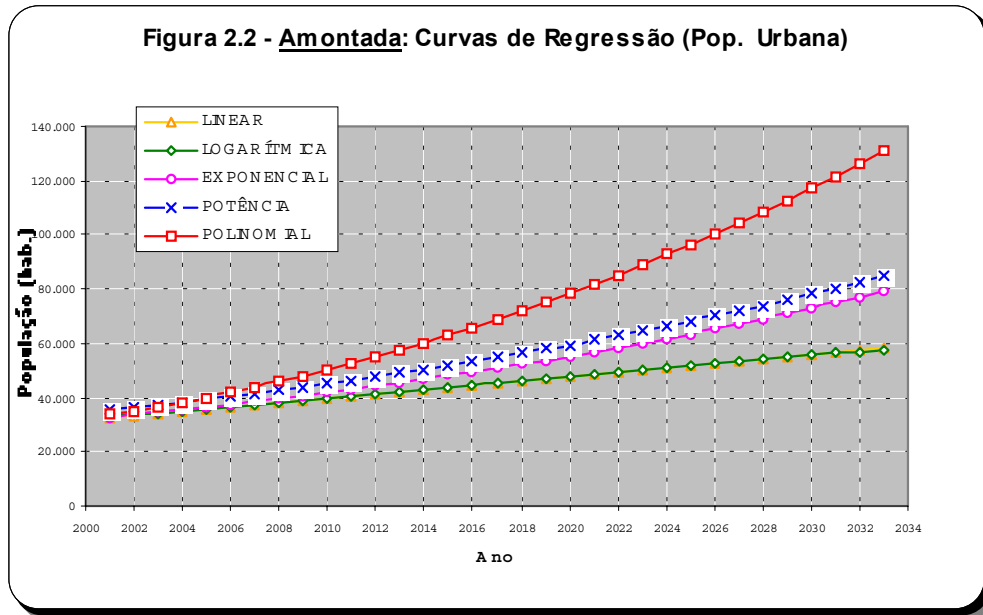




FIGURA 2.2 – AMONTADA: GRÁFICO DOS RESULTADOS DA REGRESSÃO





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.

As informações operacionais do sistema de Amontada, sob a responsabilidade da FNS, 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%.

Coefficiente do dia de maior consumo: (k_1) = 1,2.

Coefficiente da hora de maior consumo: (K_2) = 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:** $Q_m = (P \times q \times i_{ab}) / 86.400$
- **Vazão Máxima Diária:** $Q_d = Q_m \times K_1$
- **Vazão Máxima Horária:** $Q_h = Q_d \times K_2$

Reservação

Para o cálculo da reservação necessária, será adotada a relação correspondente a 1/3 do volume diário consumido relativo à vazão máxima diária.

3.3 RESULTADOS

A partir parâmetros definidos, calcularam-se as vazões e os volumes de reservação necessário para 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, cujos resultados são apresentados no Quadro 3.1.

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

Demanda (m ³ /ano).....	593.206,70
Oferta (m ³ /ano).....	790.942,26
Vazão média (l/s)	30,10
Vazão máx. diária (l/s)	10 anos24,31
	20 anos29,63
	30 anos36,12
Reservação necessária (m ³)	1.040,14 (=36,12x3,6*8)

**QUADRO 3.1 – DEMANDAS X VAZÕES AMONTADA**

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita (l/hab.dia)		Nível de Atend. (%)	Demanda (m ³ /ano)	Oferta (m ³ /ano)	Vazões (l/s) 20 h		Reserv. Nec. (m ³)
				Líquida	Bruta				Média	Máx.dia	
2000	2,00	7.911	25	112,50	150,00	95,00	308.603,17	411.470,89	15,66	18,79	541,11
2001		8.069	25	112,50	150,00	95,00	314.775,23	419.700,31	15,97	19,16	551,93
2002		8.231	25	112,50	150,00	95,00	321.070,73	428.094,31	16,29	19,55	562,97
2003		8.395	25	112,50	150,00	95,00	327.492,15	436.656,20	16,62	19,94	574,23
2004		8.563	25	112,50	150,00	95,00	334.041,99	445.389,32	16,95	20,34	585,72
2005		8.734	25	112,50	150,00	95,00	340.722,83	454.297,11	17,29	20,74	597,43
2006		8.909	25	112,50	150,00	95,00	347.537,29	463.383,05	17,63	21,16	609,38
2007		9.087	25	112,50	150,00	95,00	354.488,03	472.650,71	17,99	21,58	621,57
2008		9.269	25	112,50	150,00	95,00	361.577,79	482.103,73	18,34	22,01	634,00
2009		9.454	25	112,50	150,00	95,00	368.809,35	491.745,80	18,71	22,45	646,68
2010		9.643	25	112,50	150,00	95,00	376.185,54	501.580,72	19,09	22,90	659,61
2011		9.836	25	112,50	150,00	95,00	383.709,25	511.612,33	19,47	23,36	672,81
2012		10.033	25	112,50	150,00	95,00	391.383,43	521.844,58	19,86	23,83	686,26
2013		10.234	25	112,50	150,00	95,00	399.211,10	532.281,47	20,25	24,31	699,99
2014		10.438	25	112,50	150,00	95,00	407.195,32	542.927,10	20,66	24,79	713,99
2015		10.647	25	112,50	150,00	95,00	415.339,23	553.785,64	21,07	25,29	728,27
2016		10.860	25	112,50	150,00	95,00	423.646,01	564.861,35	21,49	25,79	742,83
2017		11.077	25	112,50	150,00	95,00	432.118,93	576.158,58	21,92	26,31	757,69
2018		11.299	25	112,50	150,00	95,00	440.761,31	587.681,75	22,36	26,83	772,84
2019		11.525	25	112,50	150,00	95,00	449.576,54	599.435,39	22,81	27,37	788,30
2020		11.755	25	112,50	150,00	95,00	458.568,07	611.424,09	23,27	27,92	804,06
2021		11.990	25	112,50	150,00	95,00	467.739,43	623.652,58	23,73	28,48	820,15
2022		12.230	25	112,50	150,00	95,00	477.094,22	636.125,63	24,21	29,05	836,55
2023	12.475	25	112,50	150,00	95,00	486.636,10	648.848,14	24,69	29,63	853,28	
2024	12.724	25	112,50	150,00	95,00	496.368,83	661.825,10	25,18	30,22	870,35	
2025	12.979	25	112,50	150,00	95,00	506.296,20	675.061,60	25,69	30,82	887,75	
2026	13.238	25	112,50	150,00	95,00	516.422,13	688.562,84	26,20	31,44	905,51	
2027	13.503	25	112,50	150,00	95,00	526.750,57	702.334,09	26,73	32,07	923,62	
2028	13.773	25	112,50	150,00	95,00	537.285,58	716.380,78	27,26	32,71	942,09	
2029	14.049	25	112,50	150,00	95,00	548.031,29	730.708,39	27,80	33,37	960,93	
2030	14.330	25	112,50	150,00	95,00	558.991,92	745.322,56	28,36	34,03	980,15	
2031	14.616	25	112,50	150,00	95,00	570.171,76	760.229,01	28,93	34,71	999,75	
2032	14.909	25	112,50	150,00	95,00	581.575,19	775.433,59	29,51	35,41	1.019,75	
2033	15.207	25	112,50	150,00	95,00	593.206,70	790.942,26	30,10	36,12	1.040,14	



MONTGOMERY WATSON



4. DISPONIBILIDADE HÍDRICA



4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA O SISTEMA

4.1 FONTE HÍDRICA DO SISTEMA ADUTOR AMONTADA

A fonte hídrica do sistema Adutor Amontada é a Barragem Missi, cuja ficha técnica completa está a seguir.

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MISSI

• IDENTIFICAÇÃO

Denominação:	Barragem Missi
Estado:	Ceará
Município:	Miraima
Coordenadas Geográficas:	39°51'57", 94373"W; 3°28'20, 13451"S
Rio Barrado:	Rio Missi
Proprietário:	Estado do Ceará/SRH
Autor do Projeto:	Consórcio Engesoft/Montgomery
Data do Projeto:	Abril/2002

• BACIA HIDROGRÁFICA

Área:	652,6km ²
Precipitação Média Anual:	884,7mm
Evaporação Média Anual:	2489mm

• CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO

Área da Bacia Hidráulica (Cota 54,70):	1.284,80ha
Volume Acumulado (Cota 54,70m):	65,301hm ³
Volume Morto do Reservatório (Cota 44,00m):	1,27hm ³
Volume de Alerta (Cota 48,00m):	11,06hm ³
Vazão Regularizada (90%):	0,330m ³ /s
Vazão Máx. de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):	583,8m ³ /s
Vazão Máx. de Projeto Amortecida (TR=10.000 anos):	857,5m ³ /s
Nível D'água Max. Normal:	54,70m
Nível D'água Max. Maximorum (TR=1.000 anos):	56,21m

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MISSI

Nível D'água Max. Maximorum (TR=10.000 anos)	56,65m
--	--------

**• BARRAGEM PRINCIPAL**

Tipo:	Maciço de Seção Zoneada de Terra
Altura Máxima:	17,30m
Largura do Coroamento:	6,0m
Extensão pelo Coroamento:	706m (Margem Esq.+ Margem Dir.)
Cota do Coroamento:	EI. 57,80m
Volume de Escavação (Fundação):	88.305,16m ³
Volume do Maciço (Espaldares):	240.668,20m ³
Volume do Maciço (Núcleo):	57.573,80m ³
Volume de Enrocamento (Rip-rap e Rock-fill):	25.875,40m ³
Volume de Transições:	6.305,80m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):	17.259,60m ³
Largura Máxima da Base:	84,59m
Talude de Montante:	1,0 v: 2,5 h
Cortina de Injeção (Altura Var.):	1,0v: 2,75 h

• TOMADA D'AGUA

Tipo:	Tubo de Aço ASTM envolto em galeria de concreto armado
Número de Conduitos:	1 (um)
Diâmetro:	500mm
Comprimento do Conduto:	78.00m
Cota da Geratriz Inferior a Montante:	EI.43,75m
Cota da Geratriz Inferior a Jusante:	43,75m
Volume de Concreto Armado:	82,29m ³
Volume de Concreto de Regularização:	23,24m ³
Comprimento:	82,00m
Localização:	Ombreira Direita / Estaca 54+10

• VERTEDOURO

Tipo:	Perfil Creager
Largura:	150,00m
Extensão Total do Canal:	932,78m

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MISSI**

Vazão Máxima Prevista (TR=10.000 anos):	857,5m ³ /s
Lâmina Máxima Prevista (TR=1.000 anos):	1,51m
Lâmina Máxima Prevista (TR=10.000 anos):	1,95m
Borda Livre:	1,59m

VERTEDOURO (Continuação)

Volume de Escavação:	255.400,50m ³
Volume de Concreto Ogiva:	9.694,40m ³
Volume de Concreto da Bacia-Lajes:	900,00m ³

• MUROS DE CONTENÇÃO

Material:	Concreto Ciclópico
Altura Máxima:	11,40m
Comp. na Margem Direita:	53,40m
Comp. na Margem Esquerda:	53,40m
Volume de Concreto Estrutural:	5.106,73m ³



MONTGOMERY WATSON



5. DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE



5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

5.1 SISTEMA EM OPERAÇÃO

O sistema em operação atualmente em Amontada é administrado pela S.A.A.E – Sistema Autônomo de Água e Esgoto.

5.1.1. Captação

A captação para o sistema de abastecimento de água de Amontada é atualmente realizado por intermédio de poços amazonas e tubulares escavados no aluvião do rio Aracati-Açu.

Na totalidade são 8 poços que recalcam água para um reservatório de reunião com capacidade de 50 m³. Segundo informações do técnico local da CAGECE os poços amazonas em época de estiagem reduzem drasticamente suas capacidades, principalmente o PA-01, PA-02, PA-04. A seguir descrevemos os poços amazonas(PA) e tubulares(PT) responsáveis pelo fornecimento de água bruta para Amontada.

PA – 01: Q= 15 m³/h (Na quadra invernososa)

PA – 02: Q= 13 m³/h (Na quadra invernososa)

PA – 03 : Q= 8,0 m³/h

PA – 04: Q= 15 m³/h (Na quadra invernososa)

PA – 05: Q= 15 m³/h (Durante todo o ano)

PA – 06 : Q= 14 m³/h (Durante todo o ano)

PT – 01: Q= 2 m³/h

PT – 02: Q= 2 m³/h

Q (total) = 84 m³/h(23,3 l/s)



5.1.2. Estação de Bombeamento de Água Tratada

O reservatório de reunião é também poço de sucção para a bomba que recalca para o reservatório elevado na cidade de Amontada.

O estado da estação elevatória de água tratada é deplorável. A bomba reserva não existe e a bomba que funciona está totalmente depreciada com vazamento pela gaxeta exagerado o que implica em acentuada perda de água.

A obra civil da casa de bombas se encontra constantemente inundada com as paredes e piso em péssimo estado. A ferrugem toma conta das tubulações no barrilete de recalque.

5.1.3. Adução de Água Tratada

A adutora de recalque de água tratada possui diâmetro de 150 mm e é muito antiga possuindo trechos ainda em fibrocimento. Vazamentos são uma constante no sistema.

5.1.4. Tratamento

Na estação de bombeamento de água tratada, a água dos poços recebe cloro gasoso para desinfecção, sendo este o único tratamento recebido. A água dos poços apresenta um alto teor de ferro o que pode ser comprovado pela coloração avermelhada da paredes do poço de sucção.

5.1.5. Reservação

A reservação existente em Amontada consta do reservatório de reunião com 50 m³ e o reservatório elevado com 200 m³ .

5.2 SISTEMA INSTALADO PELA FUNASA

Em 1998, a FUNASA instalou um sistema de tratamento de água completo composto das seguintes unidades:

5.2.1. Sistema de Filtragem

- 2 Clarifiber II da Hemfibra com vazão 48 a 70 m³/h , modelo CLA- II serie 300
- Camara de carga em fibra de vidro



- Barrilete de interligação da câmara de carga aos filtros e dos filtros ao reservatório apoiado em fibra de vidro

5.2.2. Estação Elevatória de Lavagem de Filtros

- Grupo motobomba Meganorm bloc 100-200 Rotor 219
- Motor de 15 CV
- Arranjo: 2+1

5.2.3. Estação Elevatória de Água Tratada

- Grupo motobomba Meganorm bloc 80-160 Rotor 154/122
- Motor de 5 cv
- Arranjo: 1+1

5.2.4. Casa de Química Completa Composta de:

- Laboratório
- Casa de cloro
- Casa de sulfato com tanques em fibra e motores
- 2 depósitos
- 1 Banheiro

Com as freqüentes cheias na quadra invernososa, o rio Aracatiaçu sempre alaga toda a área da ETA. Este ano o estrago foi maior, ocasionando danos irreversíveis na estrutura do Reservatório Apoiado de 200 m³ existente, que nunca foi utilizado. O piso do compartimento da casa de química onde estão as bombas de lavagem de filtros e de recalque para Amontada, afundou provocando rachaduras nas paredes da casa(ver fotos no anexo V).



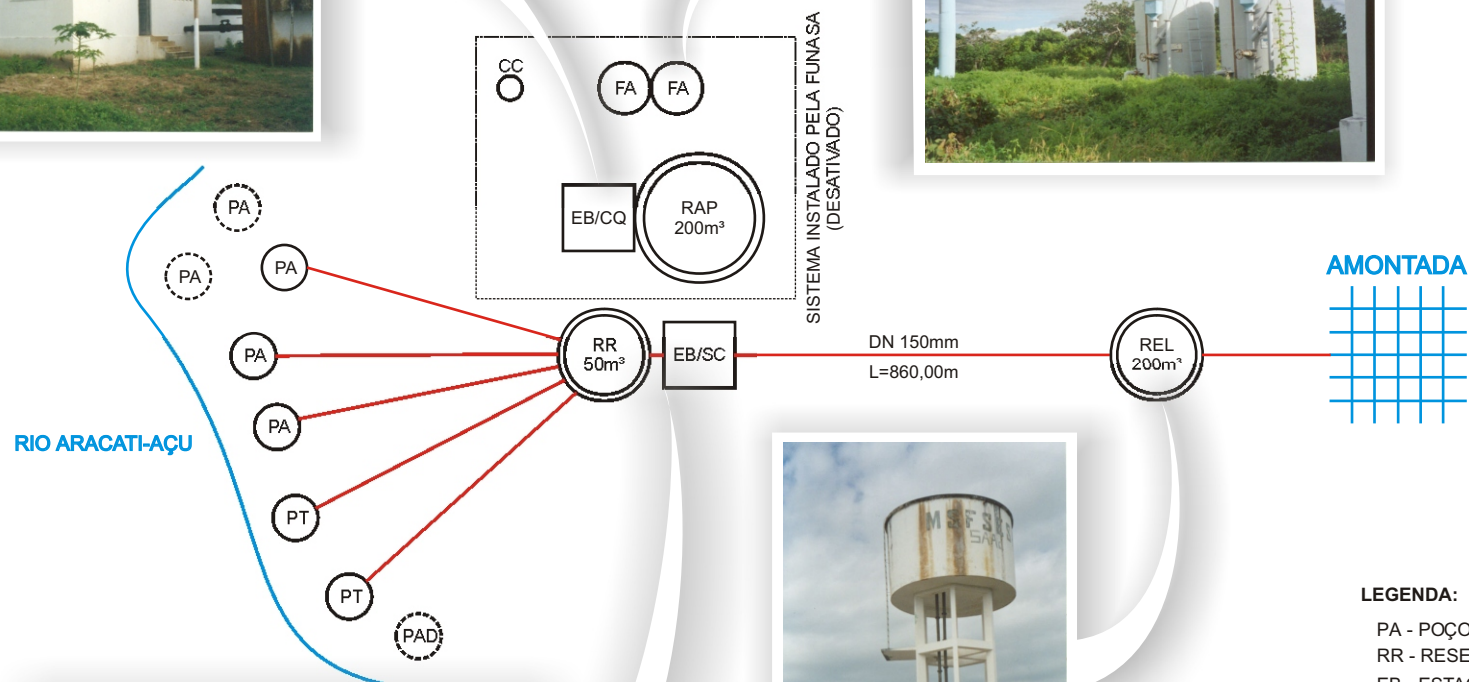
Por esses motivos torna-se inviável a utilização do local bem como o aproveitamento das estruturas existentes na atual área da ETA. No item 6 desse Relatório é apresentado o novo local da ETA, situado na ombreira direita do açude Missi .

5.2.5. Reservatório Apoiado de Água Tratada

- Capacidade 200 m³
- Estrutura comprometida(Com a inundação do local a subpressão levantou toda a estrutura em 0,50m em relação ao terreno natural)

Apesar de toda esta estrutura, o sistema instalado pela FUNASA nunca operou. Todo o sistema existente pode ser visto no ensaio fotográfico apresentado no ANEXO I.

Um croqui do sistema existente poderá ser visto na FIGURA 5.1



LEGENDA:

- PA - POÇO AMAZONAS
- RR - RESERVATÓRIO DE REUNIÃO
- EB - ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO
- SC - SALA DE CLORAÇÃO
- REL - RESERVATÓRIO ELEVADO
- CQ - CASA DE QUÍMICA
- RAP - RESERVATÓRIO APOIADO
- CC - CAMARA DE CARGA
- FA - FILTRO ASCENDENTE

Figura 5.1
Croqui do Sistema Existente
de Amontada



MONTGOMERY WATSON



6. CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO



6 CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

6.1 CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O sistema proposto para garantir o abastecimento de água para a cidade Amontada pelos próximos 30 anos constará de um flutuante na barragem Missi. A água será bombeada bruta até a área da ETA que será localizada no ombreira direita da barragem em uma área já desapropriada de 8.665,85 m².

Depois de passar pelo processo de tratamento a água será armazenada no reservatório apoiado (a ser construído) de 800 m³. Este reservatório será construído semi-enterrado para receber, por gravidade, a água da ETA que é de fluxo descendente. Os sistemas de bombeamento para o reservatório elevado de Amontada e lavagem de filtros, serão localizados em uma estação elevatória projetada abrigada anexa ao reservatório.

A atual área onde está localizada a ETA será desativada por se localizar em região de alagamento do Rio Aracatiaçu. Esse sistema será utilizada até o término da construção da nova ETA próxima a barragem a aproximadamente 13 Km da cidade de Amontada.

O traçado da adutora na escala 1:100.000 se encontra na FIGURA 6.1

O croqui do sistema proposto se encontra na FIGURA 6.2.

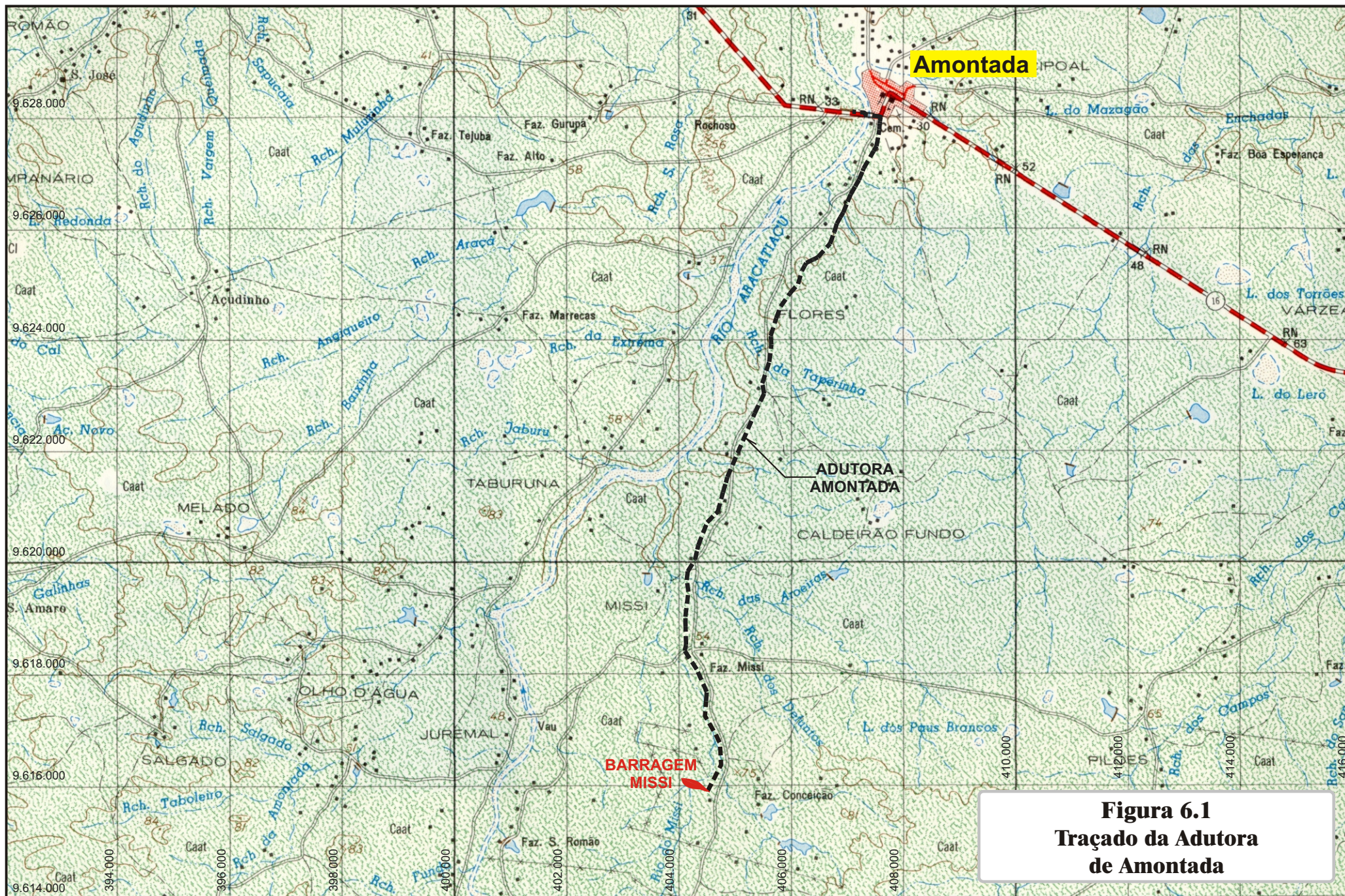


Figura 6.1
Traçado da Adutora
de Amontada

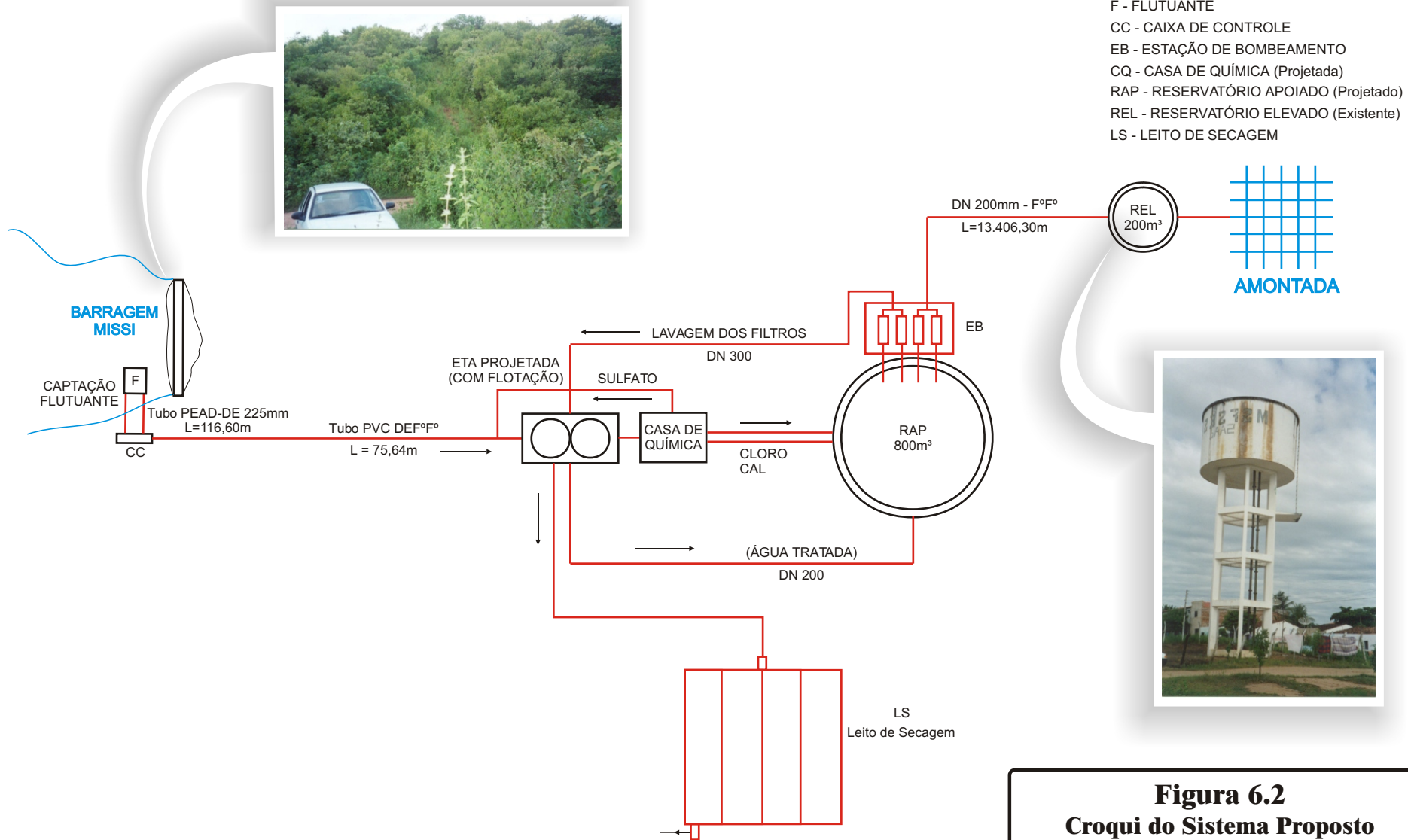


Figura 6.2
Croqui do Sistema Proposto de Amontada



MONTGOMERY WATSON



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:

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

Formula de Darcy-Weisbach:

$$H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

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/s²

1. 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 (caso exista) (b) tê de derivação para descargas e ventosas, (c) curvas, (d) reduções e (e) derivação para adutoras secundárias (caso exista).
2. Perda localizada na estação e bombeamento de 2,0 m.c.a.

PEÇA	POSIÇÃO	DN	K
Entrada de fluxo	SUCÇÃO (Vsuc= 0,74 m/s)	250	1
Curva 90°		250	0,4
Válvula borboleta		250	0,1
Redução excêntrica		250 x 125	0,15
			ΣKsuc = 1,65
Redução concêntrica	RECALQUE (Vrec=1,15 m/s)	200 x 100	0,30
Curva 90°		200	0,4
Válvula controladora		200	15
Válvula borboleta		200	0,1
Te com saída lateral		200 x 200	3
			ΣKrec = 18,8

Perda total da EB:

$$P = \sum K_{rec} \cdot \frac{V_{rec}^2}{2g} + \sum K_{suc} \cdot \frac{V_{suc}^2}{2g} = 1,31m . \text{ Arredonda-se para 2 m.c.a}$$

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



7.2.2. Metodologia

Para o dimensionamento do Sistema Adutor Amontada, 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 Amontada, 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.

7.2.3. Determinação dos Custos Iniciais

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. O 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 o QUADRO 7.1 com os preços do material que se queira simular.

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

DN	R\$/m
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

Preço da energia (R\$/kWwh)	
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**

PREÇO DA ENERGIA								
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
CUSTO TOTAL ANUAL DE CONSUMO (R\$/Kw)								21,8818

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:

$$\text{Custo total anual de demanda} = 12 \times 6,41 = 76,92 \text{ R\$/Kw}$$

QUADRO 7.4 – CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO

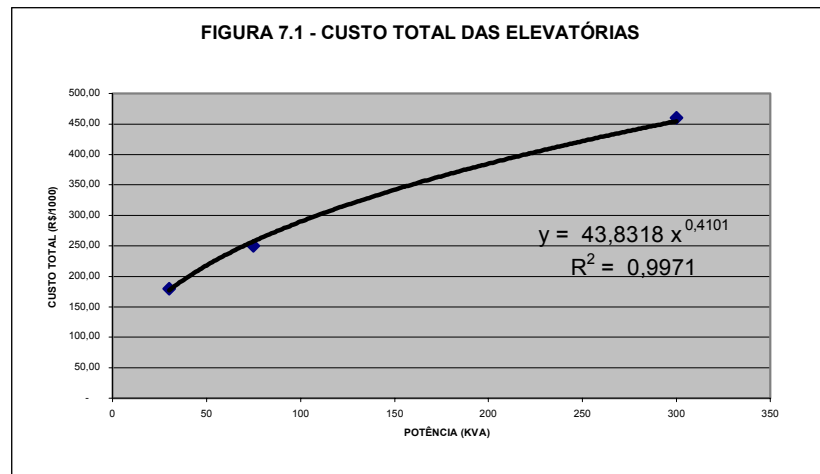
ANO	VAZÃO (l/s)		Horas de funcionamento por dia	Custo anual de consumo (R\$/kW)	Custo anual de demanda (R\$/kW)	Custo anual atualizado (R\$/kW)
	Média	Recalque				
2003	16,62	36,12	11,04	241,64	76,92	318,56
2004	16,95	36,12	11,26	246,44	76,92	288,72
2005	17,29	36,12	11,49	251,39	76,92	261,72
2006	17,63	36,12	11,71	256,33	76,92	237,20
2007	17,99	36,12	11,95	261,56	76,92	215,11
2008	18,34	36,12	12,19	266,65	76,92	194,95
2009	18,71	36,12	12,43	272,03	76,92	176,79
2010	19,09	36,12	12,68	277,56	76,92	160,35
2011	19,47	36,12	12,94	283,08	76,92	145,40
2012	19,86	36,12	13,20	288,75	76,92	131,87
2013	20,25	36,12	13,46	294,42	76,92	119,56
2014	20,66	36,12	13,73	300,38	76,92	108,47
2015	21,07	36,12	14,00	306,35	76,92	98,37
2016	21,49	36,12	14,28	312,45	76,92	89,23
2017	21,92	36,12	14,56	318,70	76,92	80,95
2018	22,36	36,12	14,86	325,10	76,92	73,45
2019	22,81	36,12	15,16	331,64	76,92	66,65
2020	23,27	36,12	15,46	338,33	76,92	60,48
2021	23,73	36,12	15,77	345,02	76,92	54,87
2022	24,21	36,12	16,09	352,00	76,92	49,80
2023	24,69	36,12	16,41	358,98	76,92	45,19
2024	25,18	36,12	16,73	366,10	76,92	41,01
2025	25,69	36,12	17,07	373,52	76,92	37,23
2026	26,20	36,12	17,41	380,93	76,92	33,78
2027	26,73	36,12	17,76	388,64	76,92	30,67
2028	27,26	36,12	18,11	396,34	76,92	27,84
2029	27,80	36,12	18,47	404,20	76,92	25,27
2030	28,36	36,12	18,84	412,34	76,92	22,94
2031	28,93	36,12	19,22	420,62	76,92	20,83
2032	29,51	36,12	19,61	429,06	76,92	18,92
2033	30,10	36,12	20,00	437,64	76,92	17,17
CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO (R\$/kw)						3.253,35



7.2.5. Determinação dos Custos das 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.





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 Amontada se dará na ombreira direita da barragem Missi por intermédio de um flutuante dotado de dois conjuntos motobombas de eixo vertical sendo um de reserva. A locação do flutuante em relação à barragem se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-AG-002.

Os 2 (dois) conjuntos serão instalados em uma plataforma flutuante em fibra e recalcarão através de tubulações independentes em “PEAD” até uma caixa de válvulas localizada em cota livre de enchente. A caixa de válvula é dotada de válvula controladora de bombas que tem como finalidade manter a bomba no ponto de projeto independentemente da variação de nível do reservatório.

A partir da reunião das duas tubulações de PEAD em um barrilete de FoFo, que também se encontra na caixa de válvulas, a adutora segue a caixa de medição e pitometria dotada de medidor de vazão eletromagnético e daí para a ETA (misturador hidráulico).

O detalhamento de projeto da captação flutuante se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-HDM-001

8.1.2. Dimensionamento

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

$$Q_{10} = 24,31 \text{ l/s} = 87,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{20} = 29,63 \text{ l/s} = 106,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{30} = 36,12 \text{ l/s} = 130,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

A cota mínima considerada para dimensionamento da captação foi 43,75 m (cota de volume morto). A cota máxima é de 56,21 m (para cheia milenar). Com o flutuante na cota mínima,



e a caixa de válvulas no coroamento da barragem, o comprimento dos tubos de PEAD perfazem 116,60 m e o restante do recalque até a ETA é de 75,64 m. Portanto a adutora de água bruta terá 192,24 m.

Para Auxiliar o dimensionamento dos grupos motobombas para a captação foi traçado em escala reduzida o perfil da adutora desde o flutuante até o misturador hidráulico da ETA.

QUADRO 8.1 – 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	Alt. Manom (m)
Captação-ETA	200	24,31	192,24	0,77	0,63	Captação	43,75	79,68	35,93	2	37,93
						ETA	69,05	79,05	10,00	-	-
Captação-ETA	200	29,63	192,24	0,94	0,92	Captação	43,75	79,97	36,22	2	38,22
						ETA	69,05	79,05	10,00	-	-
Captação-ETA	200	36,12	192,24	1,15	1,35	Captação	43,75	80,40	36,65	2	38,65
						ETA	69,05	79,05	10,00	-	-

8.1.3. Determinação da Bomba

Optou-se para a bomba da captação a bomba de eixo vertical tipo turbina. Apenas 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 80% em alguns casos, mesmo em baixas vazões, como é o caso do sistema adutor Amontada; (2) A bomba está 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 , já que todos os componentes são de fabricação nacional.

Plotando no catálogo da bomba B10B com rotação 1740 rpm 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 – m³/h)	Altura Manométrica (m)
10 anos	24,31 – 87,52	37,93
20 anos	29,63 – 106,67	38,22
30 anos	36,12 – 130,03	38,65

Os três pontos de operação relacionados no QUADRO 8.2 ao serem plotados na curva característica da bomba (FIGURA 8.2), fornecem os rendimentos e diâmetros do rotor, e conseqüentemente, a potência dos motores para cada situação. Os resultados estão no QUADRO 8.3.

QUADRO 8.3 – DADOS ESPECÍFICOS DA BOMBA PARA CADA PERÍODO

ANO	Vazão (l/s – m³/h)	Hman (m)	Rotor (mm)	Eficiência (%)	Número de estágios	Hman por estágio (m)	Potência (cv)
10 anos	24,31 – 87,52	37,93	177	73	3	12,64	20
20 anos	29,63 – 106,67	38,22	177	77	3	12,74	25
30 anos	36,12 – 130,03	38,65	177	80	3	12,88	30

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.

8.1.4. Plataforma Flutuante

Devido às variações de nível da Barragem MIssi, 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 Amontada 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: i abraçadeira em PRFV para sustentação da Tubulação; Superfície externa lisa com acabamento em gel-coat; Prisoneiros 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.

O sistema 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 AMONTADA-PE-HDM-001.

8.1.5. Conclusão

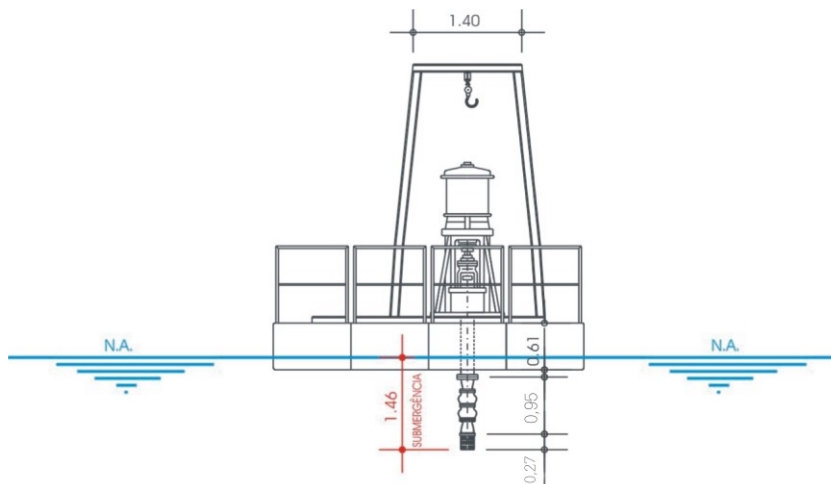
Para a captação e bombeamento de água bruta para Amontada, será utilizada a bomba B10B com 1740 rpm e 3 estágios com motor de 30cv.

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 177 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, diminui-se o tempo de bombeamento.

A FIGURA 8.1 mostra um desenho esquemático do conjunto bomba-flutuante em perfil evidenciando os níveis da plataforma, nível de flutuação das câmaras (nível da água) nível do crivo e altura de submergência. 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 submergência é 400 mm. Os níveis foram obtidos a partir das dimensões da bomba dadas abaixo.

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

- Tubo de elevação superior: 300 mm
- Estágios (3): 945 mm
- Crivo: 270 mm

**FIGURA 8.1** ESQUEMA DO FLUTUANTE COM AS BOMBAS

O QUADRO 8.4 abaixo resume a bomba escolhida para a captação para final de plano. Um resumo das características hidráulicas da captação pode ser consultado na QUADRO 8.5.

QUADRO 8.4 – BOMBA ESCOLHIDA PARA A CAPTAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR AMONTADA

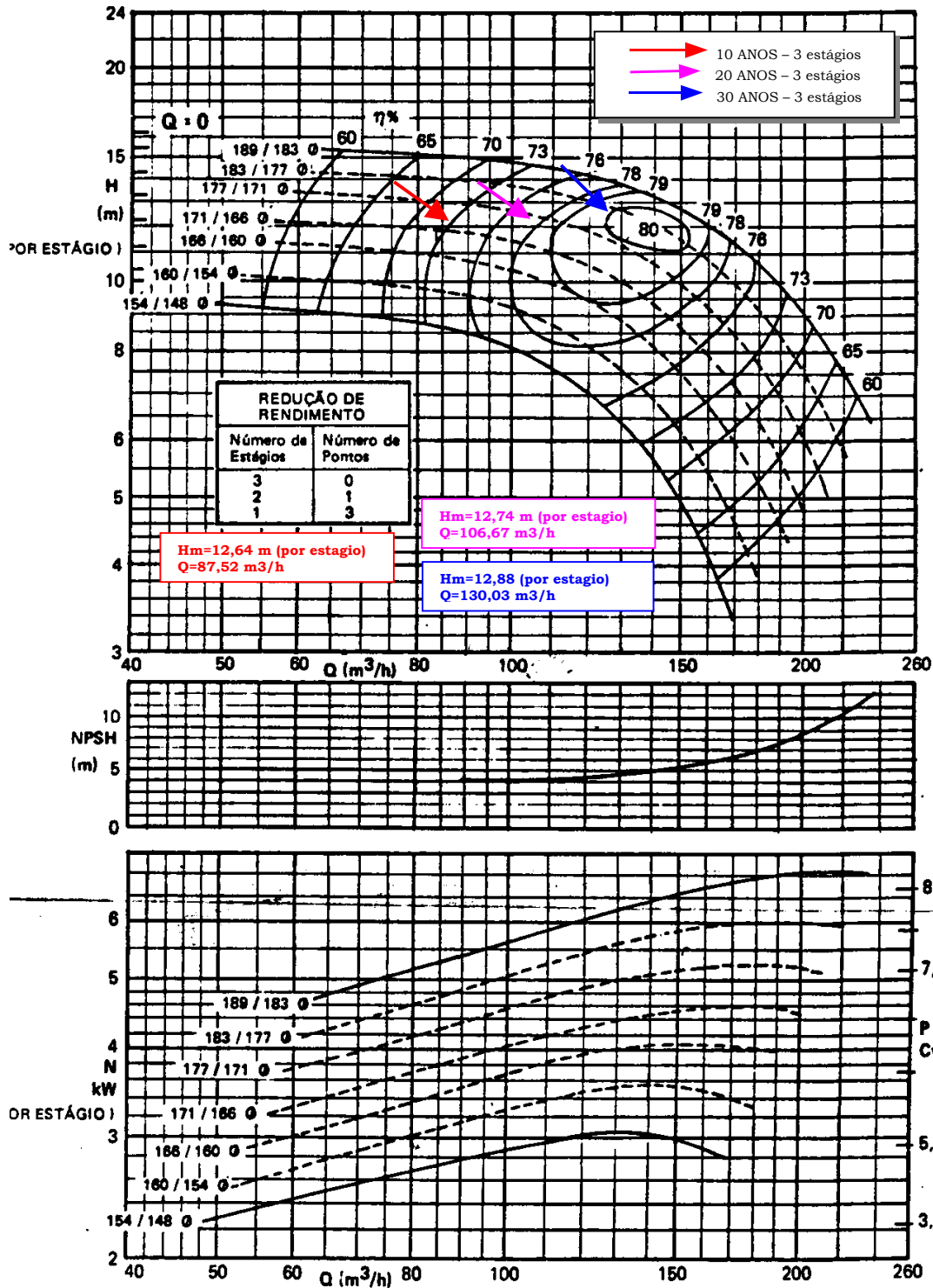
Bomba: B 10 B – EIXO VERTICAL (KSB)
Vazão: 36,12 l/s
Altura Manométrica: 38,65 mca
Rotação: 1.740 rpm
Rendimento(η): 80 %
Número de estágios: 3
Potência do motor: 30 cv
Comprimento total: 1.515 mm

**QUADRO 8.5 - CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA CAPTAÇÃO**

Vazão total de captação (l/s)	36,12
Tipo de conjuntos elevatórios	Eixo Vertical tipo turbina
Número de conjuntos (l/s)	1 + 1 de reserva
Vazão por conjunto (l/s)	36,12
Altura manométrica por conjunto para nível mínimo (m)	38,65 mca
Número de estágios	3 (três)
Rotação (rpm)	1.740
Potência do motor por conjunto (cv)	30
Recalque em tubo flexível (2x)	
• material	PEAD
• classe	PN 10
• diâmetro nominal (mm)	200
• extensão de cada recalque (m)	116,60
Barrilete	
• Material	Aço
• Diâmetro nominal (mm)	200



FIGURA 8.2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA DA CAPTAÇÃO



B 10 B

1740 rpm



8.2 ADUÇÃO

8.2.1. Sistema Adutor de Água Bruta

O diâmetro obtido pelo estudo econômico para a adutora de água bruta do Sistema Adutor Amontada, está apresentado no QUADRO 8.6 abaixo.

QUADRO 8.6 – DIÂMETRO ECONÔMICO DO RECALQUE DE ÁGUA BRUTA

SISTEMA ADUTOR	DIÂMETRO ECONÔMICO	EXTENSÃO (m)	VAZÃO (l/s)
Amontada – Água bruta	200 mm	192,24	36,12

O ANEXO I apresenta a memória dos cálculos do dimensionamento econômico.

A FIGURA 8.3 apresenta o perfil reduzido da adutora de água bruta desde a captação na Barragem Riacho Umari até a câmara de carga da ETA em Amontada.

Com o perfil reduzido é possível traçar a linha piezométrica que permite a determinação das pressões dinâmicas em qualquer ponto da adutora, permitindo a determinação da classe de pressão dos tubos.

O projeto executivo e detalhamento do sistema adutor foi elaborado com base no levantamento topográfico em campo que 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 projetadas 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 e determinadas as cotas de assentamento.

Concluído o projeto das adutoras em planta e perfil, passou-se a detalhar cada ponto da adutora.



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.

O projeto da adutora em planta e perfil se encontra nos DESENHOS AMONTADA-PE-PP-001.

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

O QUADRO 8.7 resume as principais características da adutora de água bruta do Sistema Adutor Amontada.

QUADRO 8.7 – CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

SISTEMA ADUTOR	DIÂMETRO ECONÔMICO
DIÂMETRO	200 mm
EXTENSÃO	192,24 m
VAZÃO DE PROJETO	36,12 l/s
Velocidade	1,15 m/s
CLASSE DE PRESSÃO	PN 10
MATERIAL ADOTADO	PEAD/PVC DEFOFO
PERDA DE CARGA TOTAL	1,35 mca

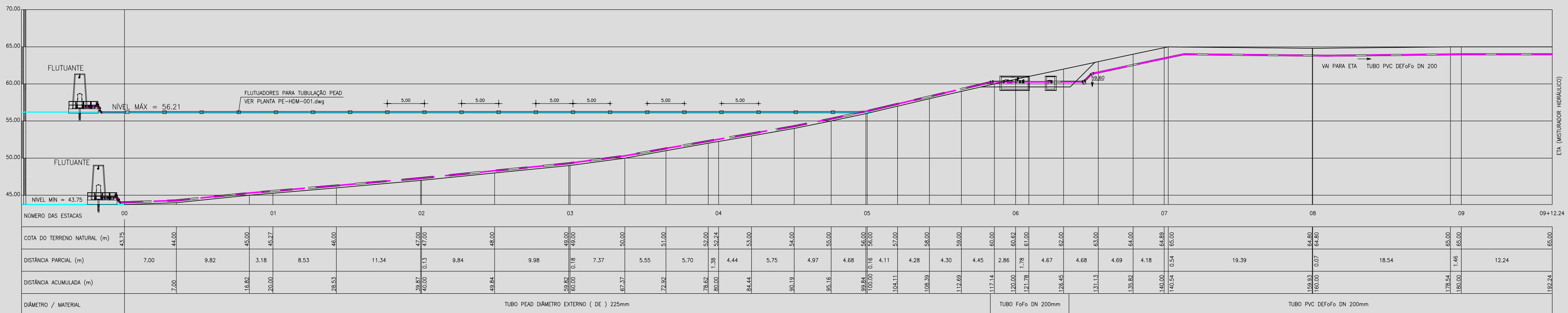


Figura 8.3
Perfil Reduzido da Adutora de Água Bruta
CAPTAÇÃO A ETA



8.2.2. Sistema Adutor de Água Tratada

A maior cota existente ao longo da adutora é 56,84 m, que se encontra na Est. 245+16,12 m. A cota do terreno no reservatório elevado de Amontada é 44,28 m. Logo, a cota piezométrica mínima necessária para o enchimento do reservatório (com 15 metros de altura) é de 59,29 m. Desta forma é impossível o abastecimento de Amontada por gravidade a partir de qualquer ponto da adutora. Desta forma, o abastecimento do reservatório elevado de Amontada foi concebido com um único bombeamento.

O diâmetro obtido pelo estudo econômico para a adutora de água tratada do Sistema Adutor Amontada, está apresentado no QUADRO 8.8 abaixo.

QUADRO 8.8 – DIÂMETRO ECONÔMICO DO RECALQUE DE ÁGUA TRATADA

SISTEMA ADUTOR	DIÂMETRO ECONÔMICO	EXTENSÃO (m)	VAZÃO (l/s)
Amontada – Água Tratada	200 mm	13.406,30	36,12

O ANEXO I apresenta a memória dos cálculos do dimensionamento econômico.

A FIGURA 8.4 apresenta o perfil reduzido da adutora de água tratada desde a ETA em Amontada até a reservatório elevado na cidade.

Com o perfil reduzido é possível traçar a linha piezométrica que permite a determinação das pressões dinâmicas em qualquer ponto da adutora, permitindo a determinação da classe de pressão dos tubos.

O projeto executivo e detalhamento do sistema adutor foi elaborado com base no levantamento topográfico em campo que 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 projetadas 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 e determinadas as cotas de assentamento.



Concluído o projeto das adutoras em planta e perfil, passou-se a detalhar cada ponto da adutora.

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.

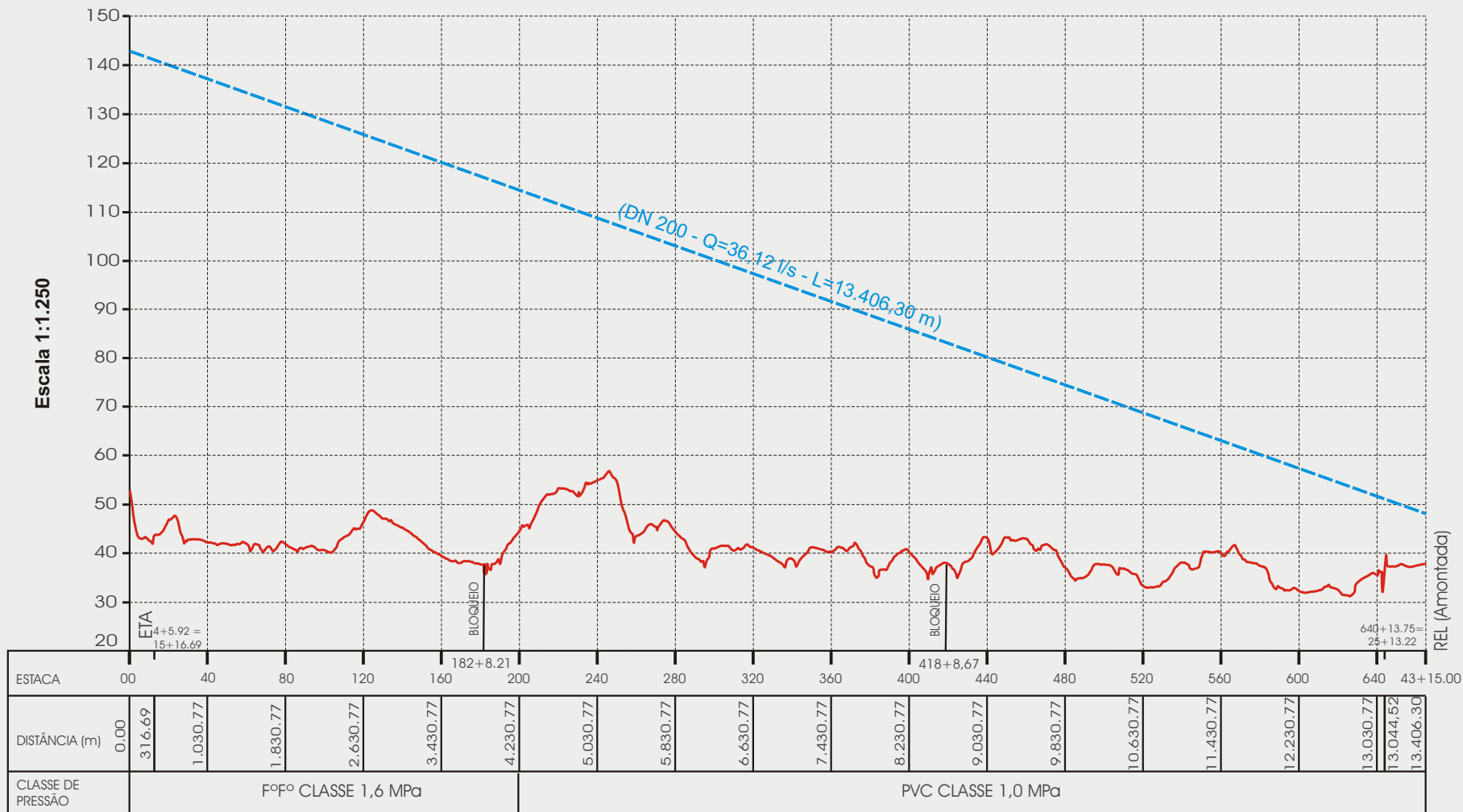
O projeto da adutora de água tratada em planta e perfil se encontra nos DESENHOS AMONTADA-PE-PP-002 a PE-PP-009.

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

O QUADRO 8.9 resume as principais características da adutora de água tratada do Sistema Adutor Amontada.

QUADRO 8.9 – CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

SISTEMA ADUTOR	DIÂMETRO ECONÔMICO
DIÂMETRO	200 mm
EXTENSÃO	13.406,30 m
VAZÃO DE PROJETO	36,12 l/s
VELOCIDADE	1,15 m/s
CLASSE DE PRESSÃO	
MATERIAL ADOTADO	PN – 10 : PVC DEFOFO PN-16: F°F°
PERDA DE CARGA TOTAL	98,98 mca



Escala 1:62.500

Figura 8.4
Perfil Reduzido Adutora de Água Tratada
Trecho: ETA ao Rel de Amontada



8.3 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

8.3.1. Considerações Iniciais

A concepção da Estação de Tratamento de água do sistema adutor Amontada, 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 (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 alogênicas, 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 Fe^{++} e 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 *Realí, 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 m³/m².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.

8.3.2. Tecnologia de Tratamento

8.3.2.1. 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 ³ /m ² .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.

8.3.2.2. 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 2^a 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, Meaípe-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 8.10 na qual resume-se a experiência latino-americana para a técnica da FAD.

**QUADRO 8.10 -- PARÂMETROS DA FAD**

Parâmetros/ LOCAIS	América Latina	Brasil e Uruguai	ETA Porto Novo SP	ETA Sumé – PB
Tempo de Flocculação (min)	3-25	18-24	11	12
Tempo de Flotação (min)	11-25	10-15	10	10
Taxa de Aplicação Superficial (m ³ /m ² .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 flocculada 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 frequência, 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.

8.3.2.3. Concepção Geral da ETA

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 Ø2500 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 floculadores, na razão de um floculador Ø2000 mm para cada 02(dois) flotofiltros. Teremos dois floculadores, 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) Ø2000 mm, *em PRFV*, que trabalha(m) com um tempo de detenção de 9,4 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/cm², 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.

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 m³/m².dia,



sendo que para a ETA em questão adotaremos uma taxa na operação normal de $200\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$.

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).

8.3.2.4. Equipamentos Constantes na ETA

01. Câmara de Amortecimento com misturador hidráulico interno;
02. 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. Leito de Secagem
14. Sistema de Automação da ETA.

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

8.4 BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA

8.4.1. Dimensionamento do Sistema de Bombeamento de Água Tratada

A estação de bombeamento de água tratada foi dimensionada para os horizontes de 10, 20 e 30 anos. As vazões de dimensionamento são as mesmas da captação:

$$Q_{10} = 24,31 \text{ l/s} = 87,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{20} = 29,63 \text{ l/s} = 106,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{30} = 36,12 \text{ l/s} = 130,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para as vazões acima, e utilizando o diâmetro econômico calculado anteriormente, são determinadas as alturas manométricas correspondentes (QUADRO 8.11).

**QUADRO 8.11 – 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	Alt. Manom (m)
Captação-ETA	200	24,31	13.406,30	0,77	45,94	Captação	56,50	105,05	48,55	50,55
						ETA	44,11	59,11	15,00	-
Captação-ETA	200	29,63	13.406,30	0,94	67,36	Captação	56,50	126,47	69,97	71,97
						ETA	44,11	59,11	15,00	-
Captação-ETA	200	36,12	13.406,30	1,15	98,98	Captação	56,50	158,09	101,59	103,59
						ETA	44,11	59,11	15,00	-

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 8.12 apresenta os ponto de operação para cada ano de atendimento.

QUADRO 8.12 – PONTOS DE OPERAÇÃO DA BOMBA DE ÁGUA TRATADA

ANO	Vazão (l/s - m ³ /h)	Altura Manométrica (m)
10 anos	24,31 – 87,52	50,55
20 anos	29,63 – 106,67	71,97
30 anos	36,12 – 130,03	103,59

Os três pontos de operação relacionados no QUADRO 8.12 ao serem plotados na curva característica da bomba (FIGURA 8.5), fornecem os rendimentos e diâmetros do rotor, e conseqüentemente, a potência do motores para cada situação. Os resultados estão no QUADRO 8.13.

QUADRO 8.13 – DADOS ESPECÍFICOS DA BOMBA DE ÁGUA TRATADA PARA CADA PERÍODO

ANO	Vazão (l/s - m ³ /h)	Hman. (m)	Modelo da Bomba	Rotor (mm)	Eficiência (%)	Potência do motor (cv)
10 anos	24,31 – 87,52	50,55	MEGANORM 50-200	190	70	30
20 anos	29,63 – 106,67	71,97	MEGANORM 50-200	215	72	50
30 anos	36,12 – 130,03	103,59	MEGANORM 65-250	240	74	100



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.

Conforme pode ser verificado no QUADRO 8.13, a eficiência nos pontos de operação em 10, 20 e 30 anos são variáveis. A maior eficiência está no período 20 – 30 anos (últimos 10 anos) com o rotor 240 mm (74 %). 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, diminui-se o tempo de bombeamento.

Conclusão

O QUADRO 8.14 abaixo resume a bomba escolhida para a adução de água tratada. Um resumo das características hidráulicas da adução de água tratada pode ser consultado no QUADRO 8.15.

QUADRO 8.14 – BOMBA DE ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Bomba: MEGANORM 65 – 250

Vazão: 36,12 l/s

Altura manométrica: 103,59 mca

Rotação: 3.500 rpm

Rendimento(η): 74 %

Rotor: 240 mm

Potência do motor: 100 cv



QUADRO 8.15 - CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DO BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA

Vazão total (l/s)	36,12
Tipo de conjuntos elevatórios	Horizontal
Número de conjuntos (l/s)	1 + 1 de reserva
Vazão por conjunto (l/s)	36,12
Altura manométrica por conjunto (m)	103,59
Rotação (rpm)	3.500
Potência do motor (m)	100 cv
Rendimento (%)	74

8.5 BOMBEAMENTO PARA LAVAGEM DE FILTROS

Conforme pode ser visto no ANEXO III – Memória de cálculo da ETA, o ponto de operação da bomba de lavagem de filtros é:

$$Q = 57,3 \text{ l/s} = 206,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{man} = 15 \text{ mca}$$

Conforme a curva apresentada, a potência do motor será $P = 20 \text{ cv}$.

A bomba escolhida será de eixo horizontal instalada adjacente à bomba de água tratada no poço seco adjacente ao apoiado projetado.

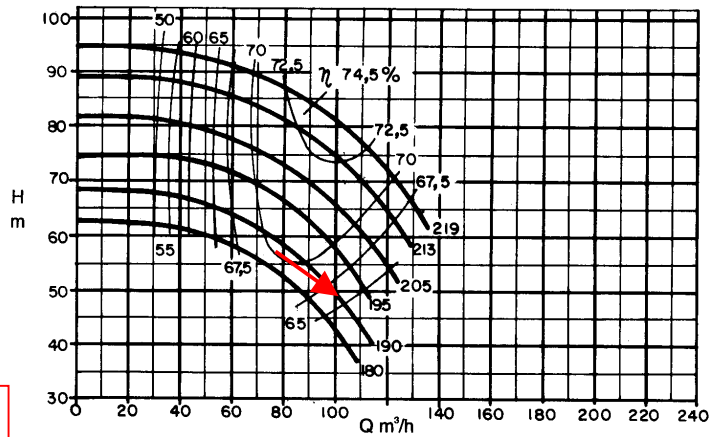
A FIGURA 8.6 apresenta a curva característica da bomba de lavagem escolhida.



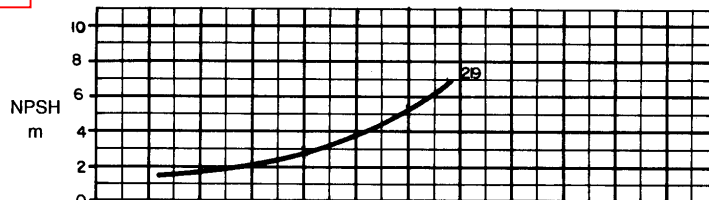
FIGURA 8.5A - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ÁGUA TRATADA PARA O PERÍODO DE 0 a 10 ANOS

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGANORM BLOC KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	50-200	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos. - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	

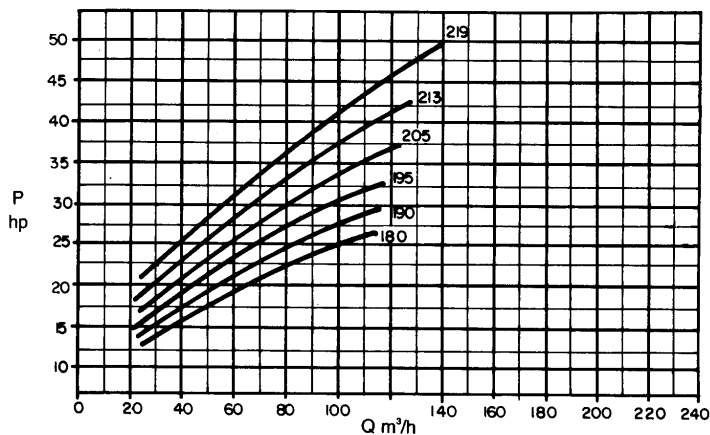
Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica



Hm=50,55m
Q=87,52 m3/h



Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s.
Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematic viscosity up to 20 mm²/s.
Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s.

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

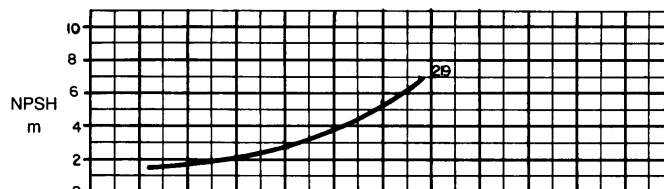
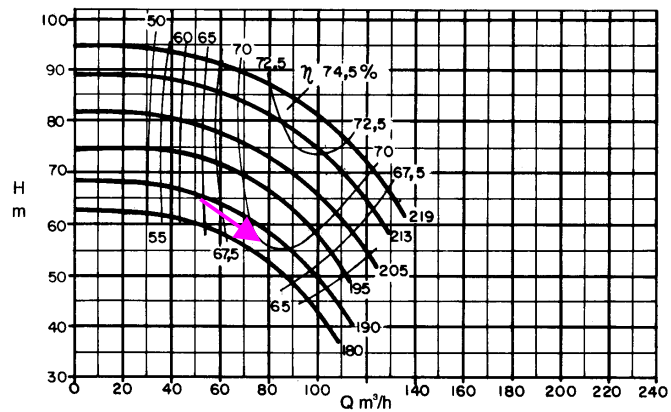


FIGURA 8.5B - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ÁGUA TRATADA PARA O PERÍODO DE 10 a 20 ANOS

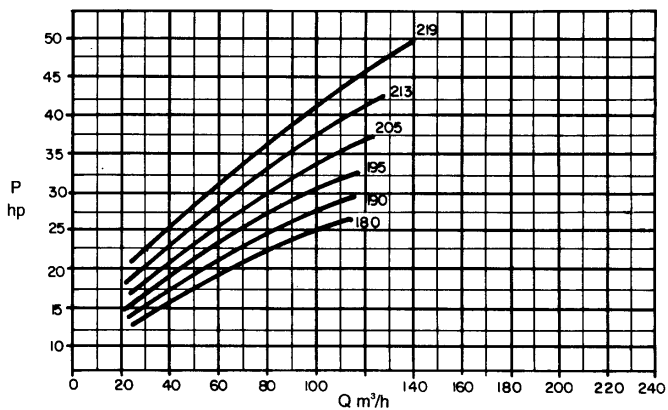
Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGANORM BLOC KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	50-200	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos. - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	

Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica

Hm=71,97 m
Q=106,67 m3/h



Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s.
Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s.
Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s.

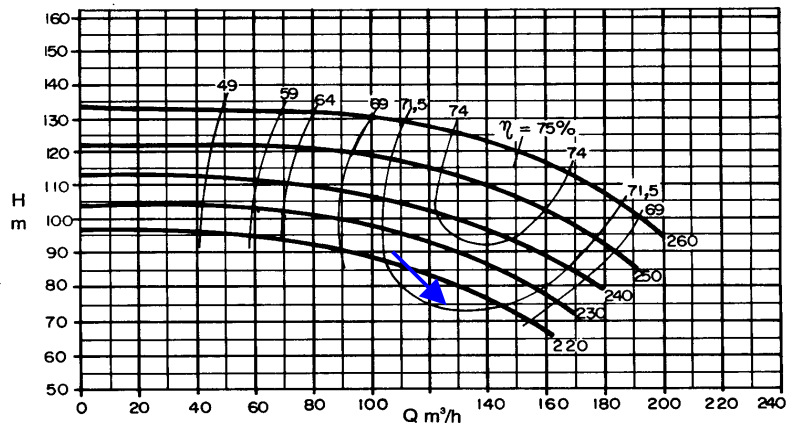
Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D.
Operating data according to ISO 9906 attachment D.
Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento D.



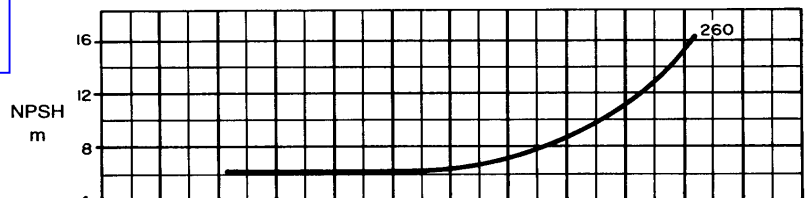
FIGURA 8.5C - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ÁGUA TRATADA PARA O PERÍODO DE 20 a 30 ANOS

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	65-250	
Oferta nº	Item nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	3500 rpm	
Project - No.	Item - No.			
Oferta - nº	Pos. - nº			

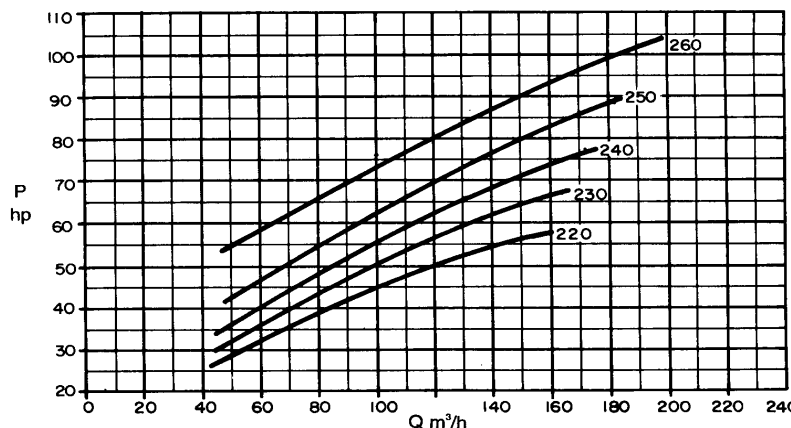
Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica



Hm=103,59 m
Q=130,03 m³/h



Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s.
Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s.
Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s.

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

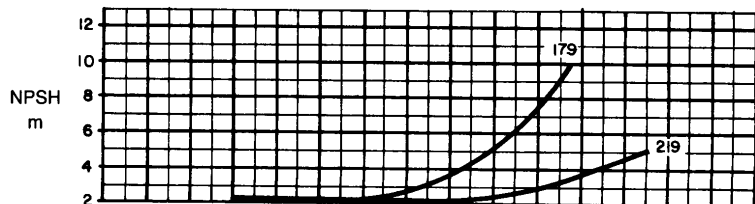
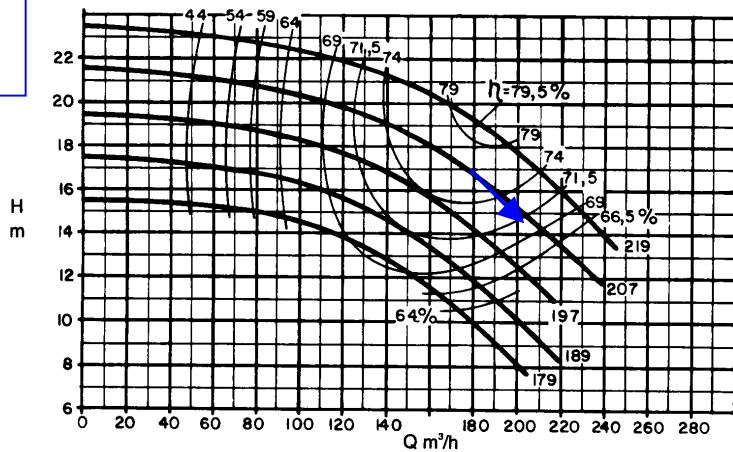


FIGURA 8.6 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA DE LAVAGEM DE FILTROS

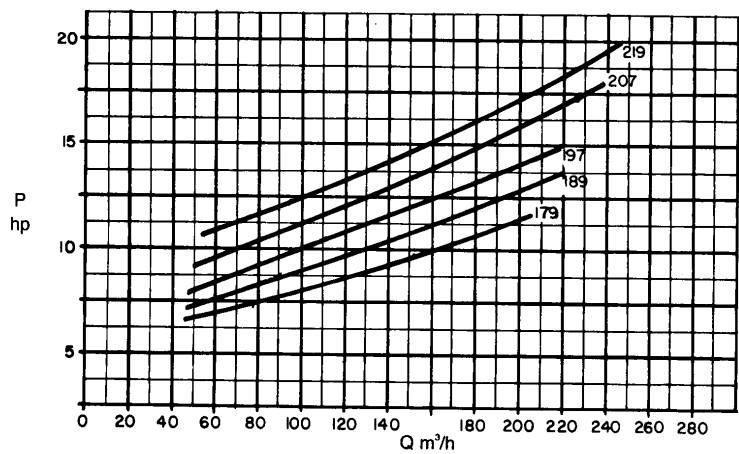
Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM KSB MEGANORM BLOC KSB MEGACHEM	Tamanho Size Tamaño	100-200	
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos. - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	1750 rpm	

PONTO DE TRABALHO
Hm=15 m
Q=206,28 m³/h

Altura Manométrica
 Head
 Altura Manométrica



Potência Necessária
 Shaft Power
 Potencia Necesaria



Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s.
 Data applies to a density of 1 Kg/dm³ and Kinematic viscosity up to 20 mm²/s.
 Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s.

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



8.6 RESERVAÇÃO

A necessidade de reservação para final de plano é de 1.040 m³, (capítulo 3, pág 15). A reservação existente é de 250 m³ (capítulo 5, pág 23). Desta forma há um déficit de 790 m³ que será suprido com a construção de um reservatório apoiado de água tratada com 800 m³. Ver DESENHO AMONTADA-PE-HDM-005.

8.7 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E OPERAÇÃO DA REDE

8.7.1. Ventosas

8.7.1.1. 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 tríplex 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.

8.7.1.2. 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 8.8 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 8.16.

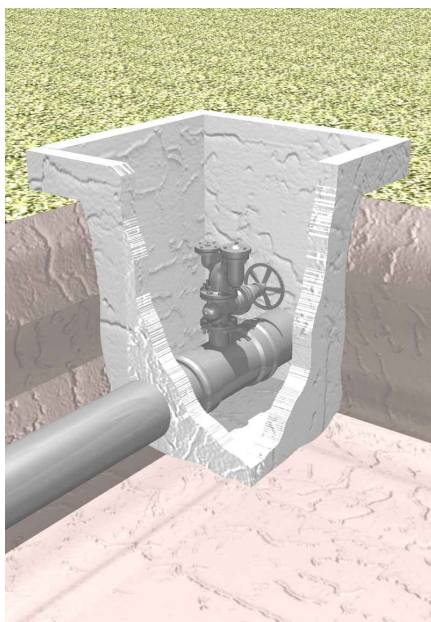
Vale salientar que o diâmetro das ventosas foram adaptados aos diâmetros comerciais das derivações dos TE bolsa bolsa flange existentes no catálogo, evitando assim a utilização de reduções flangeadas o que aumentaria ainda mais a altura da caixa de ventosa.

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 8.7.

O detalhamento hidromecânico das ventosas de encontra no DESENHO AMONTADA-PE-HDM-006.

FIGURA 8.7 - ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DAS VENTOSAS



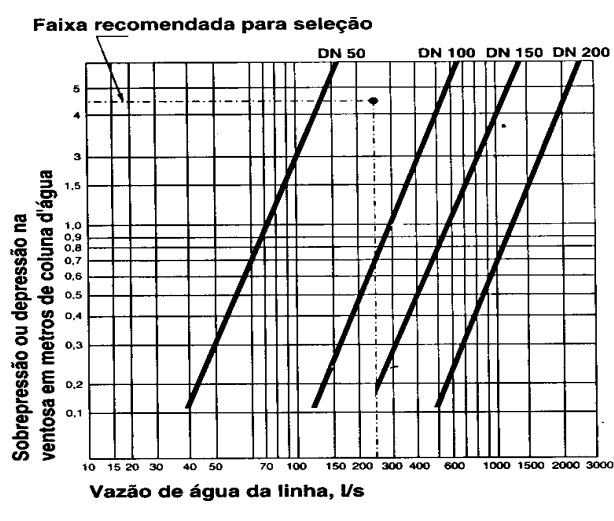
8.7.1.3. Caixas de Proteção das Ventosas

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.

O detalhamento estrutural das caixas de ventosas se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-EST-006.

FIGURA 8.8 - ÁBACO PARA SELEÇÃO DE VENTOSAS



fonte: Catálogo BARBARA

QUADRO 8.16 - DIÂMETRO DAS VENTOSAS

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

8.7.2. Descarga de Fundo

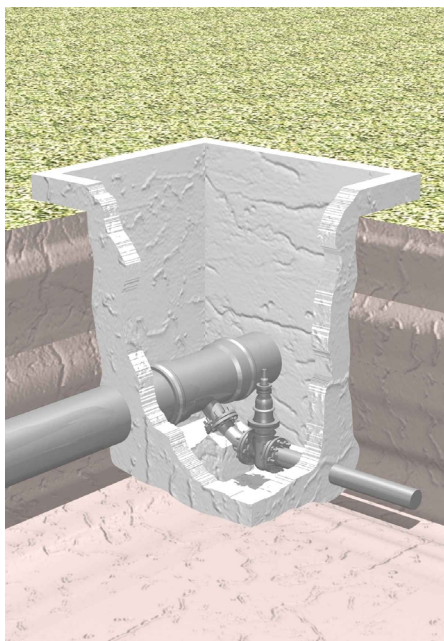
8.7.2.1. Generalidades

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 8.9.



FIGURA 8.9 - 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.

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

O detalhamento hidromecânico das descargas de fundo se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-HDM-006.

8.7.2.2. Dimensionamento das Descargas de Fundo

O dimensionamento das descargas de fundo baseou-se no critério consagrado pela prática de se utilizar um diâmetro comercial acima da ventosa. Este critério foi ajustado para adaptar o diâmetro da descarga ao diâmetro comercial da derivação do TE bolsa bolsa flange. Desta forma em alguns diâmetros, a diâmetro da descarga coincide com o diâmetro da ventosa.

O QUADRO 8.17 mostra o diâmetro das descargas de fundo em função do diâmetro da linha.

**QUADRO 8.17 - DIÂMETRO DAS DESCARGAS DE FUNDO**

DIÂMETRO DA LINHA (mm)	DIÂMETRO DA DESCARGA (mm)
200	50

8.7.2.3. 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.

O detalhamento estrutural das caixas descargas de fundo se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-EST-006.

8.7.3. Válvulas de Bloqueio

8.7.3.1. 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 8.10.

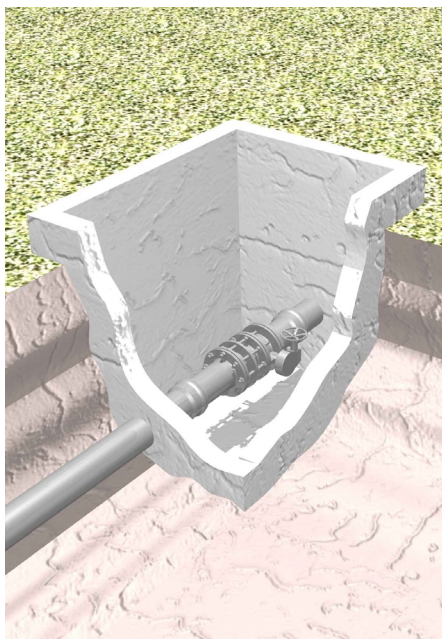
O posicionamento das válvulas de bloqueio ao longo da rede, baseou-se nos seguintes critérios:

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



O diâmetro da válvula de bloqueio é o mesmo diâmetro da linha. O detalhamento hidromecânico das válvulas de bloqueio se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-HDM-006.

FIGURA 8.10 - ESQUEMA DE INSTALAÇÃO DE VÁLVULA DE BLOQUEIO



8.7.3.2. 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.

O detalhamento estrutural das caixas de bloqueio se encontra no DESENHO AMONTADA-PE-EST-007.

8.8 ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO

As tubulações serão enterradas a uma profundidade mínima de 0,90 m acima da geratriz superior do tubo. A esta profundidade, a maioria dos veículos pode trafegar sem afetar o tubo.



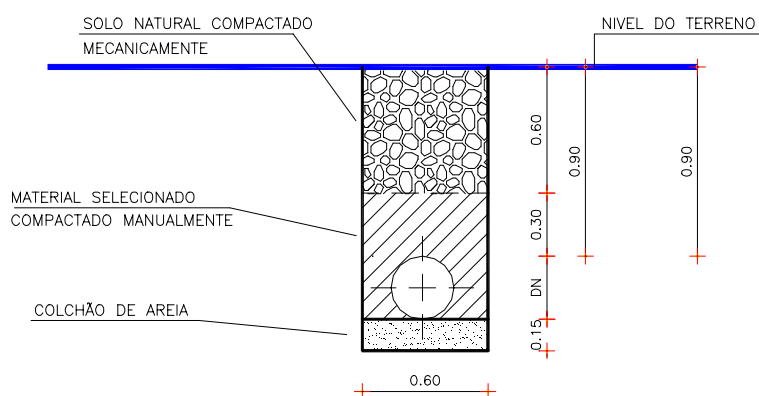
A vala possuirá uma largura de 0,60 quando a profundidade for até 2,00m, acima desse valor utiliza-se 0,80 m de largura. Será utilizado 0,15m de colchão de areia que deverá ser colocado no fundo da vala para regularização no caso de terrenos pedregosos. Este colchão de areia poderá ser dispensado se 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.

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 poderá ser como pista de rolamento .

FIGURA 8.12 - DETALHE TIPO DA VALA



8.9 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. Os blocos de ancoragem são projetadas nos tês de derivação para subautoras, reduções e curvas.



O detalhamento estrutural dos blocos de ancoragem está no DESENHO AMONTADA-PE-EST-008.

8.10 TRAVESSIA DE RODOVIA ESTADUAL

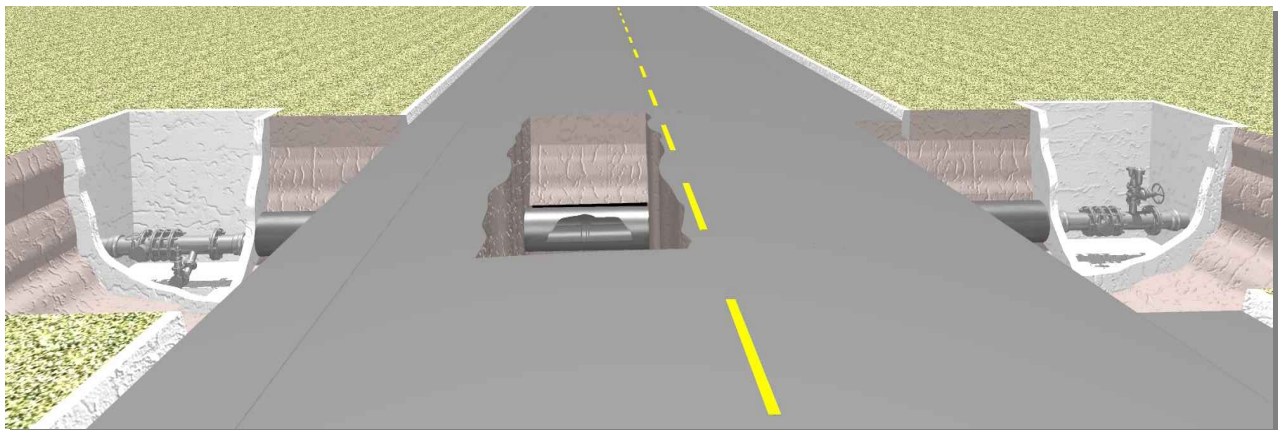
Ao chegar em Amontada, a adutora deverá atravessar a CE-420. O processo escolhido para efetuar esta travessia é o não destrutivo com encamisamento da tubulação, conforme DESENHO AMONTADA-PE-HDM-004.

Este processo prevê que a adutora de DN 200 atravesse a rodovia no interior de um tubo de ferro fundido com DN 600, que servirá como encamisamento. Esta adutora maior será cravada a uma profundidade de 1,25 m sem paralisação do trânsito na rodovia. A montante e a jusante da travessia foram projetadas caixas de bloqueio para futura manutenção.

Este sistema de travessia não destrutiva é padrão do DNER e alguns órgãos estaduais e será utilizado como padrão no Sistema Adutor Amontada.

A FIGURA 8.12 apresenta um esquema da travessia não destrutiva concebida para o Sistema Adutor Amontada.

FIGURA 8.12 - ESQUEMA DA TRAVESSIA NÃO DESTRUTIVA SOB RODOVIA





MONTGOMERY WATSON



9. TRANSIENTES HIDRÁULICOS



9 ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

9.1 TEORIA EMPREGADA PARA O CÁLCULO DO TRANSITÓRIO HIDRÁULICO

O transitório hidráulico nas linhas de recalque foi avaliado para o caso de parada do bombeamento nas estações elevatórias, quer por operação normal do sistema em função das horas diárias de bombeamento, quer por interrupção do fornecimento de energia elétrica aos motores, considerando-se inicialmente que o sistema estaria funcionando sem qualquer equipamento de proteção contra o golpe de aríete. Esta condição de parada dos motores, constitui-se na condição mais crítica de funcionamento do sistema, quando são provocadas as maiores sobrepressões e subpressões nas adutoras. Com esta simulação, tem-se um diagnóstico da situação transitória.

Posteriormente à verificação da condição de funcionamento da adutora sem equipamento de proteção, passou-se à análise da otimização dos sistemas de proteção, levando-se em conta os fatores de operacionalidade, adequação aos transitórios hidráulicos calculados e, sobretudo, minimização dos custos de construção e operação dos sistemas..

O modelo matemático empregado na análise dos transitórios hidráulicos e dimensionamento dos sistemas de proteção utilizado foi o programa CTran - Verificação e Simulação de Transitórios em Conduitos Forçados, versão comercial, desenvolvido pelo Centro de Hidráulica Computacional da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que emprega o método das características, considerado o mais adequado para este tipo de análise.

As equações básicas utilizadas na análise de transitórios hidráulicos podem ser matematicamente expressas pela equação dinâmica do escoamento dada pela 2ª Lei de Newton e pela equação da Continuidade. O sistema dado por essas equações diferenciais pode ser resolvido pelo Método das Características permitindo-se avaliar os valores da vazão **Q** e da carga piezométrica **H** ao longo da tubulação dada pela abscissa **x** e do tempo **t**. As equações são:

Equação do Movimento:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0$$



onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação da aceleração do movimento, o segundo representa a variação do gradiente de pressão, e o terceiro, representa os efeitos decorrentes da dissipação de energia.

Equação da Continuidade

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

onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação de fluxo de massa, e o segundo termo, a variação de massa. O parâmetro **c** é a celeridade de propagação das ondas de pressão e de velocidade durante o transitório hidráulico, conhecida usualmente apenas como *celeridade da onda*.

Os dados básicos de entrada dos programas computacionais requerem o cálculo prévio dos parâmetros de celeridade das ondas de pressão e do momento de inércia dos conjuntos de bombeamento, tendo sido calculados conforme a metodologia que se apresenta a seguir:

Cálculo da Celeridade da Onda

A celeridade da onda é 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 seguinte equação geral pode ser empregada:

$$c = \left(\frac{K}{\rho} \right)^{1/2} \cdot \left(1 + \left(\frac{K}{E} \right) \psi \right)^{-1/2}$$

e

$$\psi = \frac{D}{e} \cdot (1 - \nu^2)$$

para o caso de tubulação de parede fina ancorada contra movimentação longitudinal. Na maioria dos casos:

$K = 2,19 \text{ GPa}$ para escoamento de água;



$v = 0,25$ para ferro fundido, $0,40$ para PVC;

$E = 170$ GPa para ferro fundido, 30 Gpa para PVC $1 \text{ Mpa DeF}^\circ\text{F}^\circ$;

$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$ para água doce;

D = diâmetro da adutora em metros;

e = espessura do tubo;

Cálculo do Momento de Inércia Total do Sistema

O momento de inércia total é a soma dos momentos de todas as partes girantes no conjunto motor-bomba, sendo dado por:

$$WR^2_{\text{total}} = (WR^2_{\text{motor}} + WR^2_{\text{bomba}}) \times N_b$$

onde N_b = número de conjuntos de bombas em funcionamento simultâneo (sistema em paralelo)

WR^2_{motor} = momento de inércia do motor

WR^2_{bomba} = momento de inércia da bomba

Os momentos de inércia das bombas e motores foram obtidos junto a catálogos de fornecedores em função das características particulares de cada equipamento.

Em função do cálculo do transitório hidráulico requerer explicitamente a adoção de curvas características para os conjuntos de bombeamento, foram adotados, a princípio, as curvas das bombas de fabricação KSB como referência apenas, as curvas características de outros fornecedores deverão ser iguais ou semelhantes àquelas adotadas no processo de análise do transitório hidráulico das linhas de recalque.

Antes de se passar à análise individual das adutoras do sistema, considera-se conveniente apresentar-se considerações gerais sobre os equipamentos de proteção usualmente empregados para solução de problemas decorrentes dos transitórios hidráulicos nas instalações típicas de recalque, o que é feito no capítulo seguinte.



9.2 ALTERNATIVAS DE PROTEÇÃO DE LINHAS DE RECALQUE

As pressões transientes resultantes da interrupção do bombeamento por falha no fornecimento de energia aos motores são as mais extremas à 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 a 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 a ocorrência de sobrepressões do golpe de aríete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos a ela conectados. O Quadro 1 mostra os valores usuais da pressão de vapor nas condições da pressão atmosférica, além de outros parâmetros de interesse no cálculo dos transitórios hidráulicos.

QUADRO 9.1 - DADOS DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA ÁGUA À PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Temperatura (°C)	Viscosidade Cinemática $v=\mu/\rho$ (m² s)	Tensão de Vapor h (mca) a 4° C	Módulo de Elasticidade E (N/m²)
0	1,78 x 10 ⁻⁶	0,062	19,52 x 10 ⁸
4	1,57 x 10 ⁻⁶	0,083	-
10	1,31 x 10 ⁻⁶	0,125	20,50 x 10 ⁸
20	1,01 x 10 ⁻⁶	0,239	21,39 x 10 ⁸
30	0,83 x 10 ⁻⁶	0,433	21,58 x 10 ⁸
40	0,66 x 10 ⁻⁶	0,753	21,68 x 10 ⁸
50	0,56 x 10 ⁻⁶	1,258	21,78 x 10 ⁸
60	0,47 x 10 ⁻⁶	2,033	21,88 x 10 ⁸
80	0,37 x 10 ⁻⁶	4,831	-
100	0,29 x 10 ⁻⁶	10,333	-

Conforme se pode depreender do Quadro N° 1, a pressão interna mínima das tubulações nas condições de subpressão durante o transitório hidráulico deveria ser de no mínimo



0,24 mca, para uma temperatura da água em torno de 20 °C. Esta condição de estabilidade da coluna de água foi considerada como meta a atingir no dimensionamento do sistema de proteção das adutoras, para os pontos mais críticos das linhas de recalque.

A filosofia por trás do projeto da maioria dos equipamentos de proteção contra golpe de aríete é bastante similar. O objetivo na maioria dos casos é 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. Isto é conseguido através do emprego de uma série de equipamentos de proteção para os quais se faz aqui uma breve descrição funcional:

9.2.1. Ventosas

Os equipamentos convencionais de uso obrigatório para proteção de linhas de recalque são as *ventosas*, que devem ser instaladas nos pontos altos das canalizações. As **ventosas**, dependendo do tipo adotada, destinam-se a expulsar o ar durante a fase de enchimento da tubulação, ou mesmo das bolhas de ar que se formam durante operações normais, e de admitir ar para evitar as pressões negativas que podem ocorrer durante os transitórios hidráulicos, dependendo da conformação topográfica do terreno. Do ponto de vista da segurança operacional das instalações de recalque, é recomendável que as ventosas sejam instaladas como dispositivos de proteção obrigatórios, projetadas conforme a topografia do terreno e das condições de fluxo na canalização, mas que sejam ignoradas para efeito de cálculo na análise dos transitórios hidráulicos.

Esta relaxação da função da ventosa como componente ativo do sistema de proteção das linhas de recalque, deve-se a recomendação herdada de consultores com longa experiência no projeto e análise de sistemas de recalque, segundo os quais, é comum a ocorrência de pressões negativas inconvenientes por mal funcionamento das ventosas, devido a ausência de manutenção adequadas das linhas, decorridos alguns anos ainda dentro da vida útil do equipamento.

Pelos motivos aqui expostos, não se procedeu a simulação computacional das linhas de recalque considerando-se as ventosas como dispositivo efetivo de proteção contra o golpe de aríete, tendo-se, porém, projetado as mesmas na referidas linha para funcionarem como tal.



9.2.2. Válvulas de Alívio

As *válvulas de alívio* são dispositivos de proteção destinados a reduzir os efeitos das sobrepressões indesejáveis nas instalações de recalque, sendo normalmente colocadas imediatamente a jusante dos equipamentos da estação elevatória. Seu funcionamento compreende a abertura da válvula durante os períodos de sobrepressão, liberando a água para manter as sobrepressões dentro de valores tolerados pelas canalizações. Uma restrição que se faz é que a válvula deve abrir totalmente antes que a onda de pressão negativa retorne à bomba como onda de pressão positiva num segundo momento.

Nos casos em que não se admitem sobrepressões superiores àquelas da carga de pressão do regime permanente (carga operacional), a válvula deve ser dimensionada para descarregar todo o fluxo para uma carga igual à do regime operacional. Quando é necessária uma precisão acurada contra o golpe de aríete, ou quando o golpe é provavelmente um problema durante desligamento parcial das bombas em importantes sistemas de recalque, recomenda-se a instalação de duas ou mais válvulas de alívio em paralelo, podendo serem as mesmas ajustadas para atuar à diferentes cargas de pressão.

9.2.3. Volantes de Inércia

A utilização de um volante de inércia montado sobre o conjunto moto-bomba, permite reforçar os efeitos de inércia do grupo e aumentar o tempo de parada do bombeamento, com a conseqüente diminuição dos efeitos do choque hidráulico. Entretanto, de acordo com Lencastre:

“ a utilização dos volantes está bastante limitada, pois desde que o comprimento da canalização ultrapasse algumas centenas de metros, chega-se rapidamente a pesos exagerados para o volante e este sistema deixa de ser econômico. Por outro lado, quanto mais pesado for o volante, tanto maior terá de ser a potência do motor para vencer, na partida, a inércia deste volante. Esta situação pode conduzir a chamadas de intensidade de corrente impraticáveis que poderão pôr em cheque o arranque dos motores em condições satisfatórias”.



9.2.4. Chaminés de Equilíbrio

As chaminés de equilíbrio são reservatórios em contato com a superfície livre, intercalados ao longo da adutora, destinadas a reduzir a intensidade do golpe de aríete nas canalizações, a partir da divisão do comprimento da adutora em dois trechos, cujos comportamentos hidráulicos serão diferenciados no momento da ocorrência do transitório. No caso de linhas de recalque de estações elevatórias, o trecho de jusante em relação à chaminé de equilíbrio, ou trecho protegido da adutora, sofre um processo de *oscilação de massa* durante o transitório hidráulico, enquanto que o trecho de montante, ou trecho desprotegido, sofre um processo normal de golpe de aríete por ação da *propagação da onda elástica* quando da interrupção do bombeamento.

A principal vantagem da chaminé de equilíbrio, é a de proporcionar uma proteção adequada ao trecho de jusante da adutora quer nas sobrepressões, quer nas subpressões, diminuindo substancialmente os efeitos do golpe de aríete na canalização. Sua principal desvantagem reside no fato de requerer uma topografia favorável para sua instalação, o que nem sempre é disponível, principalmente em linhas de recalque de estações elevatórias. O uso mais comum de chaminés de equilíbrio se dá na proteção de tubulações de alimentação de turbinas em usinas hidrelétricas.

9.2.5. Reservatório Hidropneumático

O reservatório hidropneumático, é de utilização quase que obrigatória quando o transitório hidráulico pode causar subpressões inaceitáveis ao longo da canalizações que não podem ser solucionadas por sistemas de reservatórios do tipo “one-way”, ou chaminés de equilíbrio, em virtude das cotas topográficas disponíveis. A restrição maior ao seu uso está associada às exigências rigorosas de operação e manutenção do dispositivo, que podem não ser cumpridas durante toda a vida útil da instalação, principalmente quando se trata de instalações de pouca importância que não disponham de um serviço contínuo de manutenção e operação permanentes.

A instalação de um reservatório hidropneumático requer a presença permanente de um sistema compressor de ar destinado a manter uma pressão interna adequada de ar dentro do vaso hidropneumático. Esta condição pressupõe também a instalação de um grupo gerador de forma a manter o sistema em condições operacionais permanentes, mesmo quando da interrupção do fornecimento de energia elétrica. Esta restrição inviabiliza



economicamente seu emprego na maioria das vezes, requerendo também a presença constante de profissional habilitado para sua operação e manutenção. Uma falha de operação pode causar acidentes indesejáveis caso não haja outros mecanismos de segurança para proteção do sistema. No caso do presente estudo, descartou-se a priori o seu emprego por.

9.2.6. Tanques de Alimentação Unidirecional (Tau) Ou “One-Way”

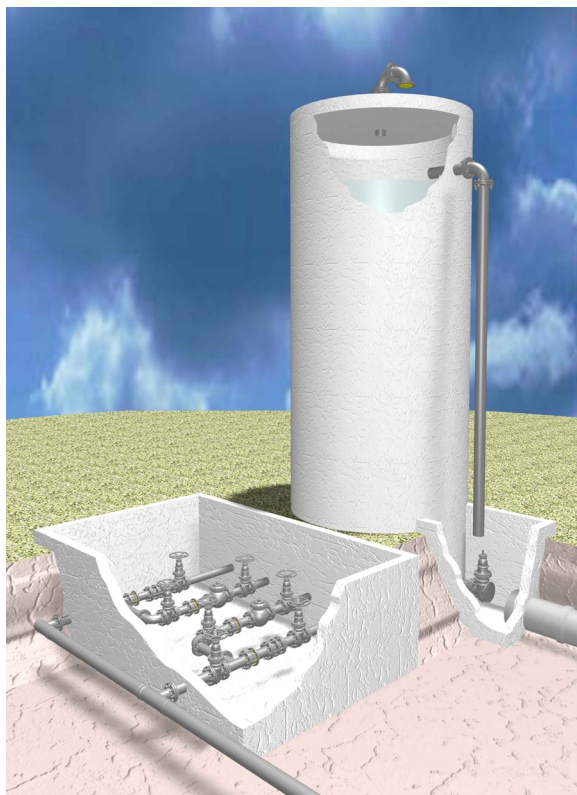
Os tanques de alimentação ou One-Ways, tem o objetivo de evitar a formação de subpressões indesejáveis na tubulação, estando durante o funcionamento normal do sistema, separados da tubulação de recalque por meio de uma válvula de retenção, abrindo-se esta quando ocorre uma depressão na canalização, evitando-se assim que a pressão interna diminua, devendo ser dimensionado para manter a pressão interna sempre superior à tensão de vapor da água à temperatura do bombeamento. O tanque é alimentado por um “by-pass” servido de um registro automático de entrada.

A vantagem do sistema de one-ways em relação à chaminé de equilíbrio, é a de poderem ser instalados em condições topográficas mais desfavoráveis, não requerendo grandes alturas construtivas. Enquanto que a vantagem dos one-ways em relação ao tanque hidropneumáticos já foram abordadas no item anterior.

O emprego de reservatórios de descarga do tipo “one-way” foi adotado como dispositivo de combate ao golpe de aríete nas adutoras do Sistema Adutor Amontada, devido suas vantagens em relação aos demais equipamentos de proteção, quer de natureza econômica, quer de natureza operacional.

A FIGURA 9.1 mostra o one way utilizado na proteção da linha de recalque do sistema adutor Amontada.

O detalhe do projeto hidromecânico dos TAU's se encontra nos desenhos AMONTADA-PE-HDM-007 a 009.

**FIGURA 9.1 - ESQUEMA DOS ONE WAYS ADOTADOS**

9.3 METODOLOGIA DE TRABALHO

9.3.1. Considerações Gerais

Os seguintes passos foram dados para análise do comportamento individual do transitório hidráulico em cada adutora componente do sistema, e o dimensionamento de seu respectivo equipamento de proteção.

1. Admitindo-se A Princípio Um Tipo De Tubo E Classe De Pressão Para Cada Adutora, Calculou-se Os Parâmetros Hidráulicos De Alimentação Dos Programas Computacionais A Serem Empregados Na Análise, Constando De Curva Característica Das Bombas, Momento De Inércia Dos Conjuntos De Bombeamento, Celeridade Das Ondas De Pressão, Número De Reynolds Do Escoamento, Fator De Resistência Pela Fórmula De Colebrook ,E Dados Característicos Das Tubulações Como Diâmetro, Espessura, Módulo De Elasticidade, Etc.;



2. Simulou-Se O Sistema Individual Da Adutora Em Conformidade Com Os Condicionantes Do Projeto Tal Como Se Não Houvesse Nenhum Equipamento De Proteção. Estas Simulações Compreendem Ao Diagnóstico, Permitindo Identificar Os Pontos Críticos Ao Longo Da Adutora E A Performance Da Classe De Tubulação;
3. Foi Definido O Equipamento De Proteção Com Determinada Característica Hidráulica No Ponto Ou Pontos Críticos E Refez-Se A Simulação Do Sistema Com Este Equipamento De Proteção;

Repete-se o passo 3. até que não exista pressões negativas ao longo da linha.

9.3.2. Forma de Apresentação dos Resultados

Os resultado são apresentados em planilhas eletrônicas EXCEL, na planilha se apresentam a simulação do *sistema original sem nenhum equipamento de proteção*, denominada Diagnóstico, e em seqüência, a simulação da *solução final com equipamento de proteção* a nível de otimização.

Dois gráficos são apresentados para cada caso: o primeiro, mostra em termos de cotas as envoltórias das linhas piezométricas máxima e mínima do transitório hidráulico juntamente com um perfil aproximado do terreno natural. O segundo gráfico ilustra a solução do problema, isto é, a envoltória de pressões com proteção.

9.4 RESULTADOS OBTIDOS

O resultado final do estudo de transientes hidráulicos do Sistema Adutor Amontada se encontra no QUADRO 9.2

O QUADRO 9.3 e QUADRO 9.4 apresentam os resultados da simulação para a adutora sem proteção e com proteção respectivamente. As FIGURAS 9.1 e 9.2 mostram as envoltórias de pressão sem proteção e com proteção respectivamente.

QUADRO 9.2 - RESULTADOS DO ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

TAU Nº	TIPO	ESTACA	ALTURA TOTAL	DIÂMETRO DO FUSTE	DIÂMETRO DA LIGAÇÃO
1	1	123+14,14	7,0	1,5	100
2	2	245+16,12	8,0	2,0	100
3	2	438	8,0	2,0	100
4	3	615	7,0	1,5	100



QUADRO 9.3 - RESULTADOS DA ANÁLISE DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS DA ADUTORA DE AMONTADA
SEM PROTEÇÃO ANTI GOLPE

Estaca	Distância Parcial (m)	Distância Acumulada (m)	Cota Terreno (m)	L. Piez. Max. (m)	L. Piez. Min. (m)	Sobrepessão (m)	Subpressão (m)	Amplitude (m)	Observações
0	0.00	0.00	51.660	125.127	51.844	73.467	0.184	73.283	
18	359.46	359.46	42.540	123.494	49.875	80.954	7.335	73.620	
36	359.46	718.92	41.300	121.529	48.269	80.229	6.969	73.261	
54	359.46	1,078.38	40.686	119.169	46.717	78.483	6.030	72.453	
72	359.46	1,437.84	39.507	116.899	45.272	77.392	5.764	71.628	
90	359.46	1,797.30	40.324	114.909	43.658	74.586	3.334	71.252	
108	359.46	2,156.76	39.523	112.912	42.622	73.389	3.099	70.290	
126	359.46	2,516.22	44.046	110.713	41.193	66.667	-2.853	69.520	
144	359.46	2,875.68	46.058	108.697	40.013	62.640	-6.044	68.684	
162	359.46	3,235.14	41.814	106.323	38.744	64.509	-3.070	67.579	
180	359.46	3,594.60	37.569	103.888	36.940	66.318	-0.629	66.948	
198	359.46	3,954.05	37.409	101.559	35.850	64.150	-1.559	65.709	
216	359.46	4,313.51	45.920	99.571	34.638	53.651	-11.282	64.933	
234	359.46	4,672.97	52.670	97.229	33.205	44.559	-19.465	64.023	
252	359.46	5,032.43	54.670	94.893	31.563	40.223	-23.107	63.330	
270	359.46	5,391.89	54.217	92.569	29.879	38.352	-24.338	62.690	
288	359.46	5,751.35	51.986	90.088	27.887	38.102	-24.099	62.201	
306	359.46	6,110.81	49.755	87.606	26.539	37.851	-23.216	61.067	
324	359.46	6,470.27	46.063	85.535	25.253	39.472	-20.810	60.282	
342	359.46	6,829.73	40.900	83.107	23.809	42.207	-17.091	59.298	
360	359.46	7,189.19	38.037	80.859	22.700	42.822	-15.337	58.159	
378	359.46	7,548.65	37.876	78.631	21.280	40.755	-16.596	57.351	
396	359.46	7,908.11	36.010	76.293	19.935	40.283	-16.075	56.358	
414	359.46	8,267.57	33.640	74.319	18.954	40.679	-14.686	55.365	
432	359.46	8,627.03	41.177	72.162	17.418	30.985	-23.758	54.743	
450	359.46	8,986.49	38.370	69.665	15.927	31.295	-22.444	53.738	
468	359.46	9,345.95	35.010	67.405	14.208	32.395	-20.802	53.197	
486	359.46	9,705.41	36.183	65.209	12.422	29.027	-23.761	52.787	
504	359.46	10,064.87	32.531	63.069	10.996	30.537	-21.536	52.073	
522	359.46	10,424.33	36.002	60.797	9.551	24.796	-26.451	51.247	
540	359.46	10,783.79	38.670	58.738	8.016	20.068	-30.654	50.722	
558	359.46	11,143.24	34.116	56.500	6.843	22.385	-27.273	49.658	
576	359.46	11,502.70	30.806	54.255	5.623	23.449	-25.183	48.633	
594	359.46	11,862.16	31.265	51.814	4.877	20.549	-26.388	46.937	
612	359.46	12,221.62	31.724	49.369	5.295	17.645	-26.429	44.074	
630	359.46	12,581.08	32.196	47.092	7.006	14.897	-25.189	40.086	
648	359.46	12,940.54	33.515	44.977	11.827	11.462	-21.688	33.150	
665	359.46	13,300.00	36.620	42.620	42.620	6.000	6.000	0.000	



**QUADRO 9.4 - RESULTADOS DA ANÁLISE DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS DA ADUTORA DE AMONTADA
COM PROTEÇÃO ANTI GOLPE**

Estaca	Distância Parcial (m)	Distância Acumulada (m)	Cota Terreno (m)	L. Piez. Max. (m)	L. Piez. Min. (m)	Sobrepessão (m)	Subpressão (m)	Amplitude (m)	Observações
0	0.00	0.00	51.660	125.127	51.925	73.467	0.265	73.202	
18	359.46	359.46	42.540	123.493	50.515	80.953	7.975	72.978	
36	359.46	718.92	41.300	121.526	49.330	80.226	8.030	72.195	
54	359.46	1,078.38	40.686	119.160	48.104	78.474	7.418	71.056	
72	359.46	1,437.84	39.507	116.885	47.163	77.378	7.656	69.722	
90	359.46	1,797.30	40.324	114.891	47.328	74.568	7.005	67.563	
108	359.46	2,156.76	39.523	112.889	48.242	73.366	8.719	64.647	
126	359.46	2,516.22	44.046	110.688	51.255	66.642	7.209	59.433	
144	359.46	2,875.68	46.058	108.665	52.783	62.607	6.726	55.882	
162	359.46	3,235.14	41.814	106.282	50.443	64.469	8.630	55.839	
180	359.46	3,594.60	37.569	103.847	48.873	66.277	11.304	54.973	
198	359.46	3,954.05	37.409	101.518	47.493	64.109	10.084	54.025	
216	359.46	4,313.51	45.920	99.531	50.188	53.611	4.268	49.343	
234	359.46	4,672.97	52.670	97.191	57.174	44.521	4.504	40.017	
252	359.46	5,032.43	54.670	94.857	55.349	40.187	0.679	39.508	
270	359.46	5,391.89	54.217	92.538	53.666	38.321	-0.551	38.872	
288	359.46	5,751.35	51.986	90.059	51.950	38.074	-0.036	38.109	
306	359.46	6,110.81	49.755	87.581	50.102	37.826	0.347	37.479	
324	359.46	6,470.27	46.063	85.513	48.697	39.450	2.634	36.816	
342	359.46	6,829.73	40.900	83.088	47.176	42.188	6.276	35.912	
360	359.46	7,189.19	38.037	80.839	45.518	42.802	7.481	35.322	
378	359.46	7,548.65	37.876	78.609	43.835	40.733	5.959	34.774	
396	359.46	7,908.11	36.010	76.270	42.296	40.260	6.286	33.974	
414	359.46	8,267.57	33.640	74.294	40.871	40.654	7.231	33.423	
432	359.46	8,627.03	41.177	72.134	47.371	30.957	6.195	24.763	
450	359.46	8,986.49	38.370	69.635	45.814	31.265	7.444	23.822	
468	359.46	9,345.95	35.010	67.374	44.078	32.364	9.068	23.296	
486	359.46	9,705.41	36.183	65.177	42.362	28.994	6.179	22.815	
504	359.46	10,064.87	32.531	63.036	40.845	30.505	8.314	22.191	
522	359.46	10,424.33	36.002	60.765	38.867	24.763	2.865	21.898	
540	359.46	10,783.79	38.670	58.705	37.158	20.035	-1.512	21.547	
558	359.46	11,143.24	34.116	56.469	35.247	22.353	1.132	21.221	
576	359.46	11,502.70	30.806	54.226	33.837	23.420	3.031	20.389	
594	359.46	11,862.16	31.265	51.786	31.965	20.521	0.700	19.820	
612	359.46	12,221.62	31.724	49.344	30.103	17.620	-1.621	19.241	
630	359.46	12,581.08	32.196	47.072	35.611	14.877	3.415	11.462	
648	359.46	12,940.54	33.515	45.206	33.695	11.691	0.180	11.511	
665	359.46	13,300.00	36.620	42.620	42.620	6.000	6.000	0.000	

FIGURA 9.2 - DIAGNÓSTICO

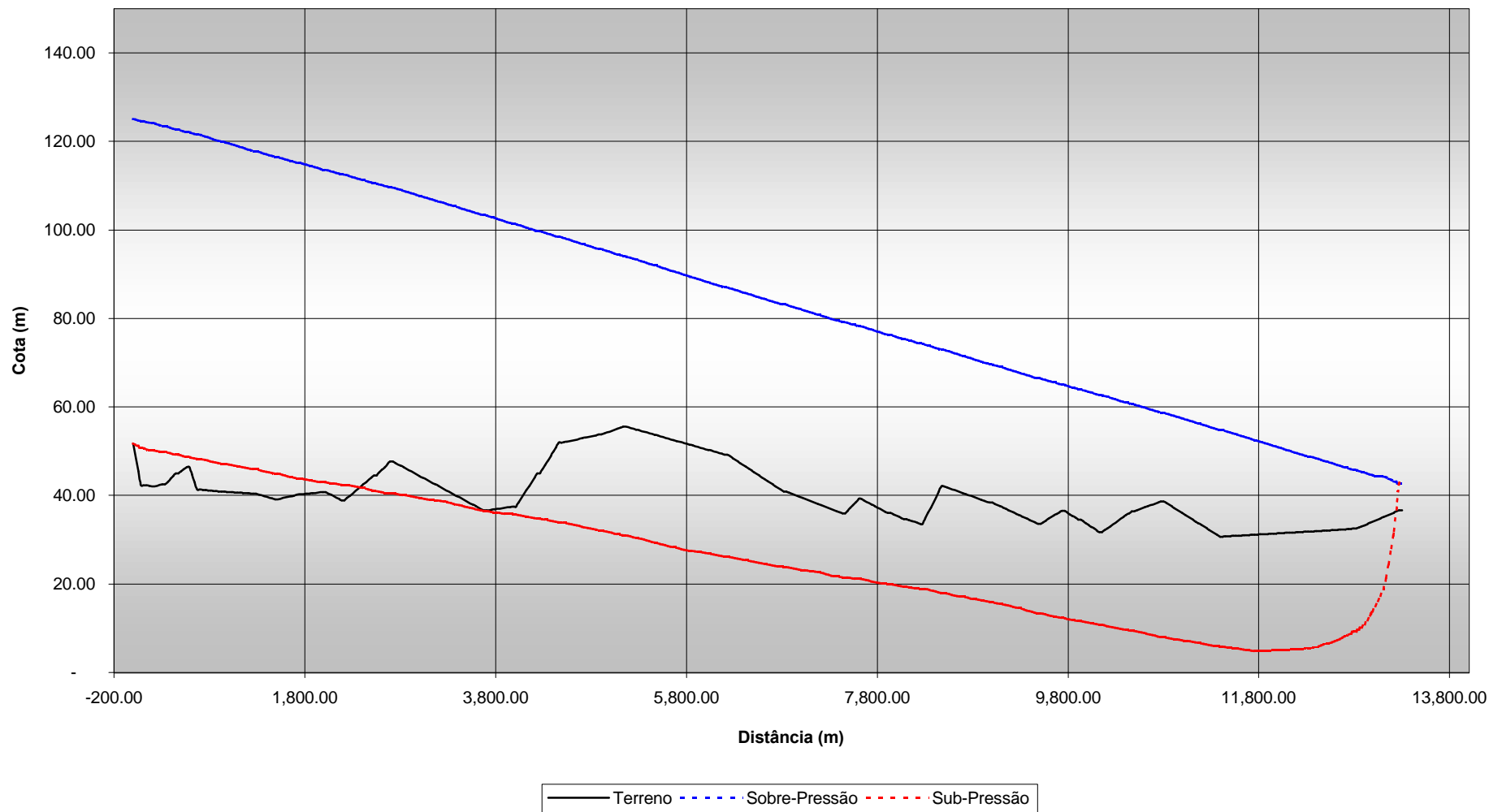
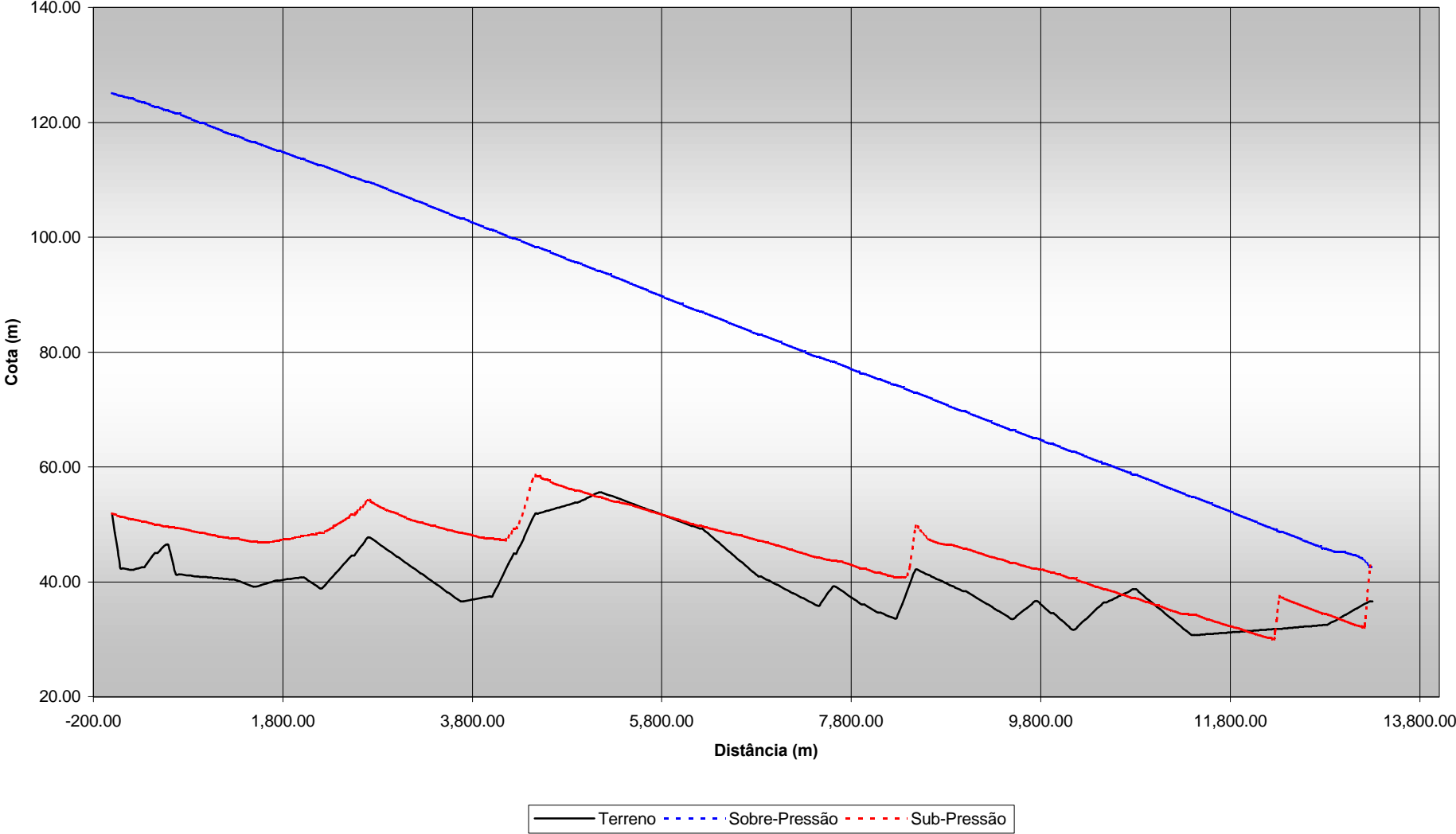


FIGURA 9.3 - SISTEMA COM PROTEÇÃO





MONTGOMERY WATSON



EngeSoft
Engenharia e Consultoria S/C Ltda.

10. AUTOMAÇÃO



10 AUTOMAÇÃO

10.1 APRESENTAÇÃO

Este documento tem por objetivo definir as variáveis a serem controladas e monitoradas para automação do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Amontada, estado do Ceará.

As variáveis a serem controladas e monitoradas, descritas neste documento, serão responsáveis pela automação local e remota do abastecimento.

Serão os CLP's (Controladores Lógicos Programáveis) que farão o controle das operações que terão como meios de comunicação Rádios Modems e protocolos específicos dos fabricantes dos equipamentos, de modo que se formem um conjunto que opere perfeitamente como um todo.

10.2 NORMAS TÉCNICAS

O projeto, os materiais e a execução deverão atender as normas das seguintes organizações:

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI - American National Standard Institute

ASME - American Society Mechanical Engineers

ASTM - American Society of Testing and Materials

AWS - American Welding Society

DIN - Deutsche Institut fur Normung

IEC - International Electro technical Commission

IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

ISA - Instrument Society of America

ISSO - International Organization for Standardization



JIS - Japanese Industrial Standards

NEMA - National Electrical Manufacturers Association

ITU-T - International Telecommunications Union Telecommunication Standardization Sector.

Os fornecedores de materiais devem indicar claramente as normas que pretendem usar.

10.3 RESPONSÁVEL TÉCNICO

Este trabalho foi realizado pelo Engenheiro Eletricista José Odilo Gonçalves, CREA-CE 6694-D, residente à rua Andrade Furtado 1311, apto. 1001, bairro Papicu, cep. 60.190-070, Fortaleza CE, fone (85) 234-77-81, celular (85)99-88-42-85, e-mail: odilogoncalves@terra.com.br.

10.4 OBJETIVO

O Sistema de automação, 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, obtidos através de avaliações e experiências funcionais e dos custos dos produtos e equipamentos empregados na operação do sistema.

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.

Este projeto tem como objetivo, especificar o fornecimento dos equipamentos, materiais e serviços para implantação da automação do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Amontada, no estado do Ceará.

Este é um projeto simples, econômico, mas eficiente e que opera normalmente o sistema de abastecimento sem necessidade de operador no local.



10.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O sistema proposto telecomando, telealarme, telesupervisão e telemetria, proverá o Centro de Controle Operacional (Cecop), das informações necessárias ao gerenciamento de todo processo hidráulico e elétrico do sistema. No Cecop as informações sobre a captação em flutuante no açude Missi, a estação elevatória de água tratada (EEAT) na área da ETA e o reservatório elevado da cidade de Amontada estarão disponíveis em tempo real, tais como: volume liberado no reservatório, 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.

10.6 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.

10.7 TELECOMANDO

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

10.8 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 da coluna de água atual de um reservatório

10.9 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 elevatória foi desativado devido a sobrecorrente;
- a moto-bomba de nº 1 da elevatória foi desligada por falta de fase;
- o reservatório de água tratada de Sto. Antonio esta transbordando.

10.10 DESCRIÇÃO

O sistema de abastecimento de água é composto por uma captação em flutuante no açude Missi, que bombeia a água bruta que passa por tratamento na ETA e é armazenada no reservatório enterrado da estação elevatória de água tratada (EEAT), de onde é bombeada por uma adutora até o reservatório elevado da cidade de Amontada, que distribui por gravidade água tratada para a comunidade.

A operação do projeto de automação será baseada no monitoramento dos níveis dos reservatórios (enterrado da EEAT e elevado da cidade), no controle dos conjuntos moto-bombas da estação elevatória e flutuante.

10.11 CONCEPÇÃO

O projeto de automação consiste na instalação de Transmissores Ultra-sônicos de Nível nos reservatórios que controlarão os conjuntos moto-bombas da estação elevatória de água tratada (EEAT) e captação (Flutuante).

A concepção da forma de instalação dos instrumentos e dos painéis das Unidades de Transmissão Remota (UTR), bem como sua localização e eletrodutos de força, controle e instrumentação estão contida nas plantas e documentos em anexo.



10.12 PARTES INTEGRANTES DO SISTEMA

São partes integrantes deste sistema: Os painéis das UTR's (02 unidades), localizados na ETA (UTR 1) e reservatório elevado da cidade de Amontada (UTR 2).

10.13 CONTROLE OPERACIONAL DO SISTEMA

10.14 GERAL

O controle operacional do sistema será realizado no Cecop (Centro de Controle Operacional), em sala da ETA, na área na margem do açude Missi., nas opções: automático e manual, com intervenção e informações de todas as unidades integrantes do mesmo.

10.15 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;
- 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.

10.16 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.

10.17 VARIÁVEIS CONSIDERADAS

As principais variáveis consideradas serão os níveis dos reservatórios que serão os responsáveis pelos controles dos motores. Dessa forma:



- a) O sensor de nível do reservatório elevado da cidade de Amontada, informa via radio modem para o CLP da EEAT, que o mesmo está cheio, e o CLP comanda o conjunto moto bomba para desligar.
- b) O sensor de nível do reservatório elevado da cidade de Amontada, informa via radio modem para o CLP da EEAT, que o mesmo está seco, e o CLP comanda o conjunto moto bomba para ligar.
- c) O sensor de nível do reservatório de sucção da EEAT, informa via cabo blindado, que o mesmo está cheio, e o CLP habilita o conjunto moto bomba para ligar.
- d) O sensor de nível do reservatório de sucção da EEAT, informa via cabo blindado, que o mesmo está seco, e o CLP desabilita o conjunto moto bomba para ligar.

10.18 UNIDADES DE TRANSMISSÃO REMOTA DO RESERVATÓRIO ELEVADO DE AMONTADA (UTR 2)

É responsável pela coleta de informação do nível do reservatório, pressão na entrada e vazão na saída. Localizada no abrigo da UTR (na área do reservatório), é composto do CLP para controle correspondente aos descritivos operacionais, incluindo Radio modem para comunicação com o Cecop (UTR 1) e EEAT, Transmissores de pressão manométrica, Sensores magnético de vazão e Transmissor ultra-sônico de nível .

A supervisão e o controle do nível de água no reservatório é feita por medidor de nível ultra-sônico, o qual informará ao CLP, que enviará para o CLP (via radio modem) da EEAT , que controlaram os motores da EEAT, desligando-os com o nível máximo e ligando-os com o nível mínimo pré-estabelecido. Os CLP's enviarão os dados de pressão na adutora de entrada e vazão na saída do reservatório.

Os sinais analógicos/digitais necessários à operação/interpretação do CLP da estação elevatória de água tratada (EEAT), 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 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.

Pela topografia do terreno e um estudo preliminar, haverá necessidade de 02 (duas) estações repetidoras para fechar o enlace do Reservatório Elevado de Amontada com o Cecop na ETA.

SUMÁRIO DO RESERVATÓRIO DE AMONTADA (UTR 02)

Estrutura de reservação na cidade de Amontada, que armazenará o volume de água tratada para abastecimento da comunidade beneficiada.

Os dispositivos de controle previstos fornecerão as seguintes informações:

Hidráulicos

- Nível do reservatório;
- Pressão na entrada do reservatório
- Vazão na entrada 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;
- Rádio Modem com antena;
- Medidores de pressão;
- Medidores de vazão;



10.19 UNIDADE DE TRANSMISSÃO REMOTA 01 (CECOP, ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE AGUA TRATADA – EEAT E ESTAÇÃO DE CAPTAÇÃO - FLUTUANTE)

Responsável pelo controle dos motores que bombeiam água bruta, para o reservatório semi-enterrado da EEAT e água tratada, para o reservatório da cidade de Amontada. Localiza-se no Rack do Cecop na ETA.

A Elevatória EEAT será controlada em função do nível de água do reservatório elevado da cidade de Amontada, o qual será abastecido pela bomba localizada nesta estação elevatória (EEAT), e pela pressão e vazão na adutora de saída.

A Elevatória da Captação será controlada em função do nível de água do reservatório semi-enterrado da EEAT a jusante, o qual será abastecido pela bomba localizada nesta estação (flutuante), e pela pressão e vazão na adutora de saída.

A supervisão e o controle do nível de água no reservatório semi-enterrado, que é a sucção da EEAT, será feita por medidor de nível ultra-sônico, o qual informará ao CLP, que habilitará os motores da EEAT para operarem, evitando que partam sem água. Como na estação elevatória e captação 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 instalado na estação elevatória, no Rack .

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, os desgastes 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 os reservatórios encherem. 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 dos reservatórios, 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;
- Células de pressão com transdutores;
- Transdutores de corrente;
- Transdutor de tensão;
- Medidor de vazão.

SUMÁRIO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA (UTR 01)

A Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), abrigada em estrutura de concreto armado, composta de 02 (duas) bombas sendo 01 (uma) de reserva, junto a um reservatório semi-enterrado de água tratada, que alimenta o reservatório elevado da cidade de Amontada.

A Estação Elevatória de Captação Água Bruta (Flutuante), abrigada em estrutura de concreto armado, composta de 02 (duas) bombas sendo 01 (uma) de reserva, junto ao açude Missi, que alimenta a ETA e o reservatório semi-enterrado da EEAT.

Serão instalados dispositivos de controle que fornecerão as seguintes informações à Unidade de Gerenciamento (Cecop), situada na ETA, via cabo blindado.

Elétricos

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

Hidráulicos



- Vazão na saída do barrilete;
- Pressão na saída do barrilete.
- Nível do reservatório semi-enterrado.

Os seguintes dispositivos serão instalados, os quais fornecerão as devidas informações ao Cecop, via cabo blindado.

- UTR
- Transdutores
- Células de pressão
- Medidor de Nível do Reservatório semi-enterrado

10.20 RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA

a) Estação de Tratamento de Água ETA (UTR 1)

Entrada (Sucção)	Saida (Recalque)	MOTORES	Relação de Dependência
Flutuante: Açude Missi, EEAT: Reservatório semi-enterrado.	Flutuante: Adutora de Água Bruta para ETA, EEAT: Adutora de Água Tratada para Reservatório Elevado de Amontada.	Flutuante: (2 + 1) dos conjuntos moto bombas de 30CV, EEAT: (2 + 1) dos DOS CONJUNTOS MOTOBOMBAS DA EEAT.	Flutuante: Controlado pelo nível do reservatório semi-enterrado da EEAT. EEAT: Controlado pelo nível do reservatório elevado da cidade de Amontada a jusante, pressões e vazões de água na adutora.



b) Reservatório elevado de Amontada (UTR 2)

Entradas	Saídas	MOTORES	Relação de Dependência
Adutora de água tratada para o reservatório elevado de Amontada.	Rede de abastecimento de Amontada.	Não possui	Bombeamento de água da EEAT.

10.21 DESCRITIVO OPERACIONAL

DESCRITIVOS OPERACIONAIS DAS UNIDADES TERMINAIS REMOTAS (UTR's)

1. REMOTA 1 – UTR 1: ETA.

a) Transmissor de pressão nas saídas das bombas.

- Tipo: Manométrico.
- Função de controle:
- Indicação e registro da pressão.
- Função de supervisão:
- Alarme de pressão alta e baixa .

b) Transmissor de pressão na saída da adutora de recalque.

- Tipo: Manométrico.
- Função de controle:
- Indicação e registro da pressão.
- Função de supervisão:
- Alarme de pressão alta e baixa .

c) Acionamento dos conjuntos Moto Bombas da Elevatória de Água Tratada e da Captação.

- Tipo: Soft Start



- Função de controle:
- Comando de liga/desliga dos CMB's da elevatória e da captação.

d) Transmissor de Nível no reservatório semi-enterrado da EEAT.

- Tipo: Ultra-sônico.
- Função de controle:
- Nível baixo desabilita os CMB's da estação elevatória e aciona os CMB's do flutuante.
- Nível alto habilita CMB's da estação elevatória e desliga os CMB's do flutuante.
- Função de supervisão:
- Indicação do nível instantâneo.

2. REMOTAS 2 – UTR 2: Reservatório Elevado de Amontada.

a) Transmissor de pressão na adutora de entrada para o reservatório.

- Tipo: Manométrico.
- Função de controle:
- Indicação e registro da pressão.
- Função de supervisão:
- Alarme de pressão alta e baixa .

b) Sensor e transmissor de Vazão na saída do reservatório.

- Tipo: Magnético
- Função de controle:
- Vazão.
- Função de supervisão:



- Indicação e registro do volume total.
- c) Transmissor de Nível no reservatório.
 - Tipo: Ultra-sônico.
 - Função de controle:
 - Nível baixo: aciona os motores da EEAT.
 - Nível alto: desliga os motores da EEAT.
 - Função de supervisão:
 - Indicação do nível instantâneo.

10.22 DESCRIÇÃO DAS UTR'S

1. DESCRIÇÃO DA UTR 1 – ETA

1.1. Acionamento dos Conjuntos Moto Bombas da Captação:

CMB-01-01
CMB-01-02

Funções de controle:

- Comando liga/desliga.
- Rodízio automático.

Supervisão:

- Seleção local/remoto.
- Indicação de ligado/desligado.
- Indicação de defeito.
- Horímetro para totalização do tempo de operação.



1.2. Corrente dos Conjuntos Moto Bombas da Captação:

IT-01-01	CMB-01-01
IT-01-02	CMB-01-02

Característica:

Obtido através do Soft-starter correspondente de cada conjunto moto bomba.

Função de controle:

- Desligamento do CMB correspondente por sobrecorrente.
- Desligamento do CMB correspondente por subcorrente.

Supervisão:

- Indicação e registro da corrente instantânea.
- Alarme de sobrecorrente.
- Alarme de subcorrente.

1.3. Corrente no Barramento de Alimentação dos Conjuntos

Moto Bombas da Estação Elevatória da Captação

IT-01-03

Supervisão:

- Indicação e registro da corrente instantânea para cálculo do fator de potência.
- Alarme de sobrecorrente.
- Alarme de subcorrente.

–



1.4. Tensão de Alimentação dos Conj. Moto bombas da Captação.

ET-01-01

Função de controle:

- Desligamento do CMBs por subtensão.

Supervisão:

- Indicação e registro da tensão instantânea.
- Alarme de subtensão.

1.5. Fator de Potência dos Conjuntos Moto Bombas da Captação.

JT-01-01

Função de controle:

- Cálculo de potencia ativa e reativa.

Supervisão:

- indicação e registro da tensão instantânea.

1.6. Vazão na Adutora de Água Bruta.

FIT-01-01

Característica:

Transmissor Magnético de Vazão.

Função de controle:

Verificação das perdas ocorridas.

Supervisão:

- indicação e registro da vazão instantânea.



- Cálculo, indicação e registro do volume total.

1.7. Pressão na Saída dos Motores da Captação

PIT-01-01

PIT-01-02

Característica:

Transmissor magnético.

Função de controle:

- Pressão baixa para desligar motor por vazamento na linha (PSL).
- Pressão alta para desligar motor por obstrução na linha (PSH).

Supervisão:

- indicação e registro da pressão instantânea.
- Alarme de pressão alta para indicar obstrução na linha (PAH).
- Alarme de pressão baixa para indicar vazamento na linha (PAL).

1.8. Pressão na Saída da Adutora de Água Bruta

PIT-01-03

Característica:

Transmissor magnético.

Função de controle:

- Pressão baixa para ligar motores (PSL).
- Pressão alta para desligar motores (PSH).



Supervisão:

- indicação e registro da pressão instantânea.
- Alarme de pressão alta para indicar obstrução na linha (PAH).
- Alarme de pressão baixa para indicar vazamento na linha (PAL).

1.9. Acionamento dos Conjuntos Moto Bombas da EEAT:

CMB-01-03
CMB-01-04

Funções de controle:

- Comando liga/desliga.
- Rodízio automático.

Supervisão:

- Seleção local/remoto.
- Indicação de ligado/desligado.
- Indicação de defeito.
- Horímetro para totalização do tempo de operação.

1.10. Corrente dos Conjuntos Moto Bombas da EEAT:

IT-01-04	CMB-01-03
IT-01-05	CMB-01-04

Característica:4

Obtido através do Soft-starter correspondente de cada conjunto moto bomba.



Função de controle:

- Desligamento do CMB correspondente por sobrecorrente.
- Desligamento do CMB correspondente por subcorrente.

Supervisão:

- Indicação e registro da corrente instantânea.
- Alarme de sobrecorrente.
- Alarme de subcorrente.

1.11. Corrente no Barramento de Alimentação dos Conjuntos Moto Bombas da Estação Elevatória da EEAT

IT-01-06

Supervisão:

- Indicação e registro da corrente instantânea para cálculo do fator de potência.
- Alarme de sobrecorrente.
- Alarme de subcorrente.

1.12. Tensão de Alimentação dos Conj. Moto Bombas da EEAT.

ET-01-02

Função de controle:

- Desligamento do CMBs por subtensão.

Supervisão:

- Indicação e registro da tensão instantânea.
- Alarme de subtensão.



1.13. Fator de Potência dos Conjuntos Moto Bombas da EEAT.

JT-01-02

Função de controle:

- Cálculo de potencia ativa e reativa.

Supervisão:

- indicação e registro da tensão instantânea.

1.14. Vazão na Adutora de Saída de Água Tratada.

FIT-01-01

Característica:

- Transmissor Magnético de Vazão.

Função de controle:

- Verificação das perdas ocorridas.

Supervisão:

- indicação e registro da vazão instantânea.
- Cálculo, indicação e registro do volume total.

1.15. Pressão na saída dos motores

PIT-01-04

PIT-01-05

Característica:

Transmissor magnético.



Função de controle:

- Pressão baixa para desligar motor por vazamento na linha (PSL).
- Pressão alta para desligar motor por obstrução na linha (PSH).

Supervisão:

- Indicação e registro da pressão instantânea.
- Alarme de pressão alta para indicar obstrução na linha (PAH).
- Alarme de pressão baixa para indicar vazamento na linha (PAL).

1.16. Pressão na Saída da Adutora

PIT-01-06

Característica:

Transmissor magnético.

Função de controle:

- Pressão baixa para ligar motores (PSL).
- Pressão alta para desligar motores (PSH).

Supervisão:

- indicação e registro da pressão instantânea.
- Alarme de pressão alta para indicar obstrução na linha (PAH).
- Alarme de pressão baixa para indicar vazamento na linha (PAL).



1.17. Nível do Reservatório Semi-Enterrado da ETA (sucção)

LIT-01-01

Características:

- Transmissor Ultra-sônico de Nível

Funções de Controle:

- Nível baixo desabilita os CMB's da elevatória e aciona os CMB's do Flutuante.
- Nível alto habilita os CMB's da elevatória e desliga os CMB's do Flutuante.

Supervisão:

- Indicação e registro do nível instantâneo.
- Cálculo, indicação e registro do volume total.

2. DESCRIÇÃO DA UTR 2 – RESERVATORIO ELEVADO DE AMONTADA

2.1. Nível do Reservatório Elevado

LIT-02-01

Características:

- Transmissor Ultra-sônico de Nível

Funções de Controle:

- Nível alto: desligar os CMB's da EEAT.
- Nível baixo: possibilita ligar os CMB's da EEAT (via rádio modem).

Supervisão:

- Indicação e registro do nível instantâneo.
- Cálculo, indicação e registro do volume total.



2.2. Pressão na Entrada do Reservatório

PIT-02-01

Característica:

Transmissor magnético.

Função de controle:

- Pressão baixa para ligar motores da elevatória EEAT (PSL).
- Pressão alta para desligar motores da elevatória EEAT (PSH).

Supervisão:

- Indicação e registro da pressão instantânea.
- Alarme de pressão alta para indicar obstrução na linha (PAH).
- Alarme de pressão baixa para indicar vazamento na linha (PAL).

2.3. Vazão na Adutora de Saída do Reservatório.

FIT-02-01

Característica:

- Transmissor Magnético de Vazão.

Função de controle:

- Verificação das perdas ocorridas.

Supervisão:

- Indicação e registro da vazão instantânea.
- Cálculo, indicação e registro do volume total.



MONTGOMERY WATSON



11. FICHA TÉCNICA DO SISTEMA

**11 FICHA TÉCNICA DO SISTEMA**

MANANCIAL	BARRAGEM MISSI
MUNICÍPIO ATENDIDO	
Município atendido	Amontada
População urbana abastecida (ano 2003)	8.395 hab.
População urbana abastecida (ano 2033)	15.207 hab.
CAPTAÇÃO	
Tipo de captação	Bombas de eixo vertical em flutuante
Número de bombas da captação	1+1 de reserva
Potência das bombas da captação	30 Cv
Potência da subestação elétrica	100 KVa
ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	
Comprimento	192,24 m
Diâmetro	200
Vazão do sistema (Máxima diária de final de plano)	36,12 l/s
Classe pressão máxima dos tubos	1 Mpa
ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	
Comprimento Total	13.406,30 m
Diâmetro	200
Vazão do sistema (Máxima diária de final de plano)	36,12 l/s
Classe pressão dos tubos FoFo	1,6Mpa
Classe pressão dos tubos PVC DEFoFo	1 Mpa
TRATAMENTO E RESERVAÇÃO	
Tipo de tratamento	ETA com flotação por ar dissolvido
Reservatório apoiado	1 reservatórios apoiado com reserva total de 800 m ³
SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA TRANSIENTES	
Tipo de proteção	TAU (Tanque Unidirecional-04 unidades) – Est. 123+14,14; 245+16,12 ; 438 e 615
Quantidade	4 (Quatro)
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DA CAPTAÇÃO (BOMBA DE EIXO VERTICAL)	
Vazão do sistema (Máxima diária de final de plano)	36,12 l/s
Altura Manométrica	36,65 mca
Rotação	1.740 rpm
Rendimento	80 %



Número de estágios	3
Potência do Motor	30CV
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA(EEAT)	
Vazão Total (final de plano)	36,12 l/s
Tipo de Conj. Elevatório	Cent.. Eixo Horizontal
Número de Conjuntos	1 + 1 de reserva
Vazão por Conjunto	36,12 l/s
Altura Manométrica por Conjunto	103,59 mca
Rotação	3.500 rpm
Potência do Motor	100CV
Rendimento	74 %



MONTGOMERY WATSON



12. ANEXO I



MONTGOMERY WATSON



12.1. DIMENSIONAMENTOS ECONÔMICOS

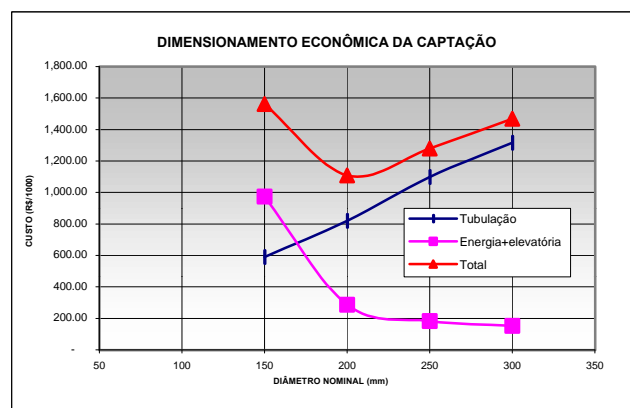
SIMULAÇÃO ECONÔMICA - AMONTADA



TRECHO	DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	LOCAL	COTAS	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	Alt. Manom (m)	POT. (kW)	POT. (kvA)	CUSTO DA ALTERNATIVA (R\$)			
Captação - Amontada	150	36.12	13,334.00	2.04	413.92	Captação	44.00	461.54	417.54	419.54	212.44	225.00	TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
						Amontada	37.62	47.62	10.00	-	-	588,962.78	691,149.97	282,824.74	1,562,937.49	
Captação - Amontada	200	36.12	13,334.00	1.15	93.76	Captação	44.00	141.38	97.38	99.38	50.32	30.00	TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
						Amontada	37.62	47.62	10.00	-	-	820,574.36	163,710.53	123,781.22	1,108,066.11	
Captação - Amontada	250	36.12	13,334.00	0.74	29.94	Captação	44.00	77.56	33.56	35.56	18.01	30.00	TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
						Amontada	37.62	47.62	10.00	-	-	1,097,388.20	58,579.70	123,781.22	1,279,749.12	
Captação - Amontada	300	36.12	13,334.00	0.51	11.87	Captação	44.00	59.49	15.49	17.49	8.86	30.00	TUBO	ENERGIA	ELEVATÓRIA	TOTAL
						Amontada	37.62	47.62	10.00	-	-	1,316,065.80	28,821.01	123,781.22	1,468,668.03	

PREÇO DE TUBOS (R\$/m)*

DN	R\$/m
150	44.17
200	61.54
250	82.30
300	98.70



ENERGIA

CUSTO TOTAL DE ENERGIA ATUALIZADO(r\$/Kw) 3,253.35

DADOS ECONÔMICOS

TAXA ANUAL DE JUROS (%)	12
PERIODO (ANOS)	30
COTAÇÃO DO DOLAR (R\$)	2.34
RENDIMENTO DO CONJUNTO (%)	70



MONTGOMERY WATSON



12.2. ANEXO II – DETALHAMENTO PONTO A PONTO



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.45	316+12.63	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.46	335+17.34	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.47	339	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.48	341+14.93	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.49	349+5.44	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.50	360+6.77	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.51	363+11.07	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.52	368+3.66	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.53	369	1 c 22o30'' pvc bb je pvc DN = 200 1 c 11o15'' pvc bb je pvc DN = 200	
0.54	372	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.55	378+5.60	1 c 22030'' pvc bb je DN = 200	
0.56	382+15.16	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 450 pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.57	398	1 c 11015'0 pvc bb je DN = 200	
0.58	398+7.93	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.59	409+7.82	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 450 pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.60	411+1.47	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.61	411+15.85	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.62	413	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.63	418+8.67	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10 1 ebf pvc DN = 200 PN 10 1 epf pvc DN = 200 PN 10 1 vbw DN = 200 PN 10	
0.64	420+17.00	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO:CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.65	424+6.38	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.66	438	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.67	442+3.70	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.68	447+19.10	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.69	449	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.70	454+15.80	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.71	458	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.72	465+5.48	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.73	470+4.55	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.74	472+19.10	1 c 22o30' pvc bb je DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO:CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.75	484+19.10	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.76	485+6.74	1 te bbf pvc 200 x 100 FN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 FN 10 1 rgfc DN = 100 FN 10 1 epf pvc DN = 100 FN 10	
0.77	492+14.70	1 c 22o30'' pvc bb je pvc DN = 200 1 c 11o15'' pvc bb je pvc DN = 200	
0.78	497	1 te bbf pvc 200 x 50 FN 10 1 rgfv DN = 50 FN 10 1 vtf DN = 50 FN 10	
0.79	504	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.80	507+3.80	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.81	508	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.82	520	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	
0.83	522+5.55	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.84	538+10.60	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.85	539+8.44	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.86	544+4.00	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.87	549+17.80	1 c 11o15' pvc bb je DN = 200	
0.88	551	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.89	561+12.99	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.90	566+14.13	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.91	581+13.20	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.92	592+5.40	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.93	593	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.94	597+10.25	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.95	603+13.05	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.96	615	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10 1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	
0.97	626+8.99	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.98	629+4.70	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.99	637+15.46	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.0	639+16.43	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
1.1	640+13.75	1 c 90o pvc bb je DN = 200	
1.2	642	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
1.3	642+5.71	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
1.4	652	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
1.5	653+16.81	1 c 45o pvc bb je DN = 200	
1.6	656+5.00	1 c 45o pvc bb je pvc DN = 200 1 c 11o15'' pvc bb je pvc DN = 200	
1.7	657+7.00	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.0	11+7.91	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	
0.1	16+6.6	1 c 22o30' bb je fofo DN = 200 1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	
0.2	23+7.11	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.3	24	1 c 22o30' bb je fofo DN = 200	
0.4	27+15.53	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.5	28+17.70	1 c 22o30' bb je fofa DN = 200 1 c 11o15' bb je fofa DN = 200	
0.6	32+4.94	1 te bbf fofa 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.7	41	1 c 11o15' bb je fofa DN = 200	
0.8	45+6.47	1 te bbf fofa 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofa DN = 100 PN 16	
0.9	57	1 c 22o30' bb je fofa DN = 200 1 c 11o15' bb je fofa DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.10	58	1 te bbf fofa 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.11	61+14.56	1 te bbf fofa 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofa DN = 100 PN 16	
0.12	64	1 te bbf fofa 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.13	68+5.11	1 te bbf fofa 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofa DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofa DN = 100 PN 16	
0.14	71+7.08	1 te bbf fofa 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.15	73+16.37	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	
0.16	78	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16 1 c 22o30' bb je fofo DN = 200	
0.17	86+5.50	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	
0.18	93+8.79	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.19	99+13.7	1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.20	104	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	
0.21	119	1 c 45o bb je fofo DN = 200	
0.22	123+14.14	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.23	124+7.80	1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	
0.24	149	1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTAÇÃO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRIÇÃO	ESQUEMA
0.25	169+13.38	1 te bbf fofo 200 x 100 PN 16 1 c 45o ff fofo DN = 100 PN 16 1 rgfc DN = 100 PN 16 1 epf fofo DN = 100 PN 16	
0.26	171	1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	
0.27	1723	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16	
0.28	181+5.90	1 c 11o15' bb je fofo DN = 200	
0.29	182+8.21	1 te bbf fofo 200 x 50 PN 16 1 rgfv DN = 50 PN 16 1 vtf DN = 50 PN 16 1 ebf fofo DN = 200 PN 16 1 epf fofo DN = 200 PN 16 1 vbw DN = 200 PN 16 1 junta travada DN = 200 PN 16 1 tubo ff DN = 200 PN 16 L=0.25m	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.30	189	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	
0.31	201	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	
0.32	214	1 c 11o15'' pvc bb je DN = 200	
0.33	220	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.34	229+15.24	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.35	235+8.45	1 c 22o30'' pvc bb je DN = 200	
0.36	245+16.12	1 te bbf pvc 200 x 50 FN 10 1 rgfv DN = 50 FN 10 1 vtf DN = 50 FN 10	
0.37	248+10.50	1 c 22o30'' pvc bb je pvc DN = 200 1 c 11o15'' pvc bb je pvc DN = 200	
0.38	258+10.20	1 te bbf pvc 200 x 100 FN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 FN 10 1 rgfc DN = 100 FN 10 1 epf pvc DN = 100 FN 10	
0.39	268	1 te bbf pvc 200 x 50 FN 10 1 rgfv DN = 50 FN 10 1 vtf DN = 50 FN 10	




PONTO A PONTO			
PROJETO:SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO:CAPTACAO A ETA DE AMONTADA			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.40	270+15.55	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.41	274	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.42	294+15.97	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.43	304+10.02	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.44	310+2.88	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: ETA DE AMONTADA A RESERVATORIO ELEVADO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.0	8	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	
0.1	10+7.09	1 c 45o pvc bb je DN = 200	
0.2	12+15.43	1 c 45o pvc bb je DN = 200	
0.3	13	1 te bbf pvc 200 x 50 PN 10 1 rgfv DN = 50 PN 10 1 vtf DN = 50 PN 10	
0.4	22+13.86	1 te bbf pvc 200 x 100 PN 10 1 c 45o pvc ff DN = 100 PN 10 1 rgfc DN = 100 PN 10 1 epf pvc DN = 100 PN 10	



PONTO A PONTO			
PROJETO: SISTEMA ADUTOR AMONTADA			
TRECHO: ETA DE AMONTADA A RESERVATORIO ELEVADO			
PONTO	ESTACA	DESCRICAO	ESQUEMA
0.5	36+8.05	1 c 45o pvc bb je pvc DN = 200 1 c 22o30'' pvc bb je pvc DN = 200	



MONTGOMERY WATSON



12.3. ANEXO III – MEMÓRIAL DESCRITIVO DA ETA E LEITO DE SECAGEM



12.3. ANEXO III – MEMORIAL DESCRITIVO DA ETA E LEITO DE SECAGEM

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⁻¹.

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

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

ε : 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)

ε = porosidade

g = aceleração da gravidade (9,81 m/s²)

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

$h = 0,014$ m

GRADIENTE DE VELOCIDADE

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

G = gradiente (s⁻¹)

γ = peso específico da água (N/m³)

h = perda de carga na malha (m)

v = velocidade de escoamento (m/s)

μ = viscosidade absoluta da água (N/m²)

e = espaçamento entre barras (m)

$G = 1115$ 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 75s⁻¹. 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 flocculadores Ø2000mmm com capacidade útil de cada câmara de 11,30 m³, 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:

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

P.....potência a ser instalada (HP)

G.....gradiente máximo de velocidade (s⁻¹)

v.....volume do tanque (m³)

μ.....viscosidade absoluta da água a 20 °C (1008 x 10⁻⁶ N.s/m²)

FLOTAÇÃO-FILTRAÇÃO

FLOTOFILTROS

- Parâmetro de aplicação = 160-260 m³/m².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 ³ /m ² .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 pressurizada, 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 decompressão 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 LAVAGEM

a) Considerações gerais

A lavagem do material filtrante dos flotofiltros será com água tratada proveniente do reservatório apoiado, por meio de conjunto motobomba. 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 = 4,91m² (Ø2500mm)
- Velocidade de lavagem = 0,7 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.

$$P = \frac{57,30 \times 15,00 \times 1,20}{75 \times 0,78} = 17,63, \text{ Motor adotado} = 20\text{cv}$$

Propõe-se a utilização de 02(dois) conjuntos motobombas, motor 20cv, 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) kits de preparação, armazenamento e dosagem de hipoclorito de sódio ou cálcio;
- 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

c) Hipoclorito

A solução será aplicada na tubulação coletora de água filtrada.

Deverão ser utilizados 02(dois) tanques de preparação e armazenamento da solução, com capacidade de 250 litros. O tanque terá agitador lento para dissolução.

– Volume médio do tanque de diluição = $3,6 \times 24 = 86,4$ litros

– Volume máximo do tanque de diluição = $7,2 \times 24 = 172,8$ 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 m³, 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/m², impregnadas com resina estervinílica, 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 Flocação**

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⁻¹, 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/m², impregnadas com resina estervinílica, 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 flokulada	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

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

b) Material Filtrante

Camada	AREIA
Tamanho efetivo	0,50 a 0,55 mm
Coeficiente 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 Ø300mm, 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, $Q = 57,30 \text{ l/s} \times \text{AMT} = 15 \text{ mca}$, rendimento 60%, motor 20 cv, 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, Ø700mm e altura cilíndrica de 1500mm, saída Ø75mm, dreno Ø50mm. 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, cal hidratada ou hipoclorito de cálcio ou sódio, contendo tubo de alimentação, bocal de descarga e tampa com vedação (para evitar evaporação do cloro da solução) 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:

Modelo - KPDS	250	500	1500
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:

Modelo – KPDS	250	500	1500
Bomba Dosadora	0,5 cv	0,5 cv	0,5 cv
Vazão de dosagem	até 7 m ³ /h	até 7 m ³ /h	Até 7 m ³ /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.



Modelo – KPDS	250	500	1500
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

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO SISTEMA ADUTOR AMONTADA

DIMENSIONAMENTO DOS LEITOS DE SECAGEM

Dados gerais:

Q - Vazão de dimensionamento da ETA	40.00 L/s
C _{lodo} - Concentração de sólidos no lodo flotado	3.0 %

1 - Cálculo da massa de lodo produzida na ETA

A vazão de lodo produzida é função da qualidade da água bruta, da dosagem de coagulante aplicada como também da tecnologia de tratamento utilizada. Sendo assim, a partir da características da ETA, estima-se uma produção de lodo no flotador (q_{flot}) em torno de 2,5L por

$$q_{flot} = \frac{Q \cdot 2,5}{1000}$$

Sendo:

Q - Vazão de dimensionamento da ETA	40.00 L/s
-------------------------------------	-----------

Substituindo os valores:

q _{flot} - Vazão de lodo produzida	0.10 L/s
---	----------

Uma das vantagens do processo de flotação comparada à decantação é a capacidade de produzir lodos com concentração de sólidos na faixa de 3 a 6% ⁽¹⁾. Portanto, adotando uma concentração de 3%, que corresponde a 30 kg/m³, a massa de lodo flotado produzida pode ser

$$M_{flot} = q_{flot} \cdot 30 \cdot 86,4$$

Substituindo os valores:

M _{flot} - Massa de lodo flotado produzida	259.2 kg/d
---	------------

2 - Cálculo do Tempo de Detenção do lodo nos leitos (T_d)

KRASAUSKAS⁽²⁾, observou que os lodos de Estações de Tratamento de Água dispostos em leitos de secagem, com 1% de concentração de sólidos, levaram um tempo de 70 a 100 horas para atingirem concentrações de aproximadamente 20% de sólidos. Já Neubauer⁽³⁾ realizando experiências em instalações piloto, a uma temperatura entre 20 e 27°C, observou que em um período entre 20 a 24h a infiltração de água na drenagem do leito caiu até cessar e a secagem

Considerando que se deseja uma torta de lodo com uma concentração de 20%, e que para cada 1% de sólidos secos são necessárias 20h de permanência no leito, o Tempo de Detenção (T_d) é encontrado pela fórmula abaixo:

$$T_d = \frac{(C_f - C_i) \cdot 20}{24}$$

Sendo:

C _f - Concentração final de sólidos no lodo	20 %
C _i - Concentração inicial de sólidos no lodo	3 %

Substituindo os valores, encontra-se:

T _d - Tempo de Detenção do lodo no leito de secagem	14 d
--	------

3 - Área do leito de secagem (A_{leito})

Para calcular a área necessária do leito deve-se calcular o volume de lodo produzido por dia com a concentração desejada, conforme equação abaixo:

$$V_{lodo} = \frac{M_{flot}}{C_f}$$

Sendo:

M_{flot} - Massa de lodo flotado produzida	259.2 kg/d
C_f - Concentração final de sólidos no lodo	200 kg/m ³
Substituindo:	
V_{lodo} - Volume diário de lodo produzido com a concentração desejada	1.30 m ³ /d

A área necessária para armazenamento e secagem do lodo pode ser encontrada pela equação a seguir:

$$A_{\text{leito}} = \frac{V_{\text{lodo}} \cdot T_d}{e}$$

Sendo:

V_{lodo} - Volume diário de lodo produzido com a concentração desejada	1.30 m ³ /d
T_d - Tempo de Detenção do lodo no leito de secagem	14 d
e - Lâmina (espessura) de lodo leito	0.3 m

Substituindo:

A_{leito} - Área do leito de secagem	61.2 m ²
---	---------------------

Adotando uma largura cinco vezes menor que o comprimento, tem-se as seguintes dimensões do leito de secagem:

$$A_{\text{leito}} = B \cdot L = 5 \cdot B^2$$

Sendo:

B - Largura do leito de secagem
L - Comprimento do leito de secagem

Substituindo:

B - Largura do leito de secagem	3.50 m
L - Comprimento do leito de secagem	17.49 m

Será adotado então um leito de secagem com uma largura de 3,5m e um comprimento de 18m. Com o objetivo de implantar leitos com considerável tempo de exposição do lodo sem introdução de novas cargas, além de dar uma maior flexibilidade ao sistema, sugere-se construir quatro células com as dimensões calculadas.

4 - Resumo

T_d - Tempo de Detenção do lodo no leito de secagem	14 d
e - Lâmina (espessura) de lodo leito	0.30 m
B - Largura do leito de secagem	3.50 m
L - Comprimento do leito de secagem	18.00 m
n - Número de leitos de secagem	4 leitos

5 - Bibliografia

- (1) REALI, M. A. P. (Coordenador). **Noções Gerais de Tratamento e Disposição Final de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. Rio de Janeiro: PROSAB/ABES, 1999. 225p.
- (2) KRASAUSKAS, J. M. (1969). **Review of sludge disposal practices**. Journal AWWA, v.61, n.5, p. 225-230.
- (3) NEBAUER, W. R. (1968). **Waste alum sludges treatment**. Journal AWWA, v. 60, n. 7, p. 819-826.



MONTGOMERY WATSON



12.4. ANEXO IV – MEMÓRIAL DESCRITIVO DO FLUTUANTE



INTRODUÇÃO

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 AMONTADA, 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:	B8B
Fabricante:	KSB
Peso/Unidade:	1.300 Kg
Potência:	75 CV
Frequência:	60 Hz
Voltagem:	380 V
Rotação:	3.480 rpm
DN Sucção:	200 mm
DN Recalque:	200 mm

LOCAL DE INSTALAÇÃO

Tipo Manancial:	Açude Missi
Profundidade:	13 metros
Distância Captação/Margem:	90 metros
Variação de Nível:	11 metros
Cota Máxima:	54,70
Cota Mínima:	43,75

**TABELA DE PESOS DE ACESSÓRIOS**

Item	Descrição	Un	Qtde.	Peso Unitário	Peso Total
01	Conjunto Motobomba	Un	02	650,0	1.300,0
02	Redução concêntrica F°F° flange DN200x150	Un	02	22,0	44,0
03	Válvula de retenção F°F° flange DN200	Un	02	112,0	224,0
04	Junta de desmontagem travada axialmente F°F° DN200	Un	02	56,0	112,0
05	Tê c/ flange F°F° flange DN200x50	Un	02	48,0	96,0
06	Registro de gaveta F°F° c/ flange volante DN50	Un	02	15,0	30,0
07	Ventosa tríplice função F°F° DN50	Un	02	21,0	42,0
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	462,0	462,0
11	Guarda Corpo	Un	15	180	180
PESO DOS ACESSÓRIOS					3.340,00

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. 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⁽¹⁾ (mm)

P_P = Peso Próprio⁽²⁾

P_A = Peso dos Acessórios ⁽³⁾ - Kg

A = Área superficial da Plataforma 20 m²

M = Quantidade de módulos – 20 Um

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_A) 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, aclopamentos, etc.

CÁLCULO DO CALADO

Considerando uma plataforma flutuante com os seguintes dados:

Número de Módulos: 20 unidades

Modelo dos Módulos: **600mm e 1.200mm**

Peso de Cada Módulo: 60 Kg (**modelo 600**) e 110 Kg (**modelo 1200**)

Peso total de Acessórios: 3.340 Kg

Então:

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

A área da plataforma é: 42 m²

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

O Peso Próprio da plataforma é: 1.700 Kg

$$C = \frac{P_P + P_A}{A} \therefore C = \frac{1.700 + 3.340}{20} \therefore C = 252 \text{ mm}$$

O calado será de 252 mm, para capacidade de carga de 10.300 Kg.

MÓDULOS

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

	1200	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 ²	1,0 m ²

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

Características	Valores Típicos
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.

Características	Especificação
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/m².

Características	Especificação
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: Polissistema 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 ³
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 ½” 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 ou similar
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 ou similar
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



12.5. ANEXO V – ENSAIO FOTOGRÁFICO



FOTO 1 - Ombreira esquerda da futura Barragem Missi onde se localiza a estaca zero da adutora



FOTO 2 - SISTEMA EM OPERAÇÃO: Detalhe do reservatório elevado em Amontada



FOTO 3 – Poço amazonas localizado dentro da área da ETA



FOTO 4 - SISTEMA EM OPERAÇÃO: Poços amazonas no aluvião do rio Aracatiaçu. Na outra margem a cidade de Amontada



FOTO 5 – Detalhe do reservatório de 200 m³ tombado em função das cheias ocorridas no local. A linha d'água ainda pode ser percebida.



FOTO 6 – Vista dos estragos na casa de química em função do alagamento da área da ETA.



FOTO 7 – Detalhe do CMB responsável pelo recalque de água tratada para o reservatório de Amontada.



FOTO 8 – Instalações precárias do quadro de comando da estação de bombeamento.



FOTO 9 – Vista do reservatório de reunião de 50m³, ao lado a estação de bombeamento, atrás, o RAP de 200m² e casa de química.



FOTO 10 – Detalhe dos estragos causados pelas cheias. O piso da casa de bombas cedeu, danificando paredes e provocando rachaduras.



FOTO 11 – Rachaduras na casa de química/casa de bombas.



FOTO 12 – Detalhe das entradas de água bruta provenientes dos poços amazonas e tubulares da captação.



FOTO 13 – Detalhe mostra quanto o RAP foi levantado em função da subpressão exercida em sua fundação.



FOTO 14 – Calçada que circunda todo o reservatório totalmente destruída.



FOTO 15 – Detalhes dos cilindros de cloro utilizados na desinfecção da água bruta do sistema de Amontada.



FOTO 16 – Dosador de cloro gasoso



FOTO 17 – Filtro instalados na área da ETA. Poderão ser aproveitados em outro sistema

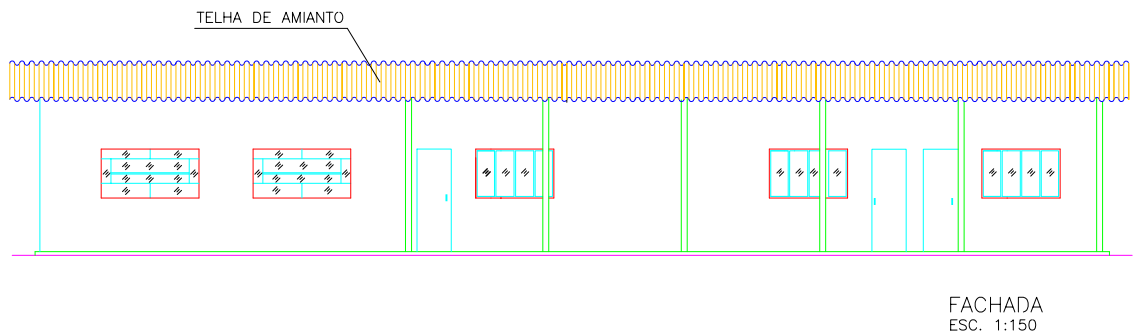
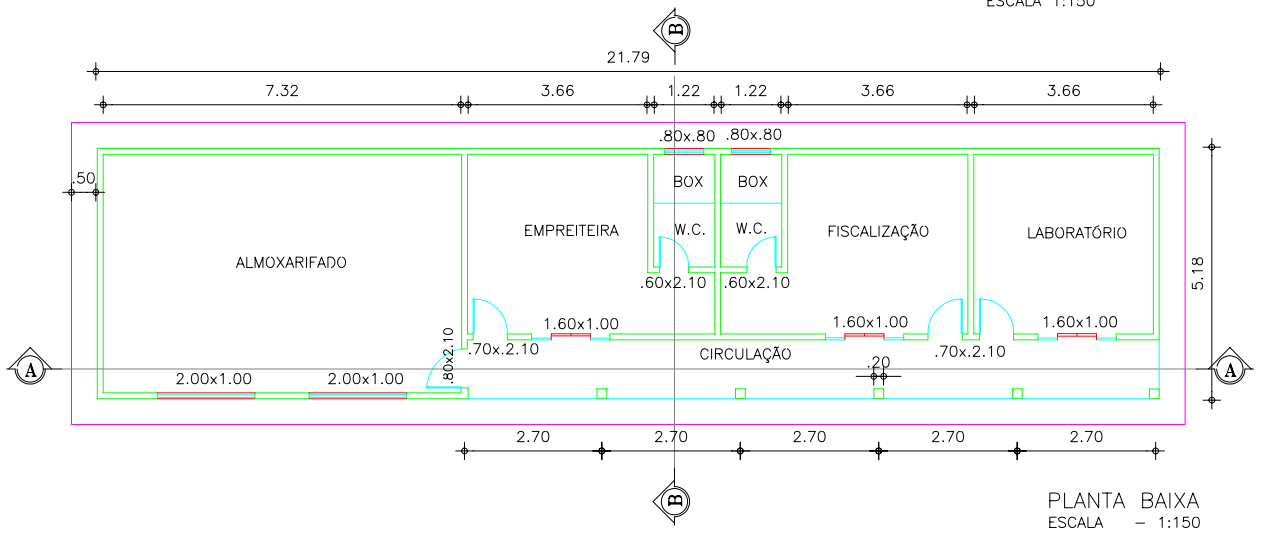
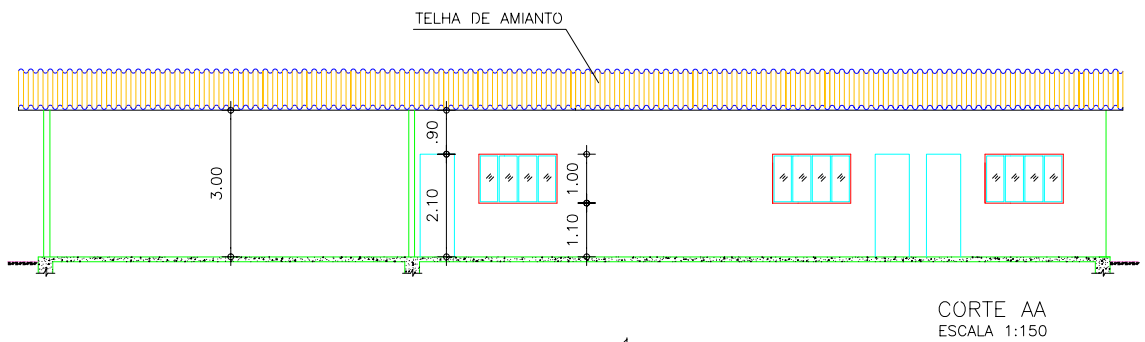
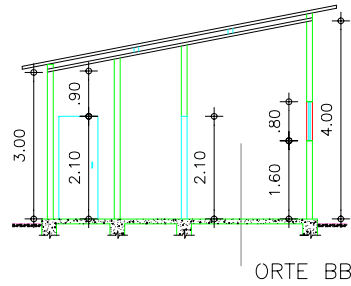


MONTGOMERY WATSON



12.6. ANEXO 6 – DESENHOS COMPLEMENTARES

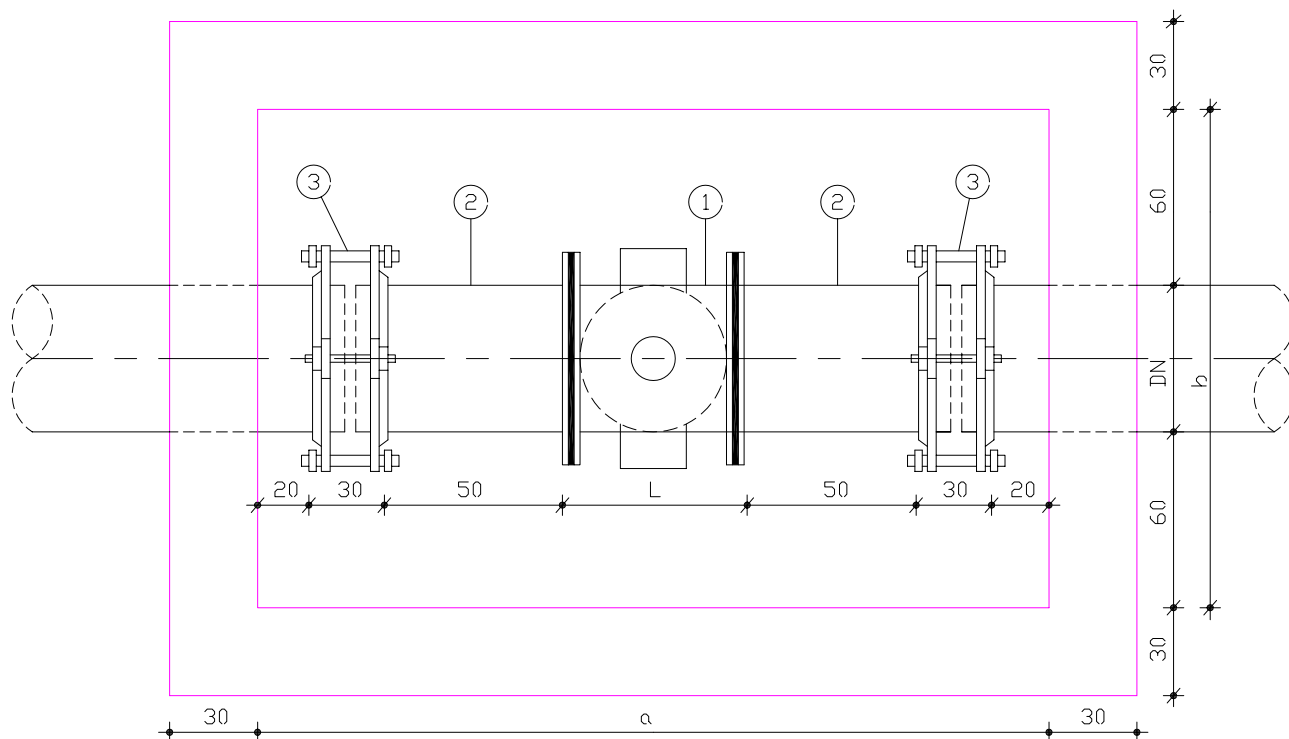
Barracao Para Escritório - Canteiro de Obra



A-05

PLANTA BAIXA - CORTES - FACHADA

Caixa de Macromedição

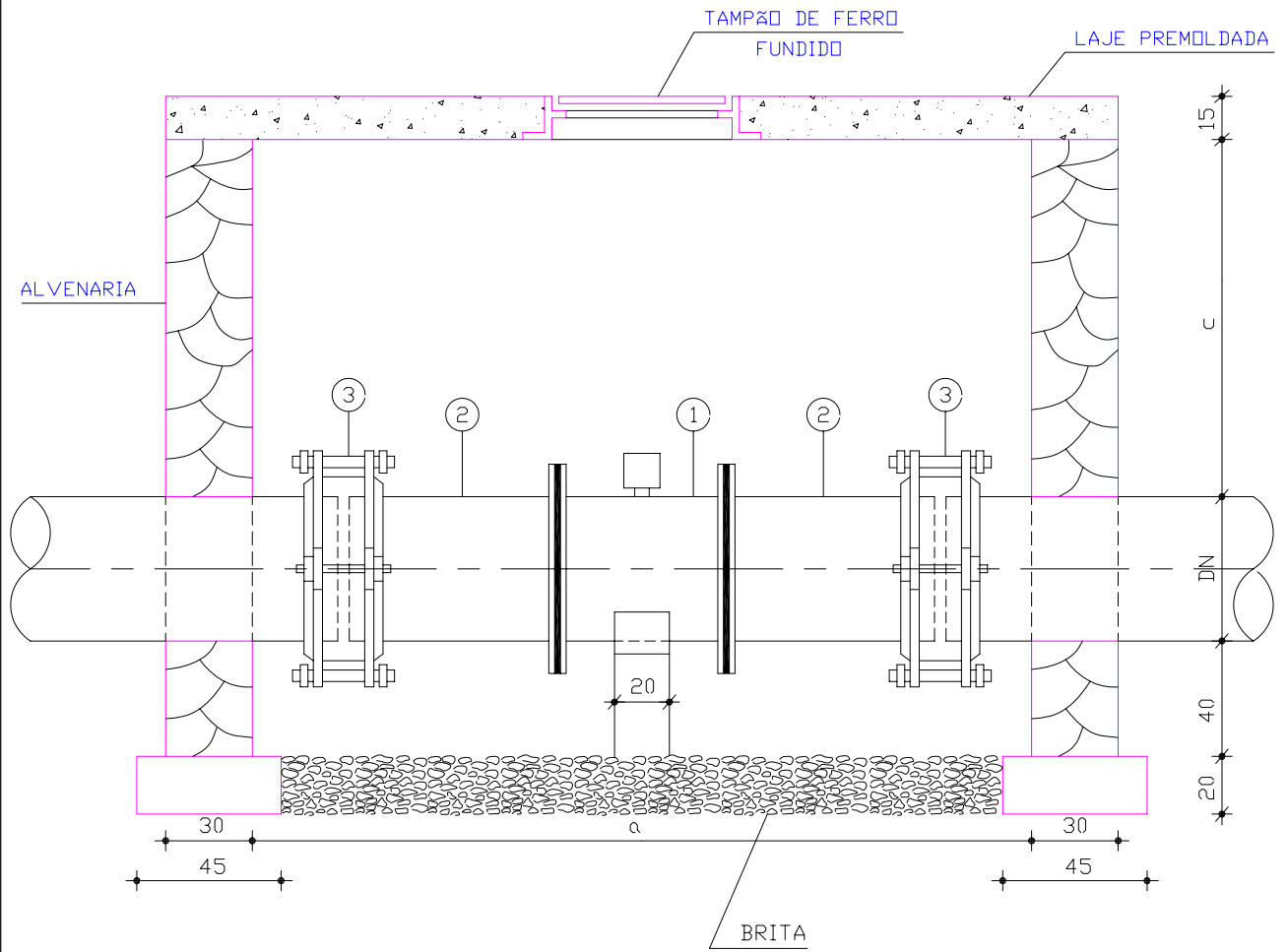


PLANTA BAIXA

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

