

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria dos Recursos Hídricos
BARRAGEM GERMINAL E ADUTORA DE PALMÁCIA
MUNICÍPIO DE PALMÁCIA - CEARÁ

FASE B: DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

ETAPA B4: Projeto Executivo da Adutora de Palmácia

VOLUME I – Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora

Tomo 2 – Memória de Cálculo

Rev.	Data	Descrição	Por	Ver.
000	Novembro/2011	Apresentação - Edição Preliminar	JM Eng. Cons. Ltda	Tadeu
001	Junho/2012	Revisão - Edição Preliminar	JM Eng. Cons. Ltda	Fernando
002	Junho/2012	Edição Final	JM Eng. Cons. Ltda	Fernando

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

1 - INTRODUÇÃO	11
2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	11
2.1 - POPULAÇÃO ALVO DO PROJETO PROPOSTO.....	12
2.1.1 - TAXAS DE CRESCIMENTO.....	12
2.1.2 - ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS.....	12
2.1.3 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO.....	13
2.2 - ESTUDO DE DEMANDA DO PROJETO PROPOSTO.....	21
2.2.1 - CRITÉRIOS ESTABELECIDOS.....	21
2.2.2 - PARÂMETROS DE PROJETO.....	21
2.2.3 - VAZÕES DE PROJETO.....	22
2.3 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EEAB).....	31
2.3.1 - Dimensionamento do Flutuante.....	31
2.3.2 - Dimensionamento dos Conjuntos motobomba.....	31
2.4 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EEAT).....	44
2.4.1 - Dimensionamento dos Conjuntos motobomba.....	44
2.5 - ADUÇÃO.....	49
2.5.1 - Estudo do Diâmetro Econômico das Tubulações Adutoras.....	49
2.5.2 - Definição dos Diâmetros e Materias.....	51
2.5.3 - Blocos de Ancoragem.....	51
2.5.4 - Movimento de Terra.....	52
2.5.5 - Avaliação do Transiente Hidráulico e Equipamento de proteção.....	52
2.6 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA – ETA.....	59
2.6.1 - Análise físico-química da Água.....	59
2.6.2 - Dimensionamento dos Filtros.....	60
2.6.3 - Volume do Reservatório Elevado (VRe).....	60
2.6.4 - Volume do Reservatório Apoiado (VRa).....	61
2.6.5 - Bombas de Recalque.....	61
2.6.6 - Quantidade de Produtos Químicos.....	62
2.7 - RESERVAÇÃO.....	65
2.7.1 - Critérios de Reservação.....	65
2.7.2 - Dimensionamento da Reservação.....	65
3 - ANEXO 1 - FICHA DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA	68
4 - ANEXO 2 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO	70
4.1 - ANEXO 2A - TUBO EM PV.....	71
4.2 - ANEXO 2B - TUBO EM FERRO FUNDIDO.....	77
5 - ANEXO 3 – CURVAS DAS BOMBAS	83
ANEXO 3A EEAB.....	84
ANEXO 3B – EEAT.....	88
ANEXO 3C – EELF.....	92
6 - ANEXO 4 – CÁLCULO DA ESTABILIDADE DO FLUTUANTE	94
7 - ANEXO 5 – PROJETO ELÉTRICO	98

APRESENTAÇÃO

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

APRESENTAÇÃO

Os serviços executados pela empresa JM Engenheiros Consultores Ltda, no âmbito do Contrato nº 10/ SRH/CE/2010 , assinado em 30/04/2010 com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), tem como objeto a **Elaboração dos Estudos Básicos e Concepção, Eia/Rima, Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento, Detalhamento do Projeto Executivo, Avaliação Econômica e Financeira Referentes a Barragem Germinal e a Adutora de Palmácia, no Estado do Ceará.**

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Fases, Etapas, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são os apresentados na seqüência:

FASE A - ESTUDOS DE VIABILIDADE

- ❖ **ETAPA A1** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
 - **VOLUME I** - Relatório de Identificação de Obras - RIO
- ❖ **ETAPA A2** - Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto da Barragem Germinal
 - **VOLUME I** - Estudos Básicos
 - *Tomo 1 - Levantamentos Topográficos*
 - *Tomo 2 - Estudos Cartográficos*
 - *Tomo 3 - Estudos Hidrológicos*
 - *Tomo 4 - Estudos Geológicos e Geotécnicos*
 - **VOLUME II** - Concepção Geral do Projeto da Barragem Germinal
 - *Tomo 1 - Relatório de Concepção Geral*
 - *Tomo 1A - Desenhos*
 - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*
- ❖ **ETAPA A3** - Estudos Básicos e Relatório Técnico Preliminar da Adutora de Palmácia
 - **VOLUME I** - Estudos Básicos
 - *Tomo 1 - Relatório Geral*
 - *Tomo 2 - Estudos Topográficos*
 - *Tomo 3 - Estudos Geotécnicos*
 - **VOLUME II** - Relatório Técnico Preliminar (RTP) da Adutora
 - *Tomo 1 - Relatório de Concepção Geral*
 - *Tomo 1A - Desenhos*
 - *Tomo 1B - Memória de Cálculo*

FASE B - DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

- ❖ **ETAPA B1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA-RIMA)**
 - **VOLUME I - Relatório do EIA/RIMA da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia**
 - *Tomo 1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
 - *Tomo 2 - Relatório dos Impactos no Meio Ambiente (RIMA) da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia*
 - *Tomo 3 - Relatório de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica*
- ❖ **ETAPA B2 - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento da Barragem Germinal e Adutora de Palmácia.**
 - **VOLUME I - Levantamento Cadastral**
 - *Tomo 1 - Relatório Geral*
 - *Tomo 2 - Laudos Individuais de Avaliação*
 - *Tomo 3 - Levantamentos Topográficos*
 - **VOLUME II - Plano de Reassentamento da Barragem Germinal**
 - *Tomo 1 - Diagnóstico*
 - *Tomo 2 - Detalhamento do Projeto de Reassentamento*
 - *Tomo 3 - Relatório Final de Reassentamento*
- ❖ **ETAPA B3 - Projeto Executivo da Barragem**
 - **VOLUME I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Germinal**
 - *Tomo 1 - Memorial Descritivo do Projeto*
 - *Tomo 2 - Desenhos*
 - *Tomo 3 - Memória de Cálculo*
 - *Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos*
 - *Tomo 5 - Quantitativos e Orçamentos*
 - *Tomo 6 - Relatório Síntese*
- ❖ **ETAPA B4 - Projeto Executivo da Adutora de Palmácia**
 - **VOLUME I - Detalhamento do Projeto Executivo da Adutora**
 - *Tomo 1 - Relatório Geral*
 - **Tomo 2 - Memória de Cálculo**
 - *Tomo 3 - Quantitativos e Orçamentos*
 - *Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medições e Pagamentos*
 - *Tomo 5 - Desenhos*
- ❖ **ETAPA B5 - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema (Barragem e Adutora)**
 - **VOLUME I - Avaliação Econômica e Financeira do Sistema - Barragem Germinal e Adutora de Palmácia**

A documentação ora apresentada compreende **Tomo 2- Memória de Cálculo** do Volume I da Etapa B4: Projeto Executivo da Adutora de Palmácia.

1 - INTRODUÇÃO

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

1 - INTRODUÇÃO

Atendendo ao disposto nos Termos do Contrato nº 10/ SRH/CE/2010 e seus correspondentes anexos, compostos do Edital da Tomada de Preços Nº 20100001-SRH/CE e a Proposta Técnica e de Preços, referente ao Projeto Executivo da Barragem Germinal e da Adutora de Palmácia, no Estado do Ceará, estamos apresentando o presente RELATÓRIO, descrevendo a memória de cálculo, que foram realizados na “ETAPA B4” do mencionado contrato, inerentes ao Projeto Executivo da Adutora de Palmácia.

O Projeto tem como objetivo oferecer água para abastecimento humano à população da sede do município de Palmácia e das localidades de Gado dos Rodrigues, Santo Antônio, Volta do Rio, Santa Maria, Gado do Ferros/Boqueirão e Rochedo, dentro dos padrões exigidos pela legislação específica vigente e de fonte de suprimento confiável. O acesso a sede do município de Palmácia, a partir de Fortaleza, é feito pela rodovia CE-065 passando-se pelo município de Maranguape e pelo distrito de Ladeira Grande, perfazendo um total de 70,00 km, daí segue-se na mesma rodovia em direção ao município de Pacoti e após percorrer cerca de 8,00km chega-se ao local do barramento.

As Informações gerais sobre a área em que se materializará o empreendimento podem ser assim resumidas:

Coordenadas geográficas e a altitude da sede do município de Palmácia:

- Latitude: 4°09'01”;
- Longitude: 38°50'47”;
- Altitude: 425,00 m;
- Área da superfície geográfica do município: 117,81 km².

Os municípios limítrofes são:

- Ao Norte: município de Maranguape;
- Ao Sul: municípios de Pacoti, Redenção e Guaiúba;
- A Leste: município de Guaiúba e Maranguape;
- A Oeste: município de Caridade.

Conforme mencionado, o manancial que alimentará a Adutora é a Barragem Germinal, em fase de estudos e projeto. Na Figura 1.1 são apresentados mapas com a localização do Município de Palmácia em relação ao Estado do Ceará e o traçado da adutora.

O horizonte do projeto ora proposto é de 30 anos, tendo como ano inicial de operação o ano de 2011.



FIGURA 1.1

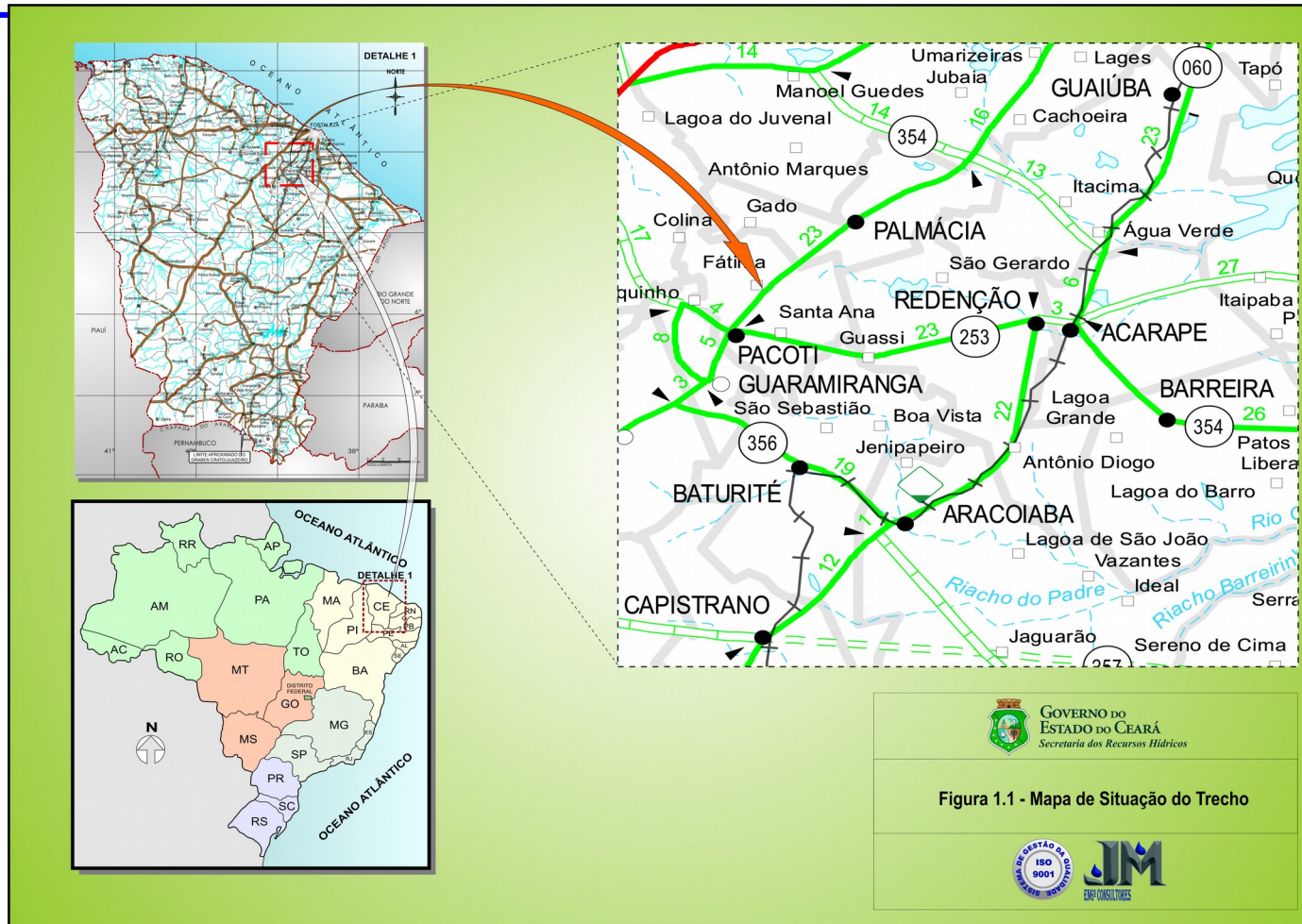
JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais



2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO

2.1 - POPULAÇÃO ALVO DO PROJETO PROPOSTO

2.1.1 - TAXAS DE CRESCIMENTO

Os dados utilizados para se proceder a uma estimativa do incremento populacional, ano a ano, da área urbana da sede do município de Palmácia, foram os resultantes dos censos realizados pelo IBGE, nos anos de 1991 e 2000 e os dados referentes à contagem populacional dos anos de 1996, 2007 e 2010, sendo esse último usado os dados da Secretaria Municipal de Saúde de Palmácia, com média de 3,7 habitante por família, conforme orientação da própria secretaria.

O Quadro 2.1 mostra a população residente na sede do município, segundo mencionados censos oficiais.

QUADRO 2.1 - DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE

Localidade	Anos				
	1991	1996	2000	2007	2010
Sede: PALMÁCIA	3.725	4.095	4.417	4.645	4.884

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 1991 e 2000 e Contagem da População, 1996 e 2007.

O Quadro 2.2 apresenta os valores da taxa de crescimento calculados entre cada período intercensitário.

QUADRO 2.2 - TAXAS DE CRESCIMENTO

Localidade	Períodos			
	1991-1996	1996-2000	2000-2007	2007-2010
PALMÁCIA				
Taxa de crescimento (% a.a.)	1,91	1,91	0,72	1,69

Na análise da evolução da população urbana de Palmácia constatam-se taxas de crescimento estável até o período 1996-2000. No período de 2000-2007 a taxa teve uma redução significativa, voltando a crescer no período de 2007 e 2010, porém com taxa inferior as apresentadas nos primeiros períodos analisados, o que já pode ser uma tendência para períodos posteriores.

2.1.2 - ANÁLISES DOS DADOS OBTIDOS

Tendo em vista uma avaliação da expectativa de crescimento populacional, efetuaram-se análises de regressão, tendo por referência os dados citados no item anterior. A partir dessas análises, permitiu-se a escolha de um modelo matemático capaz de

traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento da população.

As equações de regressão utilizadas para a análise dos dados gerados são:

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

As curvas obtidas pelo ajuste aos dados populacionais disponíveis, com utilização das mencionadas fórmulas, são apresentadas na Figura 2.1, com suas respectivas equações e coeficientes de correlação. No Quadro 2.3 encontra-se um comparativo entre a população obtida pelo Censo e a população calculada pelas equações de regressão para os anos de 1991, 1996, 2000, 2007 e 2010.

A evolução da população desde o ano inicial, 2010, até o ano horizonte do projeto, 2041, calculada através de cada equação de regressão, é apresentada no Quadro 2.4.

2.1.3 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO

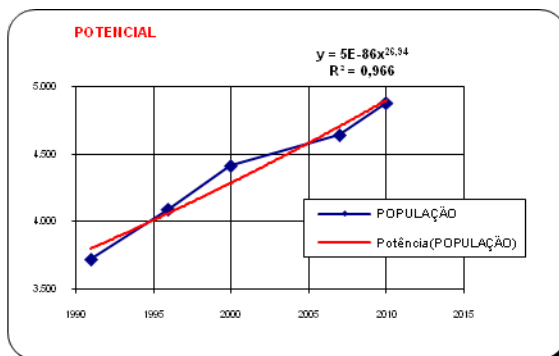
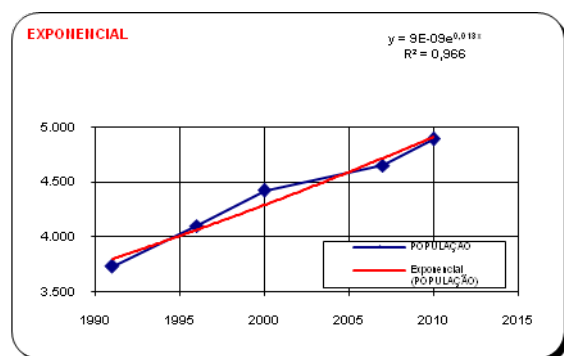
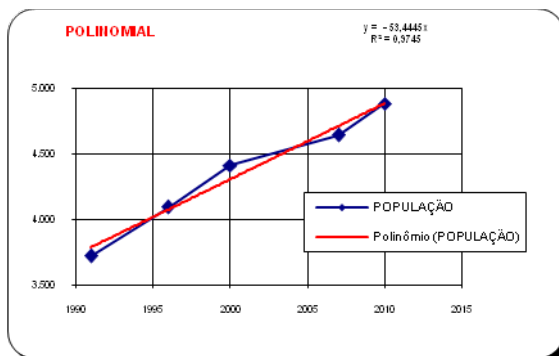
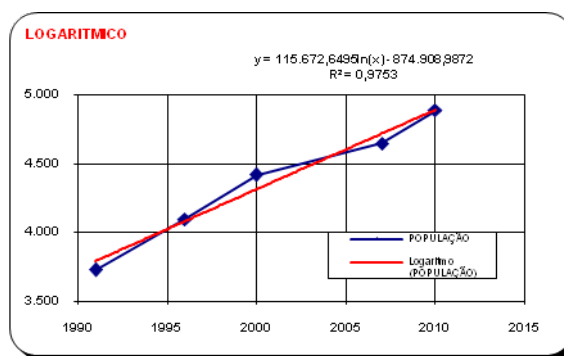
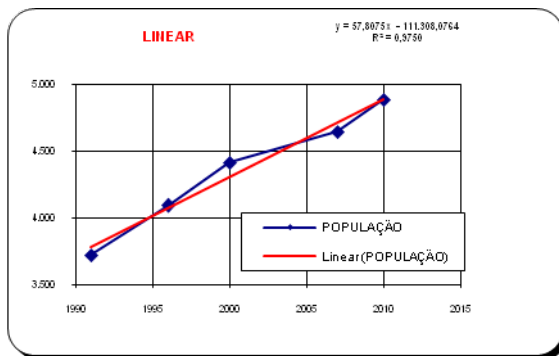
O quadro comparativo que mostra a relação entre os dados obtidos pelas equações utilizadas e os dados do IBGE, referentes aos censos acima referidos, evidencia um melhor ajustamento dos valores gerados pela equação logarítmica aos dados daquele Instituto, do que é possível observar com relação às outras equações. No entanto a equação potencial apresentou taxa de crescimento mais próxima a taxa do último período estudado (2007-2010). Somando-se a esta constatação a orientação contida no Manual Operativo do Proágua Semi-Árido, Volume II, 2ª edição, Abril de 2000, optou-se pela adoção da curva potencial para projetar, ano a ano, até o horizonte do projeto, a população urbana da sede do município, cuja taxa é de 1,34%. No Quadro 2.5 é apresentada a projeção ajustada com a equação escolhida, considerando a população do ano de 2010 como a inicial da projeção. Para as projeções das populações das demais localidades adotou-se a taxa de 2,25%, de modo a dobrar a população o final do plano - ano 2041 -, seguindo assim, as orientações do Termo de Referência e da comissão de Fiscalização.

As populações no ano 2010 das localidades beneficiadas pelo presente projeto foram estimadas com base na quantidade de famílias, dados oriundos do SIAB - Sistema de Informação de Atenção Básica - da Secretaria Municipal de Saúde de Palmácia, e na quantidade média de 3,7 pessoas por família.

No Quadro 2.6 é apresentada a totalização da população alvo do projeto.

Figura 2.1 -CURVAS OBTIDAS COM AS QUAÇÕES DE REGRESSÃO

ANO	POPULAÇÃO	FONTE
1991	3.725	censo
1996	4.095	contagem
2000	4.417	censo
2007	4.645	contagem
2010	4.884	SMS*



Quadro 2.3 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS DADOS OBTIDOS

1/2

Equação Linear

R²

0,9750

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1991	3.787	3.725	101,7%
1996	4.076	4.095	99,5%
2000	4.307	4.417	97,5%
2007	4.712	4.645	101,4%
2010	4.885	4.884	100,0%
Coeficiente de Correlação			0,9874

Equação Logarítmica

R²

0,9753

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1991	3.786	3.725	101,6%
1996	4.076	4.095	99,5%
2000	4.308	4.417	97,5%
2007	4.712	4.645	101,4%
2010	4.884	4.884	100,0%
Coeficiente de Correlação			0,9876

Equação Polinomial

R²

0,9745

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1991	3.793	3.725	101,8%
1996	4.080	4.095	99,6%
2000	4.311	4.417	97,6%
2007	4.717	4.645	101,6%
2010	4.891	4.884	100,2%
Coeficiente de Correlação			0,9872

Equação Potencial

R²

0,966

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1991	3.767	3.725	101,1%
1996	4.030	4.095	98,4%
2000	4.253	4.417	96,3%
2007	4.673	4.645	100,6%
2010	4.865	4.884	99,6%
Coefficiente de Correlação			0,9833

Equação Exponencial

R²

0,966

Ano	População		Relação (1)/(2)
	Valores Extrapolados (1)	Valores do Censo (IBGE) (2)	
1991	3.831	3.725	102,8%
1996	4.088	4.095	99,8%
2000	4.306	4.417	97,5%
2007	4.716	4.645	101,5%
2010	4.904	4.884	100,4%
Coefficiente de Correlação			0,9833

Quadro 2.3 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE OS DADOS OBTIDOS

2/2

Quadro 2.4 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO COM AS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO

CURVA	LINEAR	LOGARÍTMICA	EXPONENCIAL	POTÊNCIA	POLINOMIAL
R²	0,9750	0,9753	0,9660	0,9660	0,9745
Ano de 2010	4.884	4.884	4.884	4.884	4.884
2010	4.885	4.884	4.904	4.865	4.891
2011	4.943	4.942	4.968	4.931	4.950
2012	5.001	5.000	5.033	4.997	5.008
2013	5.058	5.057	5.099	5.064	5.067

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ Nº. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60.170-251

Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

Sede: | Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnamirim | Eusébio - CE

Escritório: | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais

2014	5.116	5.114	5.166	5.133	5.125
2015	5.174	5.172	5.233	5.202	5.184
2016	5.232	5.229	5.302	5.272	5.242
2017	5.290	5.287	5.371	5.343	5.301
2018	5.347	5.344	5.441	5.414	5.360
2019	5.405	5.401	5.513	5.487	5.418
2020	5.463	5.459	5.585	5.561	5.477
2021	5.521	5.516	5.658	5.635	5.536
2022	5.579	5.573	5.732	5.711	5.595
2023	5.636	5.630	5.807	5.788	5.654
2024	5.694	5.687	5.883	5.865	5.713
2025	5.752	5.744	5.960	5.944	5.772
2026	5.810	5.802	6.038	6.023	5.831
2027	5.868	5.859	6.117	6.104	5.891
2028	5.926	5.916	6.197	6.186	5.950
2029	5.983	5.973	6.278	6.268	6.009
2030	6.041	6.030	6.360	6.352	6.069
2031	6.099	6.087	6.443	6.437	6.128
2032	6.157	6.144	6.527	6.523	6.188
2033	6.215	6.201	6.613	6.610	6.247
2034	6.272	6.257	6.699	6.698	6.307
2035	6.330	6.314	6.787	6.787	6.366
2036	6.388	6.371	6.876	6.878	6.426
2037	6.446	6.428	6.966	6.969	6.486
2038	6.504	6.485	7.057	7.062	6.546
2039	6.561	6.541	7.149	7.156	6.606
2040	6.619	6.598	7.243	7.251	6.666
2041	6.677	6.655	7.338	7.348	6.726
Taxa média	1,01	1,00	1,31	1,34	1,03

Quadro 2.5 - AJUSTE DA PROJEÇÃO POPULACIONAL COM A EQUAÇÃO ESCOLHIDA.

CURVA	POTENCIAL OBTIDA	POTENCIAL OBTIDA	POTENCIAL AJUSTADA
R²	0,966	0,966	0,966
Ano de 2010	4.884	Taxa anual (%a.a.)	4.884
2010	4.865	1,3490	4.884
2011	4.931	1,3483	4.950
2012	4.997	1,3476	5.017
2013	5.064	1,3470	5.084
2014	5.133	1,3463	5.153
2015	5.202	1,3456	5.222
2016	5.272	1,3449	5.292

2017	5.343	1,3443	5.364
2018	5.414	1,3436	5.436
2019	5.487	1,3429	5.509
2020	5.561	1,3423	5.583
2021	5.635	1,3416	5.658
2022	5.711	1,3409	5.733
2023	5.788	1,3403	5.810
2024	5.865	1,3396	5.888
2025	5.944	1,3389	5.967
2026	6.023	1,3383	6.047
2027	6.104	1,3376	6.128
2028	6.186	1,3369	6.210
2029	6.268	1,3363	6.293
2030	6.352	1,3356	6.377
2031	6.437	1,3349	6.462
2032	6.523	1,3343	6.548
2033	6.610	1,3336	6.636
2034	6.698	1,3330	6.724
2035	6.787	1,3323	6.814
2036	6.878	1,3316	6.905
2037	6.969	1,3310	6.997
2038	7.062	1,3303	7.090
2039	7.156	1,3297	7.184
2040	7.251	1,3290	7.280
2041	7.348		7.376
Taxa média	1,34	1,34	1,34

Quadro 2.6 - TOTALIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ALVO

Localidade	Palmácia	C	F						
Tx Cresc (% ao ano)	1,34								
Hab/família									
Quant. de fam.	1.320								
2010	4.884								
2011	4.950								

2.2 - ESTUDO DE DEMANDA DO PROJETO PROPOSTO

2.2.1 - CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

a) Consumo “per capita”:

Foi estabelecida uma taxa de consumo “per capita” líquida (q) de 112,5 L/hab/dia para a sede do município de Palmácia e 90 L/hab/dia para as demais localidades beneficiadas.

b) Eficiência do Sistema

No cálculo da vazão de dimensionamento levaram-se em conta as perdas d’água do sistema, admitidas em 25%, tendo por base sistemas semelhantes operados pela CAGECE.

2.2.2 - PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com os critérios estabelecidos e orientação constante do Termo de Referência, definiram-se os seguintes parâmetros de cálculo:

• Ano inicial do plano.....	2.011
• Horizonte de projeto da 1ª Etapa.....	2.021
• Horizonte de projeto da 2ª Etapa.....	2.031
• Horizonte de projeto da 3ª Etapa.....	2.041
• População alvo da Sede de Palmácia	
– 1ª Etapa.....	5.658 hab.
– 2ª Etapa.....	6.462 hab.
– 3ª Etapa.....	7.376 hab.
• População Total beneficiada	
– 1ª Etapa.....	9.268 hab.
– 2ª Etapa.....	10.973 hab.
– 3ª Etapa.....	13.011 hab.
• Índice de Abastecimento (iab)	
– Sede do município de Palmácia.....	100%
– Demais localidades.....	100%
• Índice de Perdas no Sistema (ip).....	25%
• Consumo “Per Capita” Bruto (qb).....	$q / (1-(ip/100))$
– Sede de Palmácia.....	150 L/hab/dia
– Demais localidades.....	120 L/hab/dia
• Coeficiente de Majoração p/ o Dia de Maior Consumo (K1).....	1,20
• Coeficiente de Majoração p/ a Hora de Maior Consumo (K2).....	1,50
• Tempo de Operação Máximo Diário (Td).....	20 h

A vazão para dimensionamento do sistema foi definida em função do tempo de operação diário, estabelecido em 20 horas, ao final de cada década, considerando-se ainda, para dimensionamento dos elementos constituintes do sistema, as condições de

operação verificadas para o fim de cada período e de acordo com a indicação do Quadro 2.7.

QUADRO 2.7 - Fases Consideradas para Dimensionamento do Sistema

Ano	Equipamento de Bombeamento	Estrutura de Tratamento e Reservação D'Água	Tubulação
2021	X		
2031	X		
2041	X	X	X

2.2.3 - VAZÕES DE PROJETO

➔ DEMANDA

De acordo com os parâmetros estabelecidos no item anterior e com os dados referentes à projeção da população, foram calculadas as vazões brutas com o uso das seguintes expressões:

- Vazão média (Qm : L/s)

$$Q_m = (P_n \times q_b \times (i_{ab}/100)/86400) \times 24/T_d$$
- Vazão máxima diária (Qmaxd : L/s)

$$Q_{max} = Q_m \times k_1$$
- Vazão máxima horária (Qmaxh : L/s)

$$Q_{maxh} = Q_m \times K_2.$$

As vazões resultantes da utilização dos dados disponíveis e dos critérios adotados são as apresentadas no Quadro 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14 e 2.15.

QUADRO 2.8 - PALMÁCIA: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisi (%)								
2010	1,3490	4.884									
2011	1,3483	4.950	2%								
2012	1,3476	5.017	2%								
2013	1,3470	5.084	2%								

QUADRO 2.9 - GADO DOS RODRIGUES/CANADÁ: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisi (%)								
2010		1.661									
2011		1.699	2%								
2012		1.737	2%								
2013		1.776	2%								

QUADRO 2.10 - SANTO ANTÔNIO: Evolução das Demandas e Reserva^o Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisi (%)						
2010		215							
2011		219	2%						
2012		224	2%						
2013		229	2%						

QUADRO 2.11 - VOLTA DO RIO: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisic (%)								
2010		407									
2011		416	2%								
2012		426	2%								
2013		435	2%								

QUADRO 2.12 QUADRO 2.12 - SANTA MARIA: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisic (%)							
2010		56								
2011		57	2%							
2012		58	2%							
2013		59	2%							

QUADRO 2.13 - GADO DOS FERROS/BOQUEIRÃO: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perç. Fisic. (%)						
2010		315							
2011		322	2%						
2012		329	2%						
2013		336	2%						

QUADRO 2.14 - ROCHEDO: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perc Fisi (%)								
2010		174									
2011		178	2%								
2012		182	2%								
2013		186	2%								

QUADRO 2.15 - TOTAL: Evolução das Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	(
2010							
2011							
2012							
2013							

2.3 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA (EEAB)

2.3.1 - Dimensionamento do Flutuante

No **Anexo 4** ao presente relatório encontram-se os dados e marcha de cálculo para dimensionamento do flutuante e verificação de sua estabilidade.

2.3.2 - Dimensionamento dos Conjuntos motobomba

1.1.1.1 - -- Altura Manométrica: Hman.

a) Dados para Dimensionamento

- Vazão da 1ª etapa.....21,37 L/s (2021)
- Vazão da 2ª etapa.....25,18 L/s (2031)
- Vazão da 3ª etapa.....29,71 L/s (2041)
- Nº de bombas..... Uma ativa e uma reserva
- Tubulação PEAD (Flutuante → Cx. de Passagem):
 - Material.....PEAD (Polietileno de alta densidade)
 - Diâmetro externo..... 180 mm
 - Extensão..... 110,00 m
 - Pressão de Serviço.....PN-8
- Tubulação em Ferro Fundido (Cx. de Passagem →ETA):
 - Material.....Ferro fundido
 - Diâmetro nominal..... 150 mm
 - Extensão.....400 m
 - Pressão de Serviço.....K9
- Cota do nível mínimo de operação do flutuante (C.NAmin).....333,00
- Cota do nível máximo de operação do flutuante (C.NAmax).....356,10
- Cota do terreno natural na Cx de Passagem(TN.Cx).....358,00
- Cota do eixo da Tomada D' água (C.Tom).....335,00
- Cota do terreno natural na ETA/EEAT(TN.ETA).....333,50
- Altura da caixa de passagem (H.Cx)2,00 m
- Altura de sucção (Hs)
- Perda de carga na sucção (Hfs) e no barrilete (Hfb)
- Perda de carga no recalque (Hfr)
- Diferença geométrica (Dg)
- Pressão necessária no início da adutora (PI).....PI=Hfr+Dg

b) Perda de carga distribuída (h_d)

As perdas de carga serão calculadas pela fórmula de Hazen-Williams.

$$h_f = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} \cdot D^{-4,97} \cdot L$$

Onde:

Q = vazão em m³/s

C = Coeficiente de atrito

D = diâmetro (m)

L = comprimento do trecho (m)

Os valores de coeficientes de atrito adotados para PVC e ferro dúctil são 140 e 110 respectivamente.

Nos **Quadros 2.16.A, 2.16.B, 2.17.A, 2.17.B, 2.18.A e 2.18.B** são apresentadas as perdas de carga ao longo da adutora, o desnível geométrico, a pressão necessária no início da mesma para as três etapas de implantação do projeto e os gráficos representativos das cotas piezométricas para cada situação. Foram considerados os planos mínimo e máximo de operação da barragem, referentes ao posicionamento do flutuante.

c) Perda de carga localizada (h_l)

Para o cálculo das perdas de carga localizadas (h_l) do sistema foi utilizada a seguinte expressão:

$$h_l = k \times \frac{V^2}{2g}$$

O Quadro 2.19 apresenta os respectivos valores de h_l e h_d , referentes à sucção e ao barrilete das bombas da EEAB.

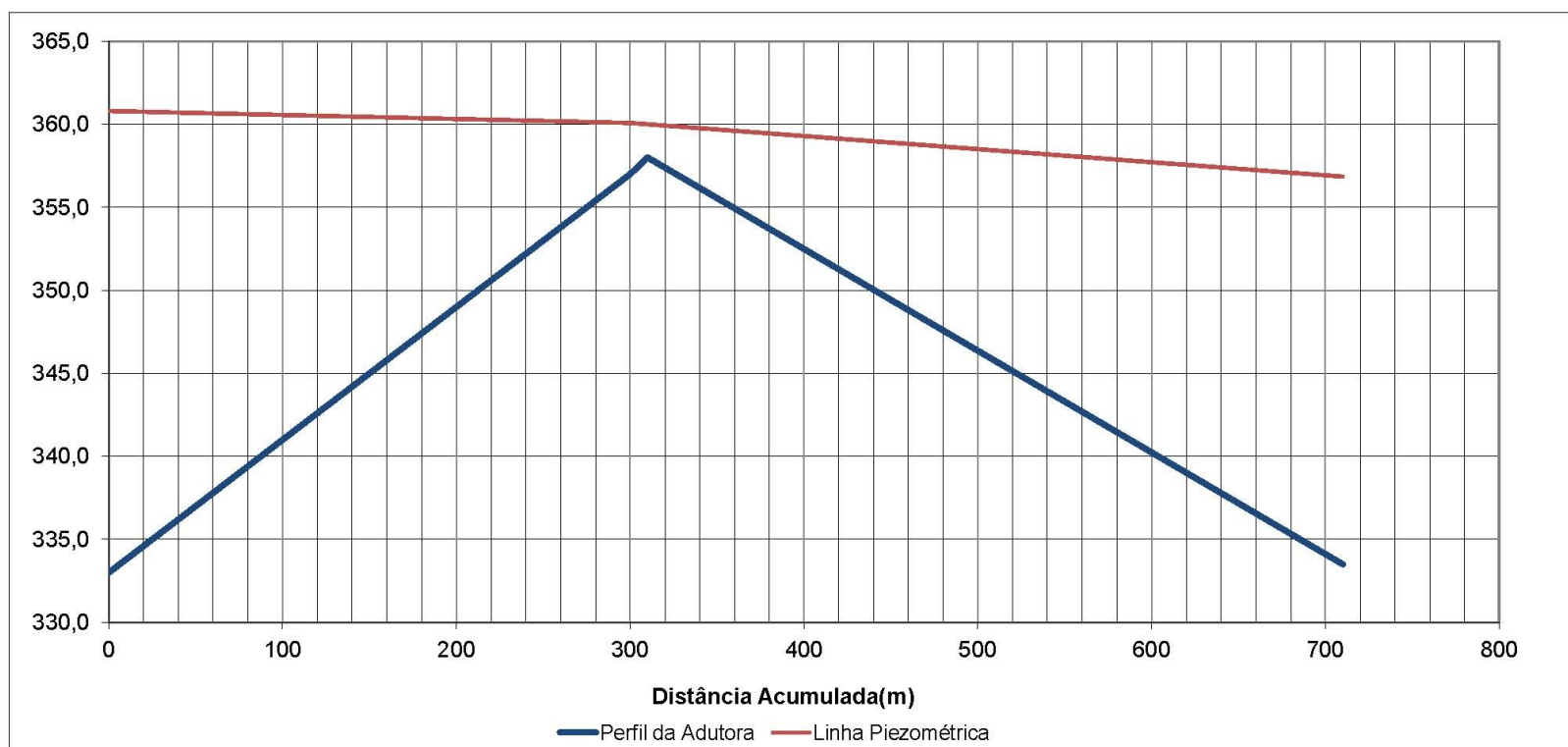
d) Determinação da H_{man}

Para o cálculo da altura manométrica total foi utilizada a seguinte fórmula:

$$H_{man} = H_s + H_{fs} + H_{fb} + P_I$$

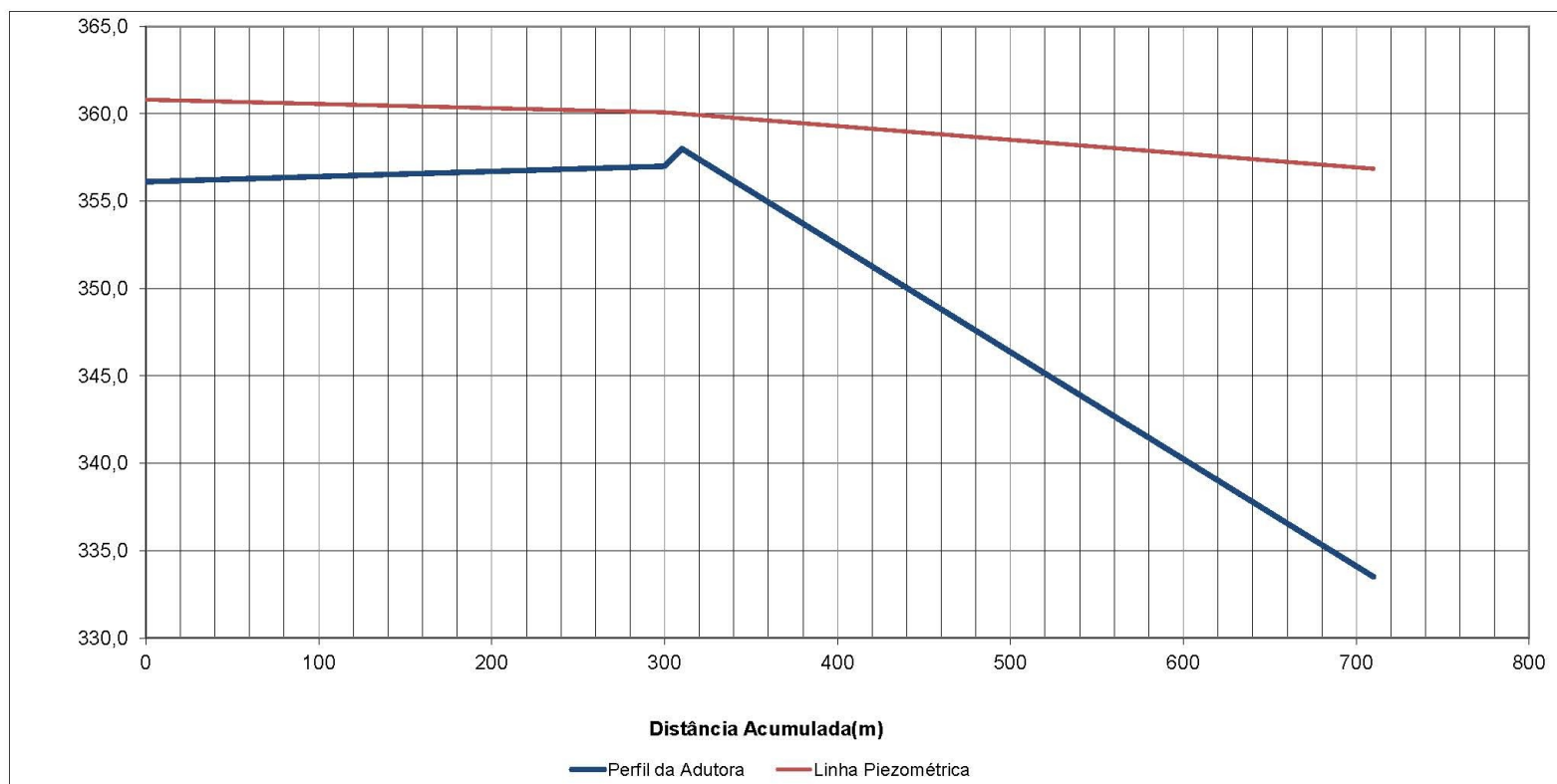
QUADRO 16.A - Cálculo da Linha Piezométrica e das Cargas da Adutora de Água Bruta - 1ª Etapa (Operação em Nível Mínimo).

Ponto nº	Montante		Jusante		Extensão m	Extensão Acumulada m	Desnível m	Diâmetro		Vazão m³/s	Vel. m/s	Perda de Carga		Cota piezométrica		Carga			
	Estaca	Cota	Estaca	Cota				Nominal	Interno			Unitária	No Trecho	Montante	Jusante	Montante	Jusante		
	nº	m	nº	m				m	m			m	m	m	m	m	m	m	
1	0+	0,000	333,000	15+	0,000	357,000	100,00	300,00	24,000	0,1800	0,1586	0,02137	1,08	0,007263	0,726259	360,799	360,073	27,80	3,07
2	15+	0,000	357,000	16+	0,000	358,000	10,00	310,00	1,000	0,1800	0,1586	0,02137	1,08	0,007263	0,072626	360,073	360,000	3,07	2,00
3	16+	0,000	358,000	31+	0,000	333,500	400,00	710,00	-24,500	0,1500	0,1560	0,02137	1,12	0,007871	3,148554	360,000	356,851	2,00	23,35
TOTAL					510,00		0,50						3,95						



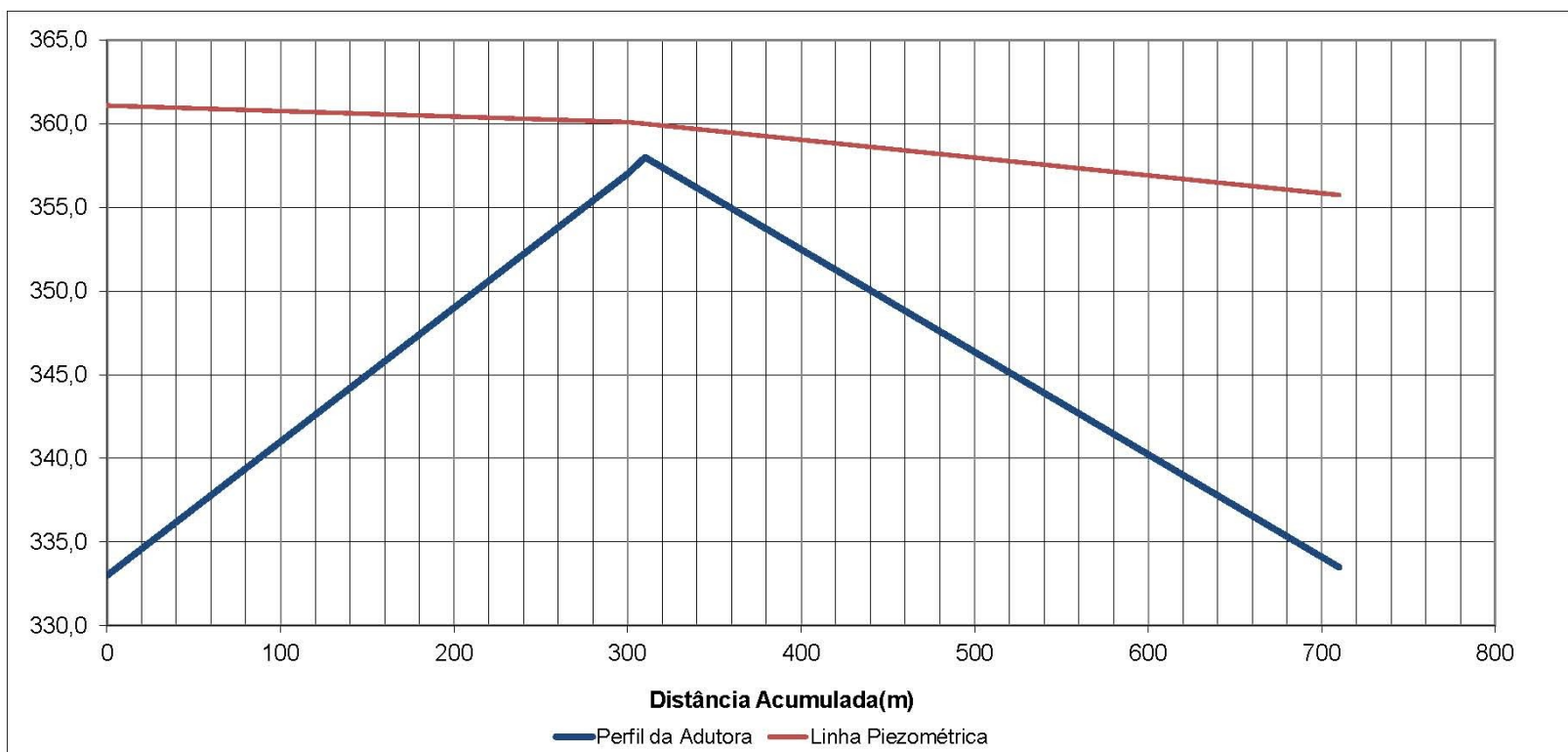
QUADRO 16.B - Cálculo da Linha Piezométrica e das Cargas da Adutora de Água Bruta - 1ª Etapa (Operação em Nível Máximo).

Ponto	Montante		Jusante		Extensão	Extensão Acumulada	Desnível	Diâmetro		Vazão	Vel.	Perda de Carga		Cota piezométrica		Carga			
	Estaca	Cota	Estaca	Cota				Nominal	Interno			Unitária	No Trecho	Montante	Jusante	Montante	Jusante		
																		nº	m
1	0+	0,000	356,100	15+	0,000	357,000	100,00	300,00	0,900	0,1800	0,1586	0,02137	1,08	0,007263	0,726259	360,799	360,073	4,70	3,07
2	15+	0,000	357,000	16+	0,000	358,000	10,00	310,00	1,000	0,1800	0,1586	0,02137	1,08	0,007263	0,072626	360,073	360,000	3,07	2,00
3	16+	0,000	358,000	31+	0,000	333,500	400,00	710,00	-24,500	0,1500	0,1560	0,02137	1,12	0,007871	3,148554	360,000	356,851	2,00	23,35
TOTAL							510,00		-22,60						3,95				



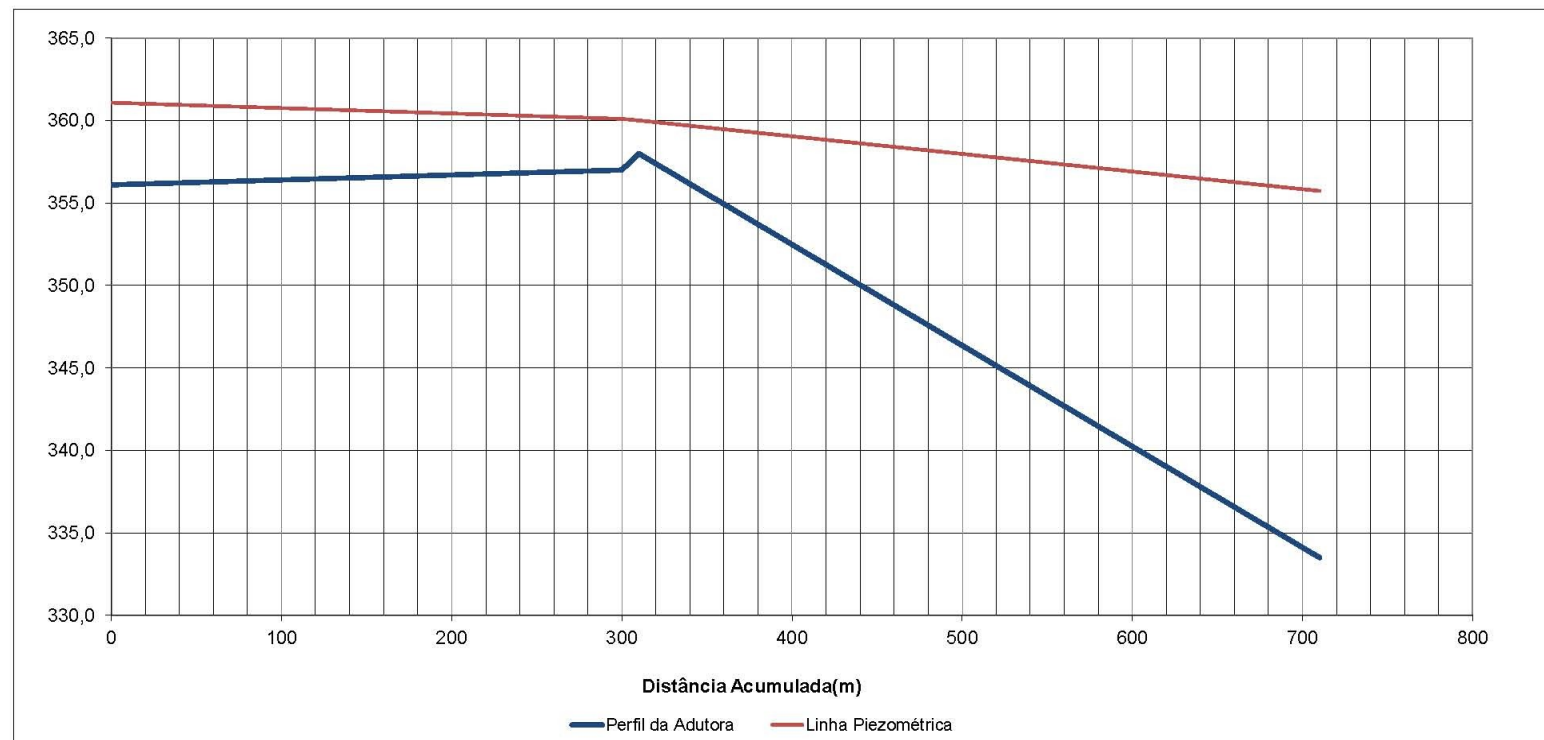
QUADRO 17.A - Cálculo da Linha Piezométrica e das Cargas da Adutora de Água Bruta - 2ª Etapa (Operação em Nível Mínimo).

Ponto nº	Montante		Jusante		Extensão m	Extensão Acumulada m	Desnível m	Diâmetro		Vazão m³/s	Vel. m/s	Perda de Carga		Cota piezométrica		Carga			
	Estaca	Cota	Estaca	Cota				Nominal	Interno			Unitária	No Trecho	Montante	Jusante	Montante	Jusante		
	nº	m	nº	m				m	m			m	m	m	m	m	m		
1	0+	0,000	333,000	15+	0,000	357,000	100,00	300,00	24,000	0,1800	0,1586	0,02518	1,27	0,009839	0,983939	361,082	360,098	28,08	3,10
2	15+	0,000	357,000	16+	0,000	358,000	10,00	310,00	1,000	0,1800	0,1586	0,02518	1,27	0,009839	0,098394	360,098	360,000	3,10	2,00
3	16+	0,000	358,000	31+	0,000	333,500	400,00	710,00	-24,500	0,1500	0,1560	0,02518	1,32	0,010664	4,265677	360,000	355,734	2,00	22,23
TOTAL						510,00		0,50							5,35				



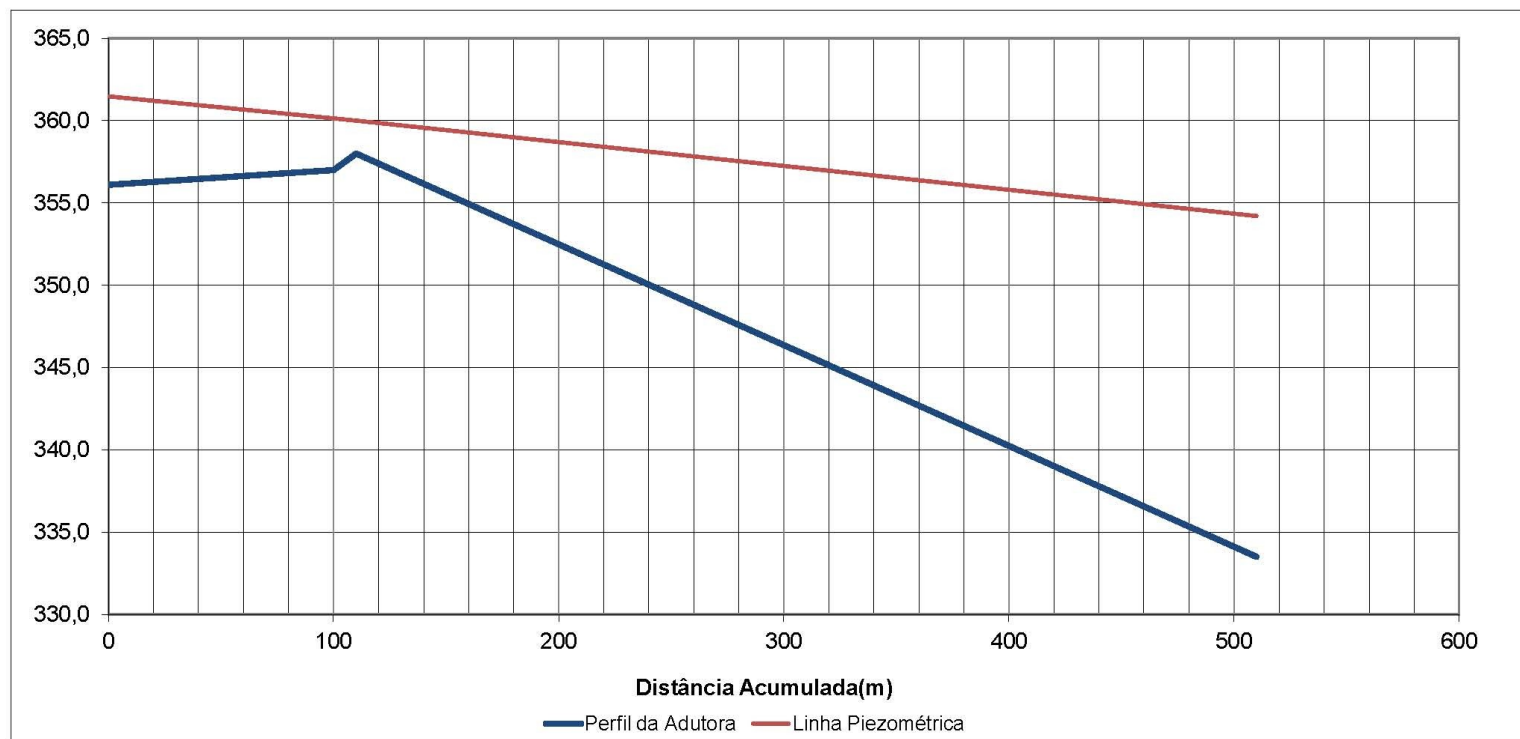
QUADRO 17.B - Cálculo da Linha Piezométrica e das Cargas da Adutora de Água Bruta - 2ª Etapa (Operação em Nível Máximo).

Ponto	Montante		Jusante		Extensão	Extensão Acumulada	Desnível	Diâmetro		Vazão	Vel.	Perda de Carga		Cota piezométrica		Carga			
	Estaca	Cota	Estaca	Cota				Unitária	No Trecho			Montante	Jusante	Montante	Jusante				
	nº	m	nº	m				m	m			m	m	m	m	m	m		
1	0+	0,000	356,100	15+	0,000	357,000	100,00	300,00	0,900	0,1800	0,1586	0,02518	1,27	0,009839	0,983939	361,082	360,098	4,98	3,10
2	15+	0,000	357,000	16+	0,000	358,000	10,00	310,00	1,000	0,1800	0,1586	0,02518	1,27	0,009839	0,098394	360,098	360,000	3,10	2,00
3	16+	0,000	358,000	31+	0,000	333,500	400,00	710,00	-24,500	0,1500	0,1560	0,02518	1,32	0,010664	4,265677	360,000	355,734	2,00	22,23
TOTAL							510,00								5,35				



QUADRO 18.B - Cálculo da Linha Piezométrica e das Cargas da Adutora de Água Bruta - 3ª Etapa (Operação em Nível Máximo).

Ponto	Montante		Jusante		Extensão	Extensão Acumulada	Desnível	Diâmetro		Vazão	Vel.	Perda de Carga		Cota piezométrica		Carga			
	Estaca	Cota	Estaca	Cota				Nominal	Interno			Unitária	No Trecho	Montante	Jusante	Montante	Jusante		
	nº	m	nº	m				m	m			m	m	m	m	m	m	m	
1	0+	0,000	356,100	15+	0,000	357,000	100,00	100,00	0,900	0,1800	0,1586	0,02971	1,50	0,013366	1,336595	361,470	360,134	5,37	3,13
2	15+	0,000	357,000	16+	0,000	358,000	10,00	110,00	1,000	0,1800	0,1586	0,02971	1,50	0,013366	0,133660	360,134	360,000	3,13	2,00
3	16+	0,000	358,000	31+	0,000	333,500	400,00	510,00	-24,500	0,1500	0,1560	0,02971	1,55	0,014486	5,794548	360,000	354,205	2,00	20,71
TOTAL					510,00			-22,60				7,26							



QUADRO 2.19 – Perdas de Carga Distribuídas e Localizadas na EEAB

PEÇA													
Crivo	(
Toco L=0.70m													
Registro de gaveta	(
Redução excêntrica	(
Total na sucção													
Redução normal	(
	(

1.1.1.2 - Potência dos Motores

A potência dos conjuntos motobomba foi calculada pela expressão:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{75 \times n} \times FS$$

Onde:

P = Potência (CV);

γ = Peso específico da água (1000kgf/cm³);

Q = Vazão máxima diária (m³/s);

H_{man} = Altura manométrica (m);

n = Rendimento da bomba (%);

FS = Fator de serviço.

O **Quadro 2.20.A e 2.20.B** apresentam os dimensionamentos dos conjuntos motobomba, assim como, suas características operacionais nas situações de nível mínimo e máximo do reservatório.

QUADRO 2.20.B - Dimensionamento das Bombas da EEAB (Operação em Nível Máximo)

ETAPA	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
VAZÃO TOTAL(L/s)	21,37	25,18	29,71
NÚMERO DE BOMBAS	1	1	1
VAZÃO POR BOMBA(L/s)	21,37	25,18	29,71
CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA (Hman)			
SUCÇÃO			
Desnível geométrico(m)	1,00	1,00	1,00
Perdas em tocos e conexões(m)	0,40	0,40	0,40
Altura vacuométrica(m)	1,40	1,40	1,40
RECALQUE			
Perdas no barrilete(m)	2,02	2,12	2,32
Carga na saída da adutora (m)	4,70	4,98	5,37
Altura manométrica(m)	6,72	7,10	7,69
Total(m)	8,12	8,50	9,09
Altura manométrica (m.c.a)*	11,12	11,50	12,09
CARACTERÍSTICA DA BOMBA ADOTADA			
Tipo	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga
Vazão unitária(L/s)	21,37	25,18	29,71
Altura manométrica adotada(m.c.a)	12	12	13
Rendimento (%)	77,5	77,5	77,5
Potência da bomba calculada(CV)	4,41	5,20	6,64
Potência do motor calculada(CV)	5,73	6,24	7,97
NPSH disponível(m)	7,92	7,92	7,92
NPSH requerido(m)	3,50	4,10	5,40
Rotor (mm)	141	148	153
Modelo da bomba	MEGANORM 50-160	MEGANORM 50-160	MEGANORM 50-160
CARACTERÍSTICA DO MOTOR			
Potência do motor adotada(CV)	7,5	7,5	10
RPM	3500	3500	3500
POLO	-	-	-

05/12/2011 9:02:48 AM - JM ENGENHEIROS CONSULTORES

1.1.1.3 - Curva da Bomba x Curva do Sistema – EEAB

Para demonstrar a compatibilidade do equipamento de bombeamento indicado com as características operacionais do sistema, elaborou-se o gráfico Curva da Bomba x Curva do Sistema, conforme se mostra em seguida.

- Curva do Sistema

$$H_{man} = H + kQ^2$$

- Característica do sistema da 1ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_{01}}{Q^2}$$

$$k = \frac{34 - 27}{(76,92)^2} \therefore k = 0,001183$$

$$Q = 76,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{man} = 34,0 \text{ m}$$

$$H_{01} = 27,00 \text{ m}$$

- Característica do sistema da 2ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_{01}}{Q^2}$$

$$k = \frac{35 - 27}{(90,64)^2} \therefore k = 0,000974$$

$$Q = 90,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{man} = 35,0 \text{ m}$$

$$H_{01} = 27,00 \text{ m}$$

- Característica do sistema da 3ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_{01}}{Q^2}$$

$$k = \frac{37 - 27}{(106,96)^2} \therefore k = 0,000874$$

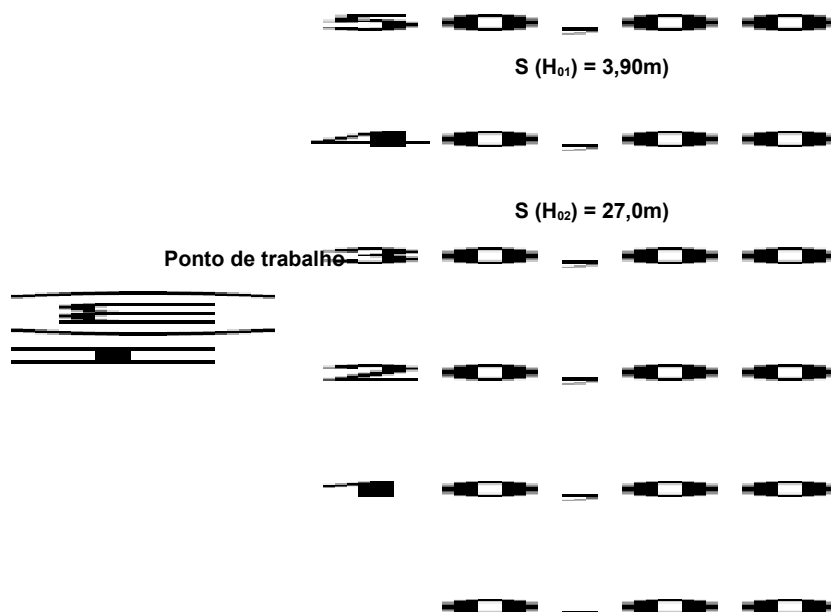
$$Q = 106,96 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{man} = 37,0 \text{ m}$$

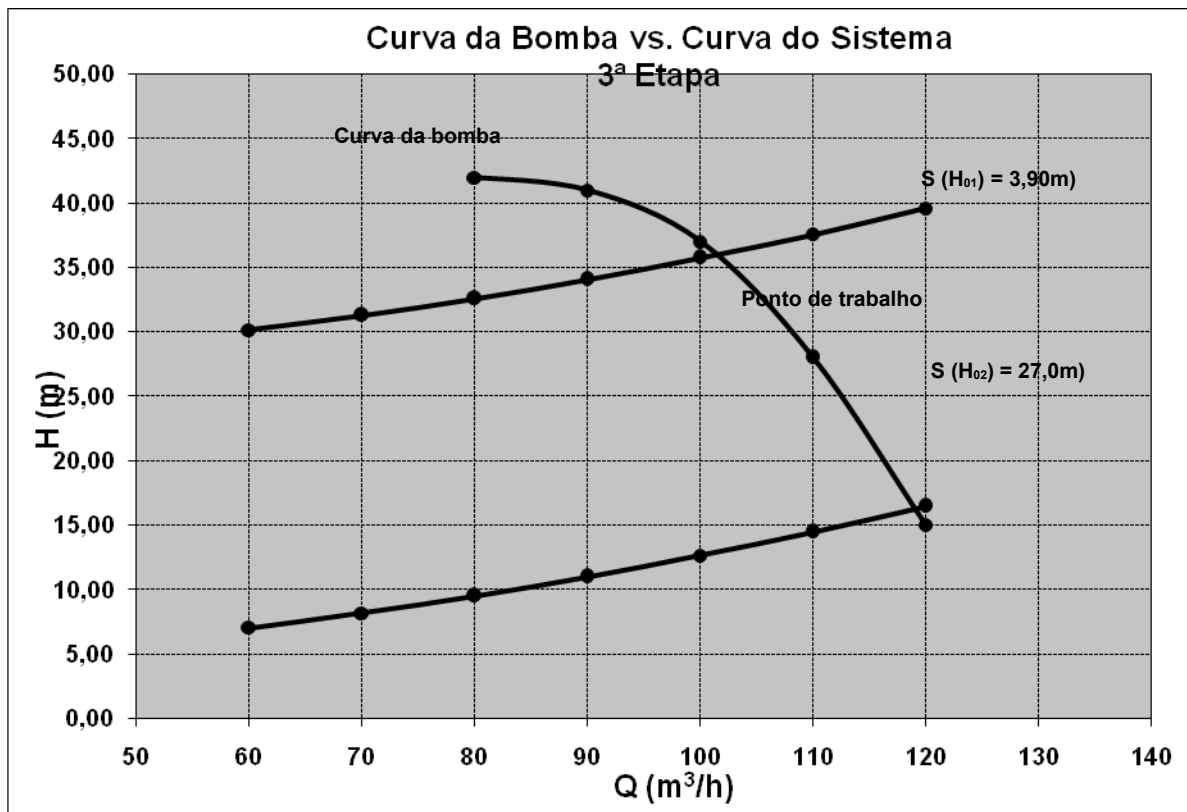
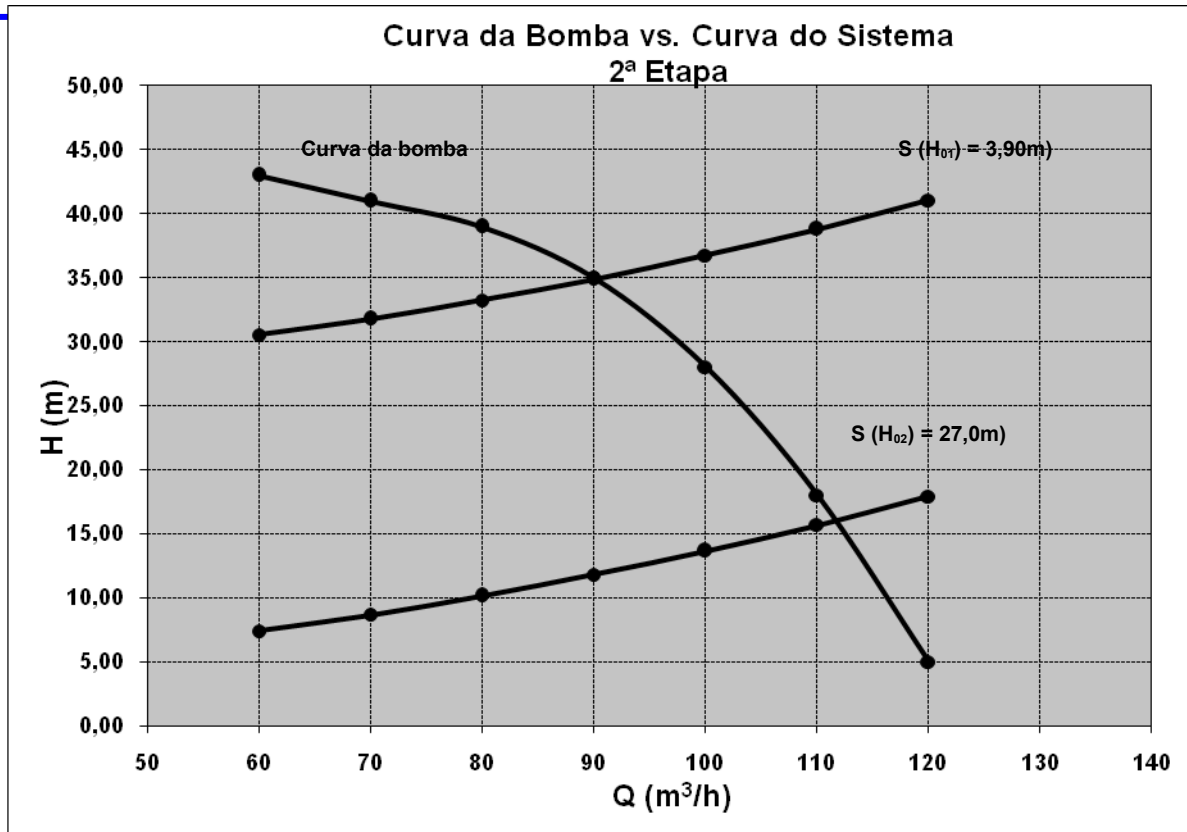
$$H_{01} = 27,00 \text{ m}$$

Vazão	Bomba			Sistema					
	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa	1ª Etapa		2ª Etapa		3ª Etapa	
Q (m³/h)	H (m)	H (m)	H (m)	NA. Mínimo H01=27,0	NA. Máximo H02=3,90	NA. Mínimo H01=27,0	NA. Máximo H02=3,90	NA. Mínimo H01=27,0	NA. Máximo H02=3,90
60	39,00	43,00		31,26	8,16	30,51	7,41	30,15	7,05
70	37,00	41,00		32,80	9,70	31,77	8,67	31,28	8,18
80	35,00	39,00	42,00	34,57	11,47	33,23	10,13	32,59	9,49
90	32,00	35,00	41,00	36,58	13,48	34,89	11,79	34,08	10,98
100	26,00	28,00	37,00	38,83	15,73	36,74	13,64	35,74	12,64
110	18,00	18,00	28,00	41,32	18,22	38,78	15,68	37,58	14,48
120	5,00	5,00	15,00	44,04	20,94	41,02	17,92	39,59	16,49

Curva da bomba



Entre o nível mínimo e o nível máximo de operação do reservatório, a acomodação do ponto de trabalho da bomba em relação à curva do sistema, far-se-á por meio de inversor de frequência; a ação do qual exercendo controle sobre a velocidade do rotor ($w=2\pi f$), possibilita a manutenção da vazão requerida, não obstante a variação da altura manométrica, no decurso da ascensão e decesso do plano d'água na bacia hidráulica.



1.1.1.4 - Cavitação

Verificação das condições de operação das bombas com relação a possível ocorrência de cavitação.

a) Condição I

$$\text{N.P.S.H. (d)} \geq \text{N.P.S.H. (r)} + 0,50$$

b) Condição II

$$\text{N.P.S.H. (d)} \geq \text{N.P.S.H. (r)} \times 1,20$$

O cálculo do N.P.S.H.(d) é feito a partir da seguinte expressão:

$$\text{N.P.S.H.(d)} = \pm Z + \left[\frac{P_a - P_v}{\gamma} \right] - h_s$$

Conforme o Quadro 2.20.A:

$$\text{NPSH(d) da 1ª ETAPA} = 7,92 \text{ m}$$

$$\text{NPSH(d) da 2ª ETAPA} = 7,92 \text{ m}$$

$$\text{NPSH(d) da 3ª ETAPA} = 7,92 \text{ m}$$

Logo temos:

– Verificação quanto as condições operacionais da 1ª ETAPA

$$7,92 > 3,60 + 0,50 = 4,10$$

$$7,92 > 3,60 \times 1,20 = 4,32$$

– Verificação quanto as condições operacionais da 2ª ETAPA

$$7,92 > 4,60 + 0,50 = 5,10$$

$$7,92 > 4,60 \times 1,20 = 5,52$$

– Verificação quanto as condições operacionais da 3ª ETAPA

$$7,92 > 5,80 + 0,50 = 6,30$$

$$7,92 > 5,80 \times 1,20 = 6,92$$

Conclui-se, portanto, que todas as condições foram atendidas.

2.4 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EEAT)

2.4.1 - Dimensionamento dos Conjuntos motobomba

1.1.1.5 - Altura Manométrica: Hman.

a) Dados para Dimensionamento

- Vazão da 1ª etapa.....21,37 L/s (2021)
- Vazão da 2ª etapa.....25,18 L/s (2031)
- Vazão da 3ª etapa.....29,71 L/s (2041)
- Nº de bombas..... Uma ativa e uma reserva
- Tubulação de recalque (ETA → RA em Palmácia)
Material.....FerroFundido e PVC
Diâmetro nominal.....200 mm
Pressão de Serviço.....K7
Comprimento.....7.188,0 m
Cota do terreno natural na ETA/EEAT(TN.ETA) 335,00 m
Cota do NA no reservatório apoiado em Palmácia454,15 m
- Altura de sucção (Hs)
- Perdas de carga na sucção (Hfs) e no barrilete (Hfb)
- Perda de carga no recalque (Hfr)
- Diferença geométrica (Dg)
- Pressão necessária no início da adutora (PI).....PI=Hfr+Dg

b) Perda de carga distribuída (hd)

As perdas de carga distribuídas (hd) do sistema foram determinadas com emprego da fórmula de Hazen-Williams. apresentada no item 2.1.2.1. Nos **Quadros 2.21, 2.22 e 2.23** apresentam-se as perdas de carga ao longo da adutora, assim como, o desnível geométrico, a pressão necessária no início da mesma e os gráficos representativos das cotas piezométricas para cada etapa de implantação do projeto.

c) Perda de carga localizada (hl)

Para o cálculo das perdas de carga localizadas (hl) do sistema foi utilizada a seguinte

$$\text{expressão: } h_l = k \times \frac{V^2}{2g}$$

O **Quadro 2.24** apresenta os respectivos valores de hl e hd, referentes à sucção e ao barrilete das bombas da EEAT.

QUADRO 2.24 – Perdas de Carga Distribuídas e Localizadas da EEAT

PEÇA															
Crivo	(
Toco L=0.70m															
Registro de gaveta	(
Redução excêntrica	(
Total na sucção															
Redução normal	(
Curvas de 90º	(

d) Determinação da Altura Manométrica (Hman)

Para o cálculo da altura manométrica foi utilizada a seguinte expressão:

$$H_{man} = H_s + H_{fs} + H_{fb} + P_I$$

1.1.1.6 - Potência dos Motores

A potência dos conjuntos motobomba foi calculada pela expressão:

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{75 \times n} \times F_S$$

Onde:

P = Potência (CV);

γ = Peso específico da água (1000kgf/cm³);

Q = Vazão máxima diária (m³/s);

Hman = Altura manométrica (m);

n = Rendimento da bomba (%);

FS = Fator de serviço.

O **Quadro 2.25** apresenta o dimensionamento dos conjuntos motobomba, assim como, suas características operacionais.

1.1.1.7 - Curva da Bomba x Curva do Sistema – EEAT

Para demonstrar a compatibilidade do equipamento de bombeamento indicado com as características operacionais do sistema, elaborou-se o gráfico Curva da Bomba x Curva do Sistema, conforme se mostra em seguida.

- Curva do Sistema

$$H_{man} = H_0 + kQ^2$$

- Característica do sistema da 1ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_0}{Q^2}$$

$$k = \frac{142,0 - 125,65}{(76,92)^2} \therefore k = 0,002764$$

Q = 76,92 m³/h
H_{man} = 142,0 m
H₀ = 125,65 m

- Característica do sistema da 2ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_0}{Q^2}$$

$$k = \frac{144,0 - 125,65}{(90,64)^2} \therefore k = 0,002234$$

Q = 90,64 m³/h
H_{man} = 144,0 m
H₀ = 125,65 m

- Característica do sistema da 3ª Etapa

$$k = \frac{H_{man} - H_0}{Q^2}$$

$$k = \frac{148,0 - 125,65}{(106,96)^2} \therefore k = 0,001954$$

Q = 106,96 m³/h
H_{man} = 148,0 m
H₀ = 125,65 m

Vazão	Bomba					
	1ª Etapa	2ª Etapa				
Q (m³/h)	H (m)	H (m)				
60	160,00					
70	152,00	153,00				
80	138,00	150,00				
90	97,00	144,00				
100		135,00				

Entra QUADRO 2.25 (ARQUIVO - QUADROS.XLS/QUADRO 2.25)

QUADRO 2.25 - Dimensionamento das Bombas da EEAT

ETAPA	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
VAZÃO TOTAL(L/s)	21,37	25,18	29,71
NÚMERO DE BOMBAS	1	1	1
VAZÃO POR BOMBA(L/s)	21,37	25,18	29,71
CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA (Hman)			
SUCÇÃO			
Desnível geométrico(m)	0,00	0,00	0,00
Perdas em tocos e conexões(m)	0,40	0,40	0,40
Altura vacuométrica(m)	0,40	0,40	0,40
RECALQUE			
Perdas no barrilete(m)	2,02	2,12	2,32
Carga na saída da adutora (m)	134,07	136,63	139,98
Altura manométrica(m)	136,09	138,75	142,30
Total(m)	136,49	139,15	142,70
Altura manométrica (m.c.a)*	141,49	144,15	147,70
CARACTERÍSTICA DA BOMBA ADOTADA			
Tipo	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga
Vazão unitária(L/s)	21,37	25,18	29,71
Altura manométrica adotada(m.c.a)	142	144	148
Rendimento (%)	75	76	76
Potência da bomba calculada(CV)	53,94	63,60	77,14
Potência do motor calculada(CV)	59,33	69,96	84,86
NPSH disponível(m)	8,92	8,92	8,92
NPSH requerido(m)	4,00	4,40	5,20
Rotor (mm)	193 - 13	193 - 13	193 - 14
Modelo da bomba	MULTITEC 65/... - 5.1	MULTITEC 65/... - 5.1	MULTITEC 65/... - 5.1
CARACTERÍSTICA DO MOTOR			
Potência do motor adotada(CV)	75	75	100
RPM	3500	3500	3500
POLO	-	-	-

1.1.1.8 - Cavitação

Verificação das condições de operação das bombas com relação a possível ocorrência de cavitação.

a) Condição I

$$\text{N.P.S.H. (d)} \geq \text{N.P.S.H. (r)} + 0,50$$

b) Condição II

$$\text{N.P.S.H. (d)} \geq \text{N.P.S.H. (r)} \times 1,20$$

O cálculo do N.P.S.H.(d) é feito a partir da seguinte expressão:

$$\text{N.P.S.H.(d)} = \pm Z + \left[\frac{P_a - P_v}{\gamma} \right] - h_s$$

Conforme o Quadro 2.10:

$$\text{NPSH(d) da 1ª ETAPA} = 8,92 \text{ m}$$

$$\text{NPSH(d) da 2ª ETAPA} = 8,92 \text{ m}$$

$$\text{NPSH(d) da 3ª ETAPA} = 8,92 \text{ m}$$

Logo temos:

- Verificação quanto as condições operacionais da 1ª ETAPA

$$8,92 > 4,00 + 0,50 = 4,50$$

$$8,92 > 4,00 \times 1,20 = 4,80$$

- Verificação quanto as condições operacionais da 2ª ETAPA

$$8,92 > 4,40 + 0,50 = 4,90$$

$$8,92 > 4,40 \times 1,20 = 5,28$$

- Verificação quanto as condições operacionais da 3ª ETAPA

$$8,92 > 5,20 + 0,50 = 5,70$$

$$8,92 > 5,20 \times 1,20 = 6,24$$

Conclui-se, portanto, que todas as condições foram atendidas.

2.5 - ADUÇÃO

2.5.1 - Estudo do Diâmetro Econômico das Tubulações Adutoras

➤ CRITÉRIOS ADOTADOS

No dimensionamento preliminar do sistema foi realizada uma avaliação do diâmetro econômico, ou seja, para iguais condições de vazão, comprimento e nível altimétrico, adotou-se o diâmetro que apresentou o menor custo final de investimento (implantação) e operação (gasto de energia e manutenção). O custo de investimento refere-se apenas ao custo de aquisição e implantação da tubulação, não sendo considerados, portanto, os custos referentes às unidades de bombeamento, já que estes são diminutos quando comparados com os da tubulação.

O número anual de horas de funcionamento do sistema foi obtido a partir da relação entre a vazão média do ano de interesse e a vazão máxima diária do ano 2041 (final do plano), coeficiente este multiplicado por 7.300 horas (total anual).

Para cada trecho estudado foram feitas 04 (quatro) simulações com diâmetros distintos, tendo como base para a escolha a fórmula de Bresse, ou seja:

$$D(m) = 1,2 \sqrt{Q \text{ (m}^3\text{/s)}}$$

➤ METODOLOGIA E PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

A metodologia e os parâmetros utilizados nos cálculos das simulações são apresentados a seguir:

- Ano de início do projeto 2011
- Ano final do projeto 2041
- Tarifa de consumo (tc) 0,38195 R\$/kWh*
- Tarifa de demanda (td) 21,63 R\$/kWhmês*
- Taxa de juros (tx) 12% a.a
- Horas de funcionamento diário do sistema 20 h/dia
- Rendimento dos conjuntos motobomba 70%
- Vazão de recalque da 1ª Etapa Q(2021)
- Vazão de recalque da 2ª Etapa Q(2031)
- Vazão de recalque da 3ª Etapa Q(2041)
- Diâmetro (fórmula Bresse - Q(2041)) D(mm)
- Material da tubulação PVC/Ferro Fundido

Para o cálculo das perdas de cargas do sistema foram utilizadas os dados obtidos com o emprego do formulário e marcha de cálculo, mencionados no item 7.2.1.2.

➤ SIMULAÇÃO

➤ TUBULAÇÃO ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT

a) Dados

- Extensão 7.140,00 m
- Vazão de recalque da 1ª etapa 21,37 L/s
- Vazão de recalque da 2ª etapa 25,18 L/s
- Vazão de recalque da 3ª etapa 29,71 L/s
- Diâmetro (fórmula Bresse - $K=1,20$) 0,207 m

b) Resultados com tubo em PVC

Os diâmetros simulados foram de 150, 200, 250 e 300 mm. Os resultados foram os seguintes:

- DN = 100 mm R\$ 3.375.844,40
- DN = 150 mm R\$ 1.296.810,49
- DN = 200 mm R\$ 1.167.355,78
- DN = 250 mm R\$ 1.330.071,10

Adotou-se o diâmetro de 200 mm.

As planilhas de cálculo com resumos e resultados são apresentados no Anexo 2A.

c) Resultados com tubo em ferro fundido

Os diâmetros simulados foram de 100, 150, 200 e 250 mm. Os resultados foram os seguintes:

- DN = 100 mm R\$ 6.655.121,83
- DN = 150 mm R\$ 2.755.026,33
- DN = 200 mm R\$ 2.640.654,11
- DN = 250 mm R\$ 3.014.499,27

Adotou-se o diâmetro de 200 mm.

As planilhas de cálculo com resumos e resultados são apresentados no Anexo 2.

2.5.2 - Definição dos Diâmetros e Materias

A tubulação adutora de água bruta apresenta um trecho inicial em polietileno de alta densidade (PEAD), com diâmetro externo de 180,0 mm e extensão de 110,0 seguido de um trecho em ferro fundido, com extensão de 400,0 m e diâmetro nominal de 150 mm, adotado em função da carga disponível entre a Caixa de Passagem e a ETA.

Quanto a adutora de água tratada, com extensão total de 7.194,14 m, optou-se inicialmente por adotar o tubo em ferro fundido, DN 200, em razão da pressão ter em quase toda a extensão valores superiores a 1 MPa. No entanto no estudo do transiente hidráulico verificou-se a necessidade de adotar trechos mistos com ferro fundido e PVC.

Para o Ramal A e seus sub-ramais adotou-se diâmetro de DN 80 em ferro fundido K9, em virtude das cargas em quase toda extensão excederem 1MPa, tendo em vista que a carga no ponto de derivação na Adutora Principal, que é em torno de 132,0 m, ser necessária mantê-la, permitindo que o abastecimento chegue nos pontos de entrega nas localidades.

2.5.3 - Blocos de Ancoragem

Procedeu-se ao cálculo da ancoragem da adutora considerando:

a) Valor do empuxo (E), dado por:

$$E = 2 S P \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}, \text{ onde:}$$

Onde:

E : Empuxo Hidráulico, Kg;

S : Seção da tubulação em cm²;

P : Pressão interna em kg/cm²;

θ : Ângulo da curva.

b) Área de contato (A) do bloco com o solo.

$$A = \frac{E}{\sigma_{\text{adm}}},$$

Onde:

A: área de contato, cm²;

E : Empuxo Hidráulico, Kg;

σ adm: taxa admissível do terreno, Kg/cm²;

As dimensões dos blocos de ancoragem para cada conexão da adutora, constam da planta nº III-5-O-17/19-001.

2.5.4 - Movimento de Terra

Para instalação da tubulação adutora, foram estimados, com apoio na investigação geotécnica disponível (sondagens a pá e picareta a cada 200 m, ao longo do caminhamento dos trechos adutores), os volumes de material a escavar por categoria, assim como, o volume de areia fina que deverá atuar como leito nos trechos em que se fizer necessário: assentamento sobre materiais de 2ª e 3ª categorias.

Os volumes do material a escavar por categoria e respectivo percentual, em termos estimativos, são os seguintes:

Categoria	Volume (m ³)	%
1ª	1.310,0	10
2ª	2.620,0	20
3ª	9.169,0	70

A quantidade de areia fina (leito) será em torno de 1.107,12 m³.

2.5.5 - Avaliação do Transiente Hidráulico e Equipamento de proteção

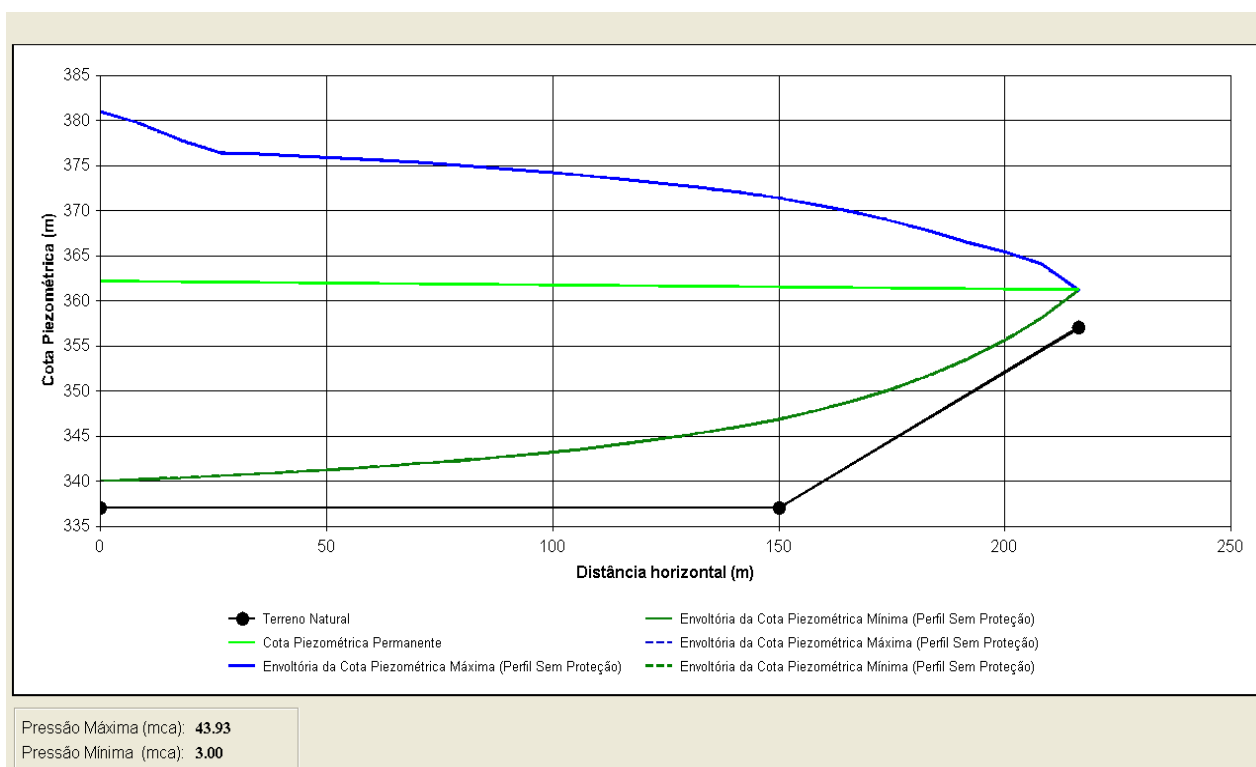
Procedeu-se a uma verificação das condições de operação das tubulações adutoras de água bruta e de água tratada, quando da ocorrência de transiente hidráulico, motivado por paralisação do equipamento de bombeamento, por corte de energia elétrica, com emprego de programa de computador. O software utilizado foi o UFC-6, desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará, que usa o método das características para o cálculo do transiente Hidráulico.

1.1.1.9 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA - AAB

No estudo desenvolvido para a adutora de água bruta - AAB - foram efetuadas duas simulações para alternativa de captação, a primeira sem dispositivo de proteção e em seguida, quando necessário, considerando dispositivos de proteção contra danos provocados por transientes hidráulicos.

SEM PROTEÇÃO

NÓ	C. TER.	C. PIEZ.	C. PIEZ. MÁX.	C. PIEZ. MÍN.	P. (MCA)	P. MAX TRAN. (MCA)	P. MIN. TRAN. (MCA)
1	337,00	360,11	378,01	339,81	23,11	41,01	2,81
2	337,01	359,45	367,76	346,37	22,44	30,75	9,36
3	357,00	359,15	359,15	359,15	2,15	2,15	2,15

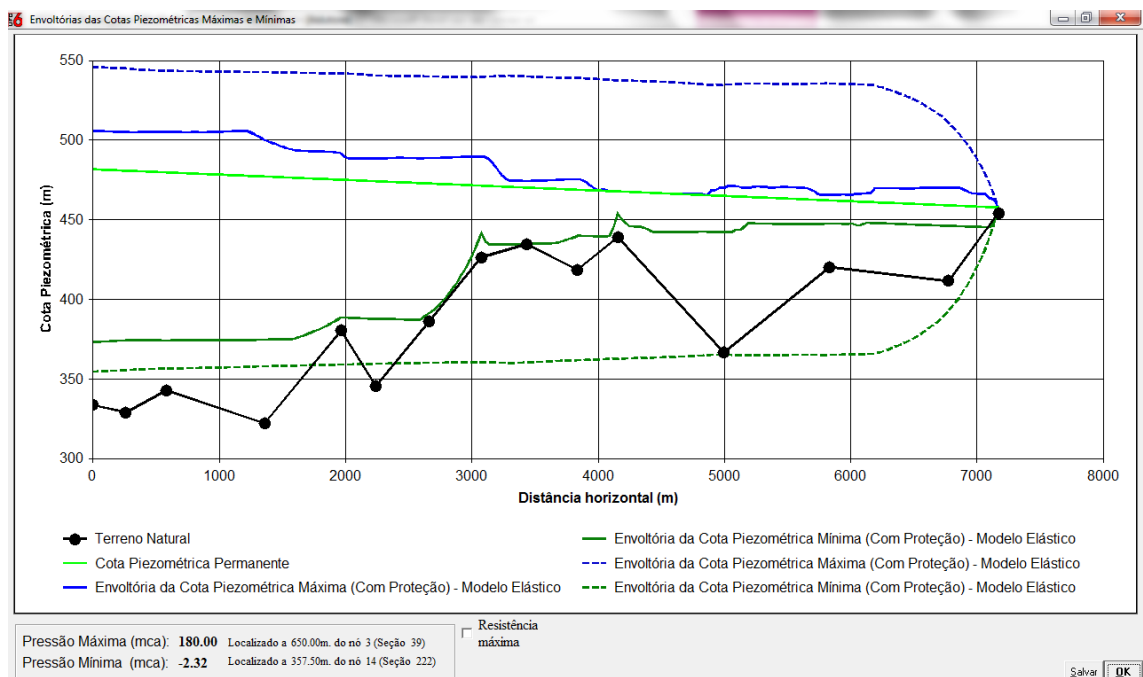


Nota-se que a envoltória mínima das cotas piezométricas se situa sempre acima da linha do terreno natural. Portanto sem necessidade de dispositivo de proteção contra transientes hidráulicos.

1.1.1.10 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT

No estudo desenvolvido para a adutora de água tratada - AAT - foram igualmente efetuadas duas simulações para cada tipo de material considerado, a primeira sem dispositivo de proteção e em seguida, quando necessário, considerando dispositivos de proteção contra danos provocados por transientes hidráulicos.

MATERIAL FERRO FUNDIDO EM TODA EXTENSÃO DA ADUTORA



Envoltórias do Transiente Hidráulico – Ferro Fundido 200 mm.

No caso da adutora de água tratada ou seja, a adutora principal, nota-se, que na simulação sem proteção, a envoltória mínima das cotas piezométricas se situa quase sempre abaixo da linha do terreno natural. Para proteção da tubulação foram simuladas diversas alternativas de dispositivos até encontrar a melhor do ponto de vista técnica e econômica. Chegou-se, assim, a solução com 3 (três) dispositivos de proteção, no caso 3 tanques unidirecionais, para rebater qualquer desajuste no transiente hidráulico. As características dos tanques unidirecionais são:

Elementos de Proteção Utilizados - Ferro Fundido 200 mm

ELEMENTO			
1	TAU		
2	TAU		
3	TAU		

Resultados dos Trechos no Transiente - Ferro Fundido 200 mm.

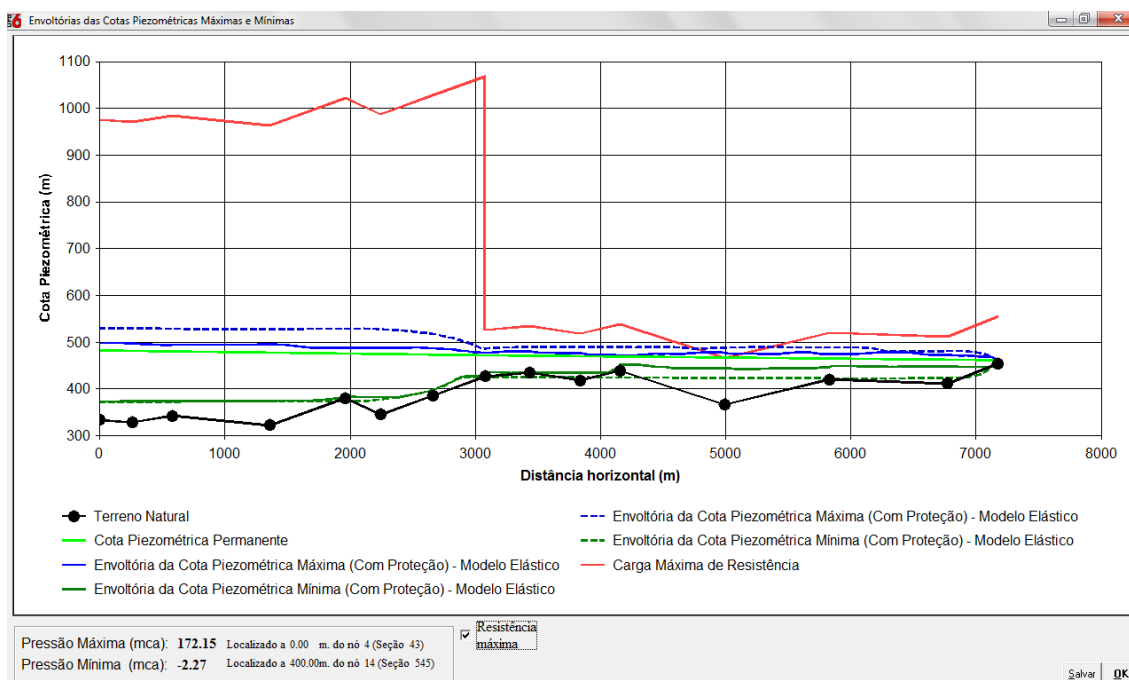
TRECHO	COMPR. (M)	C. MON. (M)	C.				
1	260.00	333.50	:				
2	320.00	328.89	:				
3	780.00	342.66	:				
4	606.00	322.11	:				
5	280.00	380.45	:				
6	420.00	345.33	:				
7	420.00	385.86	:				
8	360.00	426.39	:				
9	400.00	434.78	:				

Resultados dos Nós no Transiente - Ferro Fundido 200 mm.

NÓ	C. TER.	C. PIEZ	C. PIEZ II				
1	333.50	481.50	505.50				
2	328.89	480.63	504.80				
3	342.66	479.56	504.90				
4	322.11	476.96	497.80				
5	380.45	474.94	489.30				
6	345.33	474.00	488.20				
7	385.86	472.60	488.30				

Com o objetivo de verificar outras opções mais viáveis técnica e economicamente, buscou-se alternativas para o problema com variações de materiais.

MATERIAL FERRO FUNDIDO E PVC DEFoFo



Envoltórias do Transiente Hidráulico – FoFo k7 e PVCDEFoFo.

Nessa simulação foi utilizado um primeiro trecho em ferro fundido com 3.088,0 m de extensão e um segundo trecho em PVC DEFoFo com 4.102,0 de extensão. Para solucionar o problema com transiente utilizou-se 3 tanques unidirecionais, conforme o Quadro abaixo.

Elementos de proteção utilizados - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

ELEMENTO			
1	TAU		
2	TAU		
3	TAU		

Resultados dos trechos no transiente - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

TRECHO	COMPR. (M)	C. MON. (M)	C.				
1	260.00	333.50	:				
2	320.00	328.89	:				
3	780.00	342.66	:				
4	606.00	322.11	:				
5	280.00	380.45	:				
6	420.00	345.33	:				
7	420.00	385.86	.				
8	360.00	426.39	.				
9	400.00	434.78	.				

Resultados dos nós no transiente - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

NÓ	C. TER.	C. PIEZ	C. PIEZ MÁX				
1	333.50	481.50	497.62				
2	328.89	480.63	496.63				
3	342.66	479.56	493.52				
4	322.11	476.96	494.26				
5	380.45	474.94	486.99				
6	345.33	474.00	487.20				
7	385.86	472.60	486.53				
8	426.39	471.70	476.99				

Ainda assim, conforme se observa no Quadro acima, um trecho, mais precisamente em torno do nó 12, a pressão máxima com transiente supera a máxima permitida pelo tubo de PVC, que é de 100 mca. Para solucionar definitivamente o problema fez-se a simulação utilizando, além do trecho de 3.088,0 m no início da adutora em ferro fundido, mais 820,0 m em torno de nó 12 com esse material e nos demais trechos com tubo PVC DEFoFo. Para melhorar tentou-se obter tanques unidirecionais de mesmo tamanhos, chegando, assim, aos resultados do Quadro abaixo.

Elementos de proteção utilizados - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

ELEMENTO			
1	TAU		
2	TAU		
3	TAU		

Resultados dos trechos no transiente - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

TRECHO	COMPR. (M)	C. MON. (M)	C.				
1	260.00	333.50	:				
2	320.00	328.89	:				
3	780.00	342.66	:				
4	606.00	322.11	:				
5	280.00	380.45	:				
6	420.00	345.33	:				
7	420.00	385.86	:				
8	360.00	426.39	:				
9	400.00	434.78	:				

Resultados dos nós no transiente - FoFo k7 e PVCDEFoFo.

NÓ	C. TER.	C. PIEZ	C. PIEZ MÁ)				
1	333.50	481.50	502.75				
2	328.89	480.63	498.75				
3	342.66	479.56	491.67				
4	322.11	476.96	496.10				
5	380.45	474.94	493.15				
6	345.33	474.00	490.30				
7	385.86	472.60	482.18				
8	426.39	471.20	477.00				

Conclusão: Diante do apresentado acima, adotou-se a seguintes solução para minimizar aos efeitos da ocorrência de transiente hidráulico:

- a) Dispositivos adotados: 3 tanques unidirecionais com 8,0 m de lâmina d'água, sendo o primeiro a 1.966,0 da ETA; o segundo a 3.086,0 m e o terceiro a 4.166,0.
- b) Tubulação adotada: 4 trechos, sendo o primeiro em ferro fundido com 3.068,0 m a partir da ETA; em sequencia o segundo trecho com 1.500,0 m de extensão em PVC DEFoFo; o terceiro trecho com 840,0 m também em ferro fundido e o último trecho em PVC DEFoFo com 1.762,0 m de extensão, totalizando 7.188,0 m de tubulação.

2.6 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA – ETA

2.6.1 - Análise físico-química da Água

Na seleção do processo mais adequado para tratamento da água bruta, levaram-se em consideração as análises físico-químicas e bacteriológica da amostra de água coletada no dia 01/12/2010, na tomada d'água da barragem Acarape do Meio. A escolha do local de coleta foi em decorrência de não haver água no leito do rio Pacoti nessa época do ano e o açude Acarape do Meio se situar também no rio Pacoti e distando apenas 6,0 km do eixo da baragem Germinal Os resultados das análises estão no Anexo 3.

De acordo com as análises procedidas pode-se dizer que a água é utilizável, desde que submetida a tratamento adequado, tendo em vista que os valores referentes a cor, turbidez e ferro excedem os limites estabelecidos em norma. Vale ressaltar que, após a construção da barragem, deverá ser coletada água da bacia hidráulica deste com intuito de se obter resultados de análises físico-químicas mais representativos da água a ser tratada.

Um processo compreendendo as fases de filtração e cloração poderá enquadrá-la nos padrões de potabilidade determinados pela legislação em vigor (Portaria n.º 36/90 do Ministério da Saúde).

Face às considerações acima formuladas, sugere-se como processo de tratamento d'água aquele compreendido pelas fases: filtração e cloração

Para tanto, será projetada uma ETA, que compor-se-á de câmara de carga, dois filtros de fluxo ascendente e casa de química.

2.6.2 - Dimensionamento dos Filtros

1.1.1.11 - Parâmetros adotados:

- Vazão de recalque da 1ª etapa 21,37 L/s
- Vazão de recalque da 2ª etapa 25,18 L/s
- Vazão de recalque da 3ª etapa 29,71 L/s
- Tempo Máximo Diário de Operação da ETA (Td) 20 horas
- Taxa de Filtração Máxima Diária (Tf) 120 m³/m² x dia

1.1.1.12 - Área Filtrante Total (Aft)

$$A_{ft} = \frac{Q}{T_f} = \frac{0,02137 \times 72000}{120} = 12,82 \text{ m}^2 \text{ (1ª Etapa)}$$

$$= \frac{0,02518 \times 72000}{120} = 15,11 \text{ m}^2 \text{ (2ª Etapa)}$$

$$= \frac{0,02971 \times 72000}{120} = 17,83 \text{ m}^2 \text{ (3ª Etapa)}$$

1.1.1.13 - Número mínimo de Unidades Filtrante (N)

$$N = 1,4 \sqrt{c}$$

$$c = \frac{72000 \times 17,83}{1.000.000} = 1,28 \text{ milhões de L/dia (3ª Etapa)}$$

$$N = 1,4 \sqrt{1,28} = 1,59$$

Adotar-se-á, no entanto, 2 (dois) filtros.

1.1.1.14 - Área do Filtro (Af)

$$A_f = \frac{A_{ft}}{N} = \frac{17,83}{2} = 8,91 \text{ m}^2$$

1.1.1.15 - Diâmetro de cada Filtro (Df)

$$D_f = \sqrt{(4 * A_f) / \pi} = 3,37 \text{ m}$$

Adotado o diâmetro de 3,50 m com área filtrante (Afa) de 9,62 m².

1.1.1.16 - Taxa de Filtração Máxima na 3ª Etapa (Tf)

$$T_f = ((Q/1000) * T_d * 3600) / (A_{fa} * N) = 111,17 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$$

1.1.1.17 - Implantação dos filtros

Serão instalados os dois filtros na 1ª etapa.

2.6.3 - Volume do Reservatório Elevado (VRe)

O reservatório elevado deverá estocar o volume necessário para lavagem dos filtros mais 10% para abastecer a casa de química, escritório e área externa.

$$V_{re} = V * 1,10 = 115,45 \times 1,10 = 127,0 \text{ m}^3$$

Adotado reservatório de 150 m³.

2.6.4 - Volume do Reservatório Apoiado (VRa)

O reservatório apoiado deverá ter o mesmo volume do reservatório elevado, já que para a EEAT, funcionará, praticamente, como poço de sucção, devendo ser responsável, tão somente, por 6,4 % do total de 800m³ a acumular, para atender ao suprimento diário da cidade de Antonina do Norte.

2.6.5 - Bombas de Recalque

1.1.1.18 - Parâmetros adotados:

- Vazão (Qre)
- Te = tempo de enchimento do RE = 90,0 min
- $Qre = VRE / Tex60 = 0,028m^3/s$ ou 28,0 L/s

1.1.1.19 - Altura manométrica (Hman)

Para determinação da altura manométrica (Hman), consideraram-se as perdas de carga constantes do quadro abaixo, calculadas pelas fórmulas apresentadas no item 2.1.2.1.

PEÇA	K	D (mm)	Q (l/s)	Vel. (m/s)	Hf (m)
Válvula de pé com crivo	0,75	150	28,00	1,58	0,10
Toco L=2,50m		150	28,00	1,58	0,10
Curvas de 90°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Toco L=0,70m		150	28,00	1,58	0,10
Redução excêntrica	0,15	100	28,00	3,57	0,10
Total da sucção					0,50
Redução normal	0,30	80	28,00	5,57	0,50
Curvas de 90°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Junta de desmonte		150	28,00	1,58	0,10
Curvas de 90°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Toco L=1,50m		150	28,00	1,58	0,10
Curvas de 90°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Válvula de retenção	2,50	150	28,00	1,58	0,40
Registro de gaveta	0,20	150	28,00	1,58	0,10
Tubulação barrilete L=6,00m		150	28,00	1,58	0,20
Curva de 90°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Curva de 45°	0,40	150	28,00	1,58	0,10
Total do barrilete					1,90
Tubulação de recalque L=36,00m		150	28,00	1,58	0,60
Total					3,00

1.1.1.20 - Potência dos Motores

A potência dos motores (Pm) foi determinada pela expressão:

$$P_m = \gamma \cdot Q \cdot H_{man} \cdot f / 75 \cdot N$$

Onde, γ : peso específico da água (1000 kg/m³)

Q: vazão (m³/s)

H_{man}: altura manométrica (mca)

N: eficiência da bomba

f: acréscimo de potência --> $P_m = f \cdot P_b$ (P_b: potência da bomba)

No **Quadro 2.26** estão apresentados os dados resultantes do dimensionamento dos conjuntos motobomba de lavagem dos filtros e suas características principais.

2.6.6 - Quantidade de Produtos Químicos

A quantidade de produtos químicos necessária para o tratamento d'água deverá seguir os valores apresentados no **Quadro 2.27**.

QUADRO 2.26 - Dimensionamento das Bombas da EELF

VAZÃO TOTAL(L/s)	28,00
NÚMERO DE BOMBAS	1
VAZÃO POR BOMBA(L/s)	28,00
CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA (Hman)	
SUCÇÃO	
Desnível geométrico(m)	0,00
Perdas em tocos e conexões(m)	0,40
Altura vacuométrica(m)	0,40
RECALQUE	
Perdas no barrilete e tubulação(m)	2,70
Desnível até RE (m)	21,00
Altura manométrica(m)	23,70
Altura manométrica total(m)	24,10
Altura manométrica adotada(m.c.a)	24,00
CARACTERÍSTICA DA BOMBA ADOTADA	
Tipo	Centrífuga
Vazão unitária(L/s)	28,00
Altura manométrica total(m.c.a)	24,00
Rendimento (%)	78
Potência do motor calculada(CV)	13,21
NPSH disponível(m)	8,92
NPSH requerido(m)	5,00
Rotor (mm)	247
Modelo da bomba	KSB MEGANORM 50-150
CARACTERÍSTICA DO MOTOR	
Potência do motor adotada(CV)	15
RPM	3500
POLO	IV

QUADRO 2.27 - Quantidade de Produtos Químicos

	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA	UND.
1 - Volume diário de água a ser tratada (Vt)				
$Vt=Q(3^a \text{ etapa}) \times 3,6 \times Td$	1.538,30	1.812,70	2.139,12	m3
2 - Consumo de Sulfato de Alumínio				
2.1 - Dosagem média (Dm)	25,00	25,00	25,00	g/m3
2.2 - Consumo diário (Cd) $Cd=Vt \times (Dm/1000)$	38,46	45,32	53,48	kg/dia
2.3 - Consumo do produto comercial c/ 90% de pureza (Pc) $Pc=Cd/90\%$	42,73	50,35	59,42	kg/dia
2.4 - Tempo de armazenamento (Ta)	30	30	30	dias
2.5 - Quantidade armazenado por mês (Qp) $Qp=Pc \times Ta$	1.281,92	1.510,59	1.782,60	kg/mês
2.6 - Quantidade de sacos de 50 kg (Qs) $Qs=Qp/50$	26,00	31,00	36,00	sacos
2.7 - Solução a 5%	854,61	1.007,06	1.188,40	l/dia
2.8 - Capacidade de dosagem necessária	42,73	50,35	59,42	l/h
2.9 - Capacidade de tanque de solução	1.500	2.000	2.000	l
2.10 - Diâmetro do tanque de solução	1,40	1,80	1,80	m
3 - Consumo de Cal Hidratada				
3.1 - Dosagem média (Dm)	15,00	15,00	15,00	g/m3
3.2 - Consumo diário (Cd) $Cd=Vt \times (Dm/1000)$	23,07	27,19	32,09	kg/dia
3.3 - Consumo do produto comercial c/ 70% de pureza (Pc) $Pc=Cd/70\%$	32,96	38,84	45,84	kg/dia
3.4 - Tempo de armazenamento (Ta)	30	30	30	dias
3.5 - Quantidade armazenado por mês (Qp) $Qp=Pc \times Ta$	988,91	1.165,31	1.375,15	kg/mês
3.6 - Quantidade de sacos de 20 kg (Qs) $Qs=Qp/20$	50,00	59,00	69,00	sacos
2.7 - Solução a 5%	659,27	776,87	916,77	l/dia
2.8 - Capacidade de dosagem necessária	32,96	38,84	45,84	l/h
2.9 - Capacidade de tanque de solução	2.000	2.000	2.000	l
2.10 - Diâmetro do tanque de solução	1,80	1,80	1,80	m
4 - Consumo de Fluorossilicato de Sódio Granulado				
4.1 - Pureza mínima (Pm)	90,00	90,00	90,00	%
4.2 - Riqueza em flúor (Rf)	60,70	60,70	60,70	%
4.3 - Dosagem média (Dm)	0,80	0,80	0,80	g/m3
4.4 - Consumo diário de flúor (Cf) $Cf=Vt \times (Dm/1000)$	1,23	1,45	1,71	kg/dia
4.5 - Consumo de fluorossilicato de flúor de sódio (Cfs) $Cfs=Cf/Rf$	2,03	2,39	2,82	kg/dia
4.3 - Consumo do produto comercial (Pc) $Pc=Cd/Pm\%$	2,25	2,65	3,13	kg/dia
4.4 - Tempo de armazenamento (Ta)	30	30	30	dias
4.5 - Quantidade armazenado por mês (Qp) $Qp=Pc \times Ta$	67,58	79,64	93,98	kg/mês
4.6 - Quantidade de sacos de 50 kg (Qs) $Qs=Qp/50$	2,00	2,00	2,00	sacos
2.7 - Solução a 5%	45,05	53,09	62,65	l/dia
2.8 - Capacidade de dosagem necessária	2,25	2,65	3,13	l/h
2.9 - Capacidade de tanque de solução	500	500	500	l
2.10 - Diâmetro do tanque de solução	0,80	0,80	0,80	m
5 - Cloro Gasoso				
5.1 - Demanda média (Dm)	3,00	3,00	3,00	g/m3
5.2 - Residual após a desinfecção (Rc)	5,00	5,00	5,00	g/m3
5.3 - Quantidade de cloro aplicada (Qa) $Qa=Dm+Rc$	8,00	8,00	8,00	g/m3
5.4 - Consumo diário (Cd) $Cd=Vt \times (Qa/1000)$	12,31	14,50	17,11	kg/dia
5.5 - Tempo de armazenamento (Ta)	30,00	30,00	30,00	dias
5.6 - Quantidade armazenado por mês (Qp) $Qp=Cd \times Ta$	369,19	435,05	513,39	kg/mês
5.7 - Quantidade de cilindros de 45 kg (Qc) $Qc=Qp/45$	9,00	10,00	12,00	cilindros

2.7 - RESERVAÇÃO

2.7.1 - Critérios de Reservação

Na determinação dos volumes de reservação do sistema seguem-se as recomendações da CAGECE (NRPT 1/86), as quais prevêm um volume de reservação de no mínimo 1/3 (um terço) do volume demandado diariamente.

2.7.2 - Dimensionamento da Reservação

1.1.1.21 - Fórmula Utilizada

$$V = [(Q/1000) * 86400/3] * (Td/24)$$

Onde:

Q - vazão máxima diária (L/s);

Td – Tempo máximo de funcionamento diário.

No Quadro 2.28 fez-se um cotejo entre a reservação existente e a necessária para armazenamento diário, onde se constata a necessidade, já na 1ª Etapa, de ampliação da reservação na cidade de Palmácia, como também nas demais localidades, com exceção de Santo Antônio, onde o reservatório existente atende a demanda mesmo no horizonte do projeto. No entanto, como o reservatório elevado existente (250,0 m³) não domina toda área da cidade com pressão satisfatória, este será desprezado, e um novo reservatório, com capacidade de 500 m³ será construído em um ponto elevado na periferia da cidade, de modo, que toda área urbana seja atendida no mínimo com carga de 6,0 m. Vale ressaltar que o volume mínimo de armazenamento é de 443,0 m³. Para as demais localidades serão construídos reservatórios elevados com volume suficiente para atender ou complementar o volume mínimo de armazenamento. No Quadro 2.29 apresenta os reservatórios adotados para cada localidade beneficiada pelo projeto.

QUADRO 2.28 - Volumes de Reservação Existentes e Necessários

LOCALIDADE	EXISTENTE			VOLUME MÍNIMO			COMPLEMENTAÇÃO		
	RA	RE	TOTAL	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
Palmácia			0,00	339,45	387,73	442,58	339,45	387,73	442,58
G. dos Rodrigues/Canadá	60,00		60,00	101,86	127,24	158,95	41,86	67,24	98,95
Santo Antônio		20,00	20,00	13,16	16,44	20,53	-6,84	-3,56	0,53
Volta do Rio			0,00	24,95	31,17	38,94	24,95	31,17	38,94
Santa Maria			0,00	3,40	4,25	5,31	3,40	4,25	5,31
G. dos Ferros/Boqueirão			0,00	19,28	24,09	30,09	19,28	24,09	30,09
Rochedo			0,00	10,66	13,32	16,64	10,66	13,32	16,64
TOTAL	0,00	0,00	0,00	512,77	604,23	713,04	432,77	524,23	633,04

QUADRO 2.29 – Reservatórios Adotados

LOCALIDADE	VOLUME (m³)	TIPO
Palmácia	500	RAP
Gado dos Rodrigues	100	REL
Santo Antônio	-	
Volta do Rio	2 (20 + 20) = 40	REL
Santa Maria	8	REL
G. dos Ferros/Boqueirão	30	REL
Rochedo	49	RAP
TOTAL	653	

Os Quadros 2.30 e 2.31 apresentam o cálculo do volume de água fluante, que corresponde a percentual do volume necessário de armazenamento (1/3 da demanda diária) que estará disponível a população por gravidade.

QUADRO 2.30– Percentual de água flutuante (%)

HORAS	(%) CONS.MÉDIO	(%) CONS. NO INTERVALO	ÁGUA ADUZIDA - horas		Balanço Superrávit/Déficit	
			24	20	+	-
0 - 2	40	3,33	8,33			-3,33
2 - 4	40	3,33	8,33	10,00	6,67	
4 - 6	60	5,00	8,33	10,00	5,00	
6 - 8	110	9,17	8,33	10,00	0,83	
8 - 10	145	12,08	8,33	10,00		-2,08
10 - 12	140	11,67	8,33	10,00		-1,67
12 - 14	145	12,08	8,33	10,00		-2,08
14 - 16	130	10,83	8,33	10,00		-0,83
16 - 18	140	11,67	8,33	10,00		-1,67
18 - 20	115	9,58	8,33	10,00	0,42	
20 - 22	75	6,25	8,33	10,00	3,75	
22 - 24	60	5,00	8,33			-5,00
					16,67	-16,67

QUADRO 2.31 – Volume de Água Flutuante (m³)

LOCALIDADE	VOLUME FLUTUANTE		
	1ª ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA
Sede do município	56,58	64,62	73,76
TOTAL	56,58	64,62	73,76

Analisando os Quadros 2.30 e 2.31, constata-se que, para a cidade de Palmácia, o novo reservatório, apesar de ser apoiado, armazenará todo o volume de reservação e localizar-se-á em cota elevada em relação área urbana da cidade atendendo, assim, também o volume flutuante.

Para as demais localidades todo volume de reservação será estocada em reservatórios elevados

3 - ANEXO 1 - FICHA DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA



BIO ANÁLISE PASCOAL
PASCOAL & PASCOAL S/C LTDA
RUA DR. JOSÉ LOURENÇO, 980 - ALDEOTA / FORTALEZA - CE
FONE: (85) 3264-4748 / (85) 3244-7846 / 9982-8271
CEP: 60115-280 CNPJ: 00.940.139/0001-15
E-mail - biopascoal@yahoo.com.br - www.bioanalisepascoal.com.br

ANÁLISE FÍSICO - QUÍMICA E ORGANOLÉPTICA DA ÁGUA

NUMERO DA AMOSTRA	1	0	1	2	0	9	1	1
NOME DO SOLICITANTE:	JM ENGENHEIROS CONSULTORES							
ENDEREÇO:	Av. Sen. Virgílio Távora 1701 Dionísio Torres					CIDADE: Fortaleza-CE		
LOCAL DA COLETA:	Rio Pacoti							
MANANCIAL:	Rio Pacoti				NATUREZA: in natura			
DATA DA COLETA:	01/12/2010		HORA: 07:00		CHEGADA AO LAB: 01/12/2010 09:55			
VOLUME:	2000 mL		RESP. PELA COLETA: Sr. Fernando					
USO A QUE SE DESTINA:	abastecimento publico após tratamento							
OBS.:								

RESULTADO DA ANÁLISE

*COR: 90,0 [*1] ODOR: DO RECIPIENTE [*2] *SABOR: levemente salobre [*2]
TEMP. DA AMOSTRA: 28,6°C TEMP AMBIENTE: - ASPECTO DA ÁGUA: turva e corada

PARÂMETROS ANALISADOS	VALORES DETERMINADOS	VALORES DE REFERÊNCIAS Portaria 518 GM VMP [* 4]	UNIDADE
ALC. EM BICARBONATOS	230,01	-	mg CaCO ₃ /L
ALC. CARBONATOS	0,0	-	mg CaCO ₃ /L
ALC. HIDRÓXIDOS	0,0	-	mg CaCO ₃ /L
ALCALINIDADE TOTAL	230,01	-	mg CaCO ₃ /L
CÁLCIO	63,00	-	mg Ca ²⁺ /L
*CLORETOS	262,70	250	mg Cl ⁻ /L
COND. ELÉTRICA	0,950	-	mS/cm
CO ₂ LIVRE	27,0	-	mg CO ₂ /L
DUREZA DE CÁLCIO	157,20	-	mg CaCO ₃ /L
DUREZA DE MAGNÉSIO	237,82	-	mg CaCO ₃ /L
DUREZA TOTAL	395,02	500	mg CaCO ₃ /L
*FERRO TOTAL	0,48	0,3	mg Fe ²⁺ /L
FLUORETOS	0,46	1,5	mg F ⁻ /L
MAGNÉSIO	57,84	-	mg Mg ²⁺ /L
NITRATOS	<0,01	10,0	mg N/L
NITRITOS	<0,01	1,0	mg NO ₂ /L
OXIGÊNIO DISSOLVIDO	6,47	-	mg O ₂ /L
pH	7,09	6,0 a 9,5	Recomendado
POTASSIO	12,40	-	mg/K/L
RESIDUAL DE CLORO	Ausência	0,2 a 0,5	mg Cl ₂ /L
SÓDIO	111,64	200	mg Na ⁺ /L
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	720,62	1000	mg/L
SALINIDADE	0,04	0,05	%
*TURBIDEZ	5,78	1,0	UNT [*3]

OBS.1 [*1] UH - Unidade da escala de Hazen (Platina Cobalto).

[*2] NO - Não Objetável

[*3] UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez.

[*4] VMP - Valor Máximo Permissível pela Legislação.

OBS. 2: O PRESENTE RESULTADO LIMITA-SE À AMOSTRA ANALISADA.

METODOLOGIA: Método de análise baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition 1998.

LAUDO: Os parâmetros analisados precedidos de asterisco (*) **CONTRARIAM** o padrão físico-químico de potabilidade da água Portaria 518 GM do Ministério da Saúde de 25/03/2004. Para consumo humano realizar também análise microbiológica após concluído o sistema.

DATA: 06/12/2010

Lw

RESP. TÉCNICO:


Juari Oliveira Pascoal
Farm. Bioq. Sanitarista
CRFCE 905 CPF 069044914 - 34

4 - ANEXO 2 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

4.1 - ANEXO 2A - TUBO EM PV

DADOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

ADUTORA	ALTERNATIVA	CARACTERÍSTICA PRINCIPAL
Palmaoia	Única	Captação na Barragem Germinál, ETA, Adutora pressurizada e RA

ADUTORA	AAT (ETA/EAT - Palmaoia)

1- PARÂMETROS DE PROJETO

Coefficiente de máxima variação diária K1	1,2
Coefficiente de máxima variação horária K2	1,5
Per capita líquida (L/dia.hab.)	112,5
Índice de atendimento (%)	100
Tempo de operação máxima (horas)	20

2- DADOS POPULACIONAIS E DE VAZÃO

Etapas	Ano	Pop. (hab.)	Vazão Total (L/s)	Vazão AAT (L/s)
População Inicial	2011	7.840	18,16	-
População 1ª Etapa	2021	9.268	21,37	21,37
População 2ª Etapa	2031	10.973	25,18	25,18
População 3ª Etapa	2041	13.011	29,71	29,71

3- PRÉ-DIMENSIONAMENTO

DADOS GERAIS DA ADUTORA

Extensão (m)	6.645,50
Material	PVC
Classe de pressão	1 MPa
Vazão (L/s) 3ª etapa	29,71
Desnível geométrico (m)	75,00
Perda de carga	Metodologia (fórmula) Fator de atrito - C
	HAZEM WILLIAMS
	140
Diâmetro (mm) (Fórmula de Bresse - K=1,20)	207

CUSTO/DIAMETRO

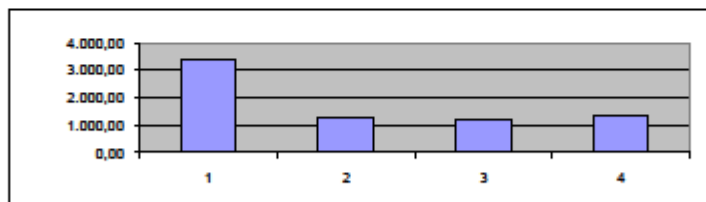
DN1	100	Di (mm)	108,4	R\$/m	19,85	Total (R\$)	131.906,53
DN2	150	Di (mm)	156,4	R\$/m	38,01	Total (R\$)	252.622,04
DN3	200	Di (mm)	204,2	R\$/m	63,88	Total (R\$)	424.507,89
DN4	250	Di (mm)	252,0	R\$/m	95,79	Total (R\$)	636.579,09

COEFICIENTES E TARIFAS

Rendimento do conjunto motobomba (%)	70
Taxa de juros anual (%)	12,00
Tarifa Consumo (kwh)	0,38195
Tarifa Demanda (kw)	21,630

4- CUSTO FINAL (VP)

DN (mm)
100
150
200
250



Valor (R\$)
3.375.844,40
1.296.810,49
1.167.355,78
1.330.071,10

**ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: PVC**

Ano	DN= 100			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/lano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Media	Máx.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,169	652.224,42	249.117,12	32.751,28	281.868,40	281.868,40	1.978,60			
2012	15,38	18,45	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,254	662.949,72	253.213,65	32.751,28	285.964,93	255.325,83	1.766,61			
2013	15,63	18,75	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,340	673.801,20	257.358,37	32.751,28	290.109,65	231.273,64	1.577,33			
2014	15,88	19,06	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,427	684.778,86	261.551,29	32.751,28	294.302,57	209.478,76	1.408,33			
2015	16,15	19,37	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,516	696.008,88	265.840,59	32.751,28	298.591,87	189.760,53	1.257,43			
2016	16,41	19,69	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,607	707.491,26	270.226,29	32.751,28	302.977,57	171.917,61	1.122,71			
2017	16,68	20,02	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,699	719.099,82	274.660,18	32.751,28	307.411,46	155.744,21	1.002,42			
2018	16,95	20,34	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,793	730.960,74	279.190,45	32.751,28	311.941,73	141.106,60	895,02			
2019	17,23	20,68	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,888	742.947,84	283.768,93	32.751,28	316.520,21	127.837,20	799,12			
2020	17,52	21,02	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	5,985	755.187,30	288.443,79	32.751,28	321.195,07	115.826,16	713,50			
2021	17,80	21,37	21,37	2,32	307,97	75,00	382,97	126,18	6,083	767.552,94	293.166,85	32.751,28	325.918,13	104.936,92	637,06			
2022	18,10	21,72	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,248	1.002.945,28	383.074,95	49.604,51	432.679,46	124.385,01	568,80			
2023	18,40	22,08	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,334	1.019.380,74	389.352,47	49.604,51	438.956,98	112.669,32	507,86			
2024	18,70	22,44	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,422	1.036.198,42	395.775,99	49.604,51	445.380,50	102.069,72	453,44			
2025	19,01	22,81	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,512	1.053.398,32	402.345,49	49.604,51	451.950,00	92.477,92	404,86			
2026	19,32	23,19	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,603	1.070.789,33	408.987,98	49.604,51	458.592,49	83.783,13	361,48			
2027	19,64	23,57	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,696	1.088.562,56	415.776,47	49.604,51	465.380,98	75.913,72	322,75			
2028	19,97	23,96	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,790	1.106.526,90	422.637,95	49.604,51	472.242,46	68.779,44	288,17			
2029	20,30	24,36	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,886	1.124.873,46	429.645,42	49.604,51	479.249,93	62.321,46	257,30			
2030	20,64	24,77	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	5,984	1.143.602,24	436.798,88	49.604,51	486.403,39	56.474,73	229,73			
2031	20,98	25,18	25,18	2,73	417,23	75,00	492,23	191,11	6,083	1.162.522,13	444.025,33	49.604,51	493.629,84	51.173,01	205,11			
2032	21,33	25,60	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,241	1.541.011,23	588.589,24	76.318,43	664.907,67	61.543,60	183,14			
2033	21,68	26,02	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,328	1.566.591,84	598.359,75	76.318,43	674.678,18	55.757,10	163,52			
2034	22,05	26,45	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,417	1.592.760,51	608.354,88	76.318,43	684.673,31	50.520,64	146,00			
2035	22,41	26,90	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,507	1.619.223,21	618.462,31	76.318,43	694.780,74	45.773,62	130,35			
2036	22,79	27,34	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,599	1.646.273,97	628.794,34	76.318,43	705.112,77	41.477,06	116,39			
2037	23,17	27,80	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,692	1.673.618,76	639.238,69	76.318,43	715.557,12	37.581,64	103,92			
2038	23,55	28,27	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,788	1.701.845,64	650.019,94	76.318,43	726.338,37	34.060,61	92,78			
2039	23,95	28,74	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,884	1.730.072,52	660.801,20	76.318,43	737.119,63	30.862,66	82,84			
2040	24,35	29,22	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	5,983	1.759.181,49	671.919,37	76.318,43	748.237,80	27.971,58	73,97			
2041	24,76	29,71	29,71	3,22	566,78	75,00	641,78	294,03	6,083	1.788.584,49	683.149,85	76.318,43	759.468,28	25.349,47	66,04			
Subtotal														15.072.141,49	3.226.021,30	17.916,57		
Tubulação																131.906,53		
TOTAL																3.375.844,40		

Tubulação R\$/m= 19,85
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

* Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 973, de 27/04/2010, com aplicação a partir de julho/2010 com ICMS de 27%.

ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: PVC

DN= 150		L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/ano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
Ano	Vazão (L/s)			Consumo								Demanda	Total			
	Medida	Máx.dia	AAT													
2011	15,13	18,16	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.169	215.702,37	82.387,52	10.831,44	93.218,96	84.440,86	3.789,33	
2012	15,38	18,45	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.254	219.249,42	83.742,32	10.831,44	94.573,76	84.440,86	3.383,33	
2013	15,63	18,75	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.340	222.838,20	85.113,05	10.831,44	95.944,49	84.440,86	3.020,83	
2014	15,88	19,06	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.427	226.468,71	86.499,72	10.831,44	97.331,16	84.440,86	2.697,17	
2015	16,15	19,37	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.516	230.182,68	87.918,27	10.831,44	98.749,71	84.440,86	2.408,19	
2016	16,41	19,69	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.607	233.980,11	89.368,70	10.831,44	100.200,14	84.440,86	2.150,17	
2017	16,68	20,02	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.699	237.819,27	90.835,07	10.831,44	101.666,51	84.440,86	1.919,79	
2018	16,95	20,34	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.793	241.741,89	92.333,31	10.831,44	103.164,75	84.440,86	1.714,10	
2019	17,23	20,68	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.888	245.706,24	93.847,50	10.831,44	104.678,94	84.440,86	1.530,45	
2020	17,52	21,02	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	5.985	249.754,05	95.393,56	10.831,44	106.225,00	84.440,86	1.366,47	
2021	17,80	21,37	21,37	1,11	51,66	75,00	126,66	41,73	6.083	253.843,59	96.955,56	10.831,44	107.787,00	84.440,86	1.220,06	
2022	18,10	21,72	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.248	295.409,92	112.831,82	14.610,63	127.442,45	36.636,66	1.089,34	
2023	18,40	22,08	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.334	300.250,86	114.680,82	14.610,63	129.291,45	33.185,89	972,63	
2024	18,70	22,44	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.422	305.204,38	116.572,81	14.610,63	131.183,44	30.063,86	868,42	
2025	19,01	22,81	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.512	310.270,48	118.507,81	14.610,63	133.118,44	27.238,67	775,37	
2026	19,32	23,19	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.603	315.392,87	120.464,31	14.610,63	135.074,94	24.677,69	692,30	
2027	19,64	23,57	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.696	320.627,84	122.463,80	14.610,63	137.074,43	22.359,81	618,12	
2028	19,97	23,96	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.790	325.919,10	124.484,80	14.610,63	139.095,43	20.258,46	551,89	
2029	20,30	24,36	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.886	331.322,94	126.548,80	14.610,63	141.159,43	18.356,31	492,76	
2030	20,64	24,77	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	5.984	336.839,36	128.655,79	14.610,63	143.266,42	16.634,20	439,97	
2031	20,98	25,18	25,18	1,31	69,99	75,00	144,99	56,29	6.083	342.412,07	130.784,29	14.610,63	145.394,92	15.072,62	392,83	
2032	21,33	25,60	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.241	408.378,72	155.980,25	20.224,92	176.205,17	16.309,48	350,74	
2033	21,68	26,02	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.328	415.157,76	158.569,51	20.224,92	178.794,43	14.776,02	313,16	
2034	22,05	26,45	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.417	422.092,64	161.218,28	20.224,92	181.443,20	13.388,32	279,61	
2035	22,41	26,90	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.507	429.105,44	163.896,82	20.224,92	184.121,74	12.130,33	249,65	
2036	22,79	27,34	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.599	436.274,08	166.634,88	20.224,92	186.859,80	10.991,71	222,90	
2037	23,17	27,80	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.692	443.520,64	169.402,71	20.224,92	189.627,63	9.959,40	199,02	
2038	23,55	28,27	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.788	451.000,96	172.259,82	20.224,92	192.484,74	9.026,30	177,70	
2039	23,95	28,74	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.884	458.481,28	175.116,92	20.224,92	195.341,84	8.178,82	158,66	
2040	24,35	29,22	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	5.983	466.195,36	178.063,32	20.224,92	198.288,24	7.412,66	141,66	
2041	24,76	29,71	29,71	1,55	95,08	75,00	170,08	77,92	6.083	473.987,36	181.039,47	20.224,92	201.264,39	6.717,79	126,48	
Subtotal													4.350.072,95	1.009.875,37	34.313,09	
Tubulação															252.622,04	
TOTAL															1.296.810,49	

**ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: PVC**

Ano	DN= 200			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/lano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor	Manutenção
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total								Presente R\$	V. Presente R\$			
	Média	Máx.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,169	151.761,84	57.965,43	7.620,68	65.586,11	65.586,11	6.367,62			
2012	15,38	18,45	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,254	154.257,44	58.918,63	7.620,68	66.539,31	59.410,10	5.685,37			
2013	15,63	18,75	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,340	156.782,40	59.883,04	7.620,68	67.503,72	53.813,55	5.076,23			
2014	15,88	19,06	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,427	159.336,72	60.858,66	7.620,68	68.479,34	48.742,24	4.532,35			
2015	16,15	19,37	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,516	161.949,76	61.856,71	7.620,68	69.477,39	44.154,14	4.046,74			
2016	16,41	19,69	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,607	164.621,52	62.877,19	7.620,68	70.497,87	40.002,38	3.613,16			
2017	16,68	20,02	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,699	167.322,64	63.908,88	7.620,68	71.529,56	36.239,10	3.226,03			
2018	16,95	20,34	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,793	170.082,48	64.963,00	7.620,68	72.583,68	32.833,17	2.880,39			
2019	17,23	20,68	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,888	172.871,68	66.028,34	7.620,68	73.649,02	29.745,60	2.571,77			
2020	17,52	21,02	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	5,985	175.719,60	67.116,10	7.620,68	74.736,78	26.950,83	2.296,23			
2021	17,80	21,37	21,37	0,65	14,10	75,00	89,10	29,36	6,083	178.596,88	68.215,08	7.620,68	75.835,76	24.417,09	2.050,20			
2022	18,10	21,72	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,248	191.709,44	73.223,42	9.481,73	82.705,15	23.775,75	1.830,54			
2023	18,40	22,08	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,334	194.851,02	74.423,35	9.481,73	83.905,08	21.536,34	1.634,41			
2024	18,70	22,44	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,422	198.065,66	75.651,18	9.481,73	85.132,91	19.510,27	1.459,29			
2025	19,01	22,81	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,512	201.353,36	76.906,92	9.481,73	86.388,65	17.676,83	1.302,94			
2026	19,32	23,19	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,603	204.677,59	78.176,61	9.481,73	87.658,34	16.014,85	1.163,34			
2027	19,64	23,57	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,696	208.074,88	79.474,20	9.481,73	88.955,93	14.510,64	1.038,70			
2028	19,97	23,96	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,790	211.508,70	80.785,75	9.481,73	90.267,48	13.146,95	927,41			
2029	20,30	24,36	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,886	215.015,58	82.125,20	9.481,73	91.606,93	11.912,53	828,04			
2030	20,64	24,77	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	5,984	218.595,52	83.492,56	9.481,73	92.974,29	10.794,95	739,32			
2031	20,98	25,18	25,18	0,77	19,10	75,00	94,10	36,53	6,083	222.211,99	84.873,87	9.481,73	94.355,60	9.781,54	660,11			
2032	21,33	25,60	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,241	242.396,25	92.583,25	12.004,65	104.587,90	9.680,62	589,38			
2033	21,68	26,02	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,328	246.420,00	94.120,12	12.004,65	106.124,77	8.770,42	526,24			
2034	22,05	26,45	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,417	250.536,25	95.692,32	12.004,65	107.696,97	7.946,74	469,85			
2035	22,41	26,90	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,507	254.698,75	97.282,19	12.004,65	109.286,84	7.200,05	419,51			
2036	22,79	27,34	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,599	258.953,75	98.907,38	12.004,65	110.912,03	6.524,21	374,56			
2037	23,17	27,80	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,692	263.255,00	100.550,25	12.004,65	112.554,90	5.911,47	334,43			
2038	23,55	28,27	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,788	267.695,00	102.246,11	12.004,65	114.250,76	5.357,63	298,60			
2039	23,95	28,74	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,884	272.135,00	103.941,96	12.004,65	115.946,61	4.854,60	266,61			
2040	24,35	29,22	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	5,983	276.713,75	105.690,82	12.004,65	117.695,47	4.399,84	238,04			
2041	24,76	29,71	29,71	0,91	25,94	75,00	100,94	46,25	6,083	281.338,75	107.457,34	12.004,65	119.461,99	3.987,39	212,54			
Subtotal														2.778.887,14	685.187,93	57.659,96		
Tubulação																424.507,89		
TOTAL																1.167.355,78		

Tubulação R\$/m= 63,88
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: PVC

Ano	DN= 250			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/lano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Média	Max.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,169	136.358,22	52.082,02	6.847,19	58.929,21	58.929,21	9.548,69			
2012	15,38	18,45	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,254	138.600,52	52.938,47	6.847,19	59.785,66	53.380,05	8.525,61			
2013	15,63	18,75	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,340	140.869,20	53.804,99	6.847,19	60.652,18	48.351,55	7.612,15			
2014	15,88	19,06	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,427	143.164,26	54.681,59	6.847,19	61.528,78	43.794,97	6.796,57			
2015	16,15	19,37	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,516	145.512,08	55.578,34	6.847,19	62.425,53	39.672,55	6.068,36			
2016	16,41	19,69	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,607	147.912,66	56.495,24	6.847,19	63.342,43	35.942,20	5.418,18			
2017	16,68	20,02	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,699	150.339,62	57.422,22	6.847,19	64.269,41	32.560,88	4.837,66			
2018	16,95	20,34	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,793	152.819,34	58.369,35	6.847,19	65.216,54	29.500,65	4.319,34			
2019	17,23	20,68	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,888	155.325,44	59.326,55	6.847,19	66.173,74	26.726,46	3.856,55			
2020	17,52	21,02	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	5,985	157.884,30	60.303,91	6.847,19	67.151,10	24.215,36	3.443,35			
2021	17,80	21,37	21,37	0,43	5,06	75,00	80,06	26,38	6,083	160.469,54	61.291,34	6.847,19	68.138,53	21.938,78	3.074,42			
2022	18,10	21,72	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,248	166.781,44	63.702,17	8.248,82	71.950,99	20.684,19	2.745,02			
2023	18,40	22,08	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,334	169.514,52	64.746,07	8.248,82	72.994,89	18.735,97	2.450,91			
2024	18,70	22,44	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,422	172.311,16	65.814,25	8.248,82	74.063,07	16.973,34	2.188,31			
2025	19,01	22,81	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,512	175.171,36	66.906,70	8.248,82	75.155,52	15.378,31	1.953,85			
2026	19,32	23,19	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,603	178.063,34	68.011,29	8.248,82	76.260,11	13.932,44	1.744,51			
2027	19,64	23,57	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,696	181.018,88	69.140,16	8.248,82	77.388,98	12.623,82	1.557,60			
2028	19,97	23,96	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,790	184.006,20	70.281,17	8.248,82	78.529,99	11.437,45	1.390,71			
2029	20,30	24,36	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,886	187.057,08	71.446,45	8.248,82	79.695,27	10.363,54	1.241,71			
2030	20,64	24,77	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	5,984	190.171,52	72.636,01	8.248,82	80.884,83	9.391,28	1.108,67			
2031	20,98	25,18	25,18	0,50	6,86	75,00	81,86	31,78	6,083	193.317,74	73.837,71	8.248,82	82.086,53	8.509,65	989,88			
2032	21,33	25,60	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,241	202.459,83	77.329,53	10.026,80	87.356,33	8.085,67	883,82			
2033	21,68	26,02	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,328	205.820,64	78.613,19	10.026,80	88.639,99	7.325,43	789,13			
2034	22,05	26,45	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,417	209.258,71	79.926,36	10.026,80	89.953,16	6.637,46	704,58			
2035	22,41	26,90	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,507	212.735,41	81.254,29	10.026,80	91.281,09	6.013,79	629,09			
2036	22,79	27,34	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,599	216.289,37	82.611,72	10.026,80	92.638,52	5.449,30	561,69			
2037	23,17	27,80	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,692	219.881,96	83.983,91	10.026,80	94.010,71	4.937,52	501,50			
2038	23,55	28,27	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,788	223.590,44	85.400,37	10.026,80	95.427,17	4.474,92	447,77			
2039	23,95	28,74	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,884	227.298,92	86.816,82	10.026,80	96.843,62	4.054,77	399,80			
2040	24,35	29,22	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	5,983	231.123,29	88.277,54	10.026,80	98.304,34	3.674,94	356,96			
2041	24,76	29,71	29,71	0,60	9,32	75,00	84,32	38,63	6,083	234.986,29	89.753,01	10.026,80	99.779,81	3.330,44	318,72			
Subtotal																		
Tubulação																		
TOTAL																		

4.2 - ANEXO 2B - TUBO EM FERRO FUNDIDO

DADOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

ADUTORA	ALTERNATIVA	CARACTERÍSTICA PRINCIPAL
Palmeira	Única	Captação na Barragem Germinial, ETA, Adutora pressurizada e RA

ADUTORA	AAT (ETA/EAT - Palmeira)

1- PARÂMETROS DE PROJETO

Coefficiente de máxima variação diária K1	1,2
Coefficiente de máxima variação horária K2	1,5
Per capita líquida (L/dia.hab.)	112,5
Índice de atendimento (%)	100
Tempo de operação máxima (horas)	20

2- DADOS POPULACIONAIS E DE VAZÃO

Etapas	Ano	Pop. (hab.)	Vazão Total (L/s)	Vazão AAT (L/s)
População Inicial	2011	7.840	18,16	-
População 1ª Etapa	2021	9.268	21,37	21,37
População 2ª Etapa	2031	10.973	25,18	25,18
População 3ª Etapa	2041	13.011	29,71	29,71

3- PRÉ-DIMENSIONAMENTO

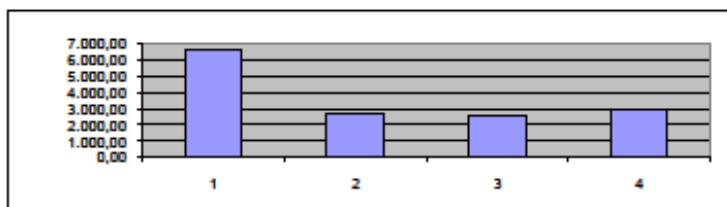
DADOS GERAIS DA ADUTORA	
Extensão (m)	6.645,50
Material	FERRO FUNDIDO
Classe de pressão	K7
Vazão (L/s) 3ª etapa	29,71
Desnível geométrico (m)	75,00
Perda de carga	Metodologia (fórmula) Fator de atrito - C
	HAZEM WILLIAMS
	110
Diâmetro (mm) (Fórmula de Bresse - K=1,20)	207

CUSTO/DIAMETRO						
DN1	100	DI (mm)	105,0	R\$/m	163,43	Total (R\$) 1.086.074,07
DN2	150	DI (mm)	156,6	R\$/m	198,49	Total (R\$) 1.319.071,94
DN3	200	DI (mm)	208,2	R\$/m	252,27	Total (R\$) 1.676.480,22
DN4	250	DI (mm)	260,0	R\$/m	316,97	Total (R\$) 2.106.404,20

COEFICIENTES E TARIFAS	
Rendimento do conjunto motobomba (%)	70
Taxa de juros anual (%)	12,00
Tarifas (R\$)	Consumo (kwh) 0,38195 Demanda (kw) 21.630

4- CUSTO FINAL (VP)

DN (mm)
100
150
200
250



Valor (R\$)
6.655.121,83
2.755.026,33
2.640.654,11
3.014.499,27

**ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: FERRO FUNDIDO**

Ano	DN= 100			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/lano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Media	Max.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,169	1.084.662,96	414.287,02	54.466,07	468.753,09	468.753,09	16.291,11			
2012	15,38	18,45	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,254	1.102.499,36	421.099,63	54.466,07	475.565,70	424.612,23	14.545,63			
2013	15,63	18,75	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,340	1.120.545,60	427.992,39	54.466,07	482.458,46	384.612,93	12.987,17			
2014	15,88	19,06	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,427	1.138.801,68	434.965,30	54.466,07	489.431,37	348.367,58	11.595,69			
2015	16,15	19,37	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,516	1.157.477,44	442.098,51	54.466,07	496.564,58	315.575,77	10.353,30			
2016	16,41	19,69	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,607	1.176.572,88	449.392,01	54.466,07	503.858,08	285.902,61	9.244,01			
2017	16,68	20,02	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,699	1.195.878,16	456.765,66	54.466,07	511.231,73	259.005,90	8.253,58			
2018	16,95	20,34	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,793	1.215.603,12	464.299,61	54.466,07	518.765,68	234.663,25	7.369,27			
2019	17,23	20,68	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,888	1.235.537,92	471.913,71	54.466,07	526.379,78	212.595,96	6.579,71			
2020	17,52	21,02	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	5,985	1.255.892,40	479.688,10	54.466,07	534.154,17	192.621,35	5.874,74			
2021	17,80	21,37	21,37	2,47	561,91	75,00	636,91	209,84	6,083	1.276.456,72	487.542,64	54.466,07	542.008,71	174.512,30	5.245,30			
2022	18,10	21,72	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,248	1.703.920,64	650.812,49	84.273,94	735.086,43	211.319,78	4.683,31			
2023	18,40	22,08	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,334	1.731.843,12	661.477,48	84.273,94	745.751,42	191.415,82	4.181,52			
2024	18,70	22,44	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,422	1.760.414,96	672.390,49	84.273,94	756.664,43	173.407,96	3.733,50			
2025	19,01	22,81	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,512	1.789.636,16	683.551,53	84.273,94	767.825,47	157.112,30	3.333,48			
2026	19,32	23,19	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,603	1.819.182,04	694.836,58	84.273,94	779.110,52	142.340,58	2.976,33			
2027	19,64	23,57	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,696	1.849.377,28	706.369,65	84.273,94	790.643,59	128.971,10	2.657,43			
2028	19,97	23,96	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,790	1.879.897,20	718.026,74	84.273,94	802.300,68	116.850,55	2.372,71			
2029	20,30	24,36	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,886	1.911.066,48	729.931,84	84.273,94	814.205,78	105.876,99	2.118,49			
2030	20,64	24,77	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	5,984	1.942.885,12	742.084,97	84.273,94	826.358,91	95.945,87	1.891,51			
2031	20,98	25,18	25,18	2,91	761,27	75,00	836,27	324,68	6,083	1.975.028,44	754.362,11	84.273,94	838.636,05	86.938,69	1.688,85			
2032	21,33	25,60	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,241	2.663.214,15	1.017.214,64	131.895,41	1.149.110,05	106.361,18	1.507,90			
2033	21,68	26,02	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,328	2.707.423,20	1.034.100,29	131.895,41	1.165.995,70	96.360,81	1.346,34			
2034	22,05	26,45	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,417	2.752.648,55	1.051.374,11	131.895,41	1.183.269,52	87.311,04	1.202,09			
2035	22,41	26,90	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,507	2.798.382,05	1.068.842,02	131.895,41	1.200.737,43	79.107,11	1.073,29			
2036	22,79	27,34	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,599	2.845.131,85	1.086.698,11	131.895,41	1.218.593,52	71.681,70	958,30			
2037	23,17	27,80	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,692	2.892.389,80	1.104.748,28	131.895,41	1.236.643,69	64.949,53	855,62			
2038	23,55	28,27	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,788	2.941.172,20	1.123.380,72	131.895,41	1.255.276,13	58.864,39	763,95			
2039	23,95	28,74	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,884	2.989.954,60	1.142.013,16	131.895,41	1.273.908,57	53.337,62	682,10			
2040	24,35	29,22	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	5,983	3.040.261,45	1.161.227,86	131.895,41	1.293.123,27	48.341,18	609,02			
2041	24,76	29,71	29,71	3,43	1034,12	75,00	1109,12	508,15	6,083	3.091.076,45	1.180.636,65	131.895,41	1.312.532,06	43.809,60	543,76			
Subtotal																25.694.944,57	5.421.528,76	147.519,01
Tubulação																		1.086.074,07
TOTAL																		6.655.121,83

Tubulação R\$/m= 163,43
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

* Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 973, de 27/04/2010, com aplicação a partir de julho/2010 com ICMS de 27%.

ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: FERRO FUNDIDO

Ano	DN= 150			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/ano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Media	Max.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,169	264.342,66	100.965,68	13.273,90	114.239,58	19.786,08				
2012	15,38	18,45	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,254	268.689,56	102.625,98	13.273,90	115.899,88	17.666,14				
2013	15,63	18,75	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,340	273.087,60	104.305,81	13.273,90	117.579,71	15.773,34				
2014	15,88	19,06	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,427	277.536,78	106.005,17	13.273,90	119.279,07	14.083,34				
2015	16,15	19,37	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,516	282.088,24	107.743,60	13.273,90	121.017,50	12.574,41				
2016	16,41	19,69	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,607	286.741,98	109.521,10	13.273,90	122.795,00	11.227,15				
2017	16,68	20,02	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,699	291.446,86	111.318,13	13.273,90	124.592,03	10.024,24				
2018	16,95	20,34	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,793	296.254,02	113.154,22	13.273,90	126.428,12	8.950,22				
2019	17,23	20,68	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,888	301.112,32	115.009,85	13.273,90	128.283,75	7.991,27				
2020	17,52	21,02	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	5,985	306.072,90	116.904,54	13.273,90	130.178,44	7.135,06				
2021	17,80	21,37	21,37	1,11	80,21	75,00	155,21	51,14	6,083	311.084,62	118.818,77	13.273,90	132.092,67	6.370,59				
2022	18,10	21,72	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,248	374.234,88	142.939,01	18.509,22	161.448,23	5.688,02				
2023	18,40	22,08	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,334	380.367,54	145.281,38	18.509,22	163.790,60	5.078,59				
2024	18,70	22,44	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,422	386.642,82	147.678,23	18.509,22	166.187,45	4.534,46				
2025	19,01	22,81	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,512	393.060,72	150.129,54	18.509,22	168.638,76	4.048,62				
2026	19,32	23,19	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,603	399.549,93	152.608,10	18.509,22	171.117,32	3.614,84				
2027	19,64	23,57	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,696	406.181,76	155.141,12	18.509,22	173.650,34	3.227,54				
2028	19,97	23,96	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,790	412.884,90	157.701,39	18.509,22	176.210,61	2.881,73				
2029	20,30	24,36	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,886	419.730,66	160.316,13	18.509,22	178.825,35	2.572,97				
2030	20,64	24,77	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	5,984	426.719,04	162.985,34	18.509,22	181.494,56	2.297,30				
2031	20,98	25,18	25,18	1,31	108,67	75,00	183,67	71,31	6,083	433.778,73	165.681,79	18.509,22	184.191,01	2.051,16				
2032	21,33	25,60	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,241	534.529,59	204.163,58	26.472,52	230.636,10	1.831,39				
2033	21,68	26,02	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,328	543.402,72	207.552,67	26.472,52	234.025,19	1.635,17				
2034	22,05	26,45	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,417	552.479,83	211.019,67	26.472,52	237.492,19	1.459,97				
2035	22,41	26,90	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,507	561.658,93	214.525,63	26.472,52	240.998,15	1.303,55				
2036	22,79	27,34	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,599	571.042,01	218.109,50	26.472,52	244.582,02	1.163,88				
2037	23,17	27,80	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,692	580.527,08	221.732,32	26.472,52	248.204,84	1.039,18				
2038	23,55	28,27	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,788	590.318,12	225.472,01	26.472,52	251.944,53	927,84				
2039	23,95	28,74	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,884	600.109,16	229.211,69	26.472,52	255.684,21	828,43				
2040	24,35	29,22	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	5,983	610.206,17	233.068,25	26.472,52	259.540,77	739,67				
2041	24,76	29,71	29,71	1,54	147,61	75,00	222,61	101,99	6,083	620.405,17	236.963,75	26.472,52	263.436,27	660,42				
Subtotal													5.544.484,25	1.256.787,80	179.166,59			
Tubulação															1.319.071,94			
TOTAL															2.755.026,33			

Tubulação R\$/m= 198,49
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

* Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 973, de 27/04/2010, com aplicação a partir de julho/2010 com ICMS de 27%.

ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: FERRO FUNDIDO

Ano	DN= 200			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/ano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Média	Max.dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,169	161.841,39	61.815,32	8.126,82	69.942,14	69.942,14	25.147,20			
2012	15,38	18,45	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,254	164.502,74	62.831,82	8.126,82	70.958,64	63.355,93	22.452,86			
2013	15,63	18,75	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,340	167.195,40	63.860,28	8.126,82	71.987,10	57.387,68	20.047,20			
2014	15,88	19,06	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,427	169.919,37	64.900,70	8.126,82	73.027,52	51.979,55	17.899,28			
2015	16,15	19,37	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,516	172.705,96	65.965,04	8.126,82	74.091,86	47.086,72	15.981,50			
2016	16,41	19,69	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,607	175.555,17	67.053,30	8.126,82	75.180,12	42.659,22	14.269,20			
2017	16,68	20,02	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,699	178.435,69	68.153,51	8.126,82	76.280,33	38.645,99	12.740,36			
2018	16,95	20,34	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,793	181.378,83	69.277,64	8.126,82	77.404,46	35.013,85	11.375,32			
2019	17,23	20,68	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,888	184.353,28	70.413,74	8.126,82	78.540,56	31.721,21	10.156,53			
2020	17,52	21,02	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	5,985	187.390,35	71.573,74	8.126,82	79.700,56	28.740,82	9.068,33			
2021	17,80	21,37	21,37	0,63	20,04	75,00	95,04	31,31	6,083	190.458,73	72.745,71	8.126,82	80.872,53	26.038,79	8.096,73			
2022	18,10	21,72	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,248	208.135,68	79.497,42	10.294,15	89.791,57	25.812,93	7.229,22			
2023	18,40	22,08	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,334	211.546,44	80.800,16	10.294,15	91.094,31	23.381,64	6.454,66			
2024	18,70	22,44	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,422	215.036,52	82.133,20	10.294,15	92.427,35	21.181,96	5.763,09			
2025	19,01	22,81	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,512	218.605,92	83.496,53	10.294,15	93.790,68	19.191,43	5.145,62			
2026	19,32	23,19	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,603	222.214,98	84.875,01	10.294,15	95.169,16	17.387,05	4.594,30			
2027	19,64	23,57	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,696	225.903,36	86.283,79	10.294,15	96.577,94	15.753,95	4.102,05			
2028	19,97	23,96	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,790	229.631,40	87.707,71	10.294,15	98.001,86	14.273,42	3.662,55			
2029	20,30	24,36	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,886	233.438,76	89.161,93	10.294,15	99.456,08	12.933,23	3.270,13			
2030	20,64	24,77	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	5,984	237.325,44	90.646,45	10.294,15	100.940,60	11.719,89	2.919,76			
2031	20,98	25,18	25,18	0,74	27,15	75,00	102,15	39,66	6,083	241.251,78	92.146,12	10.294,15	102.440,27	10.619,65	2.606,93			
2032	21,33	25,60	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,241	268.653,66	102.612,27	13.305,05	115.917,32	10.729,26	2.327,62			
2033	21,68	26,02	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,328	273.113,28	104.315,62	13.305,05	117.620,67	9.720,47	2.078,23			
2034	22,05	26,45	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,417	277.675,42	106.058,13	13.305,05	119.363,18	8.807,57	1.855,56			
2035	22,41	26,90	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,507	282.288,82	107.820,21	13.305,05	121.125,26	7.979,99	1.656,75			
2036	22,79	27,34	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,599	287.004,74	109.621,46	13.305,05	122.926,51	7.230,94	1.479,24			
2037	23,17	27,80	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,692	291.771,92	111.442,28	13.305,05	124.747,33	6.551,83	1.320,75			
2038	23,55	28,27	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,788	296.692,88	113.321,85	13.305,05	126.626,90	5.937,99	1.179,24			
2039	23,95	28,74	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,884	301.613,84	115.201,41	13.305,05	128.506,46	5.380,47	1.052,89			
2040	24,35	29,22	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	5,983	306.688,58	117.139,70	13.305,05	130.444,75	4.876,45	940,08			
2041	24,76	29,71	29,71	0,87	36,88	75,00	111,88	51,26	6,083	311.814,58	119.097,58	13.305,05	132.402,63	4.419,32	839,36			
Subtotal														3.027.356,65	736.461,33	227.712,55		
Tubulação																1.676.480,22		
TOTAL																2.640.654,11		

Tubulação R\$/m= 252,27
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

* Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 973, de 27/04/2010, com aplicação a partir de julho/2010 com ICMS de 27%.

ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO: ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - AAT
MATERIAL: FERRO FUNDIDO

Ano	DN= 250			L (m) = 6.645,5			Vel. (m/s)	Perda de carga (m)	Desn. (m)	Htotal (m.c.a)	Pot. (kW)	Func. (h/lano)	Energia (kWh)	Custo - Valor Corrente (R\$)			Valor Presente R\$	Manutenção V. Presente R\$
	Vazão (L/s)			Consumo	Demanda	Total												
	Media	Max. dia	AAT															
2011	15,13	18,16	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,169	139.304,55	53.207,37	6.995,14	60.202,51	60.202,51	31.596,06			
2012	15,38	18,45	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,254	141.595,30	54.082,32	6.995,14	61.077,46	54.533,45	28.210,77			
2013	15,63	18,75	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,340	143.913,00	54.967,57	6.995,14	61.962,71	49.396,29	25.188,19			
2014	15,88	19,06	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,427	146.257,65	55.863,11	6.995,14	62.858,25	44.741,26	22.489,45			
2015	16,15	19,37	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,516	148.656,20	56.779,24	6.995,14	63.774,38	40.529,77	20.079,87			
2016	16,41	19,69	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,607	151.108,65	57.715,95	6.995,14	64.711,09	36.718,81	17.928,45			
2017	16,68	20,02	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,699	153.588,05	58.662,96	6.995,14	65.658,10	33.264,44	16.007,55			
2018	16,95	20,34	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,793	156.121,35	59.630,55	6.995,14	66.625,69	30.138,08	14.292,45			
2019	17,23	20,68	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,888	158.681,60	60.608,44	6.995,14	67.603,58	27.303,95	12.761,12			
2020	17,52	21,02	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	5,985	161.295,75	61.606,91	6.995,14	68.602,05	24.738,59	11.393,86			
2021	17,80	21,37	21,37	0,40	6,79	75,00	81,79	26,95	6,083	163.936,85	62.615,68	6.995,14	69.610,82	22.412,82	10.173,09			
2022	18,10	21,72	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,248	171.557,12	65.526,24	8.485,02	74.011,26	21.276,47	9.083,11			
2023	18,40	22,08	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,334	174.368,46	66.600,03	8.485,02	75.085,05	19.272,46	8.109,92			
2024	18,70	22,44	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,422	177.245,18	67.698,80	8.485,02	76.183,82	17.459,37	7.241,00			
2025	19,01	22,81	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,512	180.187,28	68.822,53	8.485,02	77.307,55	15.818,66	6.465,18			
2026	19,32	23,19	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,603	183.162,07	69.958,75	8.485,02	78.443,77	14.331,38	5.772,48			
2027	19,64	23,57	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,696	186.202,24	71.119,95	8.485,02	79.604,97	12.985,29	5.154,00			
2028	19,97	23,96	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,790	189.275,10	72.293,62	8.485,02	80.778,64	11.764,95	4.601,79			
2029	20,30	24,36	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,886	192.413,34	73.492,28	8.485,02	81.977,30	10.660,29	4.108,74			
2030	20,64	24,77	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	5,984	195.616,96	74.715,90	8.485,02	83.200,92	9.660,19	3.688,52			
2031	20,98	25,18	25,18	0,47	9,20	75,00	84,20	32,69	6,083	198.853,27	75.952,01	8.485,02	84.437,03	8.753,31	3.275,46			
2032	21,33	25,60	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,241	210.111,69	80.252,16	10.405,76	90.657,92	8.391,26	2.924,52			
2033	21,68	26,02	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,328	213.599,52	81.584,34	10.405,76	91.990,10	7.602,29	2.611,18			
2034	22,05	26,45	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,417	217.167,53	82.947,14	10.405,76	93.352,90	6.888,32	2.331,41			
2035	22,41	26,90	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,507	220.775,63	84.325,25	10.405,76	94.731,01	6.241,08	2.081,62			
2036	22,79	27,34	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,599	224.463,91	85.733,99	10.405,76	96.139,75	5.655,26	1.858,58			
2037	23,17	27,80	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,692	228.192,28	87.158,04	10.405,76	97.563,80	5.124,13	1.659,45			
2038	23,55	28,27	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,788	232.040,92	88.628,03	10.405,76	99.033,79	4.644,05	1.481,65			
2039	23,95	28,74	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,884	235.899,56	90.098,02	10.405,76	100.503,78	4.208,02	1.322,90			
2040	24,35	29,22	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	5,983	239.858,47	91.613,94	10.405,76	102.019,70	3.813,83	1.181,16			
2041	24,76	29,71	29,71	0,56	12,50	75,00	87,50	40,09	6,083	243.867,47	93.145,18	10.405,76	103.550,94	3.456,32	1.054,61			
Subtotal														2.473.260,64	621.986,90	286.108,16		
Tubulação																2.106.404,20		
TOTAL																3.014.499,27		

Tubulação R\$/m= 316,97
 Valor do kWh (R\$)*= 0,38195
 Valor do kW (R\$)*= 21,63
 Taxa de Juros anual (%)= 12,00

* Tarifas fixadas pela resolução ANEEL Nº 973, de 27/04/2010, com aplicação a partir de julho/2010 com ICMS de 27%.

5 - ANEXO 3 – CURVAS DAS BOMBAS

ANEXO 3A EEAB

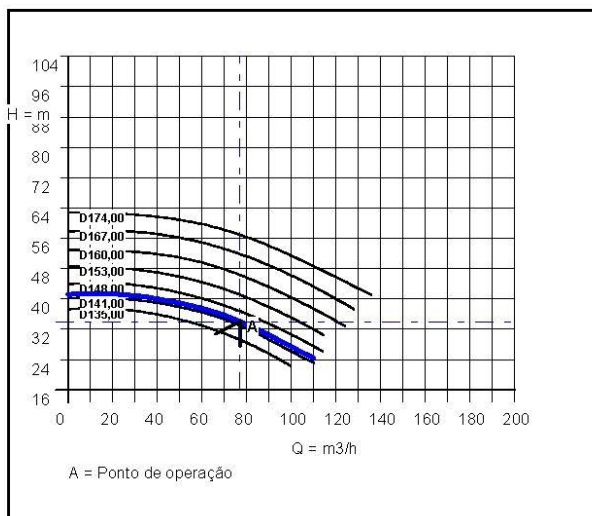


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 2	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MEGABLOC 50-160

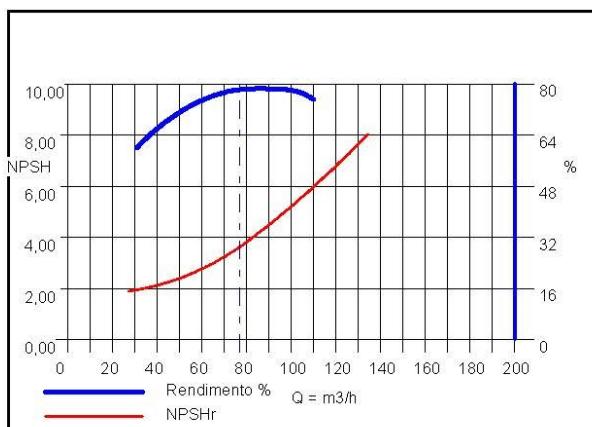
Dados Operacionais:

Vazão	: 77,00	m ³ /h
Amt	: 34,00	m
NPSH (Requerido)	: 3,60	m
Rendimento	: 78,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 143,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	12,40	CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 80mm
Posição	: HORIZONTAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 50mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação(v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Estrutural
Luva Elástica	:
Motor	: WEG/W22 PLUS
	: 15 HP / IP55 / 132M / 220/760V / Trifásico
Vedação	: Selo Mecânico



Materiais:

Carcaça	: A48CL30
Rotor	: A48CL30
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: TM23
Anel de Desgaste	: A48CL30

Escopo de Fornecimento:

Accionador, Bomba, Selo mecanico

Preço Unitário R\$3.612,00

As demais condições COMERCIAIS estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

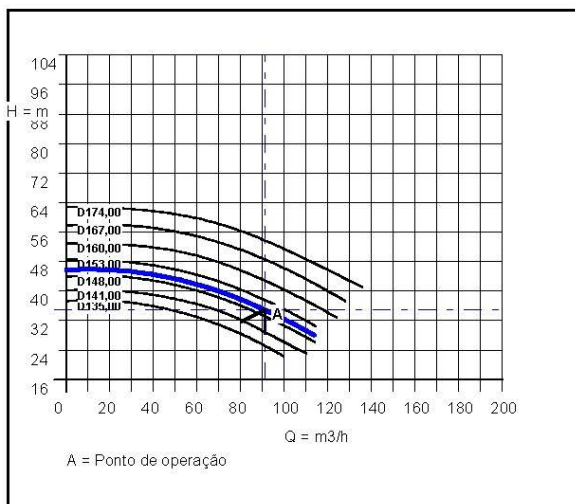


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 4	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MEGABLOC 50-160

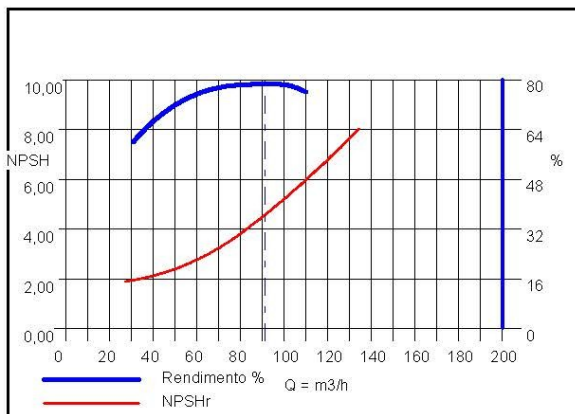
Dados Operacionais:

Vazão : 91,00 m3/h
 Amt : 35,00 m
 NPSH (Requerido) : 4,60 m
 Rendimento : 78,00 %
 Diam. Rotor Projeto : 150,00 mm
 Líquido Bombeado : ÁGUA
 Temperatura : 25 °C
 Densidade : 1,000 Kg/dm3
 Velocidade : 3500 rpm
 Viscosidade : 1,00 cSt
 Potência Consumid: 15,10 CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção : 80mm
 Posição : HORIZONTAL
 Classe Pressão : 125# FF
 Norma : ANSI B16.1
 Diam. Recalque : 50mm
 Posição : VERTICAL
 Classe Pressão : 125# FF
 Norma : ANSI B16.1
 Construção : PÉS
 Mancais : ROLAMENTOS
 Lubrificação : GRAXA
 Rotação(v.l.acion) : HORÁRIO
 Base : Estrutural
 Luva Elástica :
 Motor : WEG/W22 PLUS
 20 HP / IP55 / 160M / 380/660V / Trifásico
 Vedação : Selo Mecânico



Materiais:

Carcaça : A48CL30
 Rotor : A48CL30
 Eixo : SAE1045
 Luva Protetora Eixo : TM23
 Anel de Desgaste : A48CL30

Escopo de Fornecimento:

Accionador, Bomba, Selo mecanico

Preço Unitário R\$4.867,50

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

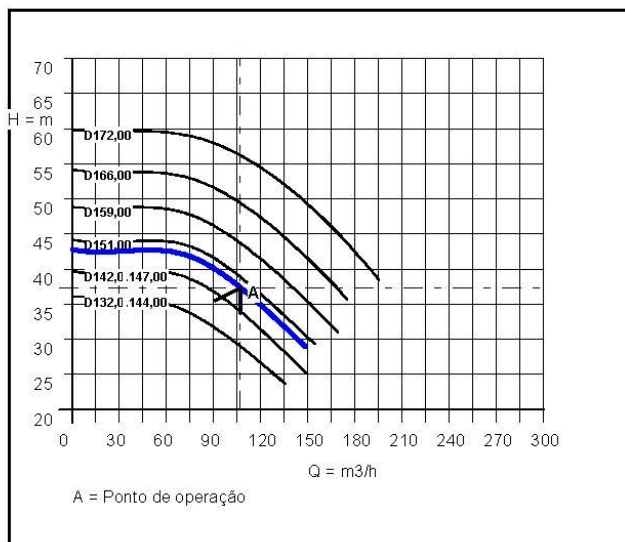


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 6	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MEGABLOC 65-160

Dados Operacionais:

Vazão	: 107,00	m ³ /h
Amt	: 37,00	m
NPSH (Requerido)	: 5,80	m
Rendimento	: 79,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 150, 148,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	18,60	CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 100mm
Posição	: HORIZONTAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 65mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação (v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Estrutural
Luva Elástica	:
Motor	: WEG/W22 PLUS 25 HP / IP55 / 160M / 220/760V / Trifásico
Vedação	: Selo Mecânico

Materiais:

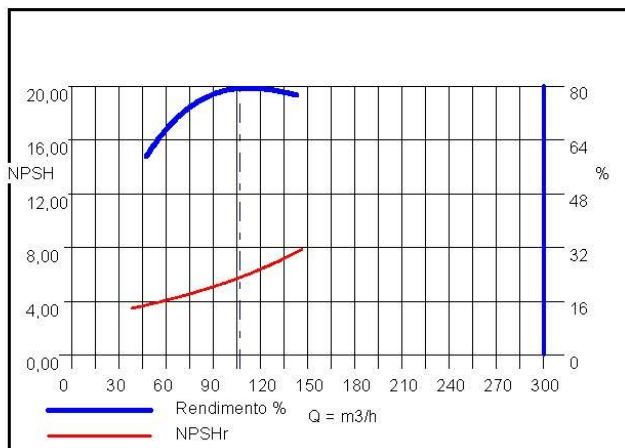
Carcaça	: A48CL30
Rotor	: A48CL30
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: TM23
Anel de Desgaste	: A48CL30

Escopo de Fornecimento:

Acionador, Bomba, Selo mecanico

Preço Unitário R\$5.556,50

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.



ANEXO 3B – EEAT

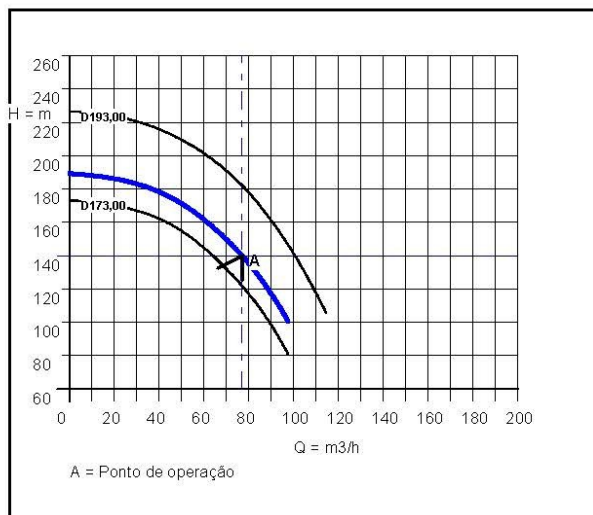


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 7	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MULTITEC (GG/BZ) C 65/3-5.1

Dados Operacionais:

Vazão	: 77,00	m ³ /h
Amt	: 141,00	m
NPSH (Requerido)	: 4,00	m
Rendimento	: 75,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 179,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	53,60	CV

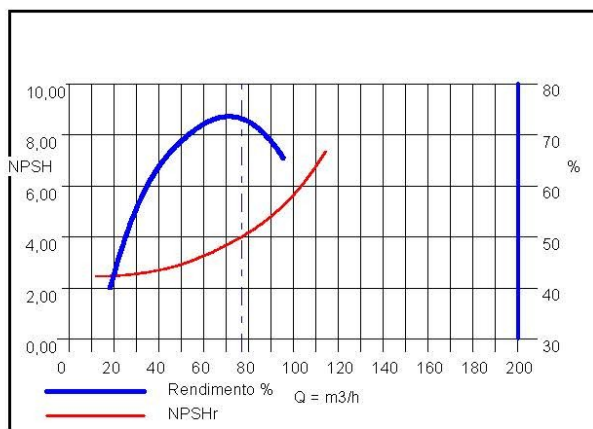


Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 100mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 65mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 250# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação(v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Dobrada
Luva Elástica	: AE128
Motor	: WEG/W22 PLUS
	: 75 HP / IP55 / / 220/760V / Trifásico
Vedação	: Selo Mecânico

Materiais:

Carcaça	: A48CL35
Rotor	: A48CL35
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: A48CL35
Anel de Desgaste	: N.A.



Escopo de Fornecimento:

Acionador, Base, Bomba, Luva elastica, Protetor, Serviço conjugacao

Preço Unitário R\$28.189,00

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

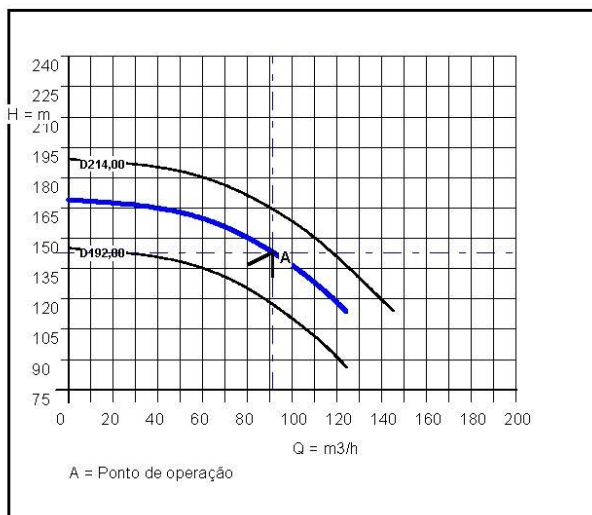


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 8	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MULTITEC (GG/BZ) C 65/2-6.1

Dados Operacionais:

Vazão	: 91,00	m ³ /h
Amt	: 143,00	m
NPSH (Requerido)	: 4,40	m
Rendimento	: 76,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 204,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	63,40	CV

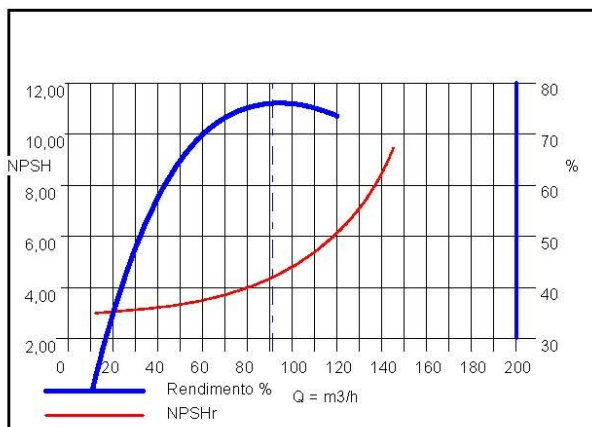


Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 100mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 65mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 250# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação(v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Estrutural
Luva Elástica	: AE128
Motor	: WEG/W22 PLUS
	: 75 HP / IP55 / / 220/380V / Trifásico
Vedação	: Gaxeta

Materiais:

Carcaça	: A48CL35
Rotor	: A48CL35
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: A48CL35
Anel de Desgaste	: N.A.



Escopo de Fornecimento:

Accionador, Base, Bomba, Gaxeta, Luva elastica, Protetor, Servico conjugacao

Preço Unitário R\$26.077,00

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

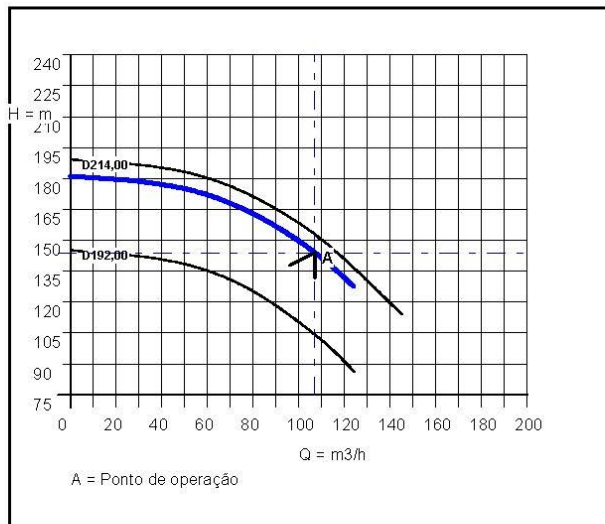


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 9	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MULTITEC (GG/BZ) C 65/2-6.1

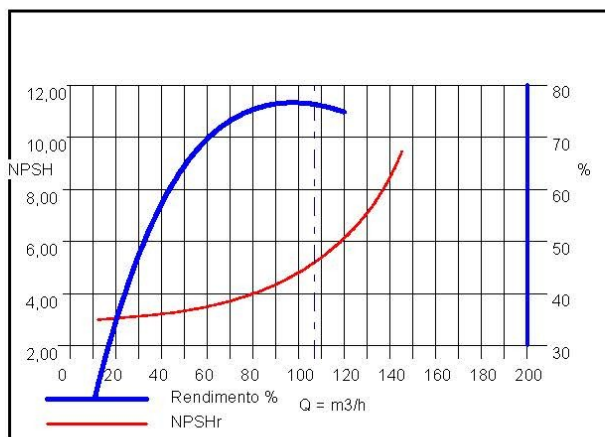
Dados Operacionais:

Vazão	: 107,00	m ³ /h
Amt	: 144,00	m
NPSH (Requerido)	: 5,20	m
Rendimento	: 76,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 210,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	75,10	CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 100mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 65mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 250# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação(v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Estrutural
Luva Elástica	: AE128
Motor	: WEG/W22 PLUS 100 HP / IP55 / / 220/380V / Trifásico
Vedação	: Gaxeta



Materiais:

Carçaça	: A48CL35
Rotor	: A48CL35
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: A48CL35
Anel de Desgaste	: N.A.

Escopo de Fornecimento:

Acionador, Base, Bomba, Gaxeta, Luva elastica, Protetor, Servico conjugacao

Preço Unitário R\$27.673,00

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

ANEXO 3C – EELF

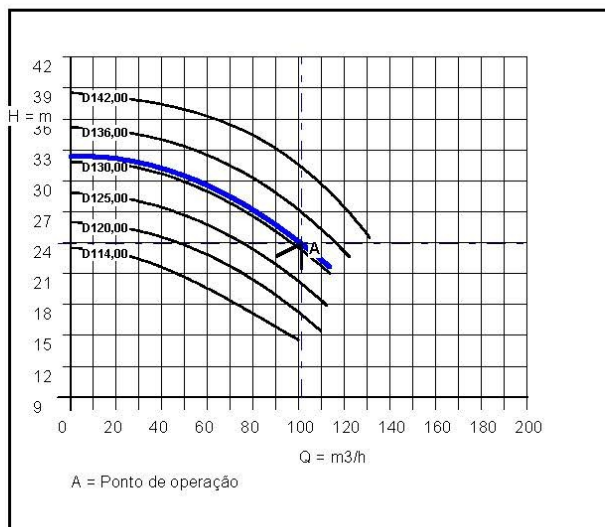


N/Ref.: 110CFF00386-0	S/Ref.: ADUTORA DE PALMACIA	Data: 04/10/11
Item: 11	Quantidade: 2	Tag:

Bomba Modelo: MEGABLOC 50-125

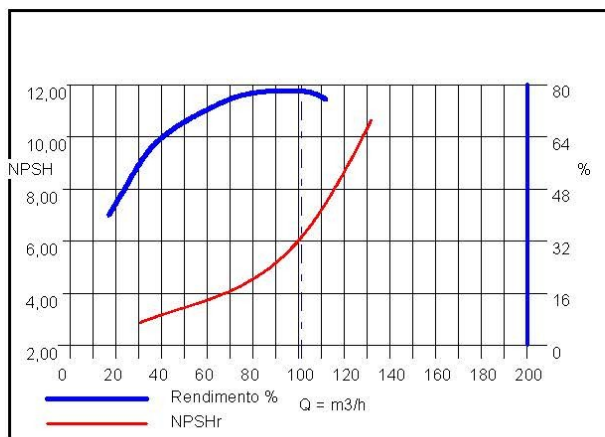
Dados Operacionais:

Vazão	: 101,00	m ³ /h
Amt	: 24,00	m
NPSH (Requerido)	: 6,20	m
Rendimento	: 79,00	%
Diam. Rotor Projeto	: 131,00	mm
Líquido Bombeado	: ÁGUA	
Temperatura	: 25	°C
Densidade	: 1,000	Kgf/dm ³
Velocidade	: 3500	rpm
Viscosidade	: 1,00	cSt
Potência Consumida:	11,40	CV



Dados Construtivos:

Diam. Sucção	: 80mm
Posição	: HORIZONTAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Diam. Recalque	: 50mm
Posição	: VERTICAL
Classe Pressão	: 125# FF
Norma	: ANSI B16.1
Construção	: PÉS
Mancais	: ROLAMENTOS
Lubrificação	: GRAXA
Rotação(v.l.acion)	: HORÁRIO
Base	: Estrutural
Luva Elástica	:
Motor	: WEG/W22 PLUS
	: 15 HP / IP55 / 132M / 220/760V / Trifásico
Vedação	: Selo Mecânico



Materiais:

Carcaça	: A48CL30
Rotor	: A48CL30
Eixo	: SAE1045
Luva Protetora Eixo	: TM23
Anel de Desgaste	: A48CL30

Escopo de Fornecimento:

Acionador, Bomba, Selo mecânico

Preço Unitário R\$3.572,00

As demais condições comerciais estão descritas em nosso complemento comercial anexo.

6 - ANEXO 4 – CÁLCULO DA ESTABILIDADE DO FLUTUANTE

CÁLCULO DA ESTABILIDADE DO FLUTUANTE

1) ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO SISTEMA

O sistema de flutuantes será composto basicamente de:

➤ **Flutuante principal**

- Flutuante com as seguintes dimensões: 4,0 x 4,0 x 0,60 m

➤ **Acessórios:**

- Pórtico manual de 4 m de altura, para 1 ton SWL, para manutenção dos sistemas, fabricado em vigas de aço A-36 tratado, com talha manual de corrente.
- Sistema de Ancoragem – 4 pontos para o bloco principal, e um ponto para cada um dos módulos de apoio da tubulação; cada ponto de ancoragem será composto de um bloco de concreto.

2) Cálculo do peso e centro de gravidade (P e VCG)

Descrição	Peso	vcg' (m)	Pxkg	VCG (m)
➤ 2 bombas, com 200 kg de peso líquido cada, com respectivas bases de apoio	400	1,0	400	
➤ Pórtico manual para 1 ton SWL com 4 m de altura	120	2,6	312	
➤ Plataforma flutuante, com acessórios (balaustrada, cabeços, vigas transversais,	960	0,35	336	
➤ Acoplamento (com água nas tubulações)	1.456	1,6	2.330	
2 homens (75 kg cada)	150	1,0	150	
SUBTOTAL	3.086		3.528	1,20

OBS: Não será considerado o efeito estabilizador do sistema de fundeio, com o intuito de se aumentar o coeficiente de segurança no cálculo.

3) CÁLCULO DO CALADO (C)

Peso do equipamento com água (Pe) = 2.126 kg

Peso do flutuante (Pf) = 16 módulos x 60 kg = 960 kg

Área do flutuante (A) = 4 x 4 = 16 m²

$$C = (Pe+Pf)/A = (2.126+960)/16 = 192,87 \text{ mm}$$

4) CÁLCULO DA ALTURA METACÊNTRICA (GM)

$$\text{Momento de Inércia Transversal (IT)} = (4x^3/12) = 21,33 \text{ m}^4$$

$$GM = IT/\text{Volume de Deslocamento} = 21,33 / 3,08 = \mathbf{6,91 \text{ m}}$$

5) VERIFICAÇÃO DE ATENDIMENTO AOS CRITÉRIOS DE ESTABILIDADE ESPECIFICADOS NA NORMAM 2000

Obs: para efeitos de enquadramento na norma, o flutuante foi considerado uma “Barcaça”.

5.1) A altura Metacêntrica inicial (GMo) não deverá ser inferior ao valor da altura metacêntrica requerida (GMr), calculada por meio da seguinte expressão:

$$GM_r = \frac{P \times A \times h}{\Delta \times \text{tg } \theta} \quad (12)$$

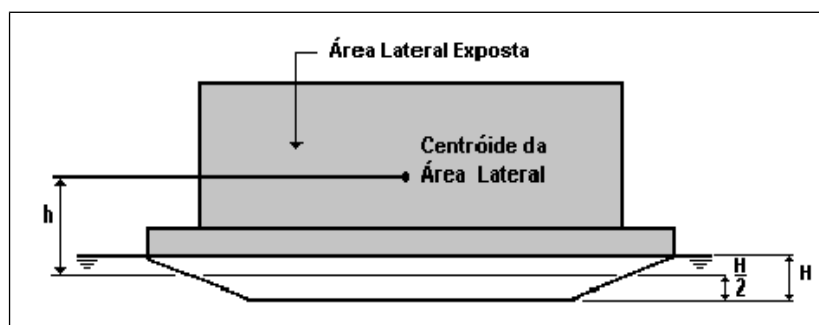


FIGURA 1.0: Caracterização de Parâmetros do Critério de Estabilidade (Barcaças)

onde:

- GM_r = altura metacêntrica inicial requerida, em m;
- A = área lateral projetada da porção da embarcação acima da linha d’água correspondente à condição de carregamento considerada, conforme indicado na Figura 1.0 em m^2 ;
- h = distância vertical entre o centróide da área “A” e metade do calado médio para a condição de carregamento considerada, conforme indicado na Figura 1.0 em m;
- Δ = deslocamento da embarcação na condição de carregamento considerada, em t;

- θ = ângulo de inclinação entre a metade superior da borda-livre na condição considerada e o canto superior do convés, ou 14° , adotando-se o menor valor (ver Figura 2.0)
- $P = 0.055 + (L_{PP} / 1309)^2$, em t/m²; e
- L_{PP} = comprimento entre perpendiculares, em m.

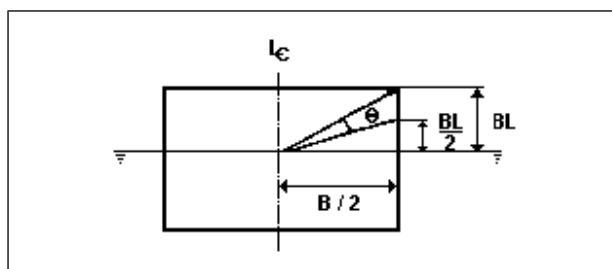


FIGURA 2.0: Determinação do ângulo θ

Logo, temos que:

$$A = \{0,6-0,19 \text{ (calado definido anteriormente)}\} \times 4,0 = 1,64 \text{ m}^2$$

$$P = 0,055 + (L_{pp}/1309)^2 = 0,055 + (4/1309)^2 = 0,055 + 0,0000093 = 0,0550093$$

$h = 0,19/2 + 1,00$ (considerando uma carga com centróide de área 1,0 m acima do convés) = 1,09

$$\Delta = 3,810 \text{ t}$$

$$\text{tg } \theta = (0,36/2) / 2,50 = 0,072$$

e

$$GM_r = \frac{P \times A \times h}{\Delta \times \text{tg } \theta} \quad (12)$$

$$GM_r = (0,0550093 \times 1,64 \times 1,09) / (3,810 \times 0,072) = 0,36 \text{ m}$$

$$GM_r = 0,34 \text{ m}$$

Como $GMO = 6,91 \text{ M}$, > Que $0,36 \text{ M}$, Concluimos Que:

O flutuante apresenta estabilidade satisfatória para o serviço pretendido.

7 - ANEXO 5 – PROJETO ELÉTRICO

