



Folha de Dados

IDGED:

0199/01/01

LOTE:

2179

AUTOR:

PROÁGUA; SRH; COGERH; SHS

TÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE LIMA CAMPOS - ICÓ

SUBTÍTULO:

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULOS



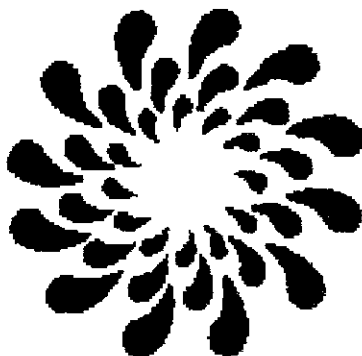
MMA - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

PROÁGUA - SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH



PROÁGUA/Semi-árido



PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE LIMA CAMPOS-ICÓ (REVISÃO)

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL

TOMO I - MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULOS

Lote. 02179 - Prep Scan () Index ()
 Projeto Nº 0199/01/01
 Volume 1
 Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
 Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
 Qtd. A0 _____ Outros _____



SHS - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda

FORTALEZA
JULHO/1998

0199/01/01

MMA – SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

**PROÁGUA – SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS
HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO**

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH

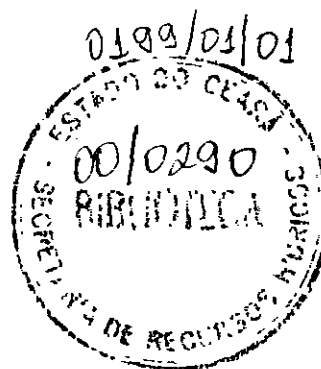
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

Volume 1 - Projeto Executivo da Adutora de Lima Campos - Icó (Revisão)

Relatório Geral

Tomo I - Memorial Descritivo e Memorial de Cálculos

Julho/1998





3 3 1 - CAPTAÇÃO	24
3 3 2 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA POR RECALQUE	24
3 3 3 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA POR GRAVIDADE	25
3 3 4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)	25
3 3 5 - RESERVAÇÃO	26
3 3 6 - ESTAÇÃO RELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EE-2)	27
4 - MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO	29
4 1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA POR RECALQUE	30
4 1 1 - DADOS DO PROJETO	30
4 1 2 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA POR RECALQUE DE ÁGUA BRUTA	30
4 2 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-1(CAPTAÇÃO)	32
4 2 1 - CURVAS CARACTERÍSTICAS	32
4 3 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA POR GRAVIDADE - TRECHO CP - ETA	38
4 3 1 - PERDA DE CARGA DISTRIBUIDA (Dhd)	38
4 3 2 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA (Dhl)	39
4 3 3 - PERDA DE CARGA TOTAL (Dht)	39
4 4 - DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - TRECHO ETA	
- RESERVATÓRIO ELEVADO	39
4 5 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-2	40
4 5 1 - CURVA CARACTERÍSTICA DA TUBULAÇÃO	41
4 6 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	47
4 6 1 - SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS (EE-FILTROS)	47
4 7 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO	47
4 8 - ESTUDO DE GOLPE DE ARIETE NAS INSTALAÇÕES DE RECALQUE	49
4 8 1 - Verificação do Golpe de Ariete nas Instalações de Recalque EE-1 (Captação)	50
4 8 2 - Verificação do Golpe de Ariete nas Instalações de Recalque EE-2	57
5 - QUALIDADE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO	60
6 - PROJETO ELÉTRICO	63
6 1 - INTRODUÇÃO	64
6 2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO	64
6 2 1 - Captação	64
6 2 2 - Estação de Tratamento (EE-FILTROS)	65
6 2 3 - Estação Elevatória 2 (EE-2)	65
6 2 4 - Subestação Padrão 112,5 kVA - Condutores e Proteção	66
6 3 - MOTORES ELÉTRICOS	66
6 3 1 - Motor 40 CV - Captação Flutuante	66



6 3 2 - <i>Motor 15 CV</i>	67
7 - PROJETO ESTRUTURAL	68
7.1 - HIPÓTESE DE CARREGAMENTO	69
7 2 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS	69
7 2 1 - <i>Cálculo das Lajes</i>	69
7 2 2 - <i>Cálculo das Vigas e Paredes</i>	69
7 2 3 - <i>Cálculo das Cintas</i>	69
7 2 4 - <i>Cálculo dos Pilares</i>	69
7 2 5 - <i>Cálculo das Fundações</i>	70
7 3 - DIMENSIONAMENTO	70
7 3 1 - <i>Lajes</i>	70
7 3 2 - <i>Vigas, Paredes e Cintas</i>	70
7 3 3 - <i>Fundações</i>	70
ANEXO 1 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA	
ANEXO 2 - FAX DA SRH/PROÁGUA	

shms

APRESENTAÇÃO

shms

000006



O presente documento refere-se à revisão do Projeto Executivo da Adutora de Lima Campos em Icó, obedecendo aos parâmetros sugeridos pelo PROÁGUA e pelo Prof Valdeci, conforme Fax recebido em 13/07/98, apresentado no Anexo 2 Esta revisão foi organizada da seguinte forma

Volume 1 - Projeto Executivo da Adutora de Lima Campos-Icó

Relatório Geral

- Tomo I - Memorial Descritivo e Memorial de Cálculos (Revisão)
- Tomo II – Planilhas de Quantitativos e Custos (Revisão)

Volume 2 - Projeto Executivo da Adutora de Lima Campos-Icó

Desenhos (Revisão)

om

1 - INTRODUÇÃO



O presente relatório corresponde à Revisão do Projeto Executivo da Adutora de Lima Campos em Icó. Tem como objetivo apresentar de forma organizada o desenvolvimento de estudos específicos e detalhamento do projeto. A Adutora de Lima Campos – Icó, com extensão de 12 km, captará água no açude Lima Campos, para o abastecimento da sede do Município de Icó. A adutora faz parte do sistema de abastecimento de água que é composta de captação, adução, tratamento e reservação. O sistema está projetado para um horizonte de projeto de 30 anos e considerando 1999 como ano 0 de implantação. Visa, portanto, atender a população futura do ano de 2029.

O conteúdo deste relatório é o seguinte.

- ♦ Localização e acesso da cidade de Icó e do Açude Lima Campos, e as principais características da fonte hídrica a ser utilizada,
- ♦ Principais características da região em que se insere a comunidade beneficiada, abordando sumariamente os seus aspectos físicos, hidro-climáticos e aspectos sociais e econômicos,
- ♦ Parâmetros do projeto a serem considerados nas definições das vazões,
- ♦ Vazões de dimensionamento,
- ♦ Descrição do sistema proposto,
- ♦ Metodologias e critérios utilizadas no dimensionamento das obras e equipamentos,
- ♦ Solução adotada em nível de Projeto Executivo,
- ♦ Memórias de cálculos hidráulicos, elétricos e estrutural



2 - DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE ICÓ



2.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Município de Icó, criado em 1735, tem uma área territorial de 1 967 km² e está localizado na região sudeste do estado do Ceará. Está apresentado na Figura 2.1 o mapa de localização do Município no Estado do Ceará.

A sede do Município com altitude de 153 40 m tem as seguintes coordenadas geográficas:

LAT 6°24'04" oeste

LONG 38°51'44" sul

O Município tem os seguintes limites

NORTE Jaguaribe e Pereiro

SUL Umari e Cedro

LESTE Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba

OESTE Orós e Iguatú

O acesso ao Município se dá pela BR-116. A distância entre Icó e Fortaleza pela BR-116 é de 375 km e em linha reta 295km.

2.2 - DADOS GERAIS

- GEOLOGIA

Principais unidades estratigráficas

Rochas do Pré-Cambriano Inferior e Médio do Embasamento Cristalino

FONTE: Atlas do Ceará (IPLANCE).

- GEOMORFOLOGIA

Principais unidades geomorfológicas

Depressão Sertaneja submetida a processos de sedimentação. Maciços Residuais dissecados em cristas e colinas.

FONTE: Atlas do Ceará (IPLANCE)



FONTE: SEPLAN/PLANCE/DGC - 1994

ESCALA: 1:500.000

FIGURA 2.1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO



- RECURSOS VEGETAIS

PRINCIPAIS UNIDADES FITOECOLÓGICAS	ÁREA (km ²)
Caatinga Arbórea	492,0
Caatinga Arbustiva Densa	1 180,0
Matas Secas	295,0

FONTE Atlas do Ceará (IPLANCE)

- SOLOS

Classes de Solo

Bruno Não Cálcico,

Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico e Distrófico,

Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos

FONTE Atlas do Ceará (IPLANCE)

- USO POTENCIAL DO SOLO

Culturas de subsistência, algodão, fruticultura, pecuária extensiva e pastagens plantadas

FONTE Atlas do Ceará (IPLANCE)

2.3 - CLIMA

2.3.1 - Temperatura

De acordo com dados fornecidos pela FUNCEME, no Município de Icó foram registradas as seguintes variações de temperatura:

Média das mínimas 23°C

Média das máximas. 36°C



2.3.2 - Pluviometria

O regime de precipitação atuante na região e em todo o Estado caracteriza-se pela má distribuição espacial e temporal das precipitações, o que é mais preocupante do que os totais precipitados

No ano de 1994 foi registrado no posto Pluviométrico de Icó nº 3822832 um total de 911,6 mm, sendo que os valores normalmente observados são de 733,9 mm

2.4 - RECURSOS HÍDRICOS

2.4.1 - Potencialidades de Escoamento Superficial

Defúvio médio anual	68 mm
Volume escoado médio anual	137 hm ³

2.4.2 - Nível de Açudagem Atual Estimado

QUADRO 2.1 - NÍVEL DE AÇUDAGEM

DIMENSÃO DO AÇUDE (1.000 m ³)	NÚMERO DE AÇUDES	VOLUME TOTAL ARMAZENADO (1.000 m ³)
0 - 100	41	2 430
100 - 500	31	6 120
500 - 1.000	8	6 270
1 000 - 3.000	7	11 040
3 000 - 10 000	1	3 940
> 10 000	1	66 380
TOTAL	89	96 180
LAGOAS	11	1 490

FONTE PLANERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

2.4.3 - Reservas de Água Subterrânea

QUADRO 2.2 - RESERVAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

AQUÍFERO	NÚMERO DE POÇOS CADASTRADOS	DISPONIBILIDADE ATUAL (m³/ano)	RESERVAS EXPLORÁVEIS (m³/ano)		CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS	
			TOTAL	COM RESTRIÇÃO DE QUALIDADE	PROFUNDIDADE MÉDIA (m)	VAZÃO MÉDIA (m³/h)
EMBASAMENTO CRISTALINO	11	609.258	1.151.150	805.805	50,1	12,6
FM ANTENOR NAV	1	26.280	-	-	81,0	6,0
GR RIO PEIXE	4	42.924	-	-	64,3	2,5
INT GRA SIENE	2	14.892	-	-	51,0	1,7
N ESPECIFICO	3	51.246	-	-	45,7	3,9

FONTE: PLANERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

2.5 - ASPECTOS SOCIAIS

2.5.1 - Educação

De acordo com dados de 1994 levantados pela SEDUC, o Município de Icó possui a seguinte estrutura física para a alternativa de educação de sua população

Estabelecimentos escolares. 209 unidades

Salas de aula 486 unidades

A população discente tem a seguinte distribuição

Matrícula Pré-Escolar 2.646

Matrícula 1º Grau 14.177

Matrícula 2º Grau 773

Observa-se que somente 5,45% dos alunos do 1º Grau conseguem atingir o 2º Grau, caracterizando-se uma altíssima taxa de evasão escolar (94,55%)



2.5.2 - Saúde

De acordo com dados levantados pela SESA em 1994, o Município de Icó possui o sistema de saúde apresentado abaixo, no Quadro 2.3

QUADRO 2.3 - SISTEMA DE SAÚDE - 1994

ITEM	QUANTIDADE
Hospitais e Maternidades	-
Leitos	36
Postos de Saúde	17
Médicos(1)	-
Odontólogos(1)	-
Enfermeiros(1)	-
Agentes de Saúde	106
Outras Unidades de Saúde	3

FONTE SESA

(1) Somente profissionais de serviço público estadual

2.6 - ASPECTOS ECONÔMICOS

2.6.1 - Contas Municipais

O Quadro 2.4, com valores de 1993, fornecidos pelo IPLANCE, apresenta a Renda Interna e Per Capita e suas respectivas classificações no Estado

QUADRO 2.4 - RENDA PER CAPTA E CLASSIFICAÇÃO NO ESTADO

DISCRIMINAÇÃO	VALORES (R\$)
Renda Interna	10 319 000
Classificação no Estado	34
Renda Per Capita	167
Classificação no Estado	76



2.6.2 - Agropecuária

2.6.2.1 - Estrutura Fundiária

O Quadro 2.5 apresenta a estrutura fundiária do Município no ano de 1985, fornecidos pelo IBGE

QUADRO 2.5 - ESTRUTURA FUNDIÁRIA - 1985

DISCRIMININAÇÃO	ESTABELECIMENTO	ÁREA (ha)
Grupo de Área (ha)		
Menor de 10	3 639	13 192
10 a menos de 100	1 507	43 743
100 a menos de 1 000	151	32 502
1 000 e Mais	6	25 241
Total	5 303	114 678
Condição do Produtor		
Proprietário	2 359	96 443
Arrendatário	269	1 681
Parceiro	1 679	9 581
Ocupante	996	6 973
Total	2.359	96 443

FONTE IBGE

2.6.2.2 - Produção Agrícola

No Quadro 2.6 está apresentada a produção agrícola do Município no ano de 1994 em dados fornecidos pelo IBGE

**QUADRO 2.6 - PRODUÇÃO AGRÍCOLA - 1994**

PRODUTOS	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)
Algodão Arbóreo	1 000	75	75
Algodão Herbáceo	1 100	605	550
Arroz	1 422	4 428	3 114
Banana (1 000 cachos)	261	391	1 498
Cana de Açúcar	10	320	32 000
Castanha de Caju	85	21	247
Coco de Baía (1 000 frutos)	45	225	5 000
Feijão	8 790	2 751	313
Laranja (1 000 frutos)	2	120	60 000
Mandioca	30	360	12 000
Manga (1 000 frutos)	2	80	40 000
Milho	8 000	5 600	700

FONTE IBGE

2.6.2.3 - Pecuária

O Quadro 2.7 mostra a situação da pecuária no Município no ano de 1993, com dados fornecidos pela IBGE.

QUADRO 2.7 - PECUÁRIA - 1993

DISCRIMINAÇÃO	EFETIVO
Bovino (Cab)	28 715
Suíno (Cab)	9 519
Ovino (Cab)	9 479
Caprino (Cab)	5 134
Equino (Cab)	4 533
Asinino (Cab)	4 240
Muar (Cab)	1 556
Ave (Cab)	84 898
Produção de Leite (1 000 litros)	4 225
Produção de Ovos (1 000 dúzias)	196

FONTE: IBGE



2.6.3 - Indústria

Os dados apresentados no Quadro 2.8 são referentes ao período 1980-1985 e foram levantados pelo IBGE (CENSO ECONÔMICO)

Há indicação de que houve uma regressão no setor pois o censo detectou redução no número de estabelecimentos industriais como também no número de pessoas ocupadas com a atividade industrial

QUADRO 2.8 - DADOS GERAIS DA INDÚSTRIA - 1980-1985

DISCRIMINAÇÃO	1980	1985
Estabelecimentos	27	29
Pessoal Ocupado	230	191
Salários (Cr\$ 1.000)	12.336	1 618 056
Vr Bruto da prod Industrial (Cr\$ 1.000)	162 967	19 924 001
Vr. da Transf Industrial (Cr\$ 1.000)	57 741	6 783 198

FONTE IBGE/CENSO ECONÔMICO

O quadro 2.9 apresenta dados referentes aos estabelecimentos industriais existentes no Município, em 1991.

QUADRO 2.9 - ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS - 1991

DISCRIMINAÇÃO	EFETIVO
Construção Civil	6
Madeira	3
Minerais não Metálicos	4
Perfumaria, Sabões e Velas	4
Produtos Alimentares	10
Química	1
Vestuário e Calçados	1
TOTAL	29

FONTE. IBGE

2.6.4 - Comércio

Os quadros 2.10 e 2.11 apresentam os dados mais importantes com relação ao setor comercial do Município, referentes às datas das realizações dos levantamentos

**QUADRO 2.10 - ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS - 1993**

DISCRIMINAÇÃO	ESTABELECIMENTOS
Atacadista	28
Varejista	710
TOTAL	738

FONTE SIC

QUADRO 2.11 - DADOS GERAIS DO COMÉRCIO - 1980-1985

DISCRIMINAÇÃO	1980	1985
Estabelecimentos	203	200
Pessoal Ocupado	437	475
Salário (Cr\$ 1.000,00)	14 152	3 803 462
Receita Total (Cr\$ 1.000,00)	321.895	42 882.195

2.7 - INFRA-ESTRUTURA

As informações relativas a infra-estrutura existente no Município de Icó estão apresentados a seguir.

De acordo com o DERT (1994) o Município possui

- Rede Rodoviária com 453,0 km de estradas municipais, 106,2 km de estradas estaduais e 58,2 km de estradas federais;

- Campo de Pouso com 1 200 metros de extensão e 15,2 metros de largura e com revestimento asfáltico

- Energia Elétrica

O Quadro 2 12 apresenta dados de 1992, fornecidos pelo COELCE

QUADRO 2.12 - ENERGIA ELÉTRICA

CLASSES	CONSUMO (Mwh)	CONSUMIDORES
Residencial	5 416	6 777
Industrial	359	39
Comercial	1 378	652
Rural	1 516	226
Público	2 840	132
Outros	51	2
TOTAL	11 560	7.828

FONTE: COELCE



- Telefonia (Dados de 1994, fornecidos pela TELECEARÁ)	
Terminais instalados	840
Terminais em serviço	762
Telefones de uso público.	33
- Correios (Dados de 1994, fornecidos pela ECT)	
Agências de correios	1
Postos de venda de selos	1
Agências de correio social	3
Caixas de coleta.	2
- Abastecimento D'água (Dados de 1996, fornecidos pelo SAAE)	
Ligações de Água Existentes..	5 477
Ligações em funcionamento	5 056
Sendo distribuídas da seguinte forma	
Ligações domiciliares.	4 625
Ligações comerciais.	3 61
Ligações públicas	70
Número de hidrômetros instalados.	3 971
População Beneficiada	24 674
Rede de Distribuição (m)	38 592
Volume Produzido (m ³ /mes)	124 920

2.8 - ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

2.8.1 - Demografia do Município

De acordo com dados fornecidos pelo IBGE, conforme apresentado no Quadro 2 13, a população urbana do distrito sede do Município de Icó teve um acréscimo de 47,47% no período de 1980 a 1996.



QUADRO 2.13 - DEMOGRAFIA DO MUNICÍPIO

DISCRIMINAÇÃO	ANOS		
	1980	1991	1996
População Urbana do Distrito Sede	12.967	18 240	19 122

2.8.1.1 - População Atual

De acordo com estimativa feita pelo IBGE, a população atual urbana do distrito sede de Icó é de 19.122 habitantes

2.8.1.2 - População Futura

Através dos dados de população do IBGE, foram ajustadas curvas, linear, potencial, exponencial e logarítmica, para a projeção da evolução de população atual urbana do distrito sede de Icó, cujos resultados são mostrados na Tabela 2 1

TABELA 2.1 - ESTUDO DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DA SEDE DO MUNICÍPIO DE ICÓ - CE

ANO	POP. URBANA DO DISTRITO SEDE	C. LINEAR	C. POTENCIAL	C. EXPOTENCIAL	C. LOGARÍTMICA
1980	12967	13174	13037	13160	13034
1991	18240	17577	17809	17397	17941
1996	19122	19578	19482	19751	19354
EQUAÇÃO AJUSTADA		$P = 9171,90 + 400,23 * X$	$P = 4952,26 * X^{0,42038}$	$P = 10 209,76 * e^{0,02538 * X}$	$P = -2196,6 + 6614,5 * \ln x$

Através da análise das funções ajustadas na Tabela 2 1, adotou-se a curva logarítmica, que apresentou a melhor correlação

A Tabela 2 2 mostra o crescimento populacional da sede do município de Icó

**TABELA 2.2 - POPULAÇÃO PROJETADA COM BASE NA FUNÇÃO LOGARÍTMICA ESTIMADA-ICÓ**

ANOS	POP. PROJETADA	ANOS	POP. PROJETADA
1996	19122	2014	22834
1997	19604	2015	22983
1998	19844	2016	23128
1999	20076	2017	23270
2000	20301	2018	23409
2001	20518	2019	23546
2002	20728	2020	23679
2003	20931	2021	23810
2004	21129	2022	23939
2005	21320	2023	24065
2006	21507	2024	24189
2007	21688	2025	24310
2008	21864	2026	24429
2009	22036	2027	24546
2010	22203	2028	24661
2011	22367	2029	24774
2012	22526	2030	24885
2013	22682	-	-

2.9 - FONTE HÍDRICA

A fonte hídrica do projeto será o Açude Lima Campos (Figura 2.3), foi projetado e construído pelo DNOCS, está localizado no Município de Icó, a cerca de 400 km de Fortaleza, no estado do Ceará Barra o rio São João, pertencente ao sistema do rio Jaguaribe, cuja bacia hidrográfica mede 340 km², considerando a interligação com a bacia do Açude Orós. Suas principais características encontram-se descntas a seguir:

- Capacidade 68 382 000 m³
- Bacia hidrográfica 340 km²
- Bacia hidráulica 1 515 ha
- Volume afluente anual 40.000 000 m³
- Tipo da barragem Terra Zoneada

A água bruta do Açude Lima Campos foi coletada e analisada para a determinação das suas características físico-químicas. Os resultados mostraram que a mesma está dentro dos padrões de qualidade para água bruta determinado pelo Ministério da Saúde. A água bruta deverá passar por um sistema de tratamento de água para atingir os padrões de potabilidade exigidos pelo SAAE.

shs



FIGURA 2.3 - VISTA DO AÇUDE LIMA CAMPOS

sh

3 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

20.025



3.1 - PARÂMETROS DO PROJETO

Para o desenvolvimento e dimensionamento das partes que compõe a revisão do Projeto Executivo da Adutora de Icó, foram utilizados os seguintes parâmetros

- População urbana atual do distrito sede de Icó (1998)	19 844 hab
- Ano horizonte do projeto	2029
- População estimada para o ano 2029	24 774 hab
- Cobertura prevista . . .	95%
- - População atendida para o ano 2029 ..	23 535 hab
- Índice de perda	25%
- Coeficiente do dia de maior consumo (K1) .	1,2
- Coeficiente do hora de maior consumo (K2) .	1,5
- Consumo "per capita" .. .	125 L/hab dia

3.2 - VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

3.2.1 - Vazão Média de Consumo

A vazão média do projeto foi determinada pela expressão

$$Q = \frac{P \times q}{86.400 \text{ s}}$$

onde: P = População abastecível a ser considerada no projeto,

q = Consumo "per capita" em L/hab dia,

Q = Vazão média em L/s.

Para o projeto tratado tem-se

$$Q = \frac{23\ 535 \times 125 \text{ L/hab}}{86\ 400 \text{ s}} \dots Q = 34,05 \text{ L/s} = 122,58 \text{ m}^3 / \text{h}$$

3.2.2 - Vazão do Dia de Maior Consumo

$$Q_1 = K_1 \times Q$$



onde: K_1 = Coeficiente do dia de maior consumo ($K_1 = 1,2$)

Q_1 = Vazão do dia de maior consumo

Tem-se

$$Q_1 = 1,2 \times 34,05 = 40,86 \text{ L/s} = 147,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.2.3 - Vazão do Dia de Maior Consumo na Hora de Maior Demanda

$$Q_2 = K_2 \times Q_1$$

onde: K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$)

Q_2 = vazão do dia de maior consumo na hora de maior consumo

Tem-se

$$Q_2 = 1,5 \times 40,86 = 61,30 \text{ L/s} = 220,68 \text{ m}^3/\text{h}$$

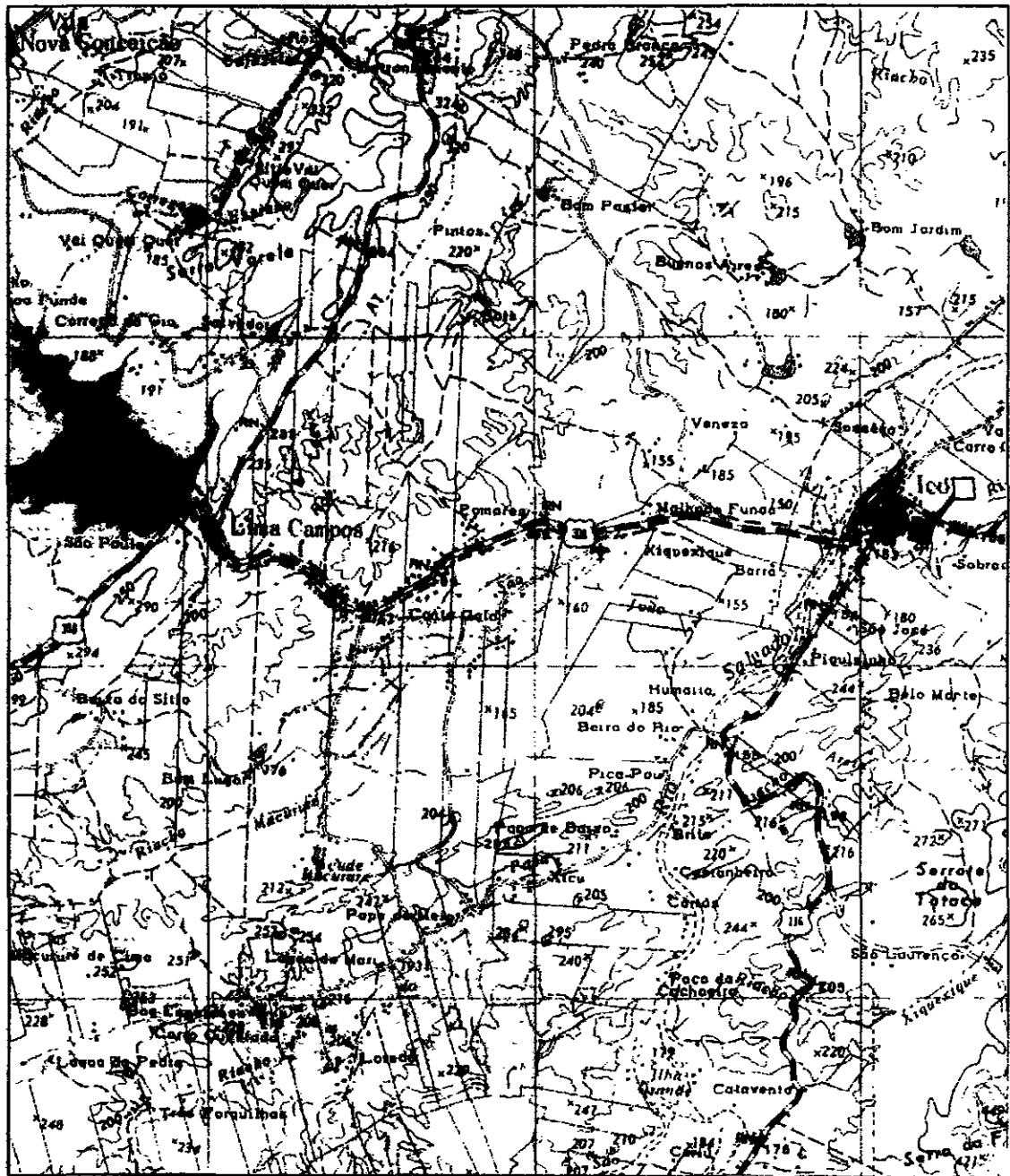
3.2.4 – Vazão Captada

Considerando-se um índice de perda igual a 25% , a vazão captada será igual a 1,25 vezes a vazão do dia de maior consumo, ou seja, 183,87 m³/h

3.3 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O projeto do sistema de abastecimento proposto para o Município de Icó prevê um alcance futuro até o ano 2029 e deverá contemplar uma população de até 23 535 habitantes (95% de cobertura prevista)

A concepção do sistema é a seguinte. a água bruta será captada, através de bombas montadas em flutuantes, no açude Lima Campos que dista aproximadamente 12 km do Município a ser beneficiado. Será recalçada até uma caixa de passagem localizada no ponto mais elevado do caminamento da adutora, na estaca 12 e cota do solo igual a 203,36 A partir da caixa de passagem a água seguirá por gravidade, através de uma adutora enterrada de 300 mm de diâmetro, até a Estação de Tratamento d'Água (ETA) localizada a 11 800 metros do ponto de captação Parte da água captada será conduzida para o sistema de tratamento existente, cuja capacidade é de tratar 140m³/h, e o restante será conduzido para a nova ETA, que será modular A água tratada na nova ETA será recalçada para um reservatório elevado, localizado no Alto dos Bastos, que é o ponto mais alto da cidade Do reservatório elevado a água seguirá para distribuição aos consumidores, estando esta etapa fora da abrangência deste projeto. A configuração deste sistema está representado em croquis na Figura 3 1



LEGENDA:

- Estação de Tratamento
- Reservatório de Água Tratada
- Reservatório Elevado
- Adução de Água Bruta
- Adução de Água Tratada
- Estação Elevatória

FIGURA 3.1 - CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA - LIMA CAMPOS/ICÓ



3.3.1 - CAPTAÇÃO

A captação será feita diretamente no Açude Lima Campos, através de conjuntos moto-bombas de eixo vertical, instalados em flutuadores de fibra de vidro, que recalcará as águas até a caixa de passagem localizada na estaca 12, a 240 metros de distância e à cota 203,30

As vazões necessárias a serem captadas são mostradas na Tabela 3.1

TABELA 3.1 - VAZÕES DE CAPTAÇÃO

PERÍODO	POP. TOTAL (hab)	POP. ATENDIDA (hab)	VAZÃO (l/s)	VAZÃO* (m³/h)
1998 - 2008	21 864	20 771	45,08	162,27
2008 - 2029	24.774	23 535	51,08	183,87

* A vazão de captação (Q em m³/h) é calculada em função da população atendida (P)

$$Q = \frac{P \times 125}{86\,400} \times 1,2 \times 1,25 \times 3,6$$

Inicialmente serão instalados 2 flutuadores, cada um com uma bomba de 81,13 m³/h, sendo estas bombas substituídas depois de 10 anos por duas de vazão 91,93 m³/h

As bombas de reserva serão mantidas na prateleira devido a facilidade da troca de bombas no flutuador

O tempo de funcionamento será de 24 h/dia

A planta HD-11 contida no Volume II - Desenhos, mostra os detalhes das obras civis, equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos da captação

3.3.2 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA POR RECALQUE

A adução de água bruta será em conduto forçado por recalque e terá as seguintes características técnicas.

Trecho Flutuante:

Material: PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Diâmetro: 200 mm

Extensão aproximada: 100 m

Trecho em Terra:

Material: Ferro Fundido

Diâmetro: 250 mm

Extensão aproximada: 240 m



A planta HD-01 a HD-10 contida no Volume II - Desenhos, mostra o perfil e o caminhamento do trecho da adutora por recalque

3.3.3 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA POR GRAVIDADE

A adução de água bruta após a caixa de passagem será feita em conduto forçado por gravidade e terá as seguintes características técnicas

Material	.	PVC REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO
Diâmetro	..	300 mm
Extensão	.	11 800 m
Vazão	..	51,08 L/s = 183,87 m ³ /h
Cota do N A na caixa de passagem		203,30
Cota do N A. na câmara de carga		163,80
Pressão disponível		: 39,50 mca

3.3.4 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)

A Estação de Tratamento de Água existente no Município de Icó será ampliada para tratar a vazão de 43,87 m³/h, que é a diferença entre a vazão captada, 183,87 m³/h, e a que será tratada no atual sistema, que é de 140,0 m³/h. Será do tipo modulada, compacta, em que as fases de floculação, decantação e filtração ocorrem em uma única estrutura, na qual a filtração propriamente dita é de fluxo ascendente. A ampliação da estação será feita em duas etapas,

As unidades da ETA serão

- CLARIFICADOR

- Características técnicas de cada módulo
 - Capacidade de vazão: até 48,0 m³/h,
 - Diâmetro 2 500 mm,
 - Altura 4,00 m;
 - Material: resina poliéster estruturada com fibra de vidro,

Número de módulos a serem implantados na 1ª etapa 1

Número de módulos a serem implantados na 2ª etapa 1 (reserva técnica)

**- CÂMARA DE CARGA**

- Número de câmaras 01 unidade,
- Diâmetro 1500 mm;
- Altura 5,80 m,
- Material : resina poliéster e estruturada com fibra de vidro

- CASA DE QUÍMICA

A casa de química prevista será construída em alvenaria e terá uma área útil de 97,80 m² distribuídos da seguintes forma

- 1 sala de armazenamento de produtos químicos,
- 1 sala de dosagem,
- 1 laboratório para análise da água tratada,
- 1 sala de cloração,
- 1 sala para armazenamento dos cilindros de cloro,
- 1 sanitário

- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA PARA A LAVAGEM DOS FILTROS (EE-FILTROS)

O recalque para lavagem de filtro será realizado por dois conjuntos motor-bombas centrifugas de eixo horizontal

Deverão ser instalados três conjuntos, um de reserva, com as seguintes características

$Q = 190,89 \text{ m}^3/\text{h}$

$H_{man} = 12 \text{ m}$

$P_{motor} = 15 \text{ CV}$

Rotação = 1 750 rpm

A casa de bombas será em alvenaria. A sucção das bombas será feita diretamente do reservatório de água tratada

Os detalhes construtivos das unidades da ETA serão apresentados nas plantas HD-12 E HD-13 contidas no VOLUME II - DESENHOS.

3.3.5 - RESERVAÇÃO

A reservação do sistema se fará em quatro unidades, duas existentes na ETA e duas que se encontram em fase de construção através da SDU-CE (Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará). Estas unidades se constituirão de um reservatório semi-enterrado localizado na ETA e reservatório elevado, localizado no Alto dos Bastos com cota de terreno igual a 180, sendo este o ponto mais elevado da área urbana de Icó.

O volume total de água a ser reservado representa 1/3 do volume necessário no dia de maior consumo, isto é, $\frac{1}{3} \times 147,10 \times 24 = 1177 \text{ m}^3 \cong 1200 \text{ m}^3$

A capacidade das unidades existentes é a seguinte

- Reservatório enterrado 150 m³
- Reservatório elevado 250 m³

As unidades em fase de construção terão capacidade para reservar 800 m³, deverão ser em concreto e terão as seguintes características geométricas

- Reservatório Semi-Enterrado
 - Capacidade 500 m³ (sendo 50 m³ p/ lavagem dos filtros)
 - Dimensões - largura 11,00 m
 - comprimento 18,00 m
 - altura útil 2,53 m
 - altura total 3,00 m
- Reservatório Elevado
 - Forma da caixa circular
 - Capacidade 350 m³
 - Dimensões - diâmetro 13,00 m
 - altura útil 2,65 m

3.3.6 - ESTAÇÃO RELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA (EE-2)

A estação elevatória (EE-2) recalcará água tratada, desde o reservatório semi-enterrado localizado após o sistema de tratamento, até o reservatório elevado, localizado no Alto dos Bastos a 1000 metros de distância da ETA. O desnível geométrico a ser vencido é igual a 33,85 m.

A casa de bombas da estação elevatória EE-2 terá o seu piso na cota 155,60 e abrigará 2 conjuntos moto-bombas, sendo 1 de reserva.

Os conjuntos elevatórios serão compostos por bombas centrífugas de eixo horizontal, instaladas para funcionar separadamente, e deverão ter as seguintes características técnicas

- Bomba centrífuga com eixo horizontal

- Vazão 43,90 m³/h
- Hman total 38,90 mca
- Rotação 1750 rpm
- Potência do Motor 20 CV
- Tensão 220/380V
- NPHS (m) 2,00m

Tempo de funcionamento = 24 horas,

Nº de conjuntos em funcionamento = 1,

Nº de conjuntos de reserva = 1

Esta obra está sendo construída pela SDU-CE (Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará)

Os detalhes construtivos da Estação Elevatória EE-2 podem ser vistos nas plantas HD-15 E HD-16 contidas no VOLUME II - DESENHO

JMS

4 - MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO



4.1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA POR RECALQUE

4.1.1 - DADOS DO PROJETO

Vazão (24 horas)	51,08L/s
Cota do NA_{\min} de operação na captação	166,41
Cota do NA_{\max} de operação na captação	177,50
Cota do NA na entrada da Caixa de Passagem	203,50
Desnível geométrico máximo:	37,09
Distância máxima do Flutuante até a Caixa de Passagem	340m
Material da tubulação trecho flutuante PEAD	
	Comprimento 100,00 m
	Diâmetro 200mm
trecho em terra FERRO FUNDIDO	
	Comprimento 240,00 m
	Diâmetro 250mm

4.1.2 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA POR RECALQUE DE ÁGUA BRUTA

Para uma primeira aproximação utilizou-se a fórmula de BRESSE, que tem a seguinte expressão

$$D = K\sqrt{Q}$$

onde. K = coeficiente que reflete o custo da energia e do material utilizado no sistema

Q = vazão em m^3/s

De um modo geral, K varia de 0,7 a 1,5. Adotou-se um valor médio $K = 1,2$

$$D = 1,2 \times \sqrt{0,0511} = 0,27m$$

O diâmetro comercial mais próximo é DN = 300mm

Realizou-se um estudo comparativo de custos com os seguintes diâmetros 150mm, 200mm, 250mm, 300mm e 350mm



A potência perdida na adutora é dada por

$$P_p = \frac{9,8 \times Q \times DH}{\eta}$$

onde DH = perda de carga total na adutora, calculada pela fórmula de Hazen-Williams com C = 130 (tubos de ferro dúctil revestido de concreto)

η = rendimento do conjunto moto-bomba (adotado = 0,8)

O custo anual das perdas de energia elétrica é calculado por

$$P_p \times t_a \times \gamma$$

onde: t_a = número de horas de funcionamento por ano ($t_a = 8.760$ h)

γ = custo do KW/h ($\gamma = R\$ 0,12713$)

O custo das perdas (CP), atualizado, considerando T = 25 anos (vida útil) e a taxa de juros i = 12% a a , é dado por

$$CP = \frac{P_p \times T_a \times \gamma}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^T} \right]$$

ou

$$CP = 7,843 \times P_p \times t_a \times \gamma = 8.734,581 \times P_p$$

O resultado do estudo comparativo de custos está apresentado na Tabela 4.1 e mostra que o diâmetro mais econômico é de DN = 300mm

TABELA 4.1 - ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DE DIVERSOS DIÂMETROS PARA A ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Diam.(m)	Custo dos tubos(R\$)	Total	Perda de carga Mca	Potência Perdida (kw)	Custo das Perdas(R\$)		Soma dos Custos (R\$)
	p/metro				Anual	Atual	
0,15	59,09	14 181,60	13,164	8,24	9 176,58	71 973,22	86 154,82
0,20	79,90	19 176,00	3,243	2,03	2 260,63	17 730,43	36 906,43
0,25	102,30	27 552,00	1,094	0,68	762,57	5 980,91	33 526,24
0,30	127,00	30 480,00	0,450	0,28	313,81	2 461,25	32 941,25
0,35	162,30	38 952,00	0,212	0,13	148,13	1 161,78	40 113,78



4.2 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-1(captação)

4.2.1 - CURVAS CARACTERÍSTICAS

O dimensionamento da Estação Elevatória Principal (EE-1) é feito determinando-se as curvas características das tubulações desde a saída da bomba flutuante até a entrada na caixa de passagem(CP) As perdas de cargas distribuídas e localizadas, para diversas vazões, são calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes As curvas características das bombas foram fornecidas pelos fabricantes

Dados do projeto

Vazão total	183,87 m ³ /h (fim do plano)
Cota do N A min. de operação na captação	166,41
Cota do N A máx de operação na captação	177,50
Cota do N.A na entrada da caixa de passagem	203,50
Desnível geométrico máximo	203,50 - 166,41 = 37,09m
Comprimento total do recalque de água bruta	340,00m (100 + 240)
Número de bombas em funcionamento	2
Número de horas de funcionamento	24 horas/dia

4.2.1.1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas, em flutuantes, 2 bombas centrífugas de eixo vertical, sendo uma para a primeira etapa e a outra na segunda etapa do projeto Cada bomba será ligada a um mangote flexível (PEAD) e através de um barrilete dentro da casa de válvulas, unem-se a uma adutora de 300mm de ferro dúctil A adutora, após o barrilete seguirá apoiada no solo durante todo o seu percurso até a caixa de passagem A vazão de dimensionamento é

Vazão de 1 bomba : $Q_{1b} = 91,95 \text{ m}^3/\text{h}$

Vazão na adutora $Q = 183,87 \text{ m}^3/\text{h}$

**a) Perda de Carga no Mangote (Dh_m)**

Sendo o diâmetro do mangote $D = 200\text{mm}$ e o seu comprimento $L = 100\text{m}$, a perda de carga calculada por Hazen-Williams com $C=140$, vale

$$Dh_m = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{C} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

$$Dh_m = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{140} \right)^{1,85} \times 0,20^{-4,87} \times 100$$

$$Dh_m = 288,80 \times Q_{1b}^{1,85}$$

b) Perda de Carga no Barrilete (Dh_b)

O diâmetro recomendado para as tubulações do barrilete é de 200mm e os comprimento equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais (d=200mm)	leq (m)
- 1 toco	1,00
- 2 tocos (L=0,50m)	1,00
- 1 toco	0,25
- 1 válvula de retenção	20,00
- 1 registro de gaveta.	1,60
- 1 curva de 45°	3,00
- 1 ampliação 250 x 300mm	2,80
- 1 junção de 45°.. . . .	6,00
leq. total.....	35,65 m

$$Dh_b = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} leqt$$

Sendo.

$$C = 140,$$

$$D = 0,20\text{m},$$

$$leqt = 35,65\text{m}$$



Tem-se

$$Dh_b = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{130} \right)^{1,85} \times 0,20^{-4,87} \times 35,65$$

$$Dh_b = 118,10 \times Q_{1b}^{1,85}$$

c) Perda de Carga na Adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_T / C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{total}$$

Sendo

$$L_{total} = L + leqt$$

Peças especiais leqt(m)

- 1 saída de canalização (D=300mm) 10,50

$L = 240,00\text{m}$ comprimento da adutora,

$$L_{total} = 240,00 + 10,50 = 250,50\text{m},$$

$D = 0,30\text{m},$

$$Q_T = 2 \times Q_{1b}$$

$$Dh_A = 10,64 (2 \times Q_{1b} / 130)^{1,85} \times 0,30^{-4,87} \times 250,50$$

$$Dh_A = 415,22 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de Carga Total (Dh_t)

$$Dh_t = Dh_m + Dh_b + Dh_A$$

$$Dh_t = (288,80 + 118,10 + 415,22) \times Q^{1,85}$$

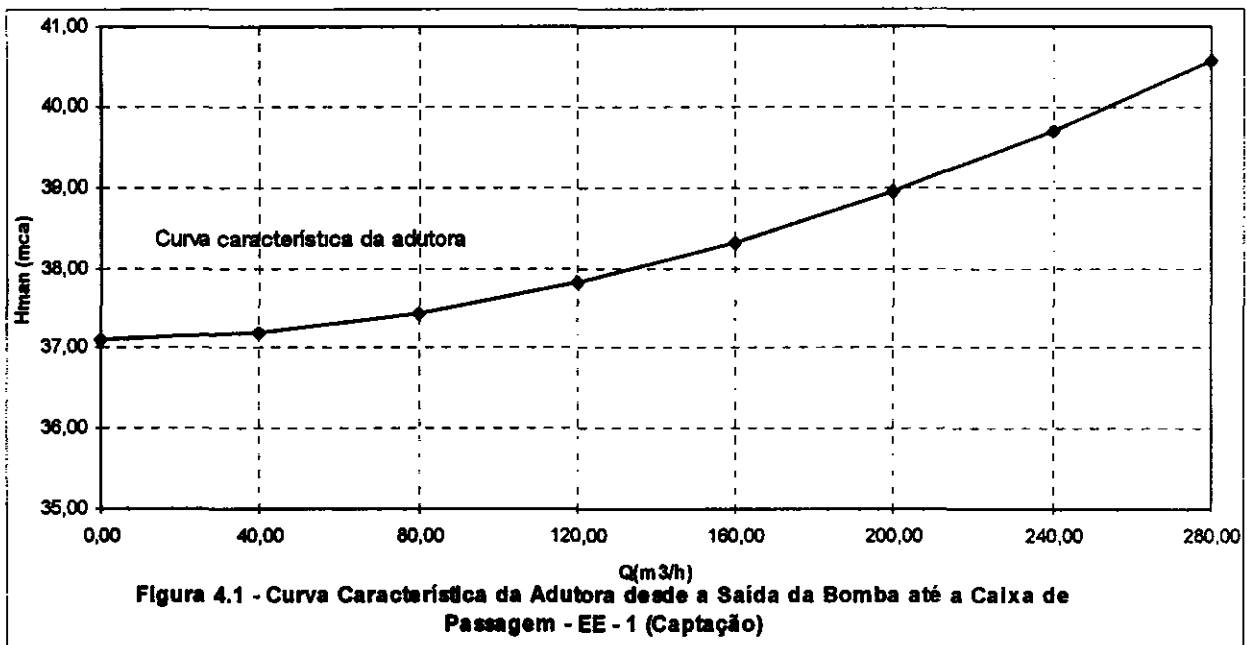
$$Dh_t = 822,12 Q^{1,85}$$

A Tabela 4.2 mostra as perdas de carga no mangote, no barnlete e na adutora desde a caixa de válvulas até a entrada na caixa de passagem (CP)



TABELA 4.2 - PERDA DE CARGA NA ADUTORA DESDE A SAÍDA DAS BOMBAS ATÉ A ENTRADA NA CAIXA DE PASSAGEM

VAZÃO EM 1 BOMBA		DHm	DHb	DNA	DHT	VAZÃO NA ADUTORA	HMAN
(m³/h)	(m³/s)	(mca)	(mca)	(mca)	(mca)	(m³/h)	(mca)
0,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,09
20,00	0,0056	0,02	0,01	0,07	0,09	40,00	37,18
40,00	0,0111	0,07	0,03	0,24	0,34	80,00	37,43
60,00	0,0167	0,15	0,06	0,51	0,72	120,00	37,81
80,00	0,0222	0,25	0,10	0,88	1,23	160,00	38,32
100,00	0,0278	0,38	0,16	1,32	1,86	200,00	38,95
120,00	0,0333	0,53	0,22	1,85	2,61	240,00	39,70
140,00	0,0389	0,71	0,29	2,47	3,47	280,00	40,56



A Figura 4.1 mostra a curva característica da adutora considerando o desnível geométrico de 37,09 m

4.2.1.2 - Curva Característica da Bomba

Cada conjunto moto-bomba deverá atender as seguintes características do sistema

- 81,13 m³/h no período 1998 a 2008
- 91,93 m³/h no período 2008 a 2029

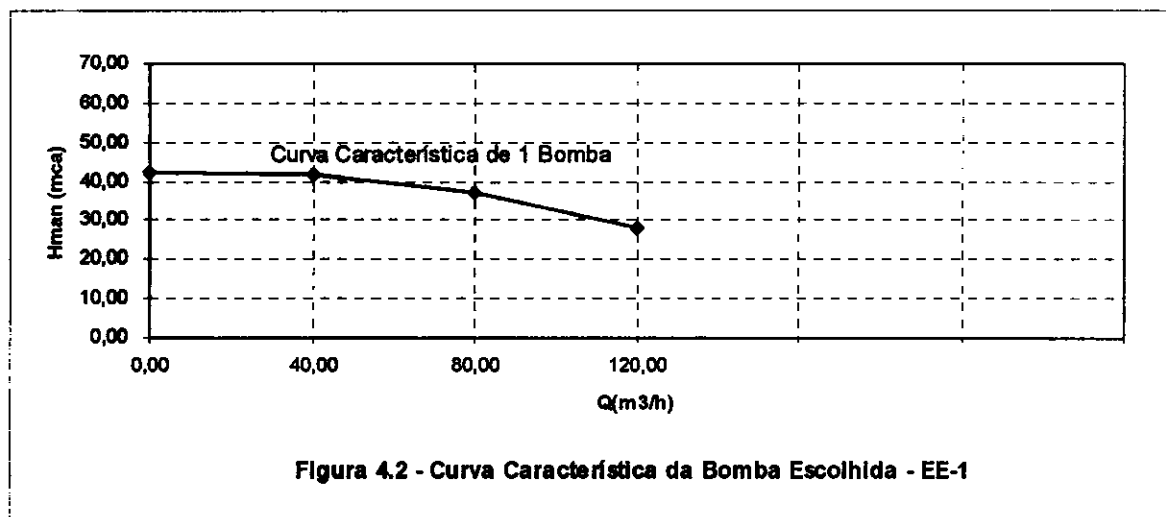


Adotando-se a curva característica de um dos fabricantes, foram obtidos os dados apresentados na Tabela 4.3

TABELA 4.3 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

VAZÃO EM 1 BOMBA		HMAN (1bomba)
(m ³ /h)	(m ³ /s)	(mca)
0,00	0,0000	42,00
40,00	0,0111	41,50
80,00	0,0222	37,00
120,00	0,0333	27,81

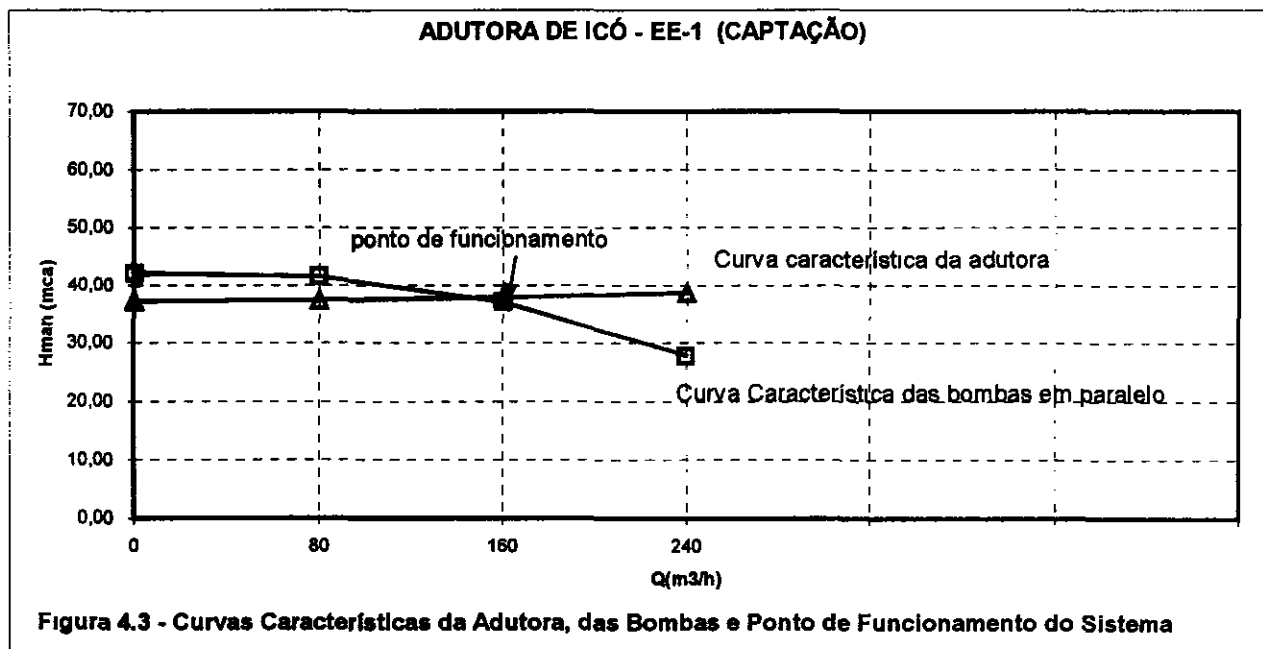
A Figura 4.2 mostra a curva característica da bomba



A Tabela 4.4 e a Figura 4.3 mostram as curvas características das bombas funcionando em paralelo, da adutora e o ponto de funcionamento do sistema.

**TABELA 4.4 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA E DAS BOMBAS EM PARALELO**

VAZÃO NA ADUTORA	HMAN (Adutora)	HMAN (bombas)
(m ³ /h)	(mca)	(mca)
0	37,09	42,00
80	37,29	41,50
160	37,81	37,00
240	37,61	27,80



Como pode ser visto na Figura 4.3, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

Vazão Total 160 m³/h

Altura manométrica 38,0 m c a

A vazão e a altura manométrica estão aproximadamente iguais aos valores de projeto para o período 1998-2008. Deverá ser solicitado ao fabricante um ajuste nos rotores para que se tenha no ponto de funcionamento do sistema os seguintes valores:

Vazão Total 162,27 m³/h (2 bombas)

Altura manométrica : 38,0 m c a



Os dados das bombas fornecidos por fabricantes para a Estação de Bombeamento EE-1 (captação) da Adutora de Icó são:

- Bomba : centrífuga com eixo vertical ,
- Diâmetro do rotor 297 mm,
- Vazão: 81,2 m³/h,
- Hman 38,0 mca,
- Rotação: 1750 rpm;
- Potência consumida. 18 CV,
- Potência do Motor: 20 CV,
- Tensão 220/380V,
- NPSH req : 2,50 m

Para o período 2008 a 2029 os conjuntos motor bomba serão substituídos por outros com a vazão de 91,93 m³/h o que representa pequena modificação do rotor da mesma bomba a ser comprada para o período 1998-2008

4.3 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA POR GRAVIDADE - TRECHO: CP - ETA

Vazão 183,87 m³/h (durante 24 horas),

Cota do N.A na caixa de passagem (CP) 203,30,

Cota de chegada na câmara de carga (ETA) 163,79,

Desnível geométrico (Hg) 203,30 - 163,79 = 39,51 m,

Comprimento do trecho CP - ETA 11 800,00 m,

As perdas de carga distribuída e localizada serão calculadas utilizando-se a fórmula de Hazen-Williams com C=140 para tubos de PVC RFV.

4.3.1 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA (Dhd)

$$Dhd = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} L$$

Sendo

Q = 183,87 m³/h = 0,05108 m³/s,

L = 11 800,00 m,

D = 300 mm.



$$Dhd = 10,64 \times \left(\frac{0,051}{140} \right)^{1,85} \times 0,30^{-4,87} \times 11\,800$$

$$Dhd = 22,12 \text{ m}$$

4.3.2 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA (Dhl)

A perda de carga localizada será calculada utilizando-se para as peças especiais os seus comprimento equivalentes

Peças especiais (D=300mm)	Leq(m)
10 curvas de 90°	90,00
1 saída de canalização	10,50
1 entrada de canalização	10,50
Leq _{total}	111,00

$$Dhl = 10,64 \times \left(\frac{0,051}{140} \right)^{1,85} \times 0,30^{-4,87} \times 111,0$$

$$Dhl = 0,21 \text{ m}$$

4.3.3 - PERDA DE CARGA TOTAL (Dht)

$$Dht = Dhd + Dhl$$

$$Dht = 22,12 + 0,21 = 22,33 \text{ m}$$

A pressão disponível na chegada da ETA será:

$$\text{Pressão disponível} = Hg - Dht = 39,50 - 22,33 = 17,17 \text{ m}$$

4.4 - DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA - TRECHO: ETA - RESERVATÓRIO ELEVADO

Para uma primeira aproximação utilizou-se a fórmula de BRESSE. Adotou-se para K um valor médio $K = 1,2$, sendo a vazão recalçada para o reservatório elevado localizado no Alto dos Bastos igual a $43,40 \text{ m}^3/\text{h}$, isto é $0,0122 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 1,2 \times \sqrt{0,0122} = 0,132$$

O diâmetro comercial em PVC RFV mais próximo é DN = 150mm

Na determinação do diâmetro mais econômico utilizou-se o mesmo procedimento adotado para a adutora de água bruta

Foram selecionados os diâmetros 100mm, 150mm, 200mm, 250mm e 300mm

O número de horas de funcionamento (t_a) é de 8 760 h

O estudo comparativo para adutora com 1 020 metros de comprimento, cujo resultado está apresentado na Tabela 4.6, mostra que o diâmetro mais econômico é DN = 150mm

Esta adutora encontra-se em fase de construção pela SDU-CE (Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará)

TABELA 4.6 - ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DE DIVERSOS DIÂMETROS PARA A ADUTORA DE ÁGUA TRATADA -TRECHO: ETA - RESERVATÓRIO ELEVADO

Diam (m)	Custo dos tubos (R\$)		Perda de carga	Potência Perdida (kw)	Custo das Perdas(R\$)		Soma dos Custos (R\$)
	P/metro	Total			Anual	Atual	
0,10	39,20	39 984,00	28,478	4,26	4 739,80	37 174,94	77 158,94
0,15	59,09	60 271,80	3,953	0,59	657,95	5 160,43	65 432,23
0,20	90,39	92 192,90	0,974	0,15	162,09	1 271,26	93 464,16
0,25	110,45	117 096,00	0,329	0,05	54,68	428,83	117 524,83
0,30	126,26	128 782,55	0,135	0,02	22,50	176,47	128 959,02

4.5 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE-2

O dimensionamento da Estação Elevatória EE-2 será feito determinando-se as curvas características das tubulações desde a sucção até o final da adutora, isto é na entrada do reservatório elevado localizado no Alto dos Bastos. As perdas de cargas distribuídas e localizadas, para diversas vazões, serão calculadas usando-se a fórmula de Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes. As curvas características das bombas foram fornecidas pelos fabricantes.

Esta Estação Elevatória encontra-se em fase de construção pela SDU-CE (Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará)

Dados do projeto

Vazão total 43,90 m³/h

Cota do N A min no reservatório semi-enterrado de água tratada 155,60

Cota do N A máx no reservatório semi-enterrado de água tratada 159,10

Cota do N A na chegada no reservatório elevado 189,45



Desnível geométrico máximo · 189,45 - 155,60 = 33,85 m

Comprimento do recalque 1 000,00 m

Número de bombas em funcionamento : 1

Número de horas de funcionamento 24 horas

4.5.1 - CURVA CARACTERÍSTICA DA TUBULAÇÃO

A estação elevatória EE-2 terá 2 bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva, instaladas em poço seco. Cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido e através de um barrilete dentro da casa de bombas, unem-se a uma adutora, de 1000 metros de comprimento e 200mm de diâmetro, de ferro fundido. A adutora, após o barrilete seguirá enterrada durante todo o seu percurso. A vazão de dimensionamento é

Vazão de 1 bomba : $Q_{1b} = 95,40 \text{ m}^3/\text{h}$

Vazão na adutora . $Q = 95,40 \text{ m}^3/\text{h}$

a) Perda de Carga na Sucção (Dh_s)

O diâmetro recomendado para as tubulações de sucção é de 150mm e os comprimentos equivalentes para as peças especiais são:

Peças especiais (d=150mm)	leq (m)
- 1 ampliação 200x150mm..	1,80
- 1 extremidade c/ aba de vedação..	0,70
- 1 registro de gaveta	1,20
- 2 tocos	0,50
- 1 redução (150 x 100mm)	0,90
leq. total.....	5,10

$$Dh_s = 10,64 \left(\frac{Q_{1b}}{C} \right)^{1,85} D^{-4,87} leqt$$

Sendo

$C = 10;$

$D = 0,15\text{m},$

$leqt = 5,10\text{m}.$



Tem-se

$$Dh_s = 10,64 \times \left(\frac{Q_{1b}}{100} \right)^{1,85} \times 0,15^{-4,87} \times 5,10$$

$$Dh_s = 111,41 \times Q_{1b}^{1,85}$$

b) Perda de Carga no Recalque até o Início da Adutora (Dhb)

A perda de carga no recalque será calculada desde a saída da bomba 1 até a junção no início da adutora de 200mm

Peças especiais	leq (m)
- 1 ampliação de 63,50x100mm	1,20
- 1 válvula de retenção, d= 100mm	10,00
- 1 registro de gaveta, d= 100mm	0,80
- 1 curva de 90°, d=100mm.	3,00
- 1 curva de 45°, d= 100mm.	1,50
- 2 tocos, d= 100 mm	0,50
- 1 toco, d= 100 mm .	1,50
- 1 junção 200x100mm	6,00
- leqt.....	24,50

Sendo

$$Dh_r = 10,64 (Q / C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times leqt$$

Q = vazão de 1 bomba

C = 100

$$Dh_r = 10,64 (Q / 100)^{1,85} \times 0,10^{-4,87} \times 24,50$$

$$Dh_r = 3855,74 \times Q^{1,85}, \text{ sendo Q a vazão de 1 bomba}$$

c) Perda de Carga na Adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_T / C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Sendo

L = 1 000,00 m,

D = 0,20m;

C = 130 (ferro dúctil)

Q_T = Q

$$Dh_A = 10,64 (Q / 130)^{1,85} \times 0,20^{-4,87} \times 1000$$

$$Dh_A = 3.312,31 Q^{1,85}, \text{ sendo Q a vazão de 1 bomba}$$

**d) Perda de Carga Total (Dh_t)**

$$Dh_t = Dh_g + Dh_b + Dh_A$$

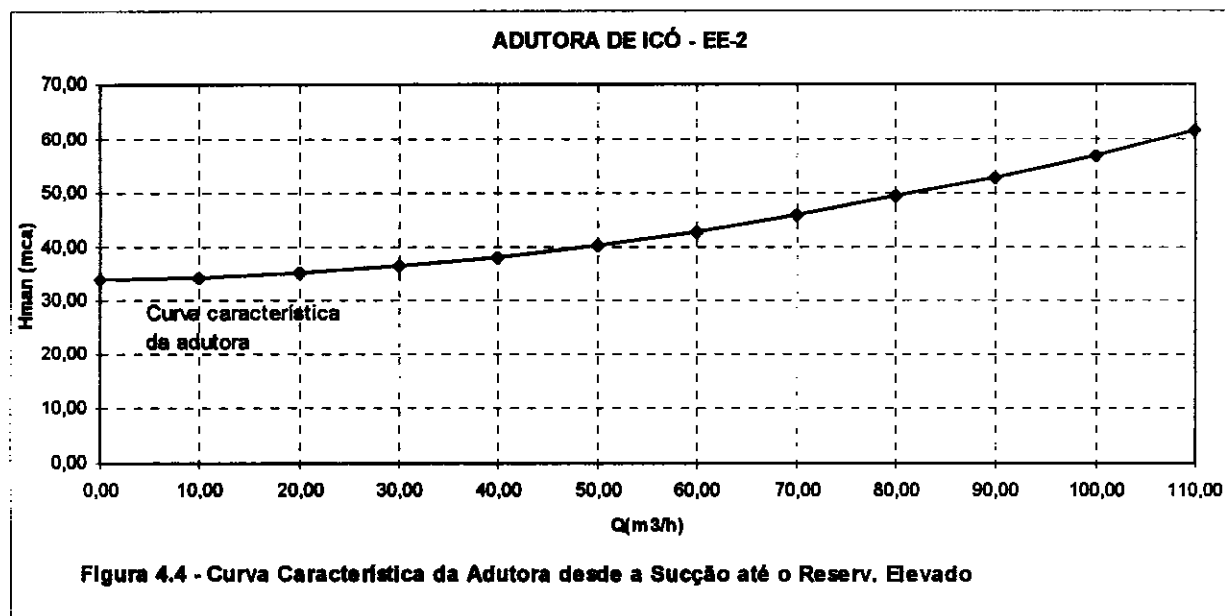
$$Dh_t = (111,41 + 3\,855,74 + 13\,714,57) \times Q^{1,85}$$

$$Dh_t = 17\,681,72 \times Q^{1,85}$$

A Tabela 4 7 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga na adutora, desde a sucção até a entrada no reservatório elevado, considerando o desnível geométrico igual a 33,85 m, e a Figura 4 4 mostra a curva característica da adutora

TABELA 4 7 - CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA - TRECHO EE-2 - RES ELEVADO

VAZÃO EM 1 BOMBA		DH _g	DH _b	DH _A	DH _T	VAZÃO NA ADUTORA	HMAN
(m ³ /h)	(m ³ /s)	(mca)	(mca)	(mca)	(mca)	(m ³ /h)	(mca)
0,00	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,85
10,00	0,0028	0,00	0,07	0,26	0,33	10,00	34,18
20,00	0,0056	0,01	0,25	0,92	1,18	20,00	35,03
30,00	0,0083	0,02	0,52	1,95	2,49	30,00	36,34
40,00	0,0111	0,03	0,89	3,33	4,24	40,00	38,09
50,00	0,0139	0,04	1,34	5,02	6,40	50,00	40,25
60,00	0,0167	0,06	1,88	7,04	8,97	60,00	42,82
70,00	0,0194	0,08	2,50	9,36	11,94	70,00	45,79
80,00	0,0222	0,10	3,20	11,99	15,28	80,00	49,13
90,00	0,0250	0,12	3,97	14,91	19,00	90,00	52,85
100,00	0,0278	0,15	4,83	18,11	23,09	100,00	56,94
110,00	0,0306	0,18	5,76	21,61	27,54	110,00	61,39

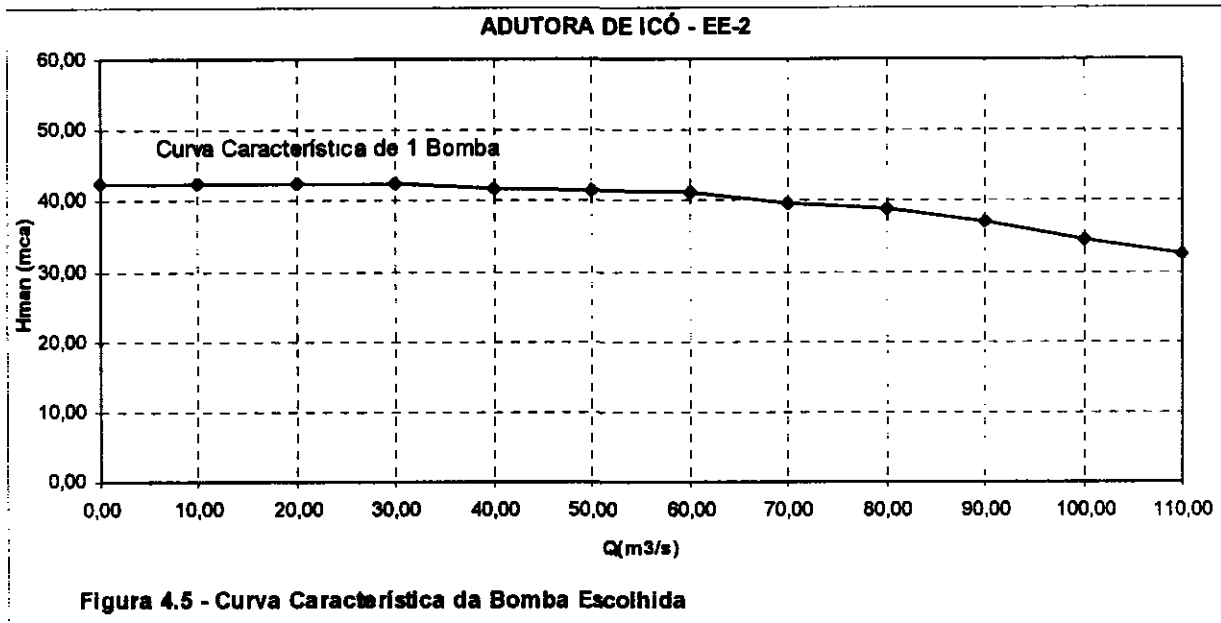


4.5.2 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

A Tabela 4.8 e a Figura 4.5 mostram a curva característica fornecida pelo fabricante da bomba

TABELA 4.8- CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ESCOLHIDA

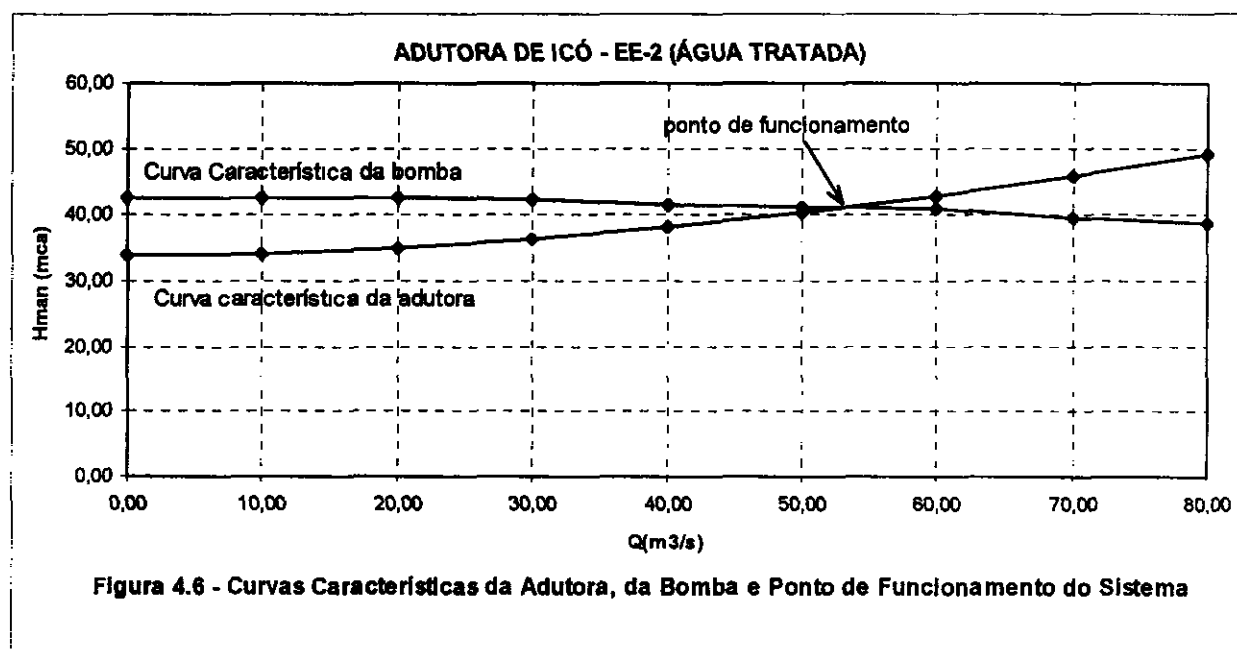
VAZÃO EM 1 BOMBA		HMAN (1bomba)
(m ³ /h)	(m ³ /s)	(mca)
0,00	0,0000	42,50
10,00	0,0028	42,50
20,00	0,0056	42,45
30,00	0,0083	42,40
40,00	0,0111	41,50
50,00	0,0139	41,25
60,00	0,0167	41,00
70,00	0,0194	39,50
80,00	0,0222	38,70
90,00	0,0250	37,00
100,00	0,0278	34,50
110,00	0,0306	32,40



Na Tabela 4 9 encontram-se as curvas características da adutora, da bomba e o ponto de funcionamento do sistema

TABELA 4 9 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DA ADUTORA E DA BOMBA

VAZÃO NA ADUTORA (m³/h)	HMAN (Adutora) (mca)	HMAN (bombas) (mca)
0,00	33,85	42,50
10,00	34,18	42,50
20,00	35,03	42,45
30,00	36,34	42,40
40,00	38,09	41,50
50,00	40,25	41,25
60,00	42,82	41,00
70,00	45,79	39,50
80,00	49,13	38,70
90,00	52,85	37,00
100,00	56,94	34,50
110,00	61,39	32,40



Na Figura 4.6 pode-se ver as curvas características da adutora, da bomba e o ponto de funcionamento do sistema onde ter-se-á.

Vazão Total. 52,00 m³/h

Altura manométrica : 40,75m.c.a

A vazão e a altura manométrica estão um pouco acima dos valores de projeto Deverá ser solicitado ao fabricante um ajuste nos rotores para que se tenha no ponto de funcionamento do sistema os seguintes valores

Vazão Total 43,90 m³/h

Altura manométrica . 38,88 m.c a

As bombas, a serem fornecidas por fabricantes para a Estação de Bombeamento EE-2 da adutora de água tratada de Icó, deverão ter as seguintes características

- Bomba : centrífuga com eixo horizontal
- Diâmetro do rotor 297 mm
- Vazão 43,90 m³/h
- Hman total 38,90 mca
- Rotação 1750 rpm
- Potência consumida 15 CV



- Potência do Motor 20 CV
- Tensão : 220/380V
- NPHS (m) 2,00m

4.6 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A Estação de tratamento será composta basicamente de uma câmara de carga, dois clarificadores e uma casa de química. Essas unidades estão dimensionadas e descritas no item 3.3.4.

4.6.1 - SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS (EE-FILTROS)

O recalque para a lavagem de filtro será realizado por 2 conjuntos motor-bombas centrífugas de eixo horizontal. Deverão ser instalados 3 conjuntos, sendo um de reserva, com as seguintes características:

- Vazão. 190,89 m³/h
- Altura manométrica 12,00 m
- Potência do motor 15 CV
- Rotação 1750 rpm
- Tempo de lavagem . 8 minutos

A casa de bombas será construída em alvenaria e a sucção das bombas será feita diretamente do reservatório semi-apoiado de água tratada localizada na ETA, cuja capacidade é suficiente para armazenar o volume necessário para 8 minutos de bombeamento (50 m³).

Os detalhes construtivos das unidades que compõem a ETA podem ser vistos nas plantas HD-12, HD-13, HD-14, HD-15 E HD-16 contidas no VOLUME II - DESENHOS.

4.7 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

- Cálculo do Volume de Reservação Necessário

$$Q_1 = 40,86 \text{ L/s (dia de maior consumo, 24 horas)}$$

$$Q_2 = 1,5 \times 40,86 = 61,30 \text{ L/s (hora de maior consumo no dia de maior demanda)}$$

A vazão de projeto é a do dia de maior consumo, portanto o volume diário aduzido será

$$V_1 = 40,86 \text{ L/s} \times 24 \times 3.600 \text{ s} = 3.530.304,00 \text{ L}$$

No dia crítico, em que dia e hora forem de maior demanda, ter-se-á

$$86.400 \text{ s/dia} \times 61,30 \text{ L/s} \times t = 3.530.304,00 \text{ L} \quad \therefore t = 0,667 \text{ dia} \Rightarrow t = 16 \text{ horas}$$

Portanto, neste dia o volume diário aduzido será consumido em 16 horas.

000052

O volume de reservação necessária será

$$40,86 \times (24-16) \times 3\,600 = 1\,176\,768 \text{ L} = 1\,176,8 \text{ m}^3 \approx 1\,200 \text{ m}^3$$

- Reservatórios Existentes

Reservatório enterrado 150 m^3

Reservatório elevado 250 m^3

- Volume Complementar

Para que sejam atendidas as variações de demanda do abastecimento da localidade será necessário um armazenamento complementar com o seguinte volume

$$1\,200,00 - 400,00 = 800,00 \text{ m}^3$$

Este volume será armazenado em dois reservatórios, um enterrado localizado na área de tratamento de água do sistema e um elevado localizado no Alto dos Bastos a 1020m de distância da ETA

- Reservatório Enterrado (em fase de construção)

Dimensões Úteis

Capacidade $500,00 \text{ m}^3$

Base $18,00 \times 11,00 \text{ m}$,

Altura útil $2,53 \text{ m}$,

Altura total $3,00 \text{ m}$

Níveis de Água

$NA_{\text{máx}} = 158,13 \text{ m}$

$Na_{\text{mín}} = 155,60 \text{ m}$

Diâmetros das Tubulações

Alimentação $\phi 150 \text{ mm}$

Extravasor $\phi 200 \text{ mm}$

Descarga de fundo $\phi 200 \text{ mm}$

Sucção da EE-filtros $\phi 150 \text{ mm}$

- Reservatório Elevado (em fase de construção)

Dimensões Úteis

Capacidade $350,00 \text{ m}^3$

000053



Forma circular

Diâmetro. 13,00

Altura útil 2,65m,

Altura total. 3,00 m

Níveis de Água.

$NA_{máx} = 189,45$ m

$Na_{mín} = 186,80$ m

Cota do terreno. 180,00

4.8 - Estudo de Golpe de Ariete nas Instalações de Recalque

A análise do fenômeno do golpe de ariete, nas instalações de recalque, será feita com vista a determinar as linhas piezométricas mínimas e máximas durante o evento da interrupção do fornecimento de energia elétrica. Para atingir este objetivo será utilizada a seguinte bibliografia:

KINNO, H. e Kennedy, J.F. - Water Hammer Charts for Centrifugal Pump Systems. Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, Volume 91, nro HY 3, May 1965, Part 1 of 2 parts

O método calcula as cotas piezométricas, máximas e mínimas na bomba e no ponto médio da adutora.

Os fatores que devem ser calculados para servir como entrada nos gráficos são:

- Constante da linha (ρ) (adimensional)

$$\rho = \frac{aV_r}{2gH_r}$$

Sendo:

a = velocidade de propagação do golpe de ariete (m/s),

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

V_r = velocidade da água na adutora para o ponto de funcionamento ótimo (m/s),

H_r = altura manométrica no ponto de ótimo rendimento (m),

g = aceleração da gravidade (m/s²)

000054



K_1 = Constante da bomba (s^{-1})

$$K_1 = 896.000 H_r Q_r / (WR^2 E_r(N_r)^2)$$

Q_r = vazão no ponto de máximo rendimento (total de todas as bombas) (m^3/s),

WR^2 = momento de inércia das massas girantes (inclui todas as bombas, motores e eventuais volantes) (kgm^2),

E_r = rendimento no ponto de funcionamento (adimensional),

N_r = rotação do grupo motor-bomba (rpm)

Com o valor de K_1 , calcula-se o adimensional τ dado por

$$\tau = \frac{1}{k_1 * 2 * \frac{L}{a}}$$

4.8.1 - Verificação do Golpe de Ariete nas Instalações de Recalque EE-1 (Captação)

São dados

• diâmetro	D = 250mm
• material = ferro fundido	K = 1,00
• comprimento	L = 340 m
• espessura	e = 0,0055 m
• vazão	$Q_r = 0,0511 m^3/s$
• rotação	$N_r = 1 750 rpm$
• rendimento do grupo motor-bomba	$E_r = 0,72$
• altura manométrica	$H_r = 38,7 m$
• número de bombas funcionando simultaneamente	2
• cota piezométrica mínima	166,41 m

Assim, calcula-se

A celeridade (a) do golpe de ariete.

$$a = 1022,44 m/s$$

- A velocidade para o ponto de funcionamento ótimo



$$V_r = Q_r / A = 0,0511 / (\pi \cdot 0,25^2 / 4)$$

$$V_r = 1,04 \text{ m/s}$$

Assim, tem-se a constante de linha

$$\rho = \frac{1022,44 \times 1,04}{2 \times 9,81 \times 38,70}$$
$$\rho = 1,40$$

Os valores de WR^2 foram adotados a partir de catálogos de fornecedores de bombas e motores. No caso em questão, tem-se para um conjunto motor-bomba

$$WR^2 \text{ (1 bomba)} = 0,158 \text{ Kgf m}^2$$

$$\text{Portanto } WR^2 \text{ (2 bombas)} = 2 \times 0,158 = 0,316 \text{ Kgf m}^2$$

$$WR^2 \text{ (motor)} = 0,263 \text{ Kgf m}^2$$

$$WR^2 \text{ (2 motores)} = 2 \times 0,263 = 0,526 \text{ Kgf.m}^2$$

$$WR^2 \text{ (bombas+motores)} = 0,316 + 0,526 = 0,842 \text{ Kgf m}^2$$

$$K_1 = \frac{896.000 \times 38,70 \times 0,0511}{0,842 \times 0,72 \times 1750^2}$$
$$K_1 = 0,95$$

Sendo $L = 340,00 \text{ m}$ tem-se

$$\tau = \frac{1}{K_1 \times 2 \times \frac{L}{a}} = \frac{1}{0,95 \times 2 \times \frac{340}{1022,44}}$$
$$\tau = 1,575$$

Assim, tem-se o fator de perda de carga (h_f) (adimensional)

$$h_f = H_f / H_r$$

Sendo

$$H_f = 1,61 \text{ m} \quad \text{perda de carga na adutora (m)}$$

$$H_r = 38,70 \quad \text{altura manométrica (m)}$$

$$\text{Tem-se: } h_f = 0,04$$

Entrando com os valores de ρ , τ e h_f nos gráficos da Figura 4.7 obtêm-se os valores dos parâmetros para o cálculo das pressões mínimas na bomba e no meio da adutora para o evento da parada de funcionamento de energia elétrica, e nas Figuras 4.8 e 4.9 obtêm-se os valores para o cálculo das pressões máximas na bomba e no ponto médio da adutora, para o mesmo evento. Os valores obtidos a partir da utilização desses gráficos são



• PRESSÃO MÍNIMA NA BOMBA ..	6,60 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÍNIMA NA BOMBA	172,99
• PRESSÃO MÍNIMA NO MEIO DA ADUTORA NA BOMBA	16,64 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÍNIMA NO MEIO DA ADUTORA	183,05
• PRESSÃO MÁXIMA NA BOMBA	54,18 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÁXIMA NA BOMBA .	220,59
• PRESSÃO MÁXIMA NO MEIO DA ADUTORA .	47,21 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÁXIMA MEIO ADUTORA	213,62

Verificou-se através da observação das linhas piezométricas desenhadas no perfil da adutora, que as pressões negativas são aceitáveis, devendo ser colocadas ventosas no meio da adutora (estaca 06), conforme mostrado no desenho da Figura 4 10

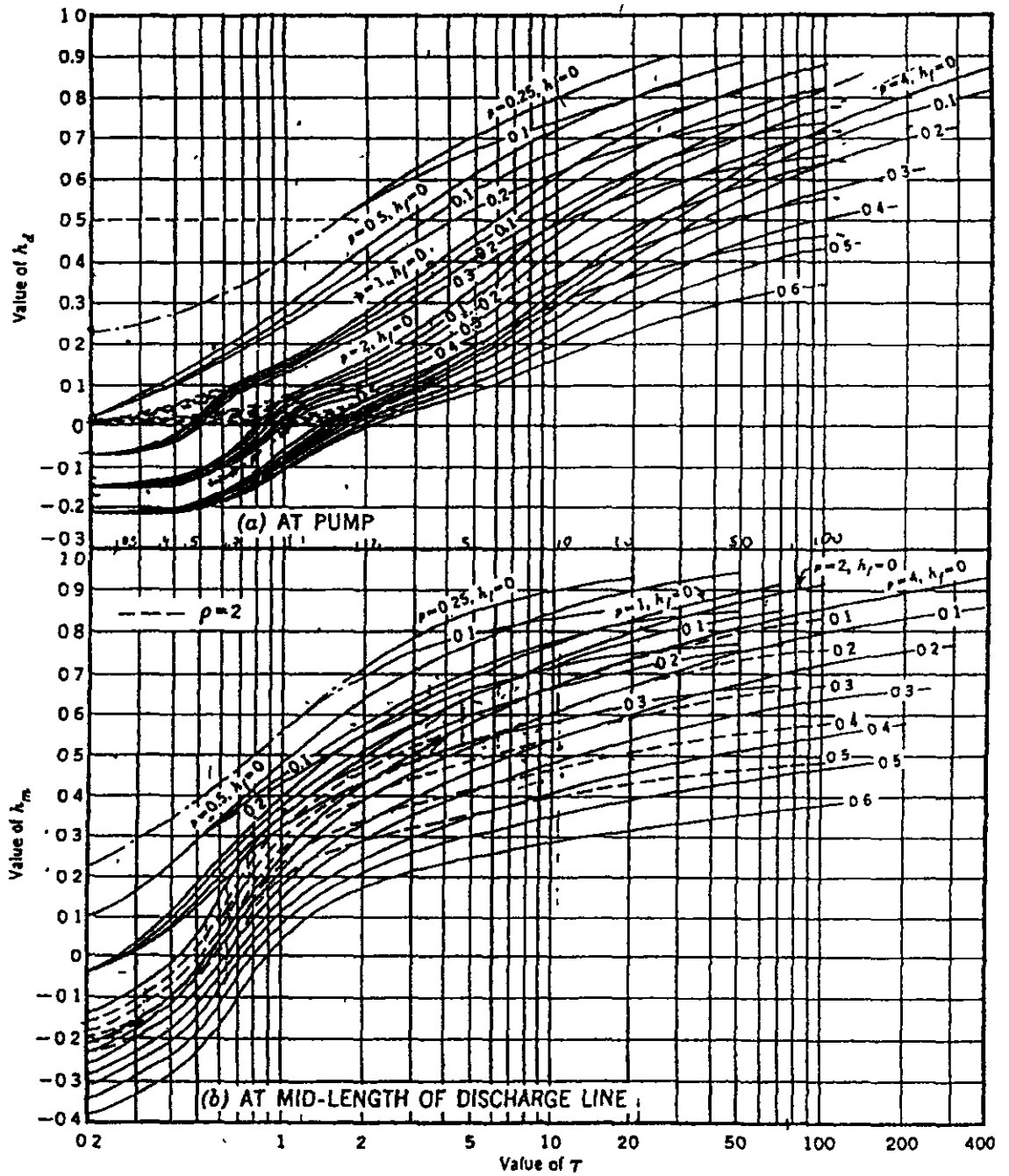


Figura 4.7 - Pressão Mínima na Bomba e no Meio da Adutora no Regime Transiente (Kinno e Kennedy -1965)

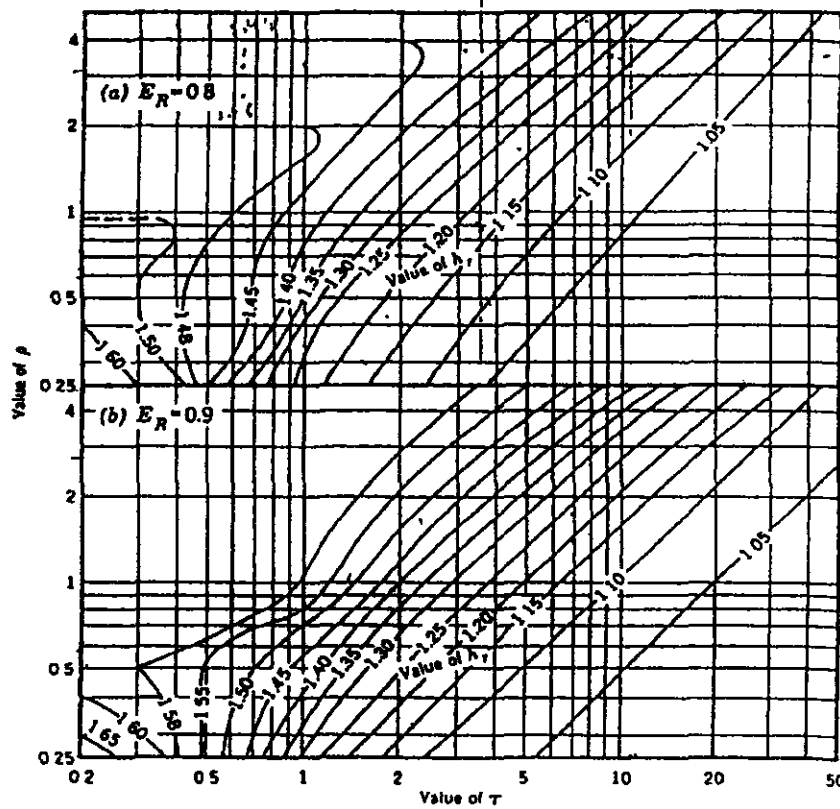


Figura 4.8 - Pressão Máxima na Bomba no Regime Transiente (Kinno e Kennedy - 1965)

sh

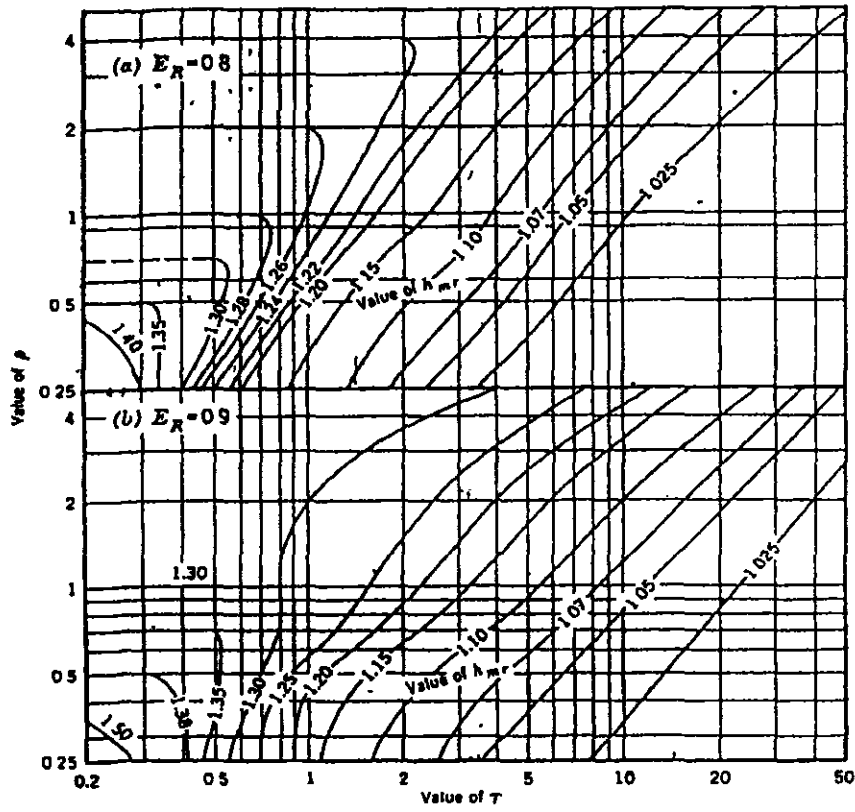
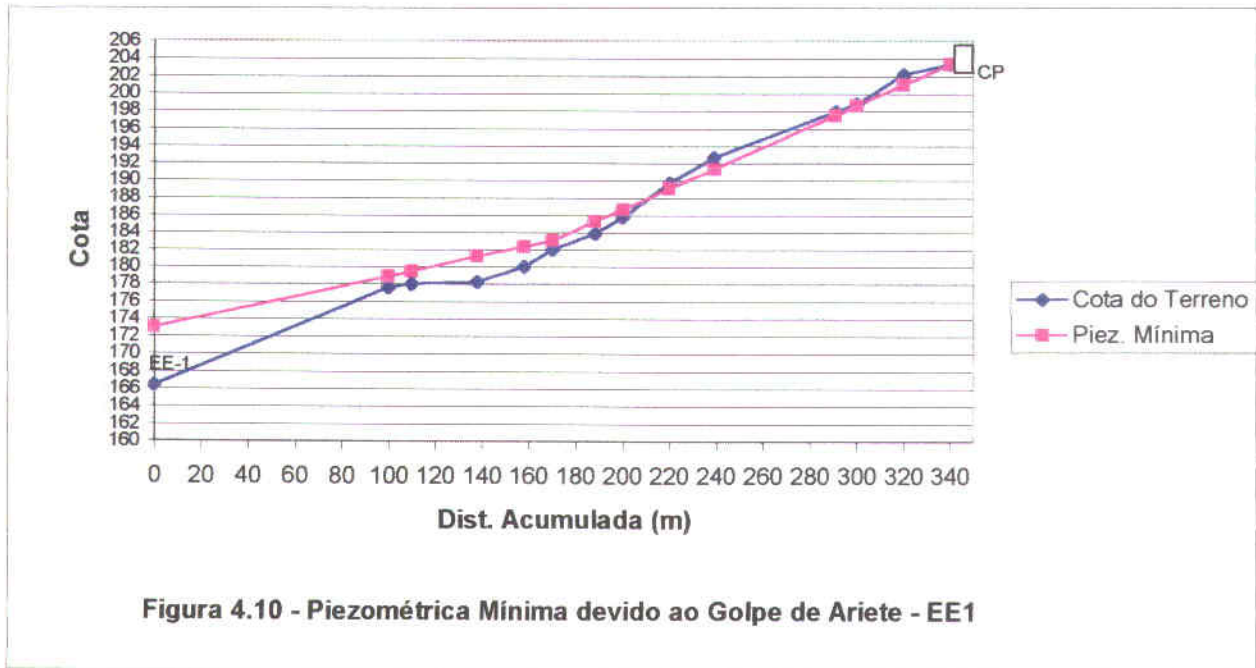
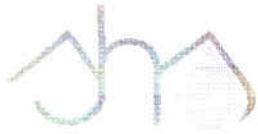


Figura 4.9 - Pressão Máxima no Meio da Adutora no Regime Transiente (Kinno e Kennedy - 1965)





4.8.2 - Verificação do Golpe de Ariete nas Instalações de Recalque EE-2

São dados.

- diâmetro: D = 150 mm
- material = ferro fundido K = 1,00
- comprimento: L = 1 020,0 m
- espessura: e = 0,0052 m
- vazão: Qr = 0,0122 m³/s
- rotação: Nr = 1 750 rpm
- rendimento do grupo motor-bomba Er = 0,72
- altura manométrica: Hr = 38,90 m
- número de bombas funcionando simultaneamente. 1
- cota piezométrica mínima: 155,60 m

Assim, calcula-se:

- A celeridade (a) do golpe de ariete:

$$a = 1127,14 \text{ m/s}$$

- A velocidade para o ponto de funcionamento ótimo.

$$V_r = Q_r / A = 0,0122 / (\pi \cdot 0,15^2 / 4)$$

$$V_r = 0,69 \text{ m/s}$$

Assim, tem-se a constante de linha:

$$\rho = \frac{1127,14 \times 0,69}{2 \times 9,81 \times 38,90}$$

$$\rho = 1,02$$

Os valores de WR^2 foram adotados a partir de catálogos de fornecedores de bombas e motores. No caso em questão, tem-se para um conjunto motor-bomba

$$WR^2 \text{ (1 bomba)} = 0,054 \text{ Kgf.m}^2$$

$$WR^2 \text{ (1 motor)} = 0,090 \text{ Kgf.m}^2$$

$$WR^2 \text{ (bomba+motor)} = 0,054 + 0,090 = 0,144 \text{ Kgf.m}^2$$



$$K_1 = \frac{896.000 \times 38,90 \times 0,0122}{0,144 \times 0,72 \times 1750^2}$$

$$K_1 = 1,34$$

Sendo $L=1.020,0\text{m}$ tem-se:

$$\tau = \frac{1}{K_1 \times 2 \times \frac{L}{a}} = \frac{1}{1,34 \times 2 \times \frac{1020,0}{1127,14}}$$

$$\tau = 0,413$$

Assim, tem-se o fator de perda de carga (h_f) (adimensional):

$$h_f = H_f / H_r$$

Sendo:

$$H_f = 5,05\text{m} : \text{perda de carga na adutora (m)}$$

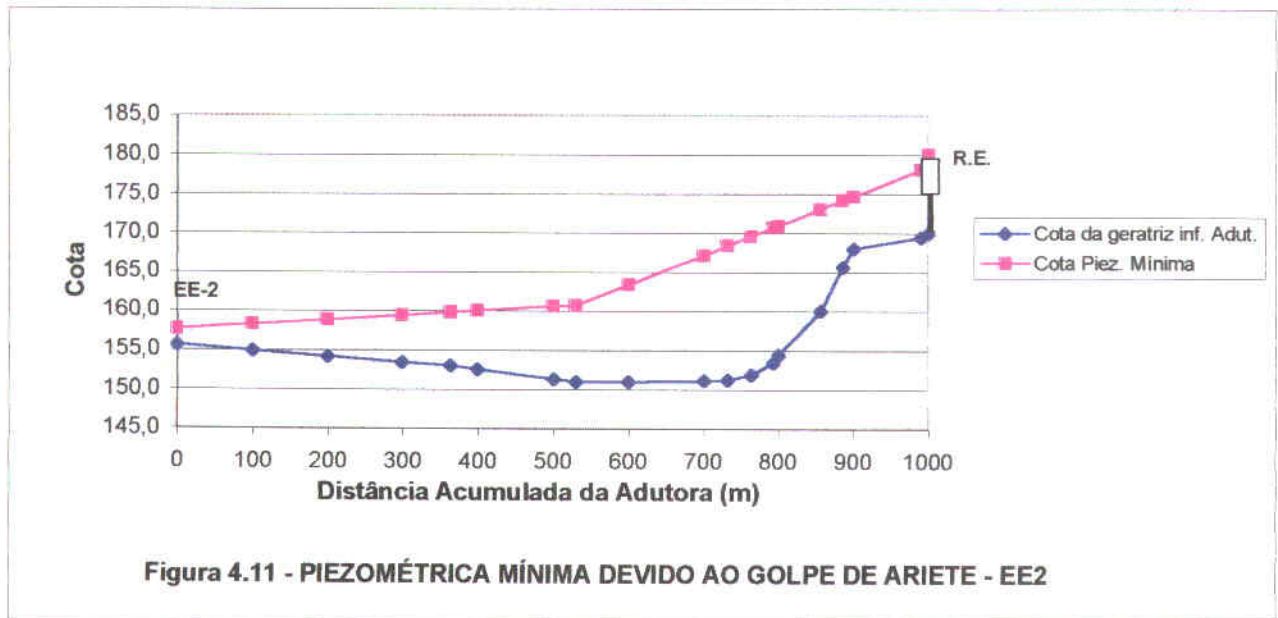
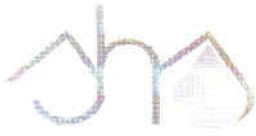
$$H_r = 38,90\text{m} : \text{altura manométrica (m)}$$

$$h_f = 0,13$$

Entrando com os valores de ρ , τ e h_f nos gráficos da Figura 4.7 obtêm-se os valores dos parâmetros para o cálculo das pressões mínimas na bomba e no meio da adutora para o evento da parada de funcionamento de energia elétrica; e nas Figuras 4.8 e 4.9 obtêm-se os valores para o cálculo das pressões máximas na bomba e no ponto médio da adutora, para o mesmo evento. Os valores obtidos a partir da utilização desses gráficos são:

• PRESSÃO MÍNIMA NA BOMBA	1,95 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÍNIMA NA BOMBA ..	157,55
• PRESSÃO MÍNIMA NO MEIO DA ADUTORA NA BOMBA	5,06 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÍNIMA NO MEIO DA ADUTORA .	160,66
• PRESSÃO MÁXIMA NA BOMBA	57,96 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÁXIMA NA BOMBA . .	213,56
• PRESSÃO MÁXIMA NO MEIO DA ADUTORA	49,60 mca
• COTA PIEZOMÉTRICA MÁXIMA MEIO ADUTORA .	205,20

Verificou-se através da observação das linhas piezométricas desenhadas no perfil da adutora que a linha piezométrica mínima devido ao golpe de ariete estão acima da linha da adutora.





5 - QUALIDADE DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO



Foi realizada a análise da água bruta determinando-se as suas características físico-químicas. Deverão ser obedecidos os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. O resultado da análise da água bruta do açude Lima Campos está apresentado a seguir. Pode-se ver que a água está dentro dos padrões de qualidade para água bruta, porém não potável sob o ponto de vista físico-químico.

A água para se tornar potável deverá passar por tratamento composto de coagulação, filtração, desinfecção, fluoração e correção de pH.

O fabricante do equipamento para tratamento de água deverá receber uma cópia da referida análise de água, e, nos termos de referência da compra deste equipamento deverá constar a obrigação do fornecedor de tratar a referida água aos níveis de potabilidade exigidas pelo SAAE.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ

CAGECE

PRAÇA DO VAQUEIRO (AEROPORTO)
TELEFONES: 227-2109 - 227-2110 - 227-2122
CAIXA POSTAL, 1158 - C.G.C. 07.040.108/001 - INSCR. 06 101.588-1
FORTALEZA - CEARÁ

ANÁLISE DE ÁGUA N.º 2350/97

NOME DO PROPRIETÁRIO S H S - NORDESTE

TIPO DE MANANCIAL AÇUDE

LOCAL DE COLETA - DIRETO DO AÇUDE

CIDADE I C Ô - CE

PROFUNDIDADE

USO A QUE SE DESTINA VIA PROJETO

DATA E HORA DA COLETA 11 / 04 / 97 AS 3:00 HORAS

DATA E HORA DA ENTRADA NO LABORATÓRIO 15 / 04 / 97 AS 15:30 HORAS

OBS: O RESULTADO DA ANÁLISE REFERE-SE A AMOSTRA ENVIADA AO LABORATÓRIO POR PARTE DO INTERESSADO.

000067

ALGUNS PADRÕES DA QUALIDADE DE ÁGUAS PARA ABASTECIMENTO

POLUENTES	FONTES POLLUIDORAS	EFETOS PREJUDICIAIS	PADRÃO DE QUALIDADE PARA ÁGUA BRUTA		PADRÃO DE QUALIDADE PARA ÁGUA TRATADA		OBS. Especiais
			BRASIL (1)	NOC 1972	BRASIL (2)	EMA 88	
Ardores	Espeços domésticos e industrial. Pode ser controlado em certas águas subterrâneas	Queima original e irritação, real relevo de cloro	0,5 mg/l	0,5 mg/l	—	—	0,5mg/l
Ardores	Natural e provenientes atividades industriais	Tintura, gosto desagradável de am, cloro residual	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,1 mg/l	0,01 mg/l	—
Sabor	Atividade industrial	Pequeno e amargo, ou azedo	1 mg/l	1 mg/l	0,1 mg/l	1 mg/l	—
Cloro	Atividade industrial de cloroalcalina e amoniacal	Alteração do sabor, de amargo para salino	0,1 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	—
Cloro	Água clorada, amoniacal e orgânica	Alteração do sabor, amargo, gosto de cloro	0,1 mg/l	0,05 mg/l	0,01 mg/l	0,05 mg/l	0,05mg/l
Cloro	Espeços domésticos, amoniacal	Alteração do sabor, amargo	—	200 mg/l	200 mg/l	200 mg/l	200mg/l
Cloro total	Cloro residual e água de cloroalcalina	O cloro residual produz um gosto e um cheiro de cloro	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,05 mg/l	0,05	0,05mg/l
Cloro	Natural e Cloroalcalina	Em pequenas doses é essencial à vida, em altas doses é tóxico e produz gosto	1 mg/l	1 mg/l	1 mg/l	1 mg/l	2,0mg/l
Cloro	Cloroalcalina, amoniacal, tratamento de amoniacal	O cloro residual tem um gosto amargo. O cloro em excesso produz um gosto de cloro	0,2 mg/l	0,2 mg/l	—	0,01 mg/l	—
Cloro	Espeços domésticos e industrial	Alteração do gosto	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	—
Cloro	Atividade industrial	Alteração do gosto	2 mg/l	—	—	—	—
Cor Total	Natural, cloroalcalina, atividade industrial	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	—	0,5 mg/l	1 mg/l	0,5 mg/l	0,1mg/l
Cor	Natural atividades industriais	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	1,0 mg/l	1,0 e 2,0 mg/l	0,5 e 1,7 mg/l	0,7 e 1,2 mg/l	1,0mg/l
Cor	Água clorada industrial de amoniacal e amoniacal com amoniacal	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	0,001 mg/l	—	0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,001mg/l
Cor	Natural	Alteração do gosto	—	0,05 mg/l	0,5 mg/l	0,05 mg/l	0,5mg/l
Cor	Produtos de cloro e amoniacal atividades industriais	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	0,002 mg/l	0,002 mg/l	0,02 mg/l	—	—
Cor	Espeços domésticos, amoniacal, amoniacal	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	10 mg/l	10mg/l
Cor	Natural ou amoniacal	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	1 mg/l	1 mg/l	—	—	—
Cor	Atividade industrial	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	—	0,01 mg/l	0,05 mg/l	0,01 mg/l	—
Cor	Atividade industrial	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	—
Cor	Atividade industrial	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	5mg/l
Cor	Espeços domésticos e atividades industriais	Alteração do gosto, mancha em roupas, alteração de am	—	—	1000 mg/l	100 mg/l	—
Cor	Natural	Natural	—	—	1000 mg/l	—	—
Cor	Natural	Natural	10	10 mU	20 mU	10 mU	—
Cor	Natural	Natural	—	—	5 mU	5 mU	—
Cor	—	—	—	—	—	—	120mg/l
Cor	—	—	200	200	200	—	200mg/l
Cor	—	—	—	—	1,0	—	0,3mg/l
Cor	—	—	—	—	370	370	370mg/l

11) Portaria 012 de 15/01/76 de Ministério de Interior (Amônia)
 12) Decreto Federal nº 79.387 de 08/03/77 e Portaria nº 98 de 14/03/77 de Ministério de Saúde (Água Potável) - valores e normas de controle
 13) mU - Unidade de Medida (Unidade de Medida)
 14) mU - Unidade de Medida (Unidade de Medida)
 15) "Dissolved Matter Standard" de 1982
 16) Deve ser removido por coagulação
 * Água 15 horas de repouso em recipientes à temperatura ambiente para remoção de cloro residual de 0,05mg/l de cloro.
 * Em presença de 250 mg/l de SO4 e 10 mg/l de amoniacal de 20
 * Ver o caso e temperatura média anual

RESULTADOS

Nº 2350/97

CARACTERES FÍSICOS E ORGANOLEPTICOS	RESULTADOS
TURBIDEZ	4,4 uT
COR	25,0 mU
ODOR	Inodoro
SABOR	—
TEMPERATURA	—
RESULTADOS QUÍMICOS	
pH	7,52
ALCALINIDADE - HIDROXIDOS	Zero
CARBONATOS	Zero
BICARBONATOS	74,0 mg/l
DUREZA	74,0 mg/l CaCO3
CÁLCIO	15,2 mg/l
MAGNÉSIO	8,64 mg/l
CONDUTIVIDADE ESPECÍFICA A 25°C	243,0 micros
FLUORETOS	—
CLORETOS	26,0 mg/l
CORO RESIDUAL	Ausência
SULFATOS	1,5 mg/l
FERRO	0,36 mg/l
MANGANÊS	0,03 mg/l
OXIGÊNIO CONSUMIDO	7,2 mg/l
SÓDIO	58,0 mg/l
POTÁSSIO	14,0 mg/l
NITRITOS	0,06 mg/l
NITRATOS	1,3 mg/l
AMÔNIA	0,07 mg/l
SÓLIDOS TOTAIS	126,0 mg/l
ALUMÍNIO	0,02 mg/l
OUTRAS ANÁLISES	—
OBSERVAÇÃO	ESTA ANÁLISE REPRESENTA, É LÓGICO, AS CONDIÇÕES DA ÁGUA NESTA DATA
CONCLUSÃO	Teores acima do normal de cor e oxigênio consumido.

VISTO *Maírcio Lima*
 Eng. Maírcio de Sousa Lima
 LABORATÓRIO
 Est. 011 - 110 - 110 - 110

Companhia de Água e Esgoto de Ceará - ACEG
 FORVALVEZA DE 04 DE 1997
Francisco de Assis
 Téc. Quím. FCA - RA G RA CRUZ
 CRQ N.º 01.41.673 - 10 - Região

000068

shA

6 – PROJETO ELÉTRICO

000069

6.1 - INTRODUÇÃO

Esta memória de cálculo visa dimensionar as subestações e equipamentos elétricos destinados às estações de captação e bombeamento do Projeto Adutora de Lima Campos-Icó

As subestações transformadoras, classe 15 KV, serão do tipo aérea e ao tempo, instaladas em postes de concreto armado, padrão COELCE. Estas subestações estarão ligadas ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 KV através das linhas de distribuição rural do sistema COELCE e que fornecerão aos motores das bombas tensão 380 V trifásica

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensada para os motores das estações de captação, elevatória e filtros

Os motores elétricos deverão ter suas carcaças devidamente aterradas com cabo de cobre nú e hastes de terra em aço cobreado, serão totalmente fechados e terão grau de proteção mínimo IP-54

As chaves de comando protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, na estação EE-2 e FILTROS, que desligarão os motores no caso do nível mínimo ser atingido

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa metálica, estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais elétricos utilizados na confecção destes quadros. Os quadros de comando deverão ter grau de proteção mínimo IP-44 (NBR 6146)

6.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES - DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO

6.2.1 – Captação

A carga instalada prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos instalados em flutuadores a 100 metros da margem do açude

- Características dos Motores 30 CV

potência nominal	30 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	60 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,89
rendimento	0,88

- Potência da Subestação

000070

shs

7 - PROJETO ESTRUTURAL

000071



Esta memória de cálculo trata das estruturas de concreto armado destinadas a reservatórios assentes, semi-enterrados, elevados e estação de captação. As paredes dos reservatórios são projetadas para suportar os esforços provocados pela ação da água e terra.

7.1 - HIPÓTESE DE CARREGAMENTO

As hipóteses de carregamento (vertical e empuxo) bem como o cálculo das cargas estão de acordo com as normas brasileiras (NB-1), para cálculo e execução de construções de concreto armado, podendo usar para estas fórmulas práticas aproximadas.

7.2 - CÁLCULO DOS ESFORÇOS

7.2.1 - Cálculo das Lajes

Todas as lajes foram calculadas pelo processo de Marcus. Utilizando-se para o cálculo programa computacional denominado "lajes".

7.2.2 - Cálculo das Vigas e Paredes

Utilizou-se para o cálculo das vigas e paredes o processamento eletrônico, e não se considerou redistribuição de momentos.

7.2.3 - Cálculo das Cintas

Ao longo dos pilares dos reservatórios elevados existe um cintamento com a finalidade de diminuir os comprimentos de flambagem dos pilares e para solidarizar as fundações.

7.2.4 - Cálculo dos Pilares

Os pilares recebem carga das vigas e cintas. Cálculo em flexão compressão oblíqua.



7.2.5 - Cálculo das Fundações

Foram adotadas fundações diretas em sapatas ou blocos, em função do tipo de solo e tensão admissível (δ_{adm}) do solo

7.3 - DIMENSIONAMENTO

7.3.1 – Lajes

As lajes foram dimensionadas segundo os critérios das normas brasileiras, com alturas tais que sempre sejam sub-armadas e que as flechas tenham valores compatíveis com as exigências da norma

7.3.2 - Vigas, Paredes e Cintas

Dimensionadas segundo critérios das normas brasileiras, com seções retangulares

7.3.3 – Fundações

As sapatas de fundação foram dimensionadas pelo método da flexão (sapata rígida) levando-se em conta a punção

Encontra-se a seguir a memória do cálculo estrutural



MEMÓRIA

Este Projeto trata de estruturas de concreto armado destinadas a reservatórios assentes, semi-enterrados e estações elevatórias, as paredes são projetadas (dos reservatórios) para suportar os esforços provocados pela ação da água e terra.

1.1. HIPÓTESE DE CARREGAMENTOS

As hipóteses de carregamentos (vertical e empuxo) bem como o cálculo das cargas estão de acordo com as normas brasileiras.

1.1.1 Cálculo das lajes

Todas as lajes foram calculadas pelo processo aproximado da teoria de "MELCHER" utilizando-se para o cálculo processo eletrônico.

1.1.2 Cálculo das vigas e paredes

Utilizou-se para tal efeito processo eletrônico não foram consideradas redistribuições de momentos



1.1.3. Cálculo Das Cintas

As longo dos pilares dos Reservatórios elevados existem um cintamento com a finalidade de diminuir o comprimento de flambagem e solidificar as fundações.

1.1.4. ~~o~~ cálculo Dos Pilares

Os pilares receber cargas das lajes, vigas e cintas, dimensionados de acordo com a NBR 1111.

1.1.5. FUNDAMENTOS

Foram adotadas fundações diretas em sapatas em função do tipo de solo.

Adota-se para esta $\sigma = 1.5 \text{ kg/cm}^2$ (do solo)

1.1.6. Dimensionamento

As lajes foram dimensionadas de tal forma que sejam sub-armadas, e que as flechas tenham valores compatíveis com a NBR.



1.1.7 VIGAS, PAREDES, CINTAS

AS VIGAS E PAREDES SERÃO DIMENSIONADAS SEGUNDO OS CRITÉRIOS DAS NORMAS AB. COM SEÇÕES RETANGULARES.

1.1.8. PILARES

DIMENSIONADOS DE ACORDO COM A NORMA AB.1 (NBR 1)

1.1.9. FUNDAÇÕES

DIMENSIONADAS PELA MÉTODA DE FLUXÃO, TOMANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO O EFEITO DE PUNÇÃO.

$$w = 1 + \frac{6}{h} = 1 + \frac{6}{20} = 1.3$$

$$f'_{yd} = \sigma_{sd} = 3555 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda = 3.46 \times \frac{355}{20}$$

$$f_{cd} = \frac{180}{1.9} = 128.571 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\lambda = 61.415 > 40$$

$$w N_d = 1.3 \times 1.4 \times 31000 = 54600.0 \text{ kgf.}$$

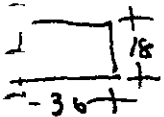
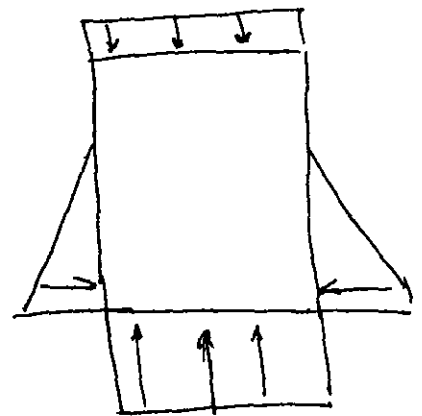
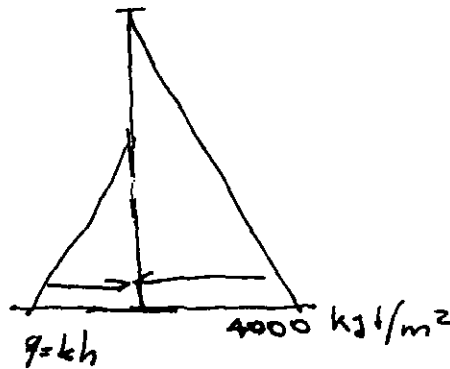
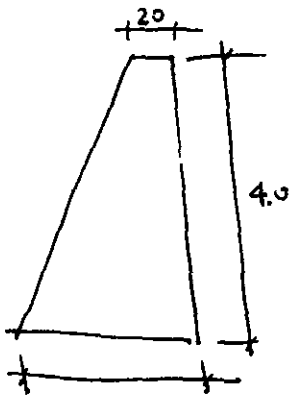
$$A_{c,NEC} = \frac{w N_d}{0.85 f_{cd} + 0.008 \cdot f'_{yd}} = \frac{54600}{0.85 \times 128.571 + 0.008 \times 3555} = 396.441 \text{ cm}^2$$

$$A_c = 20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$$

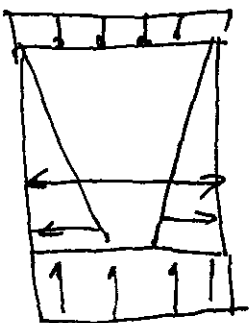
$$\text{SE } A_c < A_{c,NEC} \rightarrow A_s = \frac{w N_d - 0.85 \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f'_{yd}} = \frac{54600 - 0.85 \times 400 \times 128.571}{3555}$$

$$A_c > A_{c,NEC} \rightarrow A_s = 0.008 \cdot A_{c,NEC} = 0.008 \times 396.441$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_s = 3.062 \text{ cm}^2 \\ A_{s,MIN} = 3.172 \text{ cm}^2 \end{array} \right. \rightarrow A_s = 3.20 \text{ (4}\phi 10\text{)}$$



$$\left\{ \begin{array}{l} k = 0.4 \text{ a } 0.50 \\ k_1 = 1.0 \text{ a } 1.20 \end{array} \right.$$



$$2 \times 4 (36.2 + 18) \times 0.2 \times 2500 = 216800$$

$$\frac{216800}{65884} = 329.063 \text{ kgf/m}^2 \text{ Raíça fundo.}$$

$$P = 330 + 450 = 7800 \text{ kgf/m}^2$$

000077

$$G_{\text{terreno}} = 780 + (0.2 \times 2500) + (4 \times 1000) = 5280 \text{ kg/m}^2$$

$$\boxed{G_{\text{adobado}} = 1.5 \text{ kg/cm}^2}$$

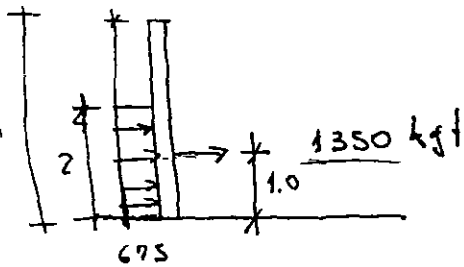
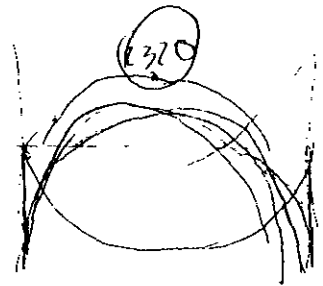
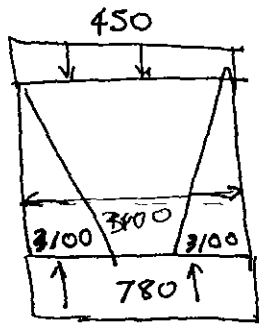
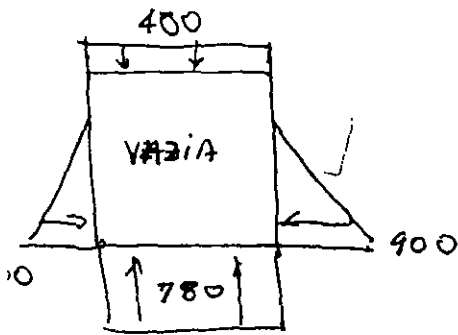
$$\boxed{\sigma = 0.528 \text{ kg/cm}^2}$$

AGUA 4000 kg/m²

TERRA $0.45 \times 2.0 = 0.900 \text{ t/m}^2 = 900 \text{ kg/m}^2$

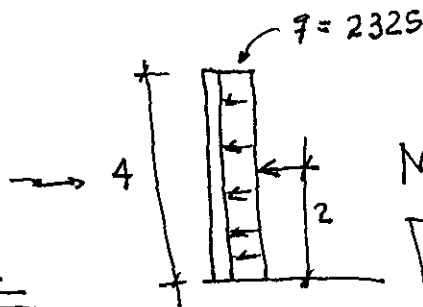
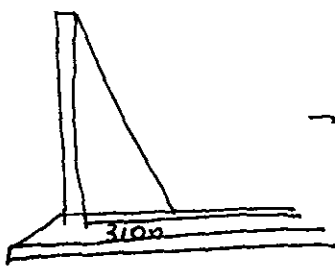
CAIXA VAZIA + 900 kg/m²

" CHEIA : 4000 - 900 = 3100 kg/m²



$$M_k = 1350 \times 1 = 1350 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_k = 1350 \text{ kgf}\cdot\text{m} \quad (\text{FORA PARA QUINTO})$$



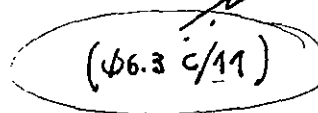
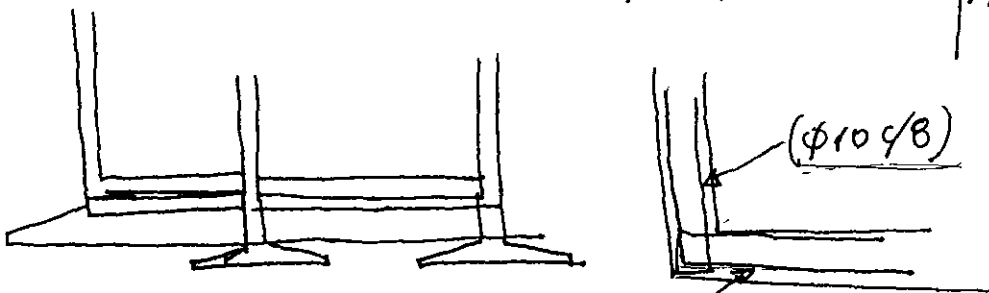
$$M_k = 2325 \times 2 = 4650 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_k = 4650 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

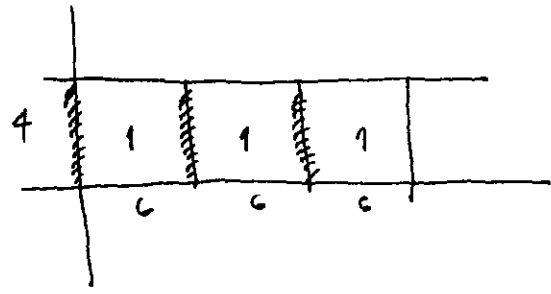
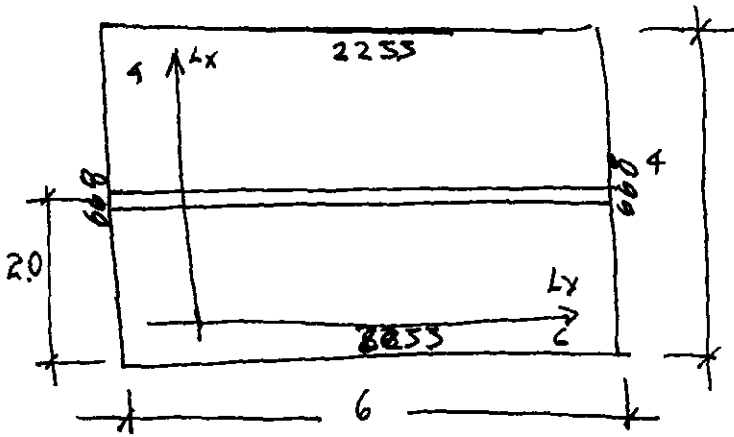
$$M_k = 1350 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$A_{S_{TERRA}} = 2.639 \text{ cm}^2 \rightarrow$$

$$\begin{aligned} \cancel{\phi 8} \text{ c/15} &\rightarrow \cancel{39} / 40 \phi 8 \text{ c/15} \\ \phi 6.3 \text{ c/11} &\rightarrow 755 \phi 6.3 \text{ c/11} \end{aligned}$$



$$\left\{ \begin{aligned} A_S &= 9991 \text{ cm}^2 \\ \phi 10 \text{ c/8} \end{aligned} \right.$$



CASO 1

$L_x = 9$
 $L_y = 6$

(TERZA)

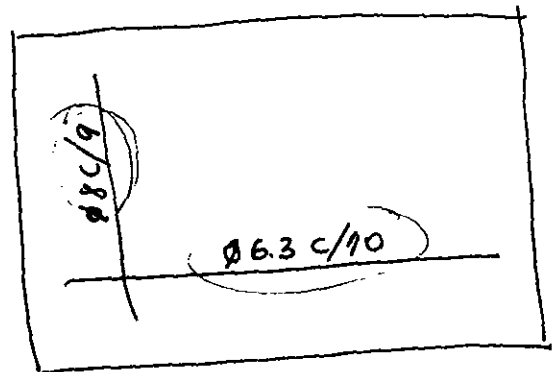
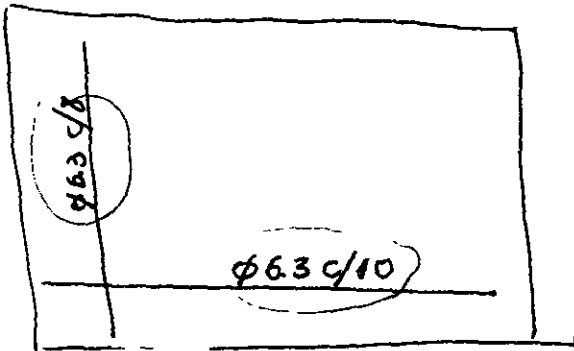
$$\begin{cases} q_y = 223 \\ q_x = 1127 \\ N_y = 692 \\ M_x = 1557 \\ R_{xy} = 2255 \\ R_y = 668 \end{cases}$$

CASO 1

AGUA

$L_x = 4$
 $L_y = 6$

$$\begin{cases} q_y = 384 \\ q_x = 1942 \\ N_y = 1192 \\ M_x = 2684 \\ R_x = 3882 \\ R_y = 1150 \end{cases}$$

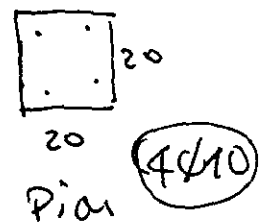
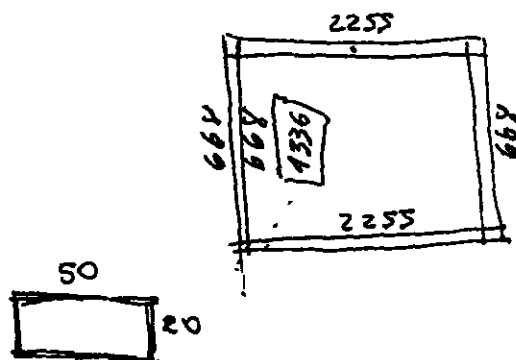
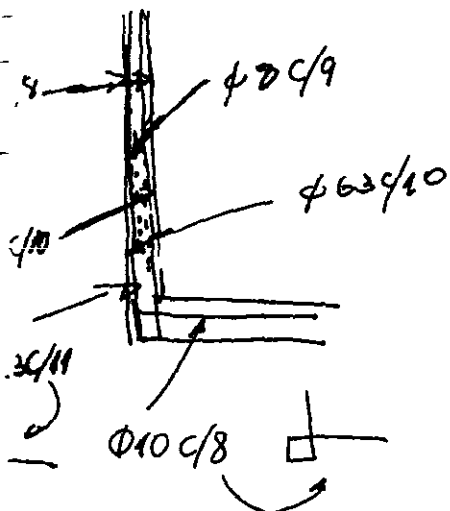


$$A_{sx} = 3.059 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 6.3 \text{ c/8} * \\ \phi 8 \text{ c/15} \end{cases}$$

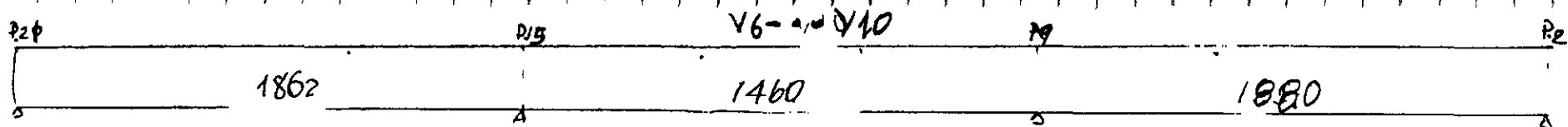
$$A_{sy} = 3.0 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 6.3 \text{ c/10} * \\ \phi 8 \text{ c/15} \end{cases}$$

$$A_{sx} = 5.429 \text{ cm}^2 \rightarrow \begin{cases} \phi 8 \text{ c/9} * \\ \phi 10 \text{ c/14} \end{cases}$$

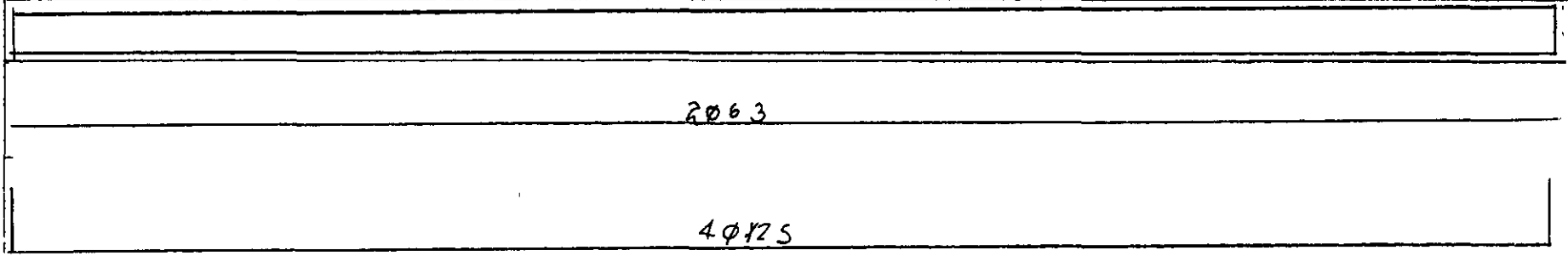
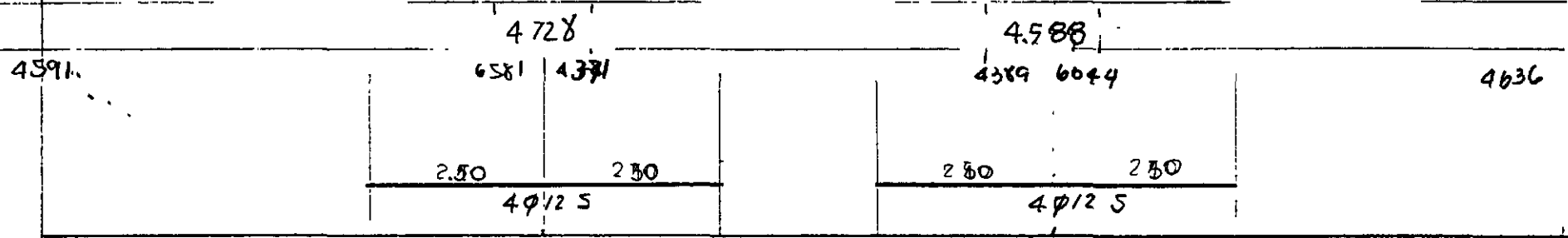
$$A_{sy} = 3.0 \rightarrow \begin{cases} \phi 6.3 \text{ c/10} \\ \phi 8 \text{ c/15} \end{cases}$$



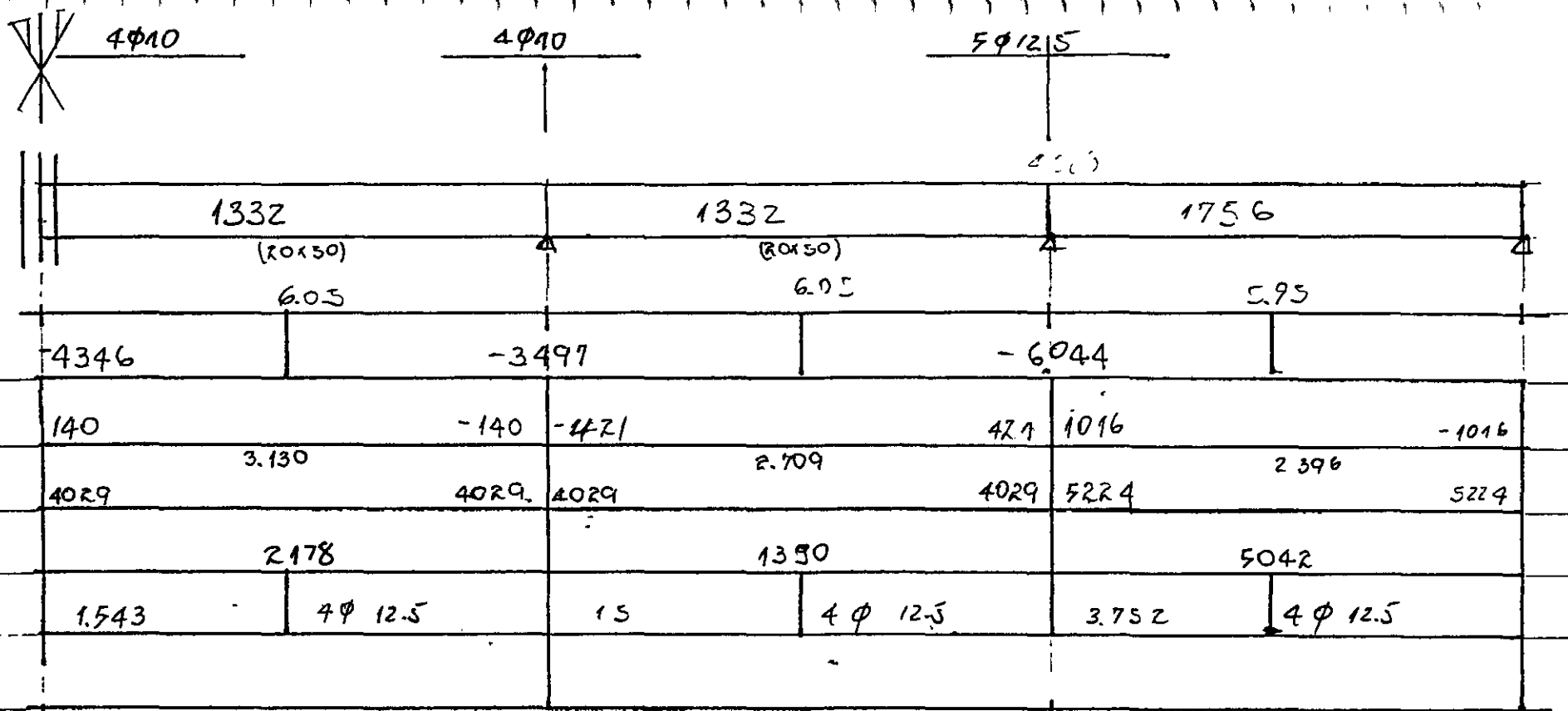
000079



X		-6211		-6047	
2x	4606	6660	4444	4390	6726
PI	4606	11104		11116	
culo		1.10	2.17	2.17	1.05
max	2.474		3.044		2.523
max+	5697		6764		5983
ts	4.293		5.208		4.534



ARMADURA
NEGATIVA



4169

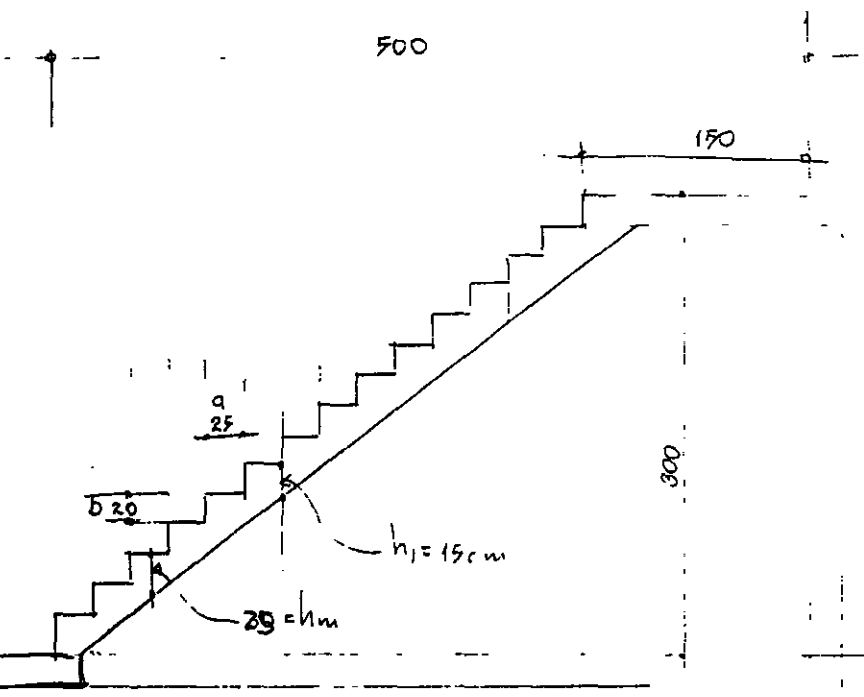
3889

ARMADURA
POSITIVA

4φ12.5

4φ12.5

4φ12.5



$$h_m = 15 + \frac{20}{2} = 15 + 10 = \boxed{25 \text{ cm}}$$

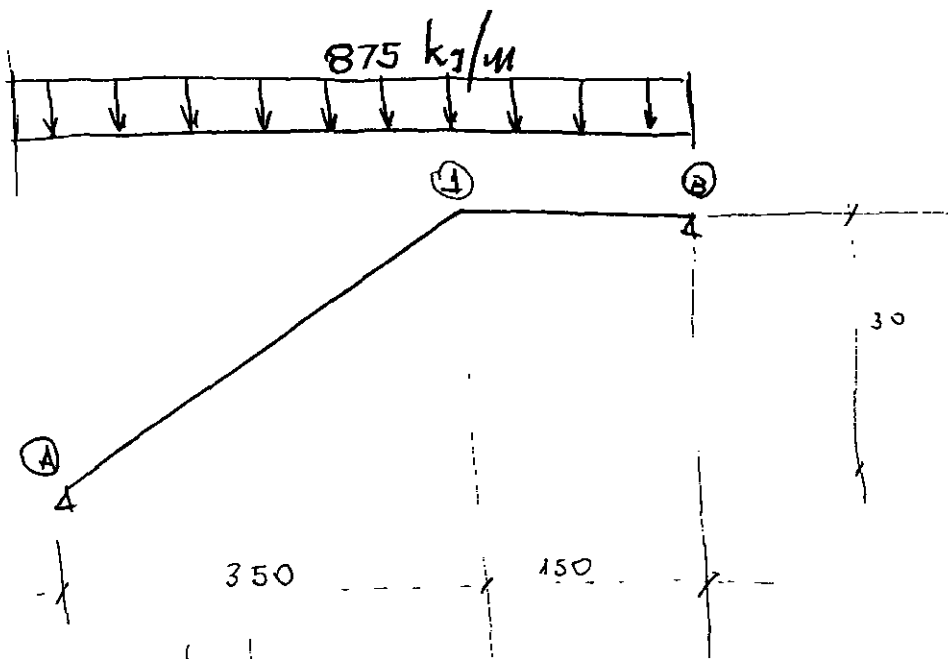
$$P.P = h_m \times 2500 = 0.25 \times 2500$$

$$P.P = 625.0 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{SOBRE CARGA} \rightarrow 200 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{OV} + P_{EV} \rightarrow 50 \text{ kg/m}^2$$

$$875 \text{ kg/m}^2$$



omo 0 Hiperelástico

$$l' = \sqrt{350^2 + 30^2} = 4610$$

$$l' = l = 150$$

$$X_1 = \frac{875(350^2 \cdot 461 + 150^2 \cdot 150)}{8(461 + 150)} = \frac{52366.56}{4888} = 1071.329 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$-R_A = 875 \times \left(350 + \frac{150}{2}\right) + \frac{1071.329}{1.50} = 443297 \text{ kgf}$$

$$-R_B = \frac{Pl_{10}}{2} + \frac{X_1}{l_{10}} = \frac{875 \times 150}{2} - \frac{1071.329}{150} = -57.962 \text{ ksf}$$

$$X_{\text{max}} = \frac{350}{2} - \frac{1071.329}{3.5 \times 875} = 1.40 \text{ m}$$

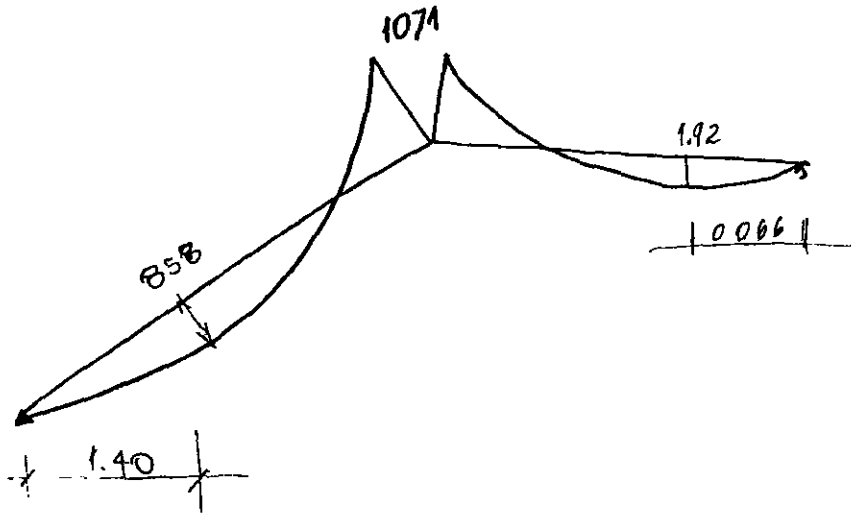
$$M_{\text{max}_M} = \frac{875 \times 350}{2} - \frac{1071.329}{3.50} = 857.718 \text{ ksf}\cdot\text{m}$$

$$X_{\text{max}_{B1}} = \frac{57.96}{2 \times 175} = 0.066 \text{ m}$$

$$M_{\text{max}_{B1}} = \frac{57.96^2}{2 \times 875} = 1.92 \text{ ksf}\cdot\text{m}$$

$$P_1 = \frac{875(3.50 + 1.50)}{2} + \frac{1071.329}{3.50} + \frac{1071.329}{1.50} = 3207.81$$

$$H = 3207.81 \times \frac{3.50}{3.00} = 3742.449 \text{ ksf}$$



emo Vian Continua.

$$-x_f = 1071.329 \text{ ksf} \cdot \text{m}$$

$$-R_A = \frac{875 \times 3.50}{2} - \frac{1071.329}{3.50} = 1225.156 \text{ ksf}$$

$$-P_1 = \frac{875(3.50 + 1.50)}{2} + \frac{1071.329}{3.50} + \frac{1071.329}{1.50} = 3207.81 \text{ ksf}$$

$$-R'_B = \frac{875 \times 1.50}{2} - \frac{1071.329}{1.50} = -57.969 \text{ ksf}$$

$$-H = 3207.81 \times \frac{3.50}{3.00} = 3742.445 \text{ ksf}$$

$$-X_{\text{max}} = \frac{1225.156}{875} = 1.40 \text{ m}$$

$$-M_{\text{max}} = \frac{1225.156^2}{2 \times 875} = 857.718 \text{ ksf} \cdot \text{m}$$

$$-X_{\text{max } B_1} = \frac{57.97}{875} = 0.066 \text{ m}$$

$$-M_{\text{max } B_2} = \frac{57.97^2}{2 \times 875} = 1.92 \text{ ksf} \cdot \text{m}$$

000084

$$f_{ck} = 180 \text{ kgf/cm}^2$$

Aço CA-50B

$$X_1 = 1071.329 \text{ kgf m}$$

$$x_{min} = 7 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 375 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 1.487 \text{ cm}^2/\text{m} < A_{smin}$$

no aço

($\phi 6.3 \text{ c/8}$)

no lã de

$$M = 838 \text{ kgf m}$$

$$A_{sm} = 375 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow (\phi 6.3 \text{ c/8})$$

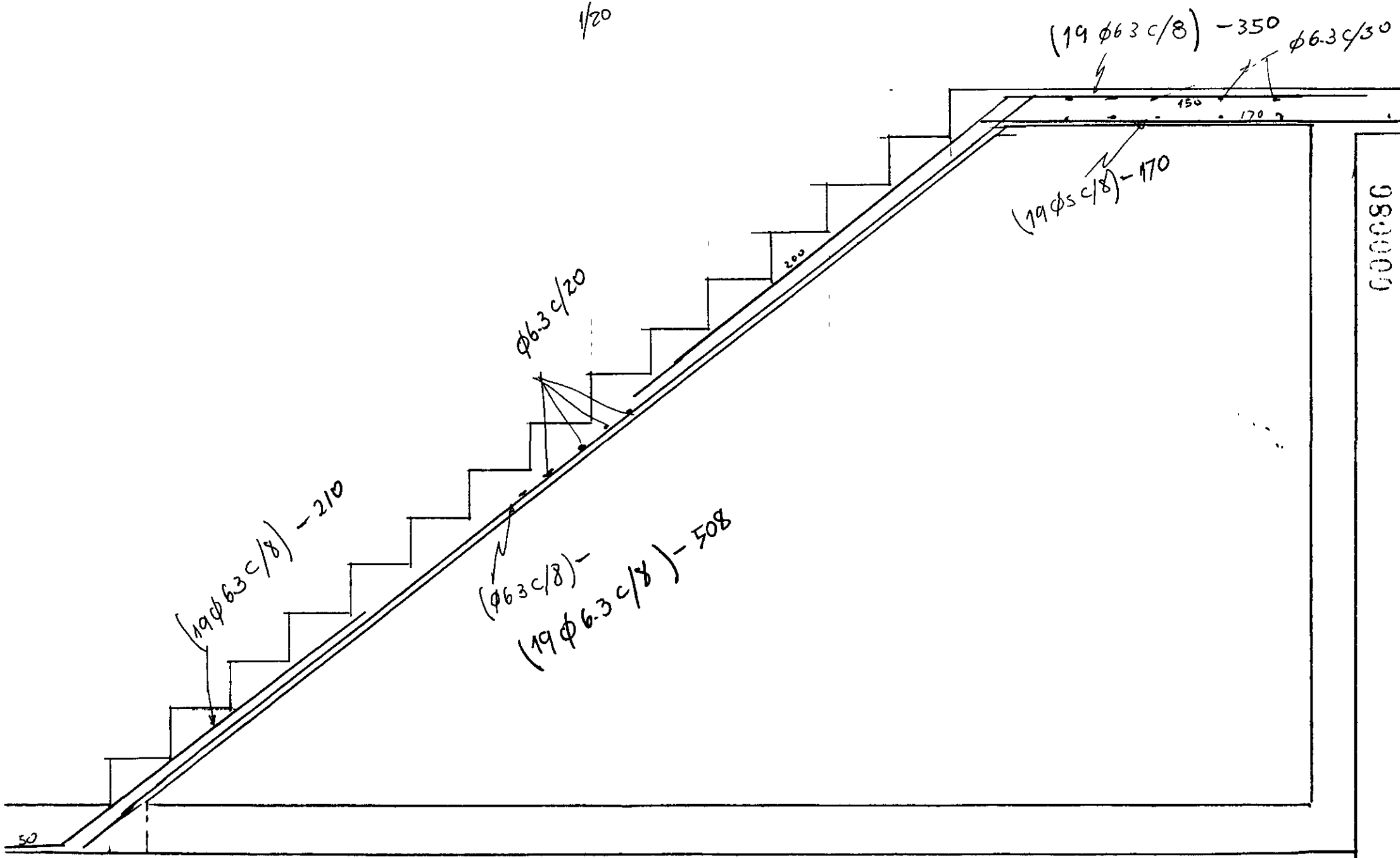
$$d_m = 6$$

$$A_s = 1.518 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$h = 25$$

ICÓ

1/20



ADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(30)
Lx (m) = 6.05
Ly (m) = 4.00
Espessura da laje - h (cm) = 20.00
Largura - b (m) = 1.00

LAJES DO FUNDO

ADOS DO CARREGAMENTO:

Cobrecarga (kgf/m2) = 3000.00
Pavim. e revest. (kgf/m2) = 100.00
LAJE L30
CARGA POR m2 = 3600.00 kg.m

***** QUINHÕES DE CARGA *****

qx = 577.54 kgf/m2 qy = 3022.46 kgf/m2
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSÕES = 6.05 m x 4.00 m
ESPESURA = 20 cm
CASO DA LAJE = 1
lambda = 0.66

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 1834.27 kgf.m My = 4196.18 Kgf.m
Mx = 0.00 kgf.m My = 0.00 Kgf.m
Rx1 = 1747.05 kgf Rx2 = 1747.05 Kgf
Ry1 = 6044.93 kgf Ry2 = 6044.93 Kgf

***** LAJE L30 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

ck (kgf/cm2) = 180.00
TUBO DE ACO = CA-50B

PRESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

l = 20 cm
DEFORMACAO *****
s = 277128.40 kgf/cm2
= 74.89 cm4

**** flechas *****

q = 2.2416 mm fqad = 8.0000 mm
t = 8.8597 mm ftad = 13.3333 mm
Espessura minima (h) + ESFUERZOS = 17 cm

**** MOMENTO FLETOR ****

Mk = 4196.18 kgf.m => Md = 5874.65 kgf.m
Mk = 0.00 kgf.m => Xd = 0.00 kgf.m

ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS = 14 cm

ESPESURA ADOTADA (h) = 20 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L(30) *****

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

l = 20 cm

* ARMADURA POSITIVA *

spx+ = 4.263 cm2/m => 24N ø10.0 c\17 -
spy+ = 9.751 cm2/m => 79N ø10.0 c\ 8 -
spx+ = 4.263 cm2/m
spy+ = 9.751 cm2/m
smin+ = 3.000 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

smin{-} = 3.00 cm2/m

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(2)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L2

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m

***** QUINHÕES DE CARGA *****

qx = 200.00 kgf/m2 qy = 200.00 kgf/m2

***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m

ESPESSURA = 10 cm

CASO DA LAJE = 1

lambda = 1.00

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 533.79 kgf.m My = 533.79 Kgf.m

Xx = 0.00 kgf.m Xy = 0.00 Kgf.m

RX1 = 605.00 kgf RX2 = 605.00 Kgf

RY1 = 605.00 kgf RY2 = 605.00 Kgf

***** LAJE L2 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

PO DE ACO = CA-50B

ESPESURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 1.5702 mm fqad = 12.1000 mm

ft = 8.2997 mm ftad = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUZOS = 7 cm

*** MOMENTO FLETOR ***

Mk = 533.79 kgf.m => Md = 747.31 kgf.m

Xk = 0.00 kgf.m => Xd = 0.00 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS = 5 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L(2) *****

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 3.013 cm2/m => 61N ø6.3 c\10

Aspy+ = 3.013 cm2/m => 61N ø6.3 c\10

Aspx+ = 3.013 cm2/m

Aspy+ = 3.013 cm2/m

Asmin+ = 1.500 cm2/m

***** * ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(1)
lx (m) = 6 05
ly (m) = 6 10
espessura da laje - h (cm) = 10 00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L1

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHOS DE CARGA *****
qx = 203.29 kgf/m2 qy= 196.71 kgf/m2 ✓
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.10 m

ESPESSURA = 10 cm

CASO DA LAJE = 3

lambda= 1.01

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 400.63 kgf.m My = 394.09 Kgf.m ✓
Xx = -930.12 kgf.m Xy = -914.94 Kgf.m ✓
RX1 = 491.97 kgf RX2 = 737.95 Kgf ✓
RY1 = 719.95 kgf RY2 = 479.97 Kgf ✓

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(2)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.10
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L2

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHOS DE CARGA *****
qx = 269.58 kgf/m2 qy= 130.42 kgf/m2 ✓
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.10 m

ESPESSURA = 10 cm

CASO DA LAJE = 5

lambda= 1.01

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 335.42 kgf.m My = 288.25 Kgf.m ✓
Xx = -822.27 kgf.m Xy = -808.84 Kgf.m ✓
RX1 = 815.47 kgf RX2 = 815.47 Kgf ✓
RY1 = 477.35 kgf RY2 = 318.23 Kgf ✓

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(3)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.10
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L3

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHOS DE CARGA *****
qx = 269.58 kgf/m2 qy= 130.42 kgf/m2



$$P_{SE} = \frac{2 \times 30 \times 0,736}{0,89 \times 0,88} = 56,38 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 112,5 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE) que atenderá até no final do plano

6.2.2 - Estação de Tratamento (EE-FILTROS)

A carga instalada prevista será de (03) três motores elétricos trifásicos, sendo dois (02) efetivos e um (01) reserva

- Características dos Motores 15 CV

potência nominal	15 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	24 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,85
rendimento	0,85

6.2.3 - Estação Elevatória 2 (EE-2)

A carga instalada prevista será de (02) dois motores elétricos trifásicos, sendo um (01) efetivo e um (01) reserva

- Características dos Motores 30 CV

potência nominal	30 CV
tensão nominal	380 V
corrente nominal	60 A
frequência	60 Hz
fator de potência	0,89
rendimento	0,88

- Potência da Subestação

$$P_{SE} = \frac{2 \times 15 \times 0,736}{0,85 \times 0,85} + \frac{30 \times 0,736}{0,89 \times 0,88} = 58,75 \text{ kVA}$$

Será instalada uma única subestação - tipo poste - de 112,5 kVA - 13 800/380/220 V (Padrão COELCE), que atenderá as estações de tratamento e elevatória até o final do plano



6.2.4 - Subestação Padrão 112,5 kVA - Condutores e Proteção

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 0,38} = 171 \text{ A}$$

$S_{\text{fase}} = 3 \times 95 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)

$S_{\text{neutro}} = 1 \times 50 \text{ mm}^2$ (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- Proteção Primária.

$$I_p = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 7,0 \text{ A}$$

Será utilizado chave fusível - 15 kV - 100 A - 2 kA - com elo fusível de 6 A (6 K)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{112,5}{\sqrt{3} \times 0,38} = 171 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V - 200 A - 10 kA

6.3 - MOTORES ELÉTRICOS

Dimensionamento de condutores, proteção e acionamento

6.3.1 - Motor 40 CV - Captação Flutuante

corrente nominal. 60 A

partida. chave automática compensadora - 380 V p/motor 40 CV - taps 65/80%

condutores. a) Pela ampacidade 60 A

$S_{\text{fase}} = 3 \times 16 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)

$S_{\text{proteção}} = 1 \times 16 \text{ mm}^2$ (1 condutor cobre nú)

b) Pela queda de tensão admitindo-se o motor distante de 100 m do quadro de comando; 2% queda de tensão

$$S_c = \frac{173 \times \left(\frac{1}{56}\right) \times 6 \times 100 \times 0,85}{2 \times 380} = 20,73 \text{ mm}^2 = (25 \text{ mm}^2)$$



A bitola a prevalecer será de maior seção, então
 $S_{\text{fase}} 3 \times 25 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)
proteção fusível tipo NH - 100 A - 500 V
60 A relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 50 a 63 A, ajuste

6.3.2 - Motor 15 CV

corrente nominal 24 A
partida chave automática partida auto-compensadora - 380 V p/motor 15 CV
taps 65/80%
condutores $S_{\text{fase}} 3 \times 4 \text{ mm}^2$ (1 condutor p/fase - 750 V - PVC)
 $S_{\text{proteção}} 1 \times 4 \text{ mm}^2$ (1 condutor cobre nú)
proteção fusível tipo NH - 50 A - 500 V
24A relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 16 A 25A, ajuste

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 262.66 kgf.m My = 262.66 Kgf.m ✓
Xx = -610.04 kgf.m Xy = -610.04 Kgf.m ✓
RX1 = 605.00 kgf RX2 = 605.00 Kgf ✓
RY1 = 605.00 kgf RY2 = 605.00 Kgf ✓

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(9)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00
LAJE L9
CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHOS DE CARGA *****
qx = 200.00 kgf/m2 qy= 200.00 kgf/m2
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m
ESPESSURA = 10 cm
CASO DA LAJE = 6
lambda= 1.00

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 262.66 kgf.m My = 262.66 Kgf.m
Xx = -610.04 kgf.m Xy = -610.04 Kgf.m
RX1 = 605.00 kgf RX2 = 605.00 Kgf
RY1 = 605.00 kgf RY2 = 605.00 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(10)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00
LAJE L10
CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHOS DE CARGA *****
qx = 200.00 kgf/m2 qy= 200.00 kgf/m2
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m
ESPESSURA = 10 cm
CASO DA LAJE = 6
lambda= 1.00

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 262.66 kgf.m My = 262.66 Kgf.m
Xx = -610.04 kgf.m Xy = -610.04 Kgf.m
RX1 = 605.00 kgf RX2 = 605.00 Kgf
RY1 = 605.00 kgf RY2 = 605.00 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(11)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(14)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L14

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m

***** QUINHOS DE CARGA *****

qx = 266.67 kgf/m2 qy= 133.33 kgf/m2

***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m

ESPESSURA = 10 cm

CASO DA LAJE = 5

lambda= 1.00

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 331.38 kgf.m My = 289.57 Kgf.m

Xx = -813.39 kgf.m Xy = -813.39 Kgf.m

RX1 = 806.67 kgf RX2 = 806.67 Kgf

RY1 = 484.00 kgf RY2 = 322.67 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(15)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00

Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L15

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m

***** QUINHOS DE CARGA *****

qx = 266.67 kgf/m2 qy= 133.33 kgf/m2

***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m

ESPESSURA = 10 cm

CASO DA LAJE = 5

lambda= 1.00

MOMENTOS FLETORES:

Mx = 331.38 kgf.m My = 289.57 Kgf.m

Xx = -813.39 kgf.m Xy = -813.39 Kgf.m

RX1 = 806.67 kgf RX2 = 806.67 Kgf

RY1 = 484.00 kgf RY2 = 322.67 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:

LAJE L(16)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:

sobrecarga (kgf/m2) = 100.00

Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00

LAJE L16

CARGA POR m2 = 400.00 kg.m

***** QUINHOS DE CARGA *****

qx = 266.67 kgf/m2 qy= 133.33 kgf/m2

***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

* DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m
* ESPESSURA = 10 cm
* CASO DA LAJE = 5
* lambda= 1.00
* MOMENTOS FLETORES:
> Mx = 331.38 kgf.m My = 289.57 Kgf.m
> Xx = -813.39 kgf.m Xy = -813.39 Kgf.m
> RX1 = 806.67 kgf RX2 = 806.67 Kgf
> RY1 = 484.00 kgf RY2 = 322.67 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:
LAJE L(17)
lx (m) = 6.05
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:
sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00
LAJE L17
CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHÕES DE CARGA *****
qx = 266.67 kgf/m2 qy= 133.33 kgf/m2
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 6.05 m x 6.05 m
ESPESSURA = 10 cm
CASO DA LAJE = 5
lambda= 1.00
MOMENTOS FLETORES:
> Mx = 331.38 kgf.m My = 289.57 Kgf.m
> Xx = -813.39 kgf.m Xy = -813.39 Kgf.m
> RX1 = 806.67 kgf RX2 = 806.67 Kgf
> RY1 = 484.00 kgf RY2 = 322.67 Kgf

DADOS GEOMETRICOS:
LAJE L(18)
lx (m) = 5.95
ly (m) = 6.05
espessura da laje - h (cm) = 10.00
base - b (m) = 1.00

DADOS DO CARREGAMENTO:
sobrecarga (kgf/m2) = 100.00
Pavim. e revest.(kgf/m2) = 50.00
LAJE L18
CARGA POR m2 = 400.00 kg.m
***** QUINHÕES DE CARGA *****
qx = 206.66 kgf/m2 qy= 193.34 kgf/m2
***** LAJE ARMADA EM 2 DIRECOES *****

DIMENSOES = 5.95 m x 6.05 m
ESPESSURA = 10 cm
CASO DA LAJE = 3
lambda= 1.02
MOMENTOS FLETORES:
> Mx = 393.98 kgf.m My = 381.06 Kgf.m
> Xx = -914.55 kgf.m Xy = -884.57 Kgf.m
> RX1 = 491.86 kgf RX2 = 737.79 Kgf
> RY1 = 701.81 kgf RY2 = 467.87 Kgf

***** DADOS DO CONCRETO *****

* fck (kgf/cm2) = 180.00

***** DADOS DO ACO *****

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

LAJE (L1)

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

f_q = 0.8924 mm f_{qad} = 12.1000 mm

f_t = 4.7168 mm f_{tad} = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 6 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 400.63 kgf.m => M_d = 560.88 kgf.m

X_k = -914.94 kgf.m => X_d = -1280.92 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS = 5 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** DADOS DO CONCRETO *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

f_q = 0.6129 mm f_{qad} = 12.1000 mm

f_t = 3.2397 mm f_{tad} = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 335.42 kgf.m => M_d = 469.59 kgf.m

X_k = -808.84 kgf.m => X_d = -1132.38 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS = 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** DADOS DO CONCRETO *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

f_q = 0.6129 mm f_{qad} = 12.1000 mm

f_t = 3.2397 mm f_{tad} = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 335.42 kgf.m => M_d = 469.59 kgf.m

000096

Xk = -808.84 kgf.m => Xd = -1132.38 kgf.m

ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

* ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L4 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

IPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 0.6129 mm fqad = 12.1000 mm

ft = 3.2397 mm ftad = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

Mk = 335.42 kgf.m => Md = 469.59 kgf.m

Xk = -808.84 kgf.m => Xd = -1132.38 kgf.m

ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L5 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

IPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 0.6129 mm fqad = 12.1000 mm

ft = 3.2397 mm ftad = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUERZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

Mk = 335.42 kgf.m => Md = 469.59 kgf.m

Xk = -808.84 kgf.m => Xd = -1132.38 kgf.m

ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L6 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

IPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 0.8512 mm fqad = 11.9000 mm

000097

ft = 4.4991 mm ftad = 19.8333 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 6 cm
**** MOMENTO FLETOR ****
Mk = 400.32 kgf.m => Md = 560.45 kgf.m
Xk = -883.97 kgf.m => Xd = -1237.56 kgf.m
ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 5 cm
ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L7 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00
TIPO DE ACO = CA-50B
ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 0.6088 mm fqad = 12.1000 mm

ft = 3.2179 mm ftad = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm

**** MOMENTO FLETOR ****

Mk = 331.38 kgf.m => Md = 463.93 kgf.m

Xk = -813.39 kgf.m => Xd = -1138.75 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L8 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm2

I = 57.56 cm4

***** flechas *****

fq = 0.5019 mm fqad = 12.1000 mm

ft = 2.6528 mm ftad = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm

**** MOMENTO FLETOR ****

Mk = 262.66 kgf.m => Md = 367.72 kgf.m

Xk = -610.04 kgf.m => Xd = -854.06 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L9 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm2) = 180.00

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

000098

```
**** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm2
I = 57.56 cm4
***** flechas *****
fq = 0.5019 mm    fqad = 12.1000 mm
ft = 2.6528 mm    ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
*** MOMENTO FLETOR ***
Mk = 262.66 kgf.m => Md = 367.72 kgf.m
Xk = -610.04 kgf.m => Xd = -854.06 kgf.m
ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm
ESPESURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE
```

```
***** LAJE L10 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****
fck (kgf/cm2) = 180.00
PO DE ACO = CA-50B
PESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE
```

```
*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***
```

```
PRE-DIMENSIONAMENTO:
```

```
h = 10 cm
**** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm2
I = 57.56 cm4
***** flechas *****
fq = 0.5019 mm    fqad = 12.1000 mm
ft = 2.6528 mm    ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
*** MOMENTO FLETOR ***
Mk = 262.66 kgf.m => Md = 367.72 kgf.m
Xk = -610.04 kgf.m => Xd = -854.06 kgf.m
ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm
ESPESURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE
```

```
***** LAJE L11 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****
fck (kgf/cm2) = 180.00
PO DE ACO = CA-50B
PESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE
```

```
*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***
```

```
PRE-DIMENSIONAMENTO:
```

```
h = 10 cm
**** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm2
I = 57.56 cm4
***** flechas *****
fq = 0.5019 mm    fqad = 12.1000 mm
ft = 2.6528 mm    ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
*** MOMENTO FLETOR ***
Mk = 262.66 kgf.m => Md = 367.72 kgf.m
Xk = -610.04 kgf.m => Xd = -854.06 kgf.m
ESPESURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm
ESPESURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE
```

```
***** LAJE L12 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****
fck (kgf/cm2) = 180.00
PO DE ACO = CA-50B
PESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE
```

000099

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm²

I = 57.56 cm⁴

***** flechas *****

f_q = 0.5820 mm f_{qad} = 11.9000 mm

f_t = 3.0760 mm f_{tad} = 19.8333 mm

espessura minima (h) + ESFUENZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 328.42 kgf.m => M_d = 459.79 kgf.m

X_k = -777.65 kgf.m => X_d = -1088.71 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUENZOS = 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L13 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

f_{ck} (kgf/cm²) = 180.00

IPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm²

I = 57.56 cm⁴

***** flechas *****

f_q = 0.8749 mm f_{qad} = 12.1000 mm

f_t = 4.6243 mm f_{tad} = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUENZOS = 6 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 394.13 kgf.m => M_d = 551.78 kgf.m

X_k = -915.06 kgf.m => X_d = -1281.08 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUENZOS = 5 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L14 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

f_{ck} (kgf/cm²) = 180.00

IPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

***** DEFORMACAO *****

E = 277128.40 kgf/cm²

I = 57.56 cm⁴

***** flechas *****

f_q = 0.6088 mm f_{qad} = 12.1000 mm

f_t = 3.2179 mm f_{tad} = 20.1667 mm

espessura minima (h) + ESFUENZOS = 5 cm

***** MOMENTO FLETOR *****

M_k = 331.38 kgf.m => M_d = 463.93 kgf.m

X_k = -813.39 kgf.m => X_d = -1138.75 kgf.m

ESPESSURA minima (hs) - ESFUENZOS = 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L15 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm²) = 180.00
TIPO DE ACO = CA-50B
ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:
h = 10 cm
***** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm²
I = 57.56 cm⁴
***** flechas *****
fq = 0.6088 mm fqad = 12.1000 mm
ft = 3.2179 mm ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
***** MOMENTO FLETOR *****
Mk = 331.38 kgf.m => Md = 463.93 kgf.m
Xk = -813.39 kgf.m => Xd = -1138.75 kgf.m
ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm
ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L16 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****
fck (kgf/cm²) = 180.00
TIPO DE ACO = CA-50B
ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:
h = 10 cm
***** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm²
I = 57.56 cm⁴
***** flechas *****
fq = 0.6088 mm fqad = 12.1000 mm
ft = 3.2179 mm ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
***** MOMENTO FLETOR *****
Mk = 331.38 kgf.m => Md = 463.93 kgf.m
Xk = -813.39 kgf.m => Xd = -1138.75 kgf.m
ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm
ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L17 *****
***** DADOS DO CONCRETO *****
fck (kgf/cm²) = 180.00
TIPO DE ACO = CA-50B
ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

** DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:
h = 10 cm
***** DEFORMACAO *****
E = 277128.40 kgf/cm²
I = 57.56 cm⁴
***** flechas *****
fq = 0.6088 mm fqad = 12.1000 mm
ft = 3.2179 mm ftad = 20.1667 mm
espessura minima (h) + ESFUEZOS = 5 cm
***** MOMENTO FLETOR *****
Mk = 331.38 kgf.m => Md = 463.93 kgf.m
Xk = -813.39 kgf.m => Xd = -1138.75 kgf.m
ESPESSURA minima (hs) - ESFUERZOS= 4 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

***** LAJE L18 *****

***** DADOS DO CONCRETO *****

fck (kgf/cm²) = 180.00

TIPO DE ACO = CA-50B

ESPESSURA SUFICIENTE! - PRESS ANY KEY TO CONTINUE

DIMENSIONAMENTO DA SECAO DE CONCRETO DAS LAJES ***

PRE-DIMENSIONAMENTO:

h = 10 cm

**** DEFORMACAO ****

E = 277128.40 kgf/cm²

I = 57.56 cm⁴

----- flechas *****

f_q = 0.8512 mm f_{qad} = 11.9000 mm

f_t = 4.4991 mm f_{tad} = 19.8333 mm

espesura minima (h) + ESFUERZOS = 6 cm

**** MOMENTO FLETOR ****

M_k = 393.98 kgf.m => M_d = 551.57 kgf.m

X_k = -884.57 kgf.m => X_d = -1238.40 kgf.m

ESPESSURA minima (h_s) - ESFUERZOS = 5 cm

ESPESSURA ADOTADA (h) = 10 cm - PRESS <ENTER> TO CONTINUE

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 2.261 cm2/m => 49N ø6.3 c\13
Aspy+ = 2.224 cm2/m => 48N ø6.3 c\13 -
Aspx+ = 2.261 cm2/m 46
Aspy+ = 2.224 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L1 - L2
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L1 - L7
Asn = -4.59 cm2/m => 91N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR

Asc = 464
Asa = 441
Lb = 31.42 cm
Lb ≈ 32 cm

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.893 cm2/m => 43N ø6.3 c\14
Aspy+ = 1.627 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspx+ = 1.893 cm2/m
Aspy+ = 1.627 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L2 - L1
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L2 - L3
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L2 - L8
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
XXx2 MAIOR

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.893 cm2/m => 43N ø6.3 c\14
Aspy+ = 1.627 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspx+ = 1.893 cm2/m
Aspy+ = 1.627 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L3 - L2
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L3 - L4
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L3 - L9
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8

(1A)

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.893 cm2/m => 43N ø6.3 c\14
Aspy+ = 1.627 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspx+ = 1.893 cm2/m
Aspy+ = 1.627 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L4 - L3
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L4 - L5
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L4 - L10
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
XXx2 MAIOR

***** LAJE (5) *****

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.893 cm2/m => 43N ø6.3 c\14
Aspy+ = 1.627 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspx+ = 1.893 cm2/m
Aspy+ = 1.627 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L5 - L4
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L5 - L6
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
XXx2 MAIOR
ENGASTE => L5 - L11
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
Xx2 MAIOR

***** LAJE (6) *****

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 2.259 cm2/m => 49N ø6.3 c\13
Aspy+ = 2.150 cm2/m => 42N ø6.3 c\14
Aspx+ = 2.259 cm2/m
Aspy+ = 2.150 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L6 - L5
Asn = -4.64 cm2/m => 92N ø6.3 c\ 7
Xx2 MAIOR
ENGASTE => L6 - L12
Asn = -4.39 cm2/m => 89N ø6.3 c\ 7

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.870 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspy+ = 1.634 cm2/m => 36N ø6.3 c\17
Aspx+ = 1.870 cm2/m
Aspy+ = 1.634 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L7 - L1
Asn = -4.59 cm2/m => 91N ø6.3 c\ 7
ENGASTE => L7 - L8
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L7 - L13
Asn = -4.59 cm2/m => 91N ø6.3 c\ 7

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.500 cm2/m => 30N ø6.3 c\20
Aspy+ = 1.500 cm2/m => 30N ø6.3 c\20
Aspx+ = 1.482 cm2/m
Aspy+ = 1.482 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L8 - L7
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L8 - L2
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L8 - L9
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L8 - L14
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8

*** DIMENSIONAMENTO DAS SECOES DE ACO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.500 cm2/m => 30N ø6.3 c\20
Aspy+ = 1.500 cm2/m => 30N ø6.3 c\20
Aspx+ = 1.482 cm2/m
Aspy+ = 1.482 cm2/m
Asmin+= 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m
ENGASTE => L9 - L8
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L9 - L3
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L9 - L10
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8
ENGASTE => L9 - L15
Asn = -3.44 cm2/m => 73N ø6.3 c\ 8

(17)

(18)

(19)

*** DIMENSIONAMENTO DAS SEÇÕES DE AÇO DE LAJES ***

h = 10 cm

* ARMADURA POSITIVA *

Aspx+ = 1.854 cm2/m => 36N ø6.3 c\17

Aspy+ = 1.566 cm2/m => 36N ø6.3 c\17

Aspx+ = 1.854 cm2/m

Aspy+ = 1.566 cm2/m

Asmin+ = 1.500 cm2/m

* ARMADURA NEGATIVA *

Asmin{-} = 1.50 cm2/m

ENGASTE => L12 - L6

Asn = -4.54 cm2/m => 89N ø6.3 c\ 7

ENGASTE => L12 - L11

Asn = -3.44 cm2/m => 71N ø6.3 c\ 8

ENGASTE => L12 - L18

Asn = -4.54 cm2/m => 89N ø6.3 c\ 7

sha

ANEXO 1 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

000107

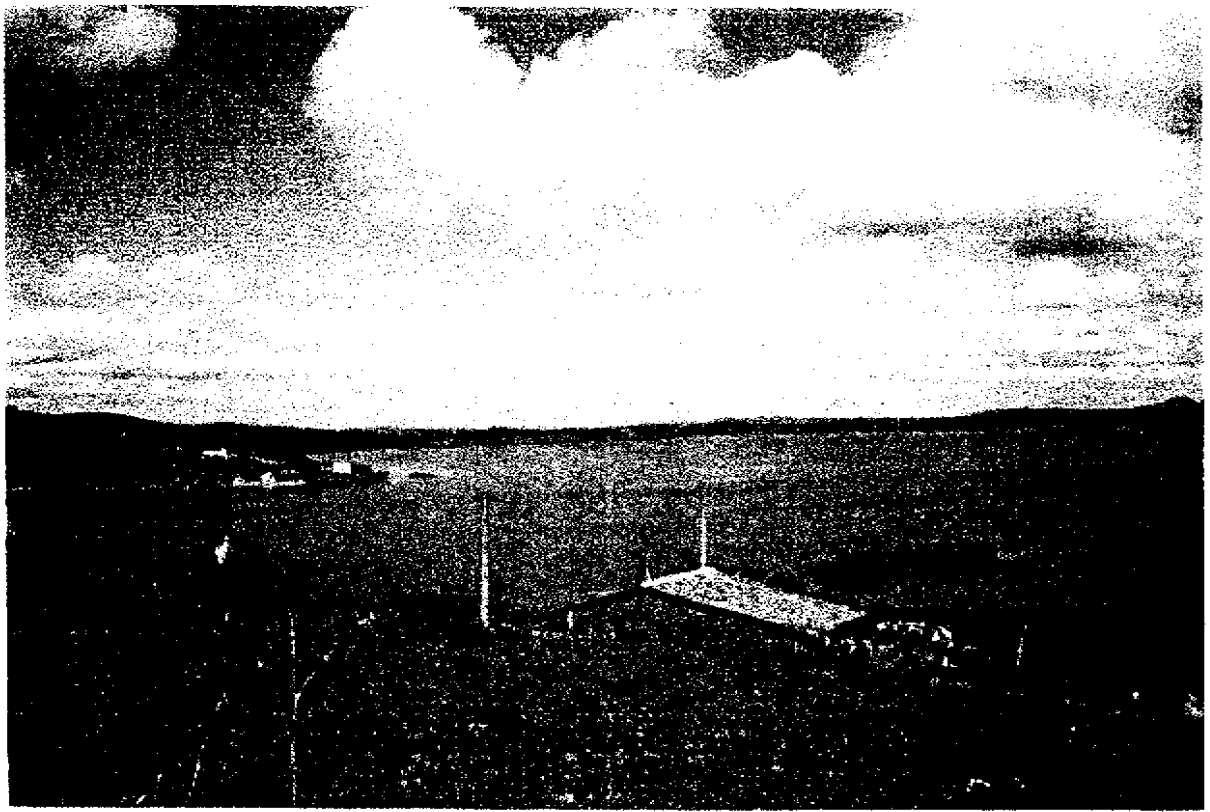


FOTO Nº 1 - AÇUDE LIMA CAMPOS - CE



FOTO Nº 2 - VISTA DA BARRAGEM E TALUDE DE JUSANTE DO AÇUDE LIMA CAMPOS - CE



FOTO Nº 3 - DETALHE DO VERTEDOIRO DO AÇUDE LIMA CAMPOS SANGRANDO

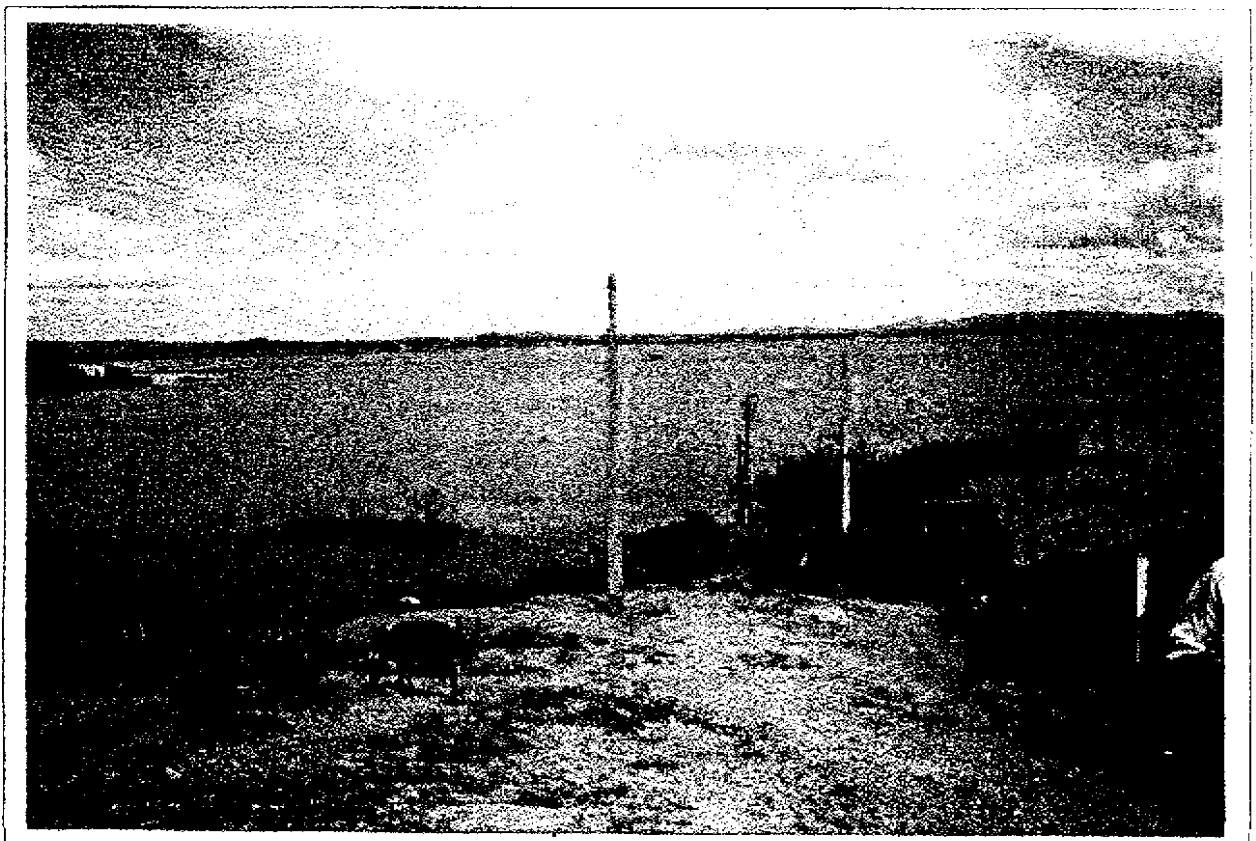


FOTO Nº 4 - LOCAL DA CAPTAÇÃO DA ADUTORA DE ICÓ NO AÇUDE LIMA CAMPOS - CE



FOTO Nº5 - CAMINHO DA ADUTORA ENTRE A CAIXA DE VÁLVULAS E A CAIXA DE PASSAGEM

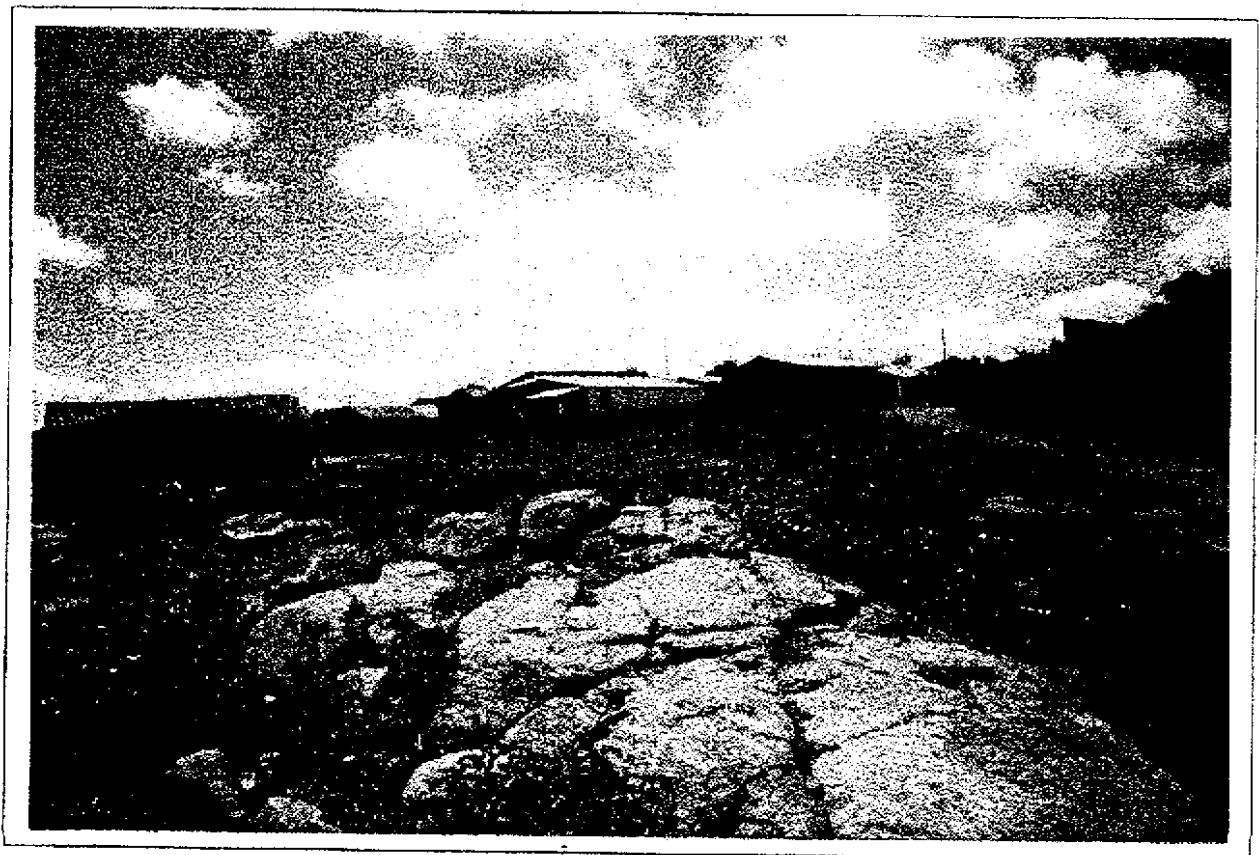


FOTO Nº 6 - LOCAL DA CAIXA DE PASSAGEM - TRECHO INICIAL DA ADUTORA POR GRAVIDADE

shs

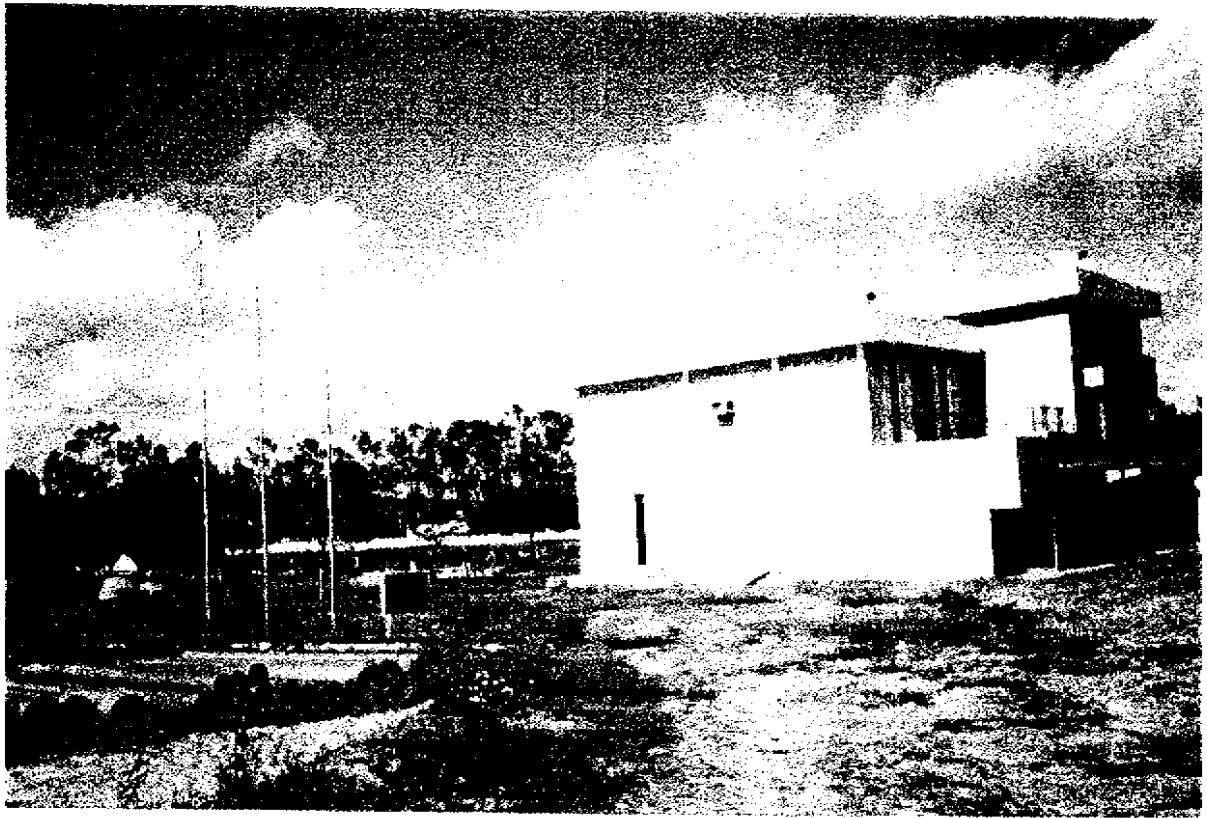


FOTO Nº 7 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) DO MUNICÍPIO DE COLOMBIA

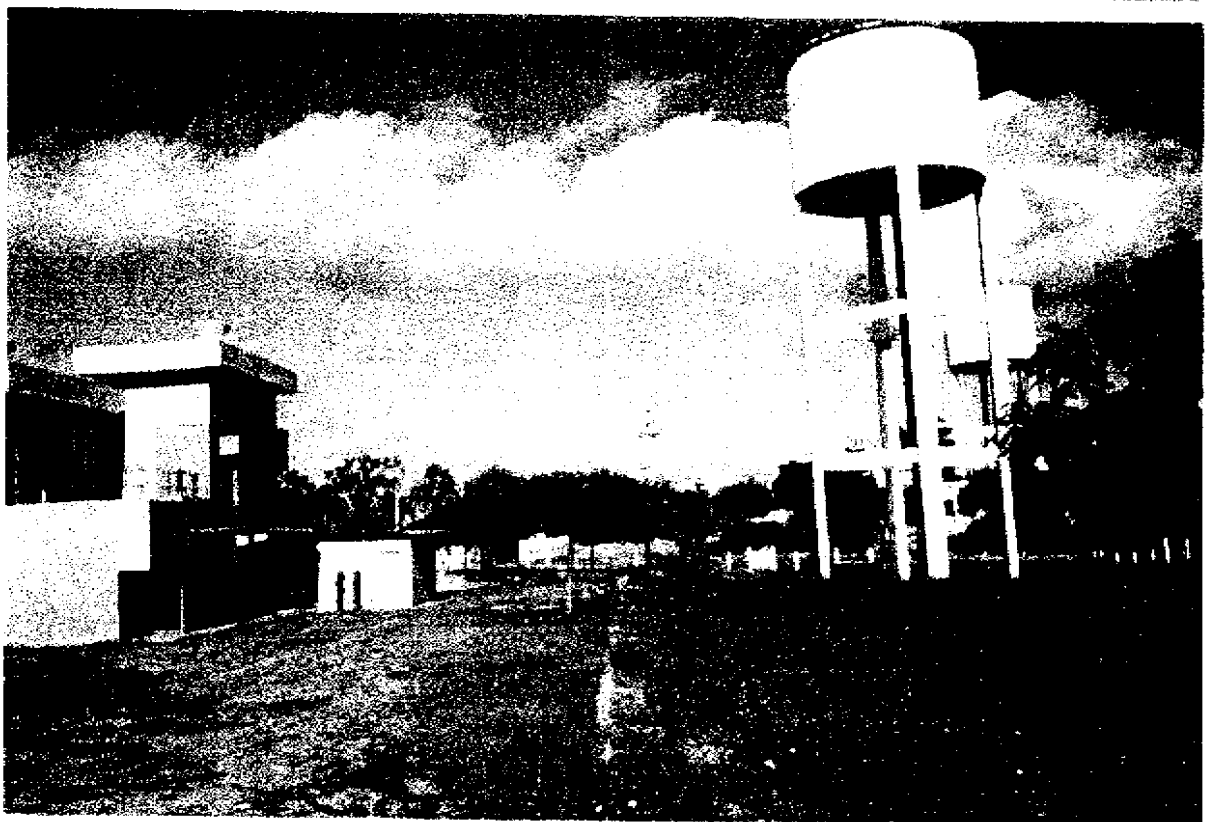


FOTO Nº 8 - ETA E RESERVATÓRIOS ELEVADOS (EM 1º PLANO RESERVATÓRIO PARA LAV. E FILTROS E AO FUNDO RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO)

000111

shs

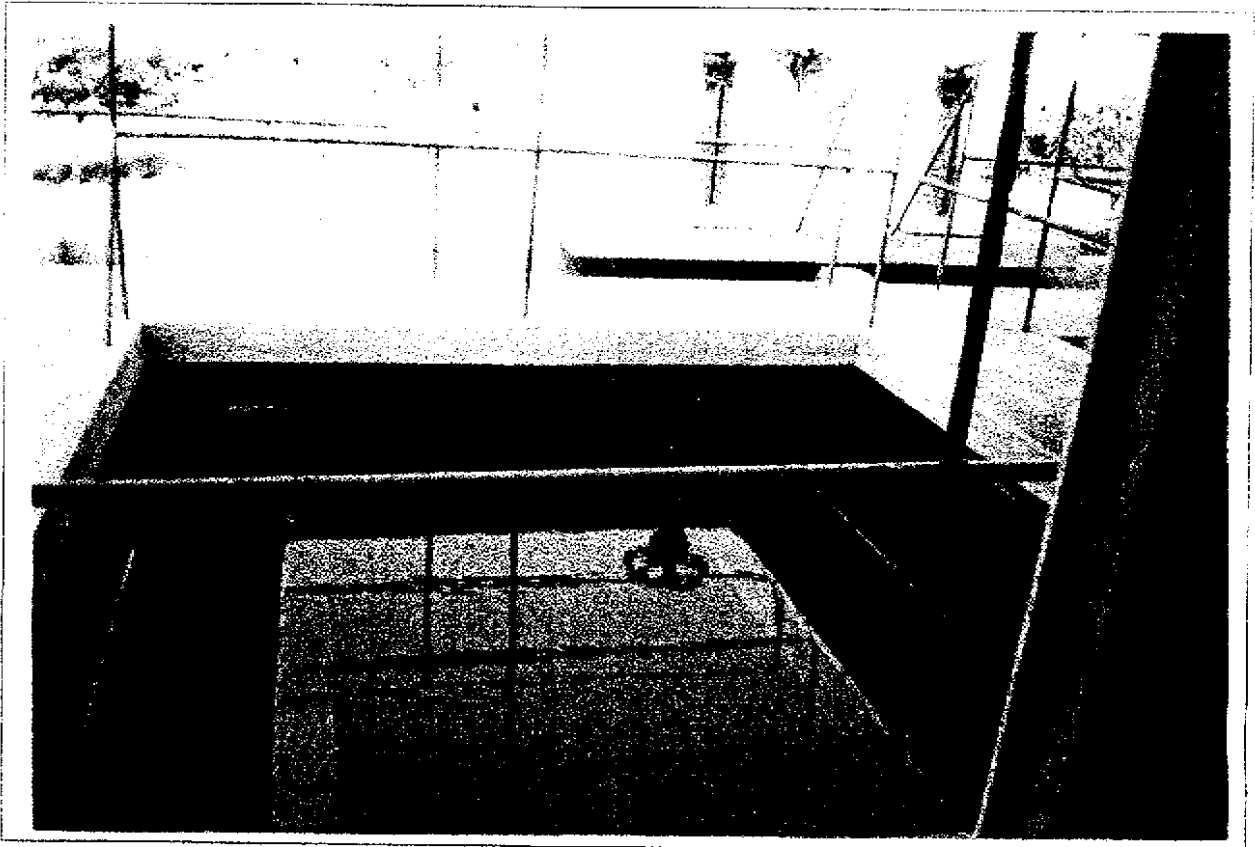


FOTO Nº 9 - DETALHE DE UM DOS FILTROS DA ETA DO MUNICÍPIO DE ICO - CE.

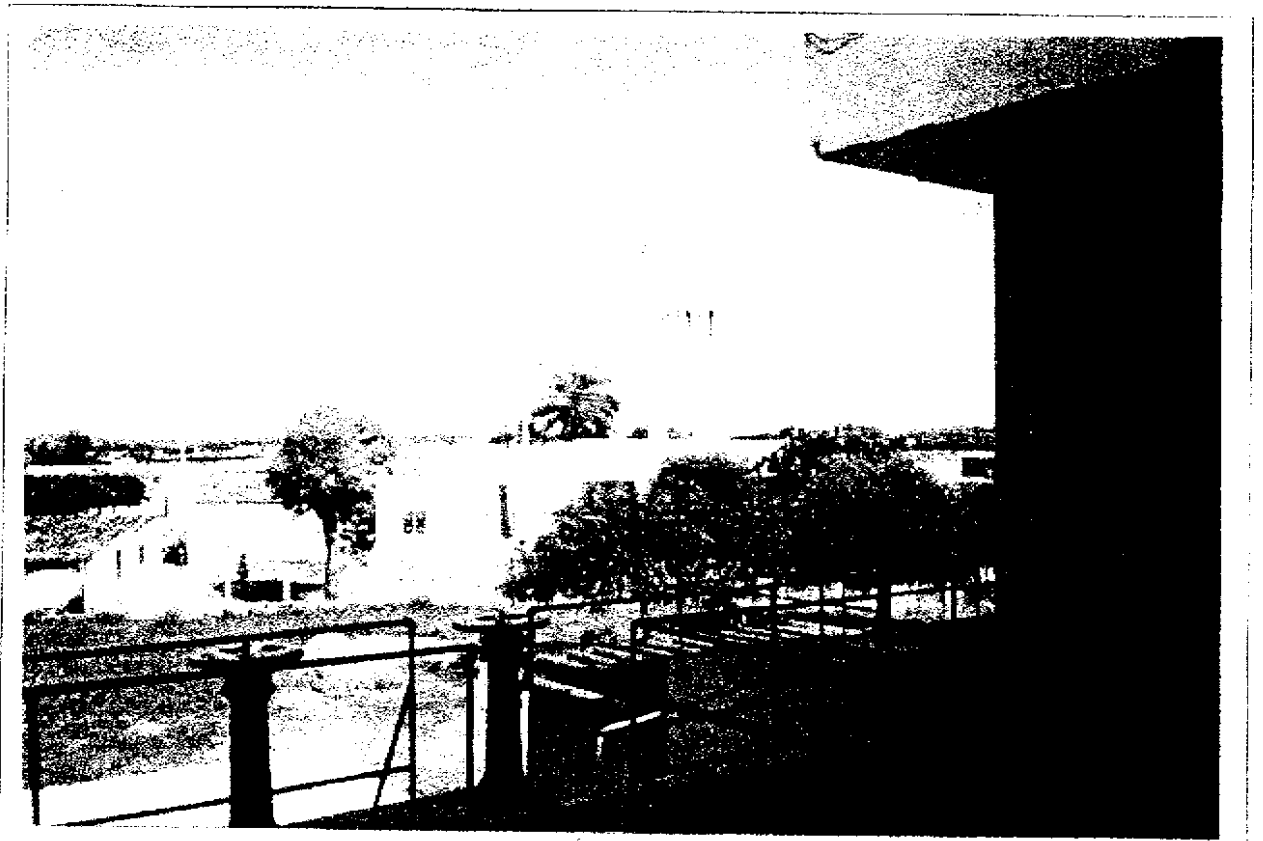


FOTO Nº 10 - RESERVATÓRIO ELEVADO DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE ICO - CE.

000112

ohs



FOTO Nº 11 - LOCAL PARA A INSTALAÇÃO DA NOVA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUA DO MUNICIPIO DE ICO - CE.

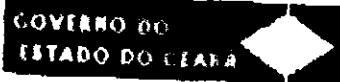


FOTO Nº 12 - ALTO DOS BASTOS ONDE SERA CONSTRUÍDO O RESERVATÓRIO ELEVADO DE ABASTECIMENTO DO MUNICIPIO DE ICO - CE.

sh

ANEXO 2 – FAX DA SRH/PROÁGUA

000114



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROAGUA



PROAGUA/Semi-árido

DESTINATÁRIO

FAX (085) 267 4290

NOSSO ENDEREÇO/OUR ADDRESS

Rua João Cordeiro, 124 - Praia de Iracema
 CEP 60 110-300 - Fortaleza - Ce - Brasil
 FONE (085) 219 16 58 FAX: (085) 219 19 63

DATA DATE

AUTORIZAÇÃO AUTHORIZATION

PAGE PAGE

13.07.98

01/02

PARA/TO

DE/FROM

ATT. SWAMI VILLELA
 SHS
 FORTALEZA/CE

NIZOMAR FALCÃO BEZERRA
 PROAGUA
 Fortaleza/CE.

Conforme acordado em reunião no PROAGUA com os seguintes participantes Dr Nizomar, Dr^a Inês, Dr. Thomé, Prof. Valdeci, Dr Sousa Neto, Dr José Augusto, lembramos da necessidade do envio dos projetos revisados da Adutora de ICÓ - Lima Campos para UEGP-CE do PROAGUA até o dia 20 de julho de 1998 A revisão deverá ser feita com base nas informações abaixo, já fornecida às consultorias pelo Prof Valdeci.

1) Horizonte 30 anos de operação.

1999 Ano 0 de implantação

2.000 a 2 029 -período de operação

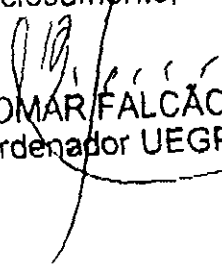
2) Não vai atender nenhuma comunidade do percurso

3) Taxa de crescimento. usar a fornecida pelo prof. Valdeci

4) Consumo per capita: 60 a 120 l/s x hab x dia para cidades com até 4.000 habitantes,
 150 l/s x hab x dia para cidade de maior população

- 5) Cobertura prevista 95% população
- 6) Índice de perda 25%
- 7) Reinvestimento a cada dez anos para todos os eq eletromecânica
- 8) Usar no início bombas menores, pois elas serão trocadas a cada 10 anos
- 9) Finalização usar taxa de até 12% a a .

Atenciosamente,


NIZOMAR/FALCÃO BEZERRA
Coordenador UEGP/PROAGUA/CE