

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROURB CE**

**PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE  
LAVRAS DA MANGABEIRA E QUITAIÚS**

**TOMO II RELATÓRIO GERAL  
VOLUME 2 MEMORIAL DE CÁLCULOS**

**ENGESOFT**

**FORTALEZA- CE  
ABRIL DE 1998**

GOVERNO DO ESTADO



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB/CE**

**BARRAGEM DO ROSÁRIO**  
**PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE**  
**LAVRAS DA MANGABEIRA E QUITAIÚS**

**TOMO II - RELATÓRIO GERAL**  
**VOLUME 2 - Memorial de Cálculo**

Lote: 00876 - Prep  Scan  Index   
Projeto Nº 0087/02/0218  
Volume 1  
Qtd A4 \_\_\_\_\_ Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_



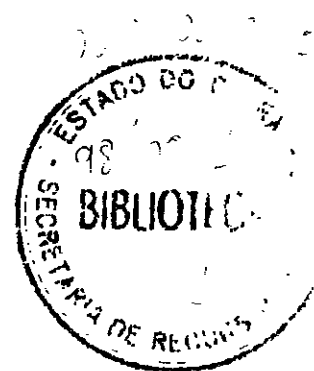
0087/02/0218  
ex.1

FORTALEZA  
NOVEMBRO/97

***ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA  
E QUITAIÚS***

***Tomo II. - Relatório Geral***

***Volume 2 – Memorial de Cálculo***



## SUMÁRIO

---

## SUMÁRIO

	Página
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>2</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>1. DIMENSIONAMENTO DAS ADUTORAS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 LAVRAS DA MANGABEIRA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. QUITAIÚS .....</b>	<b>16</b>
<b>2. BLOCOS DE ANCORAGEM.....</b>	<b>21</b>
<b>3. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DA LAVRAS DE MANGABEIRA.....</b>	<b>31</b>
<b>4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS .....</b>	<b>36</b>
<i>4.1 Lavras da Mangabeira</i>	<i>37</i>
<i>4.2 Quitaiús - Água Bruta</i>	<i>38</i>
<b>5. ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DE QUITAIÚS .....</b>	<b>40</b>

## **APRESENTAÇÃO**

---

## **APRESENTAÇÃO**

O Projeto das adutoras para abastecimento d'água da cidade de Lavras da Mangabeira e do distrito de Quitaius, está inserido no projeto integrado de aproveitamento do futuro reservatório a ser formado com a construção da barragem do Rosário, dentro da programação preconizada pelo PROURB

Os estudos desenvolvidos, conforme o Termo de Referências, permitiram elaborar os seguintes documentos

**Tomo I - Estudos de Concepção Básica**

**Tomo II - Relatório Geral**

- **Volume 1 - Textos**
- **Volume 2 - Memorial de Cálculos**
- **Volume 3 - Quantitativos e Custos**
- **Volume 4 - Especificações Técnicas**
- **Volume 5 - Normas de Medição e Pagamento**
- **Volume 6 - Desenhos**

**O documento o qual se lê constitui Tomo II – Relatório Geral-Volume 2 – Memorial de Cálculo**

## 1. DIMENSIONAMENTO DAS ADUTORAS

---



## 1. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO

Para o dimensionamento da adutora foi utilizada a fórmula de Hazen-Williams

$$J = 10\,643 \, Q^{1,85} \, C^{-1,85} \, D^{-4,87} \quad \text{onde}$$

J = perda de carga unitária (m/m),

Q = vazão do trecho (l/s),

C = coeficiente de rugosidade do material,

D = diâmetro interno (mm)

As perdas de carga totais foram calculadas multiplicando-se a perda de carga unitária pelo comprimento do trecho

Para os tubos de ferro fundido usou-se  $C = 130$  e para os tubos de PVC,  $C = 140$

O dimensionamento das adutoras está apresentada nas planilhas a seguir

## **1.1 LAVRAS DA MANGABEIRA**

---

QUADRO 1 -ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	ls	mm	m/s
31	247,78	600,00	32,24	200	0,91	0,08	2,27	266,62	18,84
32	248,53	620,00	32,24	200	0,91	0,08	2,35	266,55	18,02
33	248,93	640,00	32,24	200	0,91	0,08	2,43	266,47	17,54
34	248,48	660,00	32,24	200	0,91	0,08	2,50	266,40	17,92
35	247,92	680,00	32,24	200	0,91	0,08	2,58	266,32	18,40
36	247,72	700,00	32,24	200	0,91	0,08	2,65	266,24	18,52
37	247,60	720,00	32,24	200	0,91	0,08	2,73	266,17	18,57
38	247,59	740,00	32,24	200	0,91	0,08	2,81	266,09	18,50
39	246,58	760,00	32,24	200	0,91	0,08	2,88	266,02	19,44
40	246,07	780,00	32,24	200	0,91	0,08	2,96	265,94	19,87
41	247,47	800,00	32,24	200	0,91	0,08	3,03	265,86	18,39
42	247,34	820,00	32,24	200	0,91	0,08	3,11	265,79	18,45
43	246,24	840,00	32,24	200	0,91	0,08	3,18	265,71	19,47
44	245,72	860,00	32,24	200	0,91	0,08	3,26	265,64	19,92
45	246,54	880,00	32,24	200	0,91	0,08	3,34	265,56	19,02
46	245,46	900,00	32,24	200	0,91	0,08	3,41	265,49	20,03
47	245,55	920,00	32,24	200	0,91	0,08	3,49	265,41	19,86
48	245,74	940,00	32,24	200	0,91	0,08	3,56	265,33	19,59
49	247,08	960,00	32,24	200	0,91	0,08	3,64	265,26	18,18
50	246,39	980,00	32,24	200	0,91	0,08	3,72	265,18	18,79
51	247,28	1000,00	32,24	200	0,91	0,08	3,79	265,11	17,83
52	248,47	1020,00	32,24	200	0,91	0,08	3,87	265,03	16,56
53	249,39	1040,00	32,24	200	0,91	0,08	3,94	264,96	15,57
54	249,89	1060,00	32,24	200	0,91	0,08	4,02	264,88	14,99
55	250,65	1080,00	32,24	200	0,91	0,08	4,09	264,80	14,15
56	251,03	1100,00	32,24	200	0,91	0,08	4,17	264,73	13,70
57	251,05	1120,00	32,24	200	0,91	0,08	4,25	264,65	13,60
58	251,11	1140,00	32,24	200	0,91	0,08	4,32	264,58	13,47
59	251,13	1160,00	32,24	200	0,91	0,08	4,40	264,50	13,37

QUADRO 1 -ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	ls		
60	250,76	1180,00	32,24	200	0,91	0,08	4,47	264,42	13,66
61	250,34	1200,00	32,24	200	0,91	0,08	4,55	264,35	14,01
62	249,99	1220,00	32,24	200	0,91	0,08	4,62	264,27	14,28
63	249,59	1240,00	32,24	200	0,91	0,08	4,70	264,20	14,61
64	249,29	1260,00	32,24	200	0,91	0,08	4,78	264,12	14,83
65	248,30	1280,00	32,24	200	0,91	0,08	4,85	264,05	15,75
66	247,68	1300,00	32,24	200	0,91	0,08	4,93	263,97	16,29
67	248,07	1320,00	32,24	200	0,91	0,08	5,00	263,89	15,82
68	246,22	1340,00	32,24	200	0,91	0,08	5,08	263,82	17,60
69	245,22	1360,00	32,24	200	0,91	0,08	5,16	263,74	18,52
70	245,02	1380,00	32,24	200	0,91	0,08	5,23	263,67	18,65
71	243,97	1400,00	32,24	200	0,91	0,08	5,31	263,59	19,62
72	243,68	1420,00	32,24	200	0,91	0,08	5,38	263,51	19,83
73	243,86	1440,00	32,24	200	0,91	0,08	5,46	263,44	19,58
74	243,16	1460,00	32,24	200	0,91	0,08	5,53	263,36	20,20
75	242,46	1480,00	32,24	200	0,91	0,08	5,61	263,29	20,83
76	241,54	1500,00	32,24	200	0,91	0,08	5,69	263,21	21,67
77	240,66	1520,00	32,24	200	0,91	0,08	5,76	263,14	22,48
78	240,06	1540,00	32,24	200	0,91	0,08	5,84	263,06	23,00
79	239,94	1560,00	32,24	200	0,91	0,08	5,91	262,98	23,04
80	239,96	1580,00	32,24	200	0,91	0,08	5,99	262,91	22,95
81	239,40	1600,00	32,24	200	0,91	0,08	6,07	262,83	23,43
82	238,60	1620,00	32,24	200	0,91	0,08	6,14	262,76	24,16
83	238,64	1640,00	32,24	200	0,91	0,08	6,22	262,68	24,04
84	238,24	1660,00	32,24	200	0,91	0,08	6,29	262,60	24,36
85	237,96	1680,00	32,24	200	0,91	0,08	6,37	262,53	24,57
86	237,67	1700,00	32,24	200	0,91	0,08	6,44	262,45	24,78
87	237,57	1720,00	32,24	200	0,91	0,08	6,52	262,38	24,81
88	237,39	1740,00	32,24	200	0,91	0,08	6,60	262,30	24,91

QUADRO 1 - ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO TERRENO	EXTENSÃO m	VAZÃO l/s	DIAMETRO mm	VELOCIDADE m/s	PERDAS DE CARGA		COTA PIEZO	PRESSÃO DISPONIVEL
						No trecho	Acumulada		
89	237,36	1760,00	32,24	200	0,91	0,08	6,67	262,23	24,87
90	237,26	1780,00	32,24	200	0,91	0,08	6,75	262,15	24,89
91	237,14	1800,00	32,24	200	0,91	0,08	6,82	262,07	24,93
92	237,05	1820,00	32,24	200	0,91	0,08	6,90	262,00	24,95
93	236,97	1840,00	32,24	200	0,91	0,08	6,98	261,92	24,95
94	236,96	1860,00	32,24	200	0,91	0,08	7,05	261,85	24,89
95	236,95	1880,00	32,24	200	0,91	0,08	7,13	261,77	24,82
96	236,86	1900,00	32,24	200	0,91	0,08	7,20	261,69	24,83
97	236,88	1920,00	32,24	200	0,91	0,08	7,28	261,62	24,74
98	236,88	1940,00	32,24	200	0,91	0,08	7,35	261,54	24,66
99	236,81	1960,00	32,24	200	0,91	0,08	7,43	261,47	24,66
100	236,80	1980,00	32,24	200	0,91	0,08	7,51	261,39	24,59
101	236,82	2000,00	32,24	200	0,91	0,08	7,58	261,32	24,50
102	236,74	2020,00	32,24	200	0,91	0,08	7,66	261,24	24,50
103	236,61	2040,00	32,24	200	0,91	0,08	7,73	261,16	24,55
104	236,58	2060,00	32,24	200	0,91	0,08	7,81	261,09	24,51
105	236,59	2080,00	32,24	200	0,91	0,08	7,89	261,01	24,42
106	236,68	2100,00	32,24	200	0,91	0,08	7,96	260,94	24,26
107	236,87	2120,00	32,24	200	0,91	0,08	8,04	260,86	23,99
108	237,09	2140,00	32,24	200	0,91	0,08	8,11	260,78	23,69
109	237,32	2160,00	32,24	200	0,91	0,08	8,19	260,71	23,39
110	237,81	2180,00	32,24	200	0,91	0,08	8,26	260,63	22,82
111	238,71	2200,00	32,24	200	0,91	0,08	8,34	260,56	21,85
112	239,93	2220,00	32,24	200	0,91	0,08	8,42	260,48	20,55
113	239,23	2240,00	32,24	200	0,91	0,08	8,49	260,41	21,18
114	238,48	2260,00	32,24	200	0,91	0,08	8,57	260,33	21,85
115	238,55	2280,00	32,24	200	0,91	0,08	8,64	260,25	21,70
116	238,97	2300,00	32,24	200	0,91	0,08	8,72	260,18	21,21
117	239,69	2320,00	32,24	200	0,91	0,08	8,80	260,10	20,41

QUADRO 1 -ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
118	241,25	2340,00	32,24	200	0,91	0,08	8,87	260,03	18,78
119	242,94	2360,00	32,24	200	0,91	0,08	8,95	259,95	17,01
120	243,59	2380,00	32,24	200	0,91	0,08	9,02	259,88	16,29
121	243,14	2400,00	32,24	200	0,91	0,08	9,10	259,80	16,66
122	241,68	2420,00	32,24	200	0,91	0,08	9,17	259,72	18,04
123	239,72	2440,00	32,24	200	0,91	0,08	9,25	259,65	19,93
124	238,82	2460,00	32,24	200	0,91	0,08	9,33	259,57	20,75
125	236,75	2480,00	32,24	200	0,91	0,08	9,40	259,50	22,75
126	235,89	2500,00	32,24	200	0,91	0,08	9,48	259,42	23,53
127	235,83	2520,00	32,24	200	0,91	0,08	9,55	259,34	23,51
128	236,52	2540,00	32,24	200	0,91	0,08	9,63	259,27	22,75
129	237,75	2560,00	32,24	200	0,91	0,08	9,70	259,19	21,44
130	235,81	2580,00	32,24	200	0,91	0,08	9,78	259,12	23,31
131	235,77	2600,00	32,24	200	0,91	0,08	9,86	259,04	23,27
132	235,72	2620,00	32,24	200	0,91	0,08	9,93	258,97	23,25
133	235,52	2640,00	32,24	200	0,91	0,08	10,01	258,89	23,37
134	235,36	2660,00	32,24	200	0,91	0,08	10,08	258,81	23,45
135	234,35	2680,00	32,24	200	0,91	0,08	10,16	258,74	24,39
136	234,63	2700,00	32,24	200	0,91	0,08	10,24	258,66	24,03
137	235,13	2720,00	32,24	200	0,91	0,08	10,31	258,59	23,46
138	236,60	2740,00	32,24	200	0,91	0,08	10,39	258,51	21,91
139	238,73	2760,00	32,24	200	0,91	0,08	10,46	258,43	19,70
140	239,70	2780,00	32,24	200	0,91	0,08	10,54	258,36	18,66
141	240,99	2800,00	32,24	200	0,91	0,08	10,61	258,28	17,29
142	242,07	2820,00	32,24	200	0,91	0,08	10,69	258,21	16,14
143	243,64	2840,00	32,24	200	0,91	0,08	10,77	258,13	14,49
144	244,80	2860,00	32,24	200	0,91	0,08	10,84	258,06	13,26
145	245,99	2880,00	32,24	200	0,91	0,08	10,92	257,98	11,99
146	247,07	2900,00	32,24	200	0,91	0,08	10,99	257,90	10,83

QUADRO 1 -ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
147	248,03	2920,00	32,24	200	0,91	0,08	11,07	257,83	9,80
148	248,46	2940,00	32,24	200	0,91	0,08	11,15	257,75	9,29
149	249,04	2960,00	32,24	200	0,91	0,08	11,22	257,68	8,64
150	248,68	2980,00	32,24	200	0,91	0,08	11,30	257,60	8,92
151	247,75	3000,00	32,24	200	0,91	0,08	11,37	257,52	9,77
152	246,78	3020,00	32,24	200	0,91	0,08	11,45	257,45	10,67
153	246,03	3040,00	32,24	200	0,91	0,08	11,52	257,37	11,34
154	244,09	3060,00	32,24	200	0,91	0,08	11,60	257,30	13,21
155	243,15	3080,00	32,24	200	0,91	0,08	11,68	257,22	14,07
156	241,87	3100,00	32,24	200	0,91	0,08	11,75	257,15	15,28
157	240,28	3120,00	32,24	200	0,91	0,08	11,83	257,07	16,79
158	238,87	3140,00	32,24	200	0,91	0,08	11,90	256,99	18,12
159	237,97	3160,00	32,24	200	0,91	0,08	11,98	256,92	18,95
160	236,97	3180,00	32,24	200	0,91	0,08	12,06	256,84	19,87
161	236,06	3200,00	32,24	200	0,91	0,08	12,13	256,77	20,71
162	235,20	3220,00	32,24	200	0,91	0,08	12,21	256,69	21,49
163	234,35	3240,00	32,24	200	0,91	0,08	12,28	256,61	22,26
164	233,59	3260,00	32,24	200	0,91	0,08	12,36	256,54	22,95
165	233,17	3280,00	32,24	200	0,91	0,08	12,43	256,46	23,29
166	232,86	3300,00	32,24	200	0,91	0,08	12,51	256,39	23,53
167	232,84	3320,00	32,24	200	0,91	0,08	12,59	256,31	23,47
168	232,86	3340,00	32,24	200	0,91	0,08	12,66	256,24	23,38
169	233,63	3360,00	32,24	200	0,91	0,08	12,74	256,16	22,53
170	233,50	3380,00	32,24	200	0,91	0,08	12,81	256,08	22,58
171	233,80	3400,00	32,24	200	0,91	0,08	12,89	256,01	22,21
172	234,66	3420,00	32,24	200	0,91	0,08	12,97	255,93	21,27
173	235,60	3440,00	32,24	200	0,91	0,08	13,04	255,86	20,26
174	235,98	3460,00	32,24	200	0,91	0,08	13,12	255,78	19,80
175	236,55	3480,00	32,24	200	0,91	0,08	13,19	255,71	19,16

QUADRO 1 -ADUTORA DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CALCULO DA PIEZOMETRICA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
176	237,07	3500,00	32,24	200	0,91	0,08	13,27	255,63	18,56
177	237,85	3520,00	32,24	200	0,91	0,08	13,34	255,55	17,70
178	237,14	3540,00	32,24	200	0,91	0,08	13,42	255,48	18,34
179	236,95	3560,00	32,24	200	0,91	0,08	13,50	255,40	18,45
180	236,94	3580,00	32,24	200	0,91	0,08	13,57	255,33	18,39
181	237,10	3600,00	32,24	200	0,91	0,08	13,65	255,25	18,15
182	237,21	3620,00	32,24	200	0,91	0,08	13,72	255,17	17,96
183	237,19	3640,00	32,24	200	0,91	0,08	13,80	255,10	17,91
184	237,75	3660,00	32,24	200	0,91	0,08	13,87	255,02	17,27
185	238,29	3680,00	32,24	200	0,91	0,08	13,95	254,95	16,66
186	238,92	3700,00	32,24	200	0,91	0,08	14,03	254,87	15,95
187	239,99	3720,00	32,24	200	0,91	0,08	14,10	254,80	14,81
188	241,95	3740,00	32,24	200	0,91	0,08	14,18	254,72	12,77
189	244,39	3760,00	32,24	200	0,91	0,08	14,25	254,64	10,25
190	246,88	3780,00	32,24	200	0,91	0,08	14,33	254,57	7,69
+ 4,69	247,55	3784,69	32,24	200	0,91	0,02	14,35	254,55	7,00

\* A adutora inicia na Estaca 2



QUADRO 2 - ADUTORA DE QUITAIUS - CALCULO DA PIEZOMETRICA - ÁGUA BRUTA

ESTACA	COTA DO TERRENO	EXTENSÃO m	VAZÃO l/s	DIAMETRO mm	VELOCIDADE m/s	PERDAS DE CARGA		COTA PIEZO	PRESSÃO DISPONIVEL
						No trecho	Acumulada		
0	281,54		6,77	150	0,42			282,00	0,46
1	279,46	20,00	6,77	150	0,42	0,03	0,03	281,97	2,51
2	281,53	40,00	6,77	150	0,42	0,03	0,06	281,94	0,41
3	281,48	60,00	6,77	150	0,42	0,03	0,08	281,92	0,44
4	281,11	80,00	6,77	150	0,42	0,03	0,11	281,89	0,78
5	280,38	100,00	6,77	150	0,42	0,03	0,14	281,86	1,48
6	279,88	120,00	6,77	150	0,42	0,03	0,17	281,83	1,95
7	279,36	140,00	6,77	150	0,42	0,03	0,19	281,81	2,45
8	279,18	160,00	6,77	150	0,42	0,03	0,22	281,78	2,60
9	279,46	180,00	6,77	150	0,42	0,03	0,25	281,75	2,29
10	277,52	200,00	6,77	150	0,42	0,03	0,28	281,72	4,20
11	277,13	220,00	6,77	150	0,42	0,03	0,30	281,70	4,57
12	276,98	240,00	6,77	150	0,42	0,03	0,33	281,67	4,69
13	275,81	260,00	6,77	150	0,42	0,03	0,36	281,64	5,83
14	274,28	280,00	6,77	150	0,42	0,03	0,39	281,61	7,33
15	275,36	300,00	6,77	150	0,42	0,03	0,41	281,59	6,23
16	274,75	320,00	6,77	150	0,42	0,03	0,44	281,56	6,81
17	272,83	340,00	6,77	150	0,42	0,03	0,47	281,53	8,70
18	274,77	360,00	6,77	150	0,42	0,03	0,50	281,50	6,73
19	273,22	380,00	6,77	150	0,42	0,03	0,53	281,47	8,25
20	273,66	400,00	6,77	150	0,42	0,03	0,55	281,45	7,79
21	274,19	420,00	6,77	150	0,42	0,03	0,58	281,42	7,23
22	273,49	440,00	6,77	150	0,42	0,03	0,61	281,39	7,90
23	272,29	460,00	6,77	150	0,42	0,03	0,64	281,36	9,07
24	271,95	480,00	6,77	150	0,42	0,03	0,66	281,34	9,39
25	272,58	500,00	6,77	150	0,42	0,03	0,69	281,31	8,73
26	274,38	520,00	6,77	150	0,42	0,03	0,72	281,28	6,90
27	272,62	540,00	6,77	150	0,42	0,03	0,75	281,25	8,63
28	272,60	560,00	6,77	150	0,42	0,03	0,77	281,23	8,63

QUADRO 2 - ADUTORA DE QUITAIUS - CALCULO DA PIEZOMETRICA - ÁGUA BRUTA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIÂMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	m³/s		
0	281,54		6,77	150	0,42			282,00	0,46
1	279,46	20,00	6,77	150	0,42	0,03	0,03	281,97	2,51
2	281,53	40,00	6,77	150	0,42	0,03	0,06	281,94	0,41
3	281,48	60,00	6,77	150	0,42	0,03	0,08	281,92	0,44
4	281,11	80,00	6,77	150	0,42	0,03	0,11	281,89	0,78
5	280,38	100,00	6,77	150	0,42	0,03	0,14	281,86	1,48
6	279,88	120,00	6,77	150	0,42	0,03	0,17	281,83	1,95
7	279,36	140,00	6,77	150	0,42	0,03	0,19	281,81	2,45
8	279,18	160,00	6,77	150	0,42	0,03	0,22	281,78	2,60
9	279,46	180,00	6,77	150	0,42	0,03	0,25	281,75	2,29
10	277,52	200,00	6,77	150	0,42	0,03	0,28	281,72	4,20
11	277,13	220,00	6,77	150	0,42	0,03	0,30	281,70	4,57
12	276,98	240,00	6,77	150	0,42	0,03	0,33	281,67	4,69
13	275,81	260,00	6,77	150	0,42	0,03	0,36	281,64	5,83
14	274,28	280,00	6,77	150	0,42	0,03	0,39	281,61	7,33
15	275,36	300,00	6,77	150	0,42	0,03	0,41	281,59	6,23
16	274,75	320,00	6,77	150	0,42	0,03	0,44	281,56	6,81
17	272,83	340,00	6,77	150	0,42	0,03	0,47	281,53	8,70
18	274,77	360,00	6,77	150	0,42	0,03	0,50	281,50	6,73
19	273,22	380,00	6,77	150	0,42	0,03	0,53	281,47	8,25
20	273,66	400,00	6,77	150	0,42	0,03	0,55	281,45	7,79
21	274,19	420,00	6,77	150	0,42	0,03	0,58	281,42	7,23
22	273,49	440,00	6,77	150	0,42	0,03	0,61	281,39	7,90
23	272,29	460,00	6,77	150	0,42	0,03	0,64	281,36	9,07
24	271,95	480,00	6,77	150	0,42	0,03	0,66	281,34	9,39
25	272,58	500,00	6,77	150	0,42	0,03	0,69	281,31	8,73
26	274,38	520,00	6,77	150	0,42	0,03	0,72	281,28	6,90
27	272,62	540,00	6,77	150	0,42	0,03	0,75	281,25	8,63
28	272,60	560,00	6,77	150	0,42	0,03	0,77	281,23	8,63

QUADRO 2 -ADUTORA DE QUITAIUS - CALCULO DA PIEZOMETRICA - ÁGUA BRUTA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
29	273,52	580,00	6,77	150	0,42	0,03	0,80	281,20	7,68
30	272,88	600,00	6,77	150	0,42	0,03	0,83	281,17	8,29
31	272,31	620,00	6,77	150	0,42	0,03	0,86	281,14	8,83
32	271,90	640,00	6,77	150	0,42	0,03	0,89	281,11	9,21
33	271,94	660,00	6,77	150	0,42	0,03	0,91	281,09	9,15
34	271,86	680,00	6,77	150	0,42	0,03	0,94	281,06	9,20
35	271,66	700,00	6,77	150	0,42	0,03	0,97	281,03	9,37
36	271,82	720,00	6,77	150	0,42	0,03	1,00	281,00	9,18
37	271,89	740,00	6,77	150	0,42	0,03	1,02	280,98	9,09
38	272,11	760,00	6,77	150	0,42	0,03	1,05	280,95	8,84
39	272,18	780,00	6,77	150	0,42	0,03	1,08	280,92	8,74
40	272,42	800,00	6,77	150	0,42	0,03	1,11	280,89	8,47
41	273,89	820,00	6,77	150	0,42	0,03	1,13	280,87	6,98
42	272,13	840,00	6,77	150	0,42	0,03	1,16	280,84	8,71
43	271,70	860,00	6,77	150	0,42	0,03	1,19	280,81	9,11
44	271,75	880,00	6,77	150	0,42	0,03	1,22	280,78	9,03
45	271,62	900,00	6,77	150	0,42	0,03	1,24	280,76	9,14
46	271,55	920,00	6,77	150	0,42	0,03	1,27	280,73	9,18
47	271,11	940,00	6,77	150	0,42	0,03	1,30	280,70	9,59
48	270,99	960,00	6,77	150	0,42	0,03	1,33	280,67	9,68
49	270,84	980,00	6,77	150	0,42	0,03	1,36	280,64	9,80
50	270,68	1000,00	6,77	150	0,42	0,03	1,38	280,62	9,94
51	270,58	1020,00	6,77	150	0,42	0,03	1,41	280,59	10,01
52	270,72	1040,00	6,77	150	0,42	0,03	1,44	280,56	9,84
53	270,83	1060,00	6,77	150	0,42	0,03	1,47	280,53	9,70
54	270,88	1080,00	6,77	150	0,42	0,03	1,49	280,51	9,63
55	271,02	1100,00	6,77	150	0,42	0,03	1,52	280,48	9,46
56	270,70	1120,00	6,77	150	0,42	0,03	1,55	280,45	9,75
57	270,69	1140,00	6,77	150	0,42	0,03	1,58	280,42	9,73

QUADRO 2 -ADUTORA DE QUITAIUS - CALCULO DA PIEZOMETRICA - ÁGUA BRUTA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
58	270,69	1160,00	6,77	150	0,42	0,03	1,60	280,40	9,71
59	270,66	1180,00	6,77	150	0,42	0,03	1,63	280,37	9,71
60	270,60	1200,00	6,77	150	0,42	0,03	1,66	280,34	9,74
61	270,59	1220,00	6,77	150	0,42	0,03	1,69	280,31	9,72
62	270,65	1240,00	6,77	150	0,42	0,03	1,72	280,28	9,63
63	270,32	1260,00	6,77	150	0,42	0,03	1,74	280,26	9,94
64	270,14	1280,00	6,77	150	0,42	0,03	1,77	280,23	10,09
65	270,48	1300,00	6,77	150	0,42	0,03	1,80	280,20	9,72
66	270,81	1320,00	6,77	150	0,42	0,03	1,83	280,17	9,36
67	270,89	1340,00	6,77	150	0,42	0,03	1,85	280,15	9,26
68	270,73	1360,00	6,77	150	0,42	0,03	1,88	280,12	9,39
69	271,33	1380,00	6,77	150	0,42	0,03	1,91	280,09	8,76
70	271,27	1400,00	6,77	150	0,42	0,03	1,94	280,06	8,79
71	270,83	1420,00	6,77	150	0,42	0,03	1,96	280,04	9,21
72	270,90	1440,00	6,77	150	0,42	0,03	1,99	280,01	9,11
73	271,01	1460,00	6,77	150	0,42	0,03	2,02	279,98	8,97
74	270,80	1480,00	6,77	150	0,42	0,03	2,05	279,95	9,15
75	270,57	1500,00	6,77	150	0,42	0,03	2,07	279,93	9,36
76	270,59	1520,00	6,77	150	0,42	0,03	2,10	279,90	9,31
77	271,13	1540,00	6,77	150	0,42	0,03	2,13	279,87	8,74
78	271,36	1560,00	6,77	150	0,42	0,03	2,16	279,84	8,48
79	271,43	1580,00	6,77	150	0,42	0,03	2,19	279,81	8,38
80	270,24	1600,00	6,77	150	0,42	0,03	2,21	279,79	9,55
81	270,39	1620,00	6,77	150	0,42	0,03	2,24	279,76	9,37
82	270,68	1640,00	6,77	150	0,42	0,03	2,27	279,73	9,05
83	272,61	1660,00	6,77	150	0,42	0,03	2,30	279,70	7,09
84	272,70	1680,00	6,77	150	0,42	0,03	2,32	279,68	6,98

QUADRO 3 -ADUTORA DE QUITAIUS - CALCULO DA PIEZOMETRICA - ÁGUA TRATADA

ESTACA	COTA DO	EXTENSÃO	VAZÃO	DIAMETRO	VELOCIDADE	PERDAS DE CARGA		COTA	PRESSÃO
	TERRENO					m	l/s	mm	m/s
84	271,00		6,77	150	0,42			294,75	23,75
85	270,00	20,00	6,77	150	0,42	0,03	0,03	294,72	24,72
86	270,39	40,00	6,77	150	0,42	0,03	0,06	294,69	24,30
87	270,68	60,00	6,77	150	0,42	0,03	0,08	294,66	23,98
88	272,61	80,00	6,77	150	0,42	0,03	0,11	294,64	22,03
89	272,70	100,00	6,77	150	0,42	0,03	0,14	294,61	21,91
90	273,51	120,00	6,77	150	0,42	0,03	0,17	294,58	21,07
91	274,27	140,00	6,77	150	0,42	0,03	0,19	294,55	20,28
92	272,84	160,00	6,77	150	0,42	0,03	0,22	294,53	21,69
93	275,24	180,00	6,77	150	0,42	0,03	0,25	294,50	19,26
94	276,45	200,00	6,77	150	0,42	0,03	0,28	294,47	18,02
95	277,42	220,00	6,77	150	0,42	0,03	0,30	294,44	17,02
96	278,85	240,00	6,77	150	0,42	0,03	0,33	294,41	15,56
97	279,67	260,00	6,77	150	0,42	0,03	0,36	294,39	14,72
98	279,36	280,00	6,77	150	0,42	0,03	0,39	294,36	15,00
99	276,79	300,00	6,77	150	0,42	0,03	0,41	294,33	17,54
100	275,58	320,00	6,77	150	0,42	0,03	0,44	294,30	18,72
+ 10,00	273,89	340,00	6,77	150	0,42	0,03	0,47	294,29	20,40

## 2. BLOCOS DE ANCORAGEM

---

## 2. BLOCOS DE ANCORAGEM

Para calcular os esforços resultantes da pressão nas mudanças de direção da tubulação, foram utilizadas as fórmulas seguintes

### - Cálculo do Empuxo

$$E = 2 p s \gamma \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$

onde

E = empuxo (kg)

p = pressão interna (mca)

$\alpha$  = ângulo de deflexão da peça (°)

s = área de seção transversal do tubo (m<sup>2</sup>)

$\gamma$  = peso específico da água (1 000 kg/m<sup>3</sup>)

### - Cálculo da área em contato com o solo

$$a = \frac{s x p}{\sigma h} x \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

onde

a = lado do encosto (cm)

s = seção do tubo (cm<sup>2</sup>)

p = pressão interna (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tensão admissível do terreno (kg/cm<sup>2</sup>)

h = altura de ancoragem (cm)

– **Dados**

Com o objetivo de facilitar a construção dos bloco de ancoragem, procurou-se padronizá-los o máximo possível, definindo-se blocos-tipo

Para tanto adotou-se os seguintes dados fixos

- altura de ancoragem (h) = 50 cm
- tensão admissível ( $\sigma$ ) 1 kg/cm<sup>2</sup> (horizontal)

2 kg/cm<sup>2</sup> (vertical)

– **Cálculo dos empuxos**

TIPO DE CONEXÃO	K	PRESSÃO (kg/cm <sup>2</sup> )					
		1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
Curva 90°	1.414	75	150	225	300	375	450
Curva 45°	0.766	41	81	122	162	203	243
Curva 22°30'	0.390	21	41	62	83	103	124
Curva 11°15'	0.196	10	21	31	42	52	62
Tê c/ Redução	1.000	53	106	159	212	265	318

– **Cálculo do comprimento da área de apoio**

O comprimento foi calculado a partir da pressão atuando em cada ponto, onde existe uma conexão, levando-se em conta a sobre pressão dos transientes hidraulicos. A altura dos blocos de ancoragem foi fixada em 40 cm para facilitar sua execução. Além do que foi determinado um equipamento por pressão como indicado

Pressão kg/cm <sup>2</sup>	< 4,5	4,5 > 6	6 > 7,5	7,5 > 9
Tipo	A	B	C	D



### Dimensões dos blocos por pressão

TIPO DE CONEXÃO	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
Curva 90°	13	26	40	53	66	79
Curva 45°	5	11	16	22	27	33
Curva 22°30'	3	5	8	11	13	16
Curva 11°15'	1	3	4	5	7	8
Tê c/ redução	7	13	20	26	33	40

### Dimensões Adotadas

TIPO DE CONEXÃO	COMPRIMENTO DO APOIO			
	A	B	C	D
Curva 90°	40	54	66	80
Curva 45°	20	30	40	50
Curva 22°30'	15	15	15	15
Curva 11°15'	10	10	10	10
Tê c/ redução	30	30	30	30

## Resumo Quantificação dos Blocos de Ancoragem

### Lavras da Mangabeira

TIPO DE	A			B			C			D		
	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>
Curva 90°	0,035	1	0,035	0,051	2	0,102	0,068	-	-	0,090	-	-
Curva 45°	0,018	3	0,054	0,028	-	-	0,041	-	-	0,061	-	-
Curva 22°30	0,014	3	0,042	0,016	-	-	0,018	-	-	0,020	-	-
curva 11°15	0,011	7	0,077	0,012	-	-	0,014	-	-	0,015	-	-
Tê / Redução	0,016	18	0,288	0,016	2	0,032	0,016	-	-	0,016	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	0,496	-	-	0,134	-	-	-	-	-	-

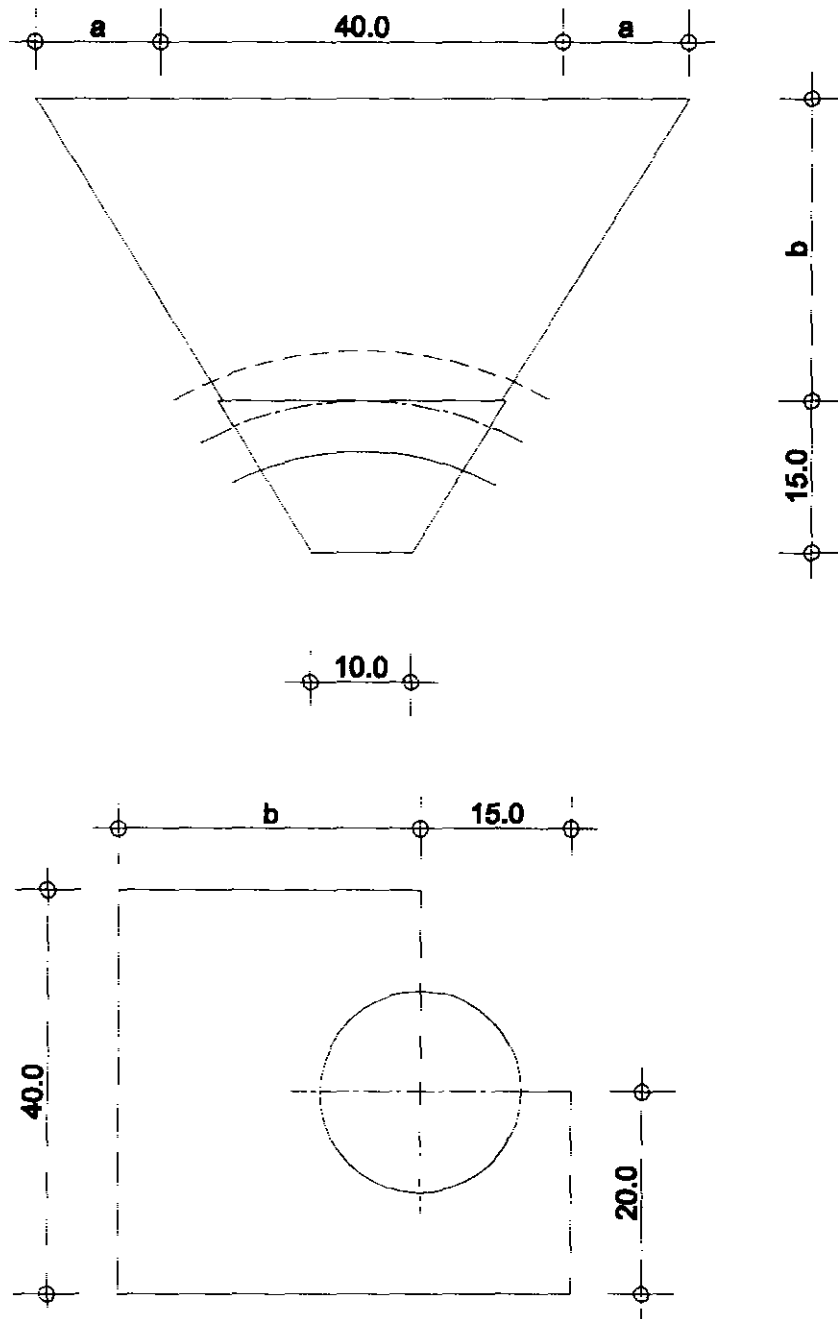
Volume Total = 0,630 x 1,10 = 0,700 m<sup>3</sup>

### Quitaiús

TIPO DE	A			B			C			D		
	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>	V (m <sup>3</sup> ) Unit.	Nº de Blocos	V.T. m <sup>2</sup>
Curva 90°	0,035	1	0,035	0,051	-	-	0,068	-	-	0,090	-	-
Curva 45°	0,018	2	0,036	0,028	-	-	0,041	-	-	0,061	-	-
Curva 22°30	0,014	6	0,084	0,016	-	-	0,018	-	-	0,020	-	-
curva 11°15	0,011	1	0,011	0,012	-	-	0,014	-	-	0,015	-	-
Tê / Redução	0,016	16	0,256	0,016	-	-	0,016	-	-	0,016	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	0,422	-	-	-	-	-	-	-	-	-

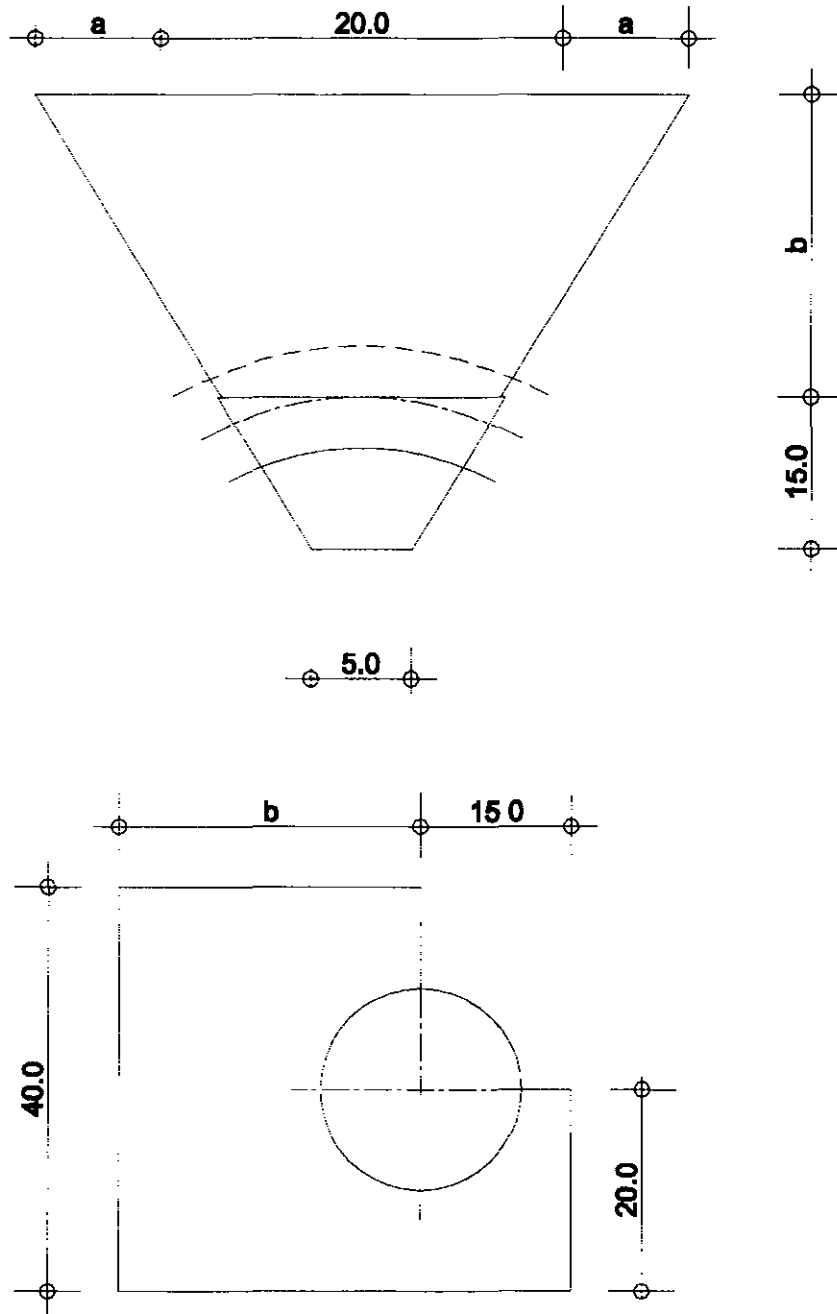
Volume total = 0,422 x 1,10 ≈ 0,500 m<sup>3</sup>

# CURVA 90°



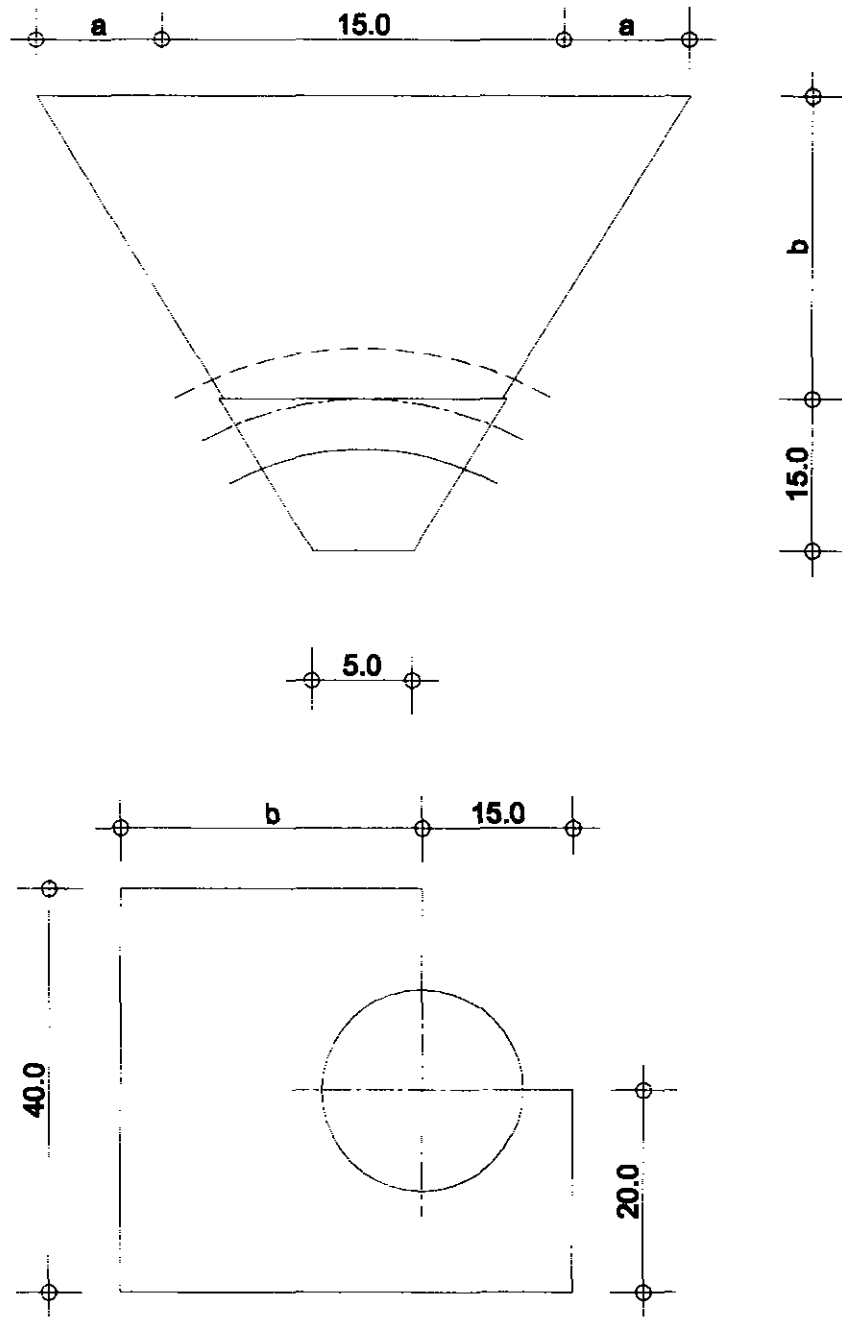
COTAS (cm)	A	B	C	D
a	0	7.0	13.0	20.0
b	20.0	25.0	30.0	35.0
VOLUME (m <sup>3</sup> )	0.035	0.051	0.068	0.090

# CURVA 45°



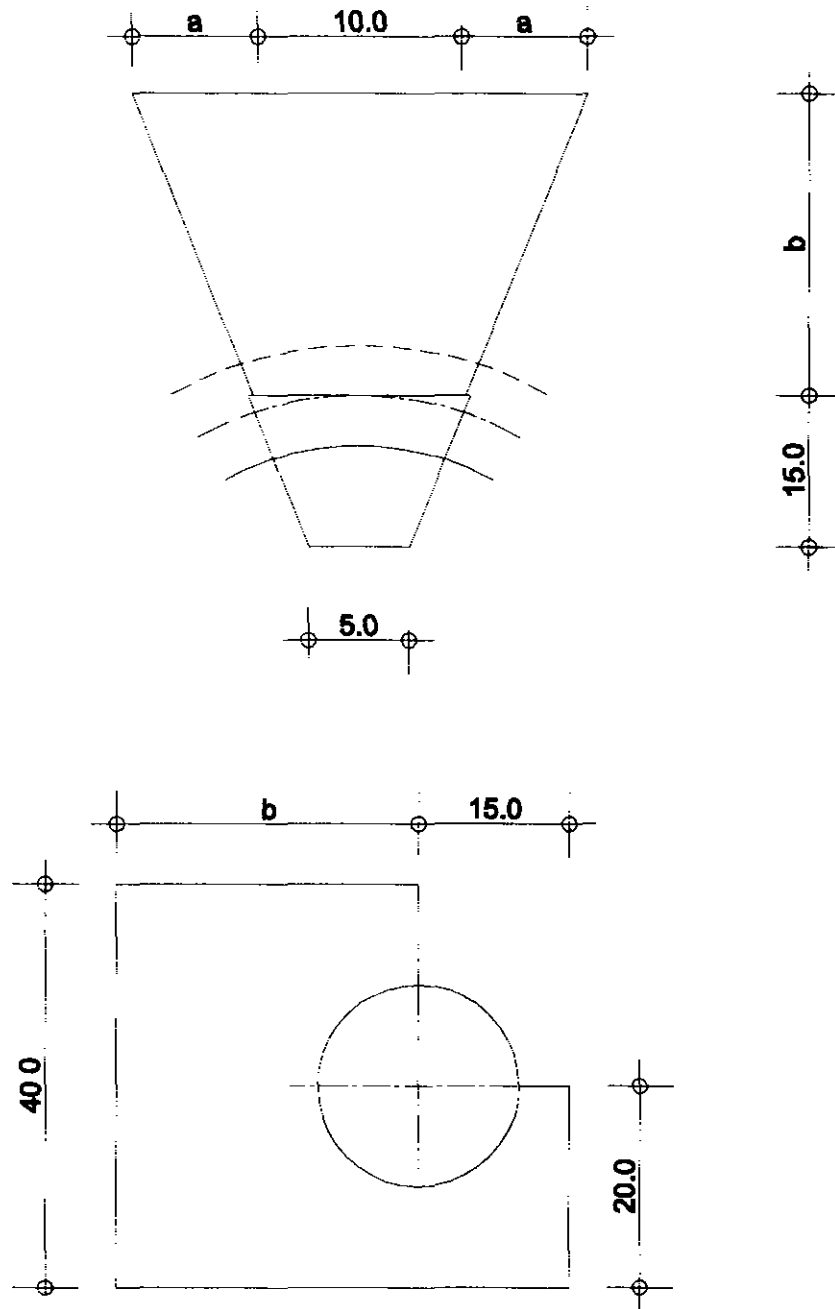
COTAS (cm)	A	B	C	D
a	0	5.0	10.0	15.0
b	20.0	25.0	30.0	40.0
VOLUME (m <sup>3</sup> )	0.018	0.028	0.041	0.061

# CURVA 22°30'



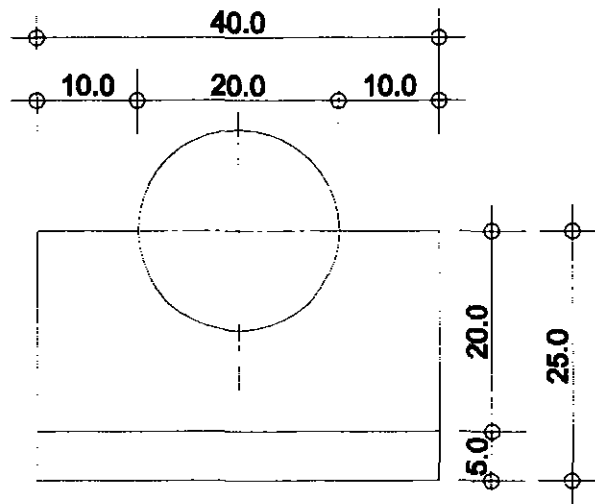
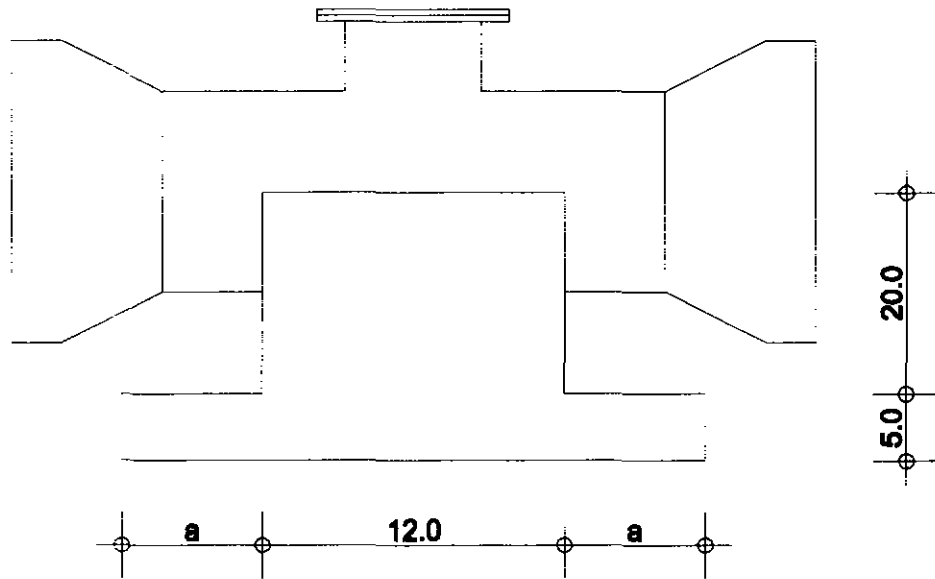
COTAS (cm)	A	B	C	D
a	0	0.0	0.0	0.0
b	20.0	25.0	30.0	35.0
VOLUME (m <sup>3</sup> )	0 014	0.016	0.018	0.020

# CURVA 11°15'



COTAS (cm)	A	B	C	D
a	0	0	0	0
b	20.0	25.0	30.0	35.0
VOLUME (m <sup>3</sup> )	0.011	0.012	0.014	0.015

# TÊ DE REDUÇÃO



COTAS (cm)	A	B	C	D
a	9.0	9.0	9.0	9.0
VOLUME (m <sup>3</sup> )	0.016	0.016	0.016	0.016

### **3. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE LAVRAS DE MANGABEIRA**

---



### 3. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE LAVRAS DA MANGABEIRA

#### Estação Elevatória (captação)

##### a) Dados

– Vazão  $32,24 \text{ l/s} = 116,06 \text{ m}^3/\text{h}$

##### b) Cálculo das Perdas de Carga ( $C = 130$ )

##### – Captação

Bomba Submersa = BPH - 373/2 + 7a183/2 - 30 CV

##### – Recalque ( $\varnothing 150 \text{ mm}$ )

Válvula de retenção da bomba submersa	0,50 m
Tubo - ( $\varnothing 154,40 \text{ mm}$ )	13,00 m
Curva $90^\circ$ (3)	10,20 m
Tê passagem direta (2)	6,80 m
Registro gaveta	1,10 m
Válvula de retenção do Flap	12,50 m
Redução invertida (150 x 200)	6,00 m
Adaptador ( $\varnothing 200$ )	1,00 m
<b>T O T A L</b>	<b>51,10 m</b>
Valor adotado	52,00 m

##### – Perda de Carga na Captação ( $h_c$ )

$$52,00 \times 0,020328 = 1,06 \text{ m}$$

##### – Perda de Carga na Adutora ( $h_a$ )

Comprimento = 3765 m. PVC 200 mm - PN-60

$$J = 0,003784 \text{ m/m}$$

$$V = 0,91 \text{ m/s}$$

$$D_i = 212 \text{ mm}$$

$$C = 140$$

$$J_{TOTAL} = 3765 \text{ m} \times 0,003784 \text{ m/m}$$

$$J_{TOTAL} = 14,25 \text{ m}$$

– Perda de Carga Total (ht)

$$1,06 \text{ m} + 14,25 \text{ m} = 15,31 \text{ m}$$

c) Desnível Geométrico

- Cota do nível d'água no poço 235,61 m
- Altura do nível dinâmico no poço 1,91 m
- Cota do terreno natural estaca 2 (início da adutora) 235,61 m
- Cota do terreno natural na ETA 247,55 m
- Altura de chegada da adutora na câmara de carga na ETA 7,0 m

$$H_g = [247,55 - 235,61] + 1,91 + 7,0 = 20,85 \text{ m}$$

d) Altura Manométrica Total

$$H_{man} = H_g + h_t$$

$$H_{man} = 20,85 \text{ m} + 15,31 \text{ m} = 36,16 \text{ m c a}$$

e) Potência da bomba

- Bomba selecionada submersa

- KSB - BPH - 373/2 + 7A183/2 - 30 CV, 3500 rpm
- Rotor ø 132/115
- N° de estágios - 2
- Rendimento do conjunto no ponto médio 0,70

$$P = \frac{32,24 l / s \times 36,16 m \text{ c a}}{75 \times 0,70} = 22,20 \text{ CV} + 10\% = 24,43 \text{ CV}$$

- Potência estimada 25 CV
- Potência da bomba submersa escolhida 30 CV

#### SUBSÍDIO PARA O CÁLCULO DA LAJE DO POÇO AMAZONAS

##### - Pesos dos Equipamentos Hidro-Mecânicos

- Captação (poço amazonas)
  - Bomba submersa BPH-373/2+9A183/2 - 30 CV 148 kg
  - Nipel em aço inox 5 kg
  - Luva de redução com rosca em aço inox 15,5 kg
  - Tubo FoFo flange e ponta roscada L = 1,20 m 45,20 kg
  - Tubo FoFo com flanges L = 2,0 m (2x) 158 kg
  - Tubo FoFo com flanges L = 0,25 m 24 kg
  - Curva 90° FoFo com flanges 18 kg
  - Tê FoFo com flanges 26 kg
  - Registro de gaveta com flange e cabeçote 50 mm FoFo 15 kg
  - Registro de gaveta com flange e cabeçote 150 mm FoFo 66 kg

• Ventosa simples com flange FoFo	5,8 kg
• Válvula de retenção portinhola dupla FoFo	12 kg
• Tubo FoFo com flanges L = 1,00 m	47,50 kg
• Parafusos 20 x 20 mm	172,8 kg
• Parafusos 16 x 80 mm	5,6 kg
<b>T O T A L</b>	<b>764,4 kg</b>
- Peso da água	176,4 kg
- <b>Peso Total</b>	<b>764,4 kg + 176,4 = 940,80 kg</b>

obs No cálculo de ferragem da laje do poço amazonas deverá-se considerar o peso dos equipamentos hidro-mecânicos com um valor mínimo atuando de 1 000 kg

#### **4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS**

---

## 4. TRANSIENTES HIDRÁULICOS

### 4.1. LAVRAS DA MANGABEIRA

#### – Verificação da sobrepressão máxima na tubulação de PVC

- vazão 32,24 l/s
- diâmetro do tubo 200 mm
- área do tubo 0,03529 m<sup>2</sup>
- espessura da parede do tubo 5,0 mm
- velocidade 0,91 m/s
- comprimento da tubulação L = 3804 m
- pressão máxima admissível 60 m c a
- altura manométrica 36,31 m c a
- altura geométrica 20,85 m

– Cálculo da Celeridade  $C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}$ , onde

C = celeridade da onda, m/s

D = diâmetro do tubo

e = espessura do tubo

K = coeficiente que leva em conta os módulos de elasticidade, para PVC K = 18,0

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 18 \frac{200}{5}}} = 357,17 \text{ m/s}$$

- sobrepressão  $h = \frac{C V}{9,81}$ , onde

C = celeridade

V = velocidade média da água

h = aumento de pressão em H<sub>2</sub>O

$$h = \frac{357,17 \times 0,91}{9,81} = 33,13 \text{ m c a}$$

- pressão máxima =  $H_g + h$

$$h_{\text{MAX}} = 20,85 \text{ m} + 33,13 \text{ m c a}$$

$$h_{\text{MAX}} = 53,98 \text{ m c a}$$

Como a pressão máxima é inferior a pressão em que estes tubos são testados, consideramos como aceitável os tubos PVC - PN-60

#### 4.2. QUITAÍUS - ÁGUA BRUTA

- vazão = 6,67 l/s
- diâmetro nominal do tubo = 150 mm
- espessura da parede do tubo = 3 mm
- diâmetro interno do tubo = 144 mm
- Área de sucção do tubo = 0,0163 m<sup>2</sup>
- velocidade no tubo = 0,41 m/s
- comprimento da tubulação = 1680,00 m
- pressão máxima admissível = 40 m c a
- pressão no ponte de fechamento = 6,98 m c a

- cálculo da celeridade

$$c = \frac{9900}{\sqrt{4,83 + K \frac{D}{e}}}$$

$$c = \frac{9900}{\sqrt{4,83 + 18 \frac{150}{3}}} = 321,48 \text{ m/s}$$

- cálculo de sobrepressão

$$h = \frac{CV}{9,81}$$

$$h = \frac{321,48 \times 0,41}{9,81} = 13,76 \text{ m c a}$$

- pressão máxima

$$h_{\text{MAX}} = H_g + h$$

$$h_{\text{MAX}} = 7,09 + 13,76$$

$$h_{\text{MAX}} = 20,85 \text{ m c a}$$



## **5. ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DE QUITAIÚS**

---

## 5. ELEVATÓRIA E ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

### ADUTORA DE ÁGUA TRATADA E ALTURA MANOMÉTRICA

• Vazão	6,77 l/s
• Diâmetro	150 mm
• Material	PVC - PN 40
• Extensão total	332 m
• Velocidade	0,42 m/s
• Perda de carga distribuída	0,46 m
• Perda de carga linear	0,001387 m/m
<b>- Perdas localizadas na sucção (k)</b>	
• Entrada em canalização	0,50
• Curva 90°	0,40
• Registro aberto	0,20
• Redução gradual	0,75
	<b>ΣK = 1,85</b>

$$h = 1,85 \times \frac{(0,42)^2}{2 \times 9,81}$$

$$h = 0,02 \text{ m}$$

#### - Perdas localizadas no recalque

• Ampliação gradual	1,50
• Válvula de retenção	2,50

• Reistro de gaveta	0,20
• Tê, saída de lado	1,30
• Tê, passagem direta	0,60
• Curva 90°	4 x 0,40
• Saída da canalização	1,00
	<b>ΣK = 8,70</b>

$$h = 8,70 \times \frac{(0,42)^2}{2 \times 9,81}$$

$$h = 0,08 \text{ m}$$

• Cota do nível mínimo d'água	272,70
• Cota do nível máximo	274,70
• Desnível geométrico	6,09 m c a
• Altura manométrica	$6,09 + 0,46 + 0,02 + 0,08 + 13,75 = 20,40$ m c a
• Cota de TN no R E (estimado)	278,80
• Altura do NA máx no R E	13,75 m

#### – **Bomba**

São previstos dois conjuntos (1 ativo + 1 reserva) com as seguintes características

• Vazão	24,37 m <sup>3</sup> /h
• Altura manométrica adotada	21,00 m c a
• Motor elétrico	II polos, 380 V
• Potência calculada	3,79 CV
• Potência instalada	5 CV