



4 - MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO

JM ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA | CNPJ N.º. 07.321.709/0001-38

Correspondência: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

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

Escritórios: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 15

4 – MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO

4.1 - DEMOGRAFIA DE PROJETO

A comunidade Encantados do Bom Jardim encontra-se hoje com 42 famílias, o que redundará em 210 habitantes, se adotado o critério de 5 habitantes em média, por residência.

Utilizando-se uma taxa de crescimento populacional de 1,0% ao ano e o método de crescimento geométrico mostrado a seguir, pode-se encontrar a população futura:

$$P_x = P_0(1 + i)^N$$

onde: : População no horizonte considerado

: População inicial ($P_0 = 210$ hab.)

: Taxa de crescimento anual ($i = 0,0101$)

: número de anos considerados ($N = 20$ anos)

Com a devida utilização deste método, foi encontrada uma população de 257 habitantes para o ano futuro de 2030.

4.2 - ESTUDOS DE DEMANDA

A vazão de adução necessária ao consumo da população da comunidade é calculada de acordo com a equação a seguir:

$$Q_a = K_1 \times P \times q \times 24 / T$$

Onde: : Q_a : Vazão de adução

: K_1 : Coeficiente do dia de maior consumo (adotado o valor de 1,2)

: P : População de alcance do projeto (adotado o valor de 287 habitantes)

: q : Consumo per capita bruto em l/hab.dia (adotado o valor de 150 l/hab.dia)

: T : Tempo de funcionamento em horas (adotado o valor de 20)

De acordo com a equação apresentada, a vazão de adução necessária para a comunidade é de 1,07 L/s no horizonte do projeto.

A vazão de distribuição necessária ao consumo da população da comunidade é calculada de acordo com a equação a seguir:

$$Q = K_1 \times K_2 \times P \times q / 86400$$

onde: : Qd : Vazão de distribuição

: K1 : Coeficiente do dia de maior consumo (adotado o valor de 1,2)

: K2 : Coeficiente do dia de maior consumo (adotado o valor de 1,5)

: P : População de alcance do projeto (adotado o valor de 287 habitantes)

: q : Consumo per capita bruto em l/hab.dia (adotado o valor de 150 l/hab.dia)

De acordo com a equação apresentada, a vazão de distribuição máxima necessária para a comunidade é 0,80 L/s.

De acordo com o quadro acima, a vazão do dia de maior consumo necessária para a comunidade é de 1,07 L/s (horizonte do projeto). Devido a vazão do poço ser da ordem de 2.500,0 L/h (0,69 L/s), será considerado, para bombeamento em 12 horas diária, a vazão de 0,66 L/s, que é a vazão máxima horária do início do plano. O restante da demanda será complementado do atual sistema de captação no poço amazonas.

O Quadro 4.1 apresenta as populações e demandas ao longo do horizonte de projeto.

4.3 - DETERMINAÇÃO DE DIÂMETRO DE ADUÇÃO

De acordo com a expressão de Bresse, foi calculado o diâmetro econômico do trecho de adução e adotado o diâmetro comercial adequado para a situação. A expressão de Bresse segue a seguir:

$$D_e = 1,2\sqrt{QA}$$

Onde: : D: Diâmetro econômico em metros.

: Q: Vazão de adução em m³/s (adotando 0,67 l/s)

Fazendo as devidas transformações de unidades e utilizando a equação acima citada foi encontrado um diâmetro econômico de 31 mm, tendo sido adotado um diâmetro comercial de **50 mm**.

QUADRO 4.1 - Comunidade Encantados do Bom Jardim: População, Demandas e Reservação Necessária

Ano	Taxa Cresc. (%)	Pop. (hab.)	Perdas Físicas (%)	Per Capita		Nível de Atend. (%)	Demanda (m³/ano)	Oferta (m³/ano)	Média Q(l/s) - 12h	Máx.dia. Q(l/s) - 12h	Máx.hor. Q(l/s) - 24h	Reserv. Nec. (m³)
				Líquida	Bruta							
2010		210	25	120,00	150,00	100,00	9.198,00	12.264,00	0,73	0,88	0,66	37,80
2011		212	25	120,00	150,00	100,00	9.289,98	12.386,64	0,74	0,88	0,66	38,18
2012		214	25	120,00	150,00	100,00	9.382,88	12.510,51	0,74	0,89	0,67	38,56
2013		216	25	120,00	150,00	100,00	9.476,71	12.635,61	0,75	0,90	0,68	38,95
2014		219	25	120,00	150,00	100,00	9.571,48	12.761,97	0,76	0,91	0,68	39,33
2015		221	25	120,00	150,00	100,00	9.667,19	12.889,59	0,77	0,92	0,69	39,73
2016		223	25	120,00	150,00	100,00	9.763,86	13.018,48	0,77	0,93	0,70	40,13
2017		225	25	120,00	150,00	100,00	9.861,50	13.148,67	0,78	0,94	0,70	40,53
2018		227	25	120,00	150,00	100,00	9.960,12	13.280,15	0,79	0,95	0,71	40,93
2019		230	25	120,00	150,00	100,00	10.059,72	13.412,96	0,80	0,96	0,72	41,34
2020	1,00	232	25	120,00	150,00	100,00	10.160,31	13.547,09	0,81	0,97	0,72	41,75
2021		234	25	120,00	150,00	100,00	10.261,92	13.682,56	0,81	0,98	0,73	42,17
2022		237	25	120,00	150,00	100,00	10.364,54	13.819,38	0,82	0,99	0,74	42,59
2023		239	25	120,00	150,00	100,00	10.468,18	13.957,58	0,83	1,00	0,75	43,02
2024		241	25	120,00	150,00	100,00	10.572,86	14.097,15	0,84	1,01	0,75	43,45
2025		244	25	120,00	150,00	100,00	10.678,59	14.238,12	0,85	1,02	0,76	43,88
2026		246	25	120,00	150,00	100,00	10.785,38	14.380,50	0,86	1,03	0,77	44,32
2027		249	25	120,00	150,00	100,00	10.893,23	14.524,31	0,86	1,04	0,78	44,77
2028		251	25	120,00	150,00	100,00	11.002,16	14.669,55	0,87	1,05	0,78	45,21
2029		254	25	120,00	150,00	100,00	11.112,19	14.816,25	0,88	1,06	0,79	45,67
2030		255	25	120,00	150,00	100,00	11.223,31	14.964,41	0,89	1,07	0,80	46,12

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

Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Alcega | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251

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

Shopping Euébio César | Av. Euébio de Queiroz, 103 | sala 216 | Pernambuco | Euébio - CE

Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 18



4.4 - EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

Dimensionamento do Sistema de Captação

Barrilete de Recalque e Bombeamento no PT-01 (existente)

(COMUNIDADE Encantados do Bom Jardim - Tamboril/CE)

Quadro de Vazões do PT-01

Vazão no PT-01 (Q_{PE})	:	2,41 m ³ /h
	:	<input type="text" value="0,67"/> L/s
	:	0,00067 m ³ /s

Recalque do Poço Existente à ETA (Dessalinizador+clorador)

a). Barrilete de Recalque (da Bomba à Saída do Poço)

Comprimento (L_1)	:	20,78 m
Diâmetro Adotado (D_1)	:	<input type="text" value="50 mm"/>
Velocidade (V)	:	0,34 m/s
	:	$\frac{Q}{\pi \times D_1^2 / 4}$
Cota do Terreno de Captação	:	<input type="text" value="311,590 m"/>
Nível Estático do Poço	:	<input type="text" value="8,00 m"/>
Nível Dinâmico do Poço	:	<input type="text" value="20,78 m"/>
Cota do Nível Estático do Poço (C_{NE})	:	303,59 m
Cota do Nível Dinâmico do Poço (C_{ND})	:	290,81 m
* Profundidade da Bomba Abaixo do Nível Dinâmico (h_{CMB})	:	6,00 m
Cota da Saída da Bomba (C_{CMB})	:	284,81 m
Desnível Geométrico (H_{g1})	:	20,78 m
	:	$(C_{Capt.} - C_{CMB})$

b) Adutora (Saída do Poço à ETA)

Comprimento (L_2)	:	<input type="text" value="640,00 m"/>
Diâmetro Económico (D')	:	31,00 mm
	:	$1,2 \times Q^{0,5}$
Diâmetro Adotado (D_2)	:	<input type="text" value="50 mm"/>
	:	Diâmetro Interno



$$\text{Velocidade (V)} : \frac{Q}{\pi \times D_2^2 / 4} : 0,34 \text{ m/s}$$

$$\text{Cota do Terreno de Captação} : C_{\text{Capt.}} : 311,59 \text{ m}$$

$$\text{Cota de Chegada na ETA antes do REL-01} : C_{\text{TREL-01}} + 0,20 \text{ m} : 326,02 \text{ m}$$

$$\text{Desnível Geométrico (H}_{g1} \text{)} : (C_{\text{REL-01}} - C_{\text{Capt.}}) : 14,43 \text{ m}$$

Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

a) Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

Saída da Bomba à Saída do Poço

$$\text{Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)} : F^{\circ}G^{\circ} : 100$$

$$\text{Velocidade (V)} : \frac{Q \text{ (m}^3\text{/s)}}{\pi \times D_1^2 / 4} : 0,34 \text{ m/s}$$

$$\text{Perda de Carga Distribuída (j)} : \frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D_1^{4,87} \times C^{1,85}} : 0,0062 \text{ m/m}$$

$$\text{Perda de Carga por Comprimento (J }_1 \text{)} : j_{L1} \times L_1 : 0,13 \text{ m}$$

Saída do Poço à ETA

$$\text{Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)} : \text{PVC} : 140$$

$$\text{Velocidade (V)} : \frac{Q \text{ (m}^3\text{/s)}}{\pi \times D_2^2 / 4} : 0,34 \text{ m/s}$$

$$\text{Perda de Carga Distribuída (j)} : \frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D_2^{4,87} \times C^{1,85}} : 0,0033 \text{ m/m}$$

$$\text{Perda de Carga por Comprimento (J }_2 \text{)} : j_{L2} \times L_2 : 2,12 \text{ m}$$

Saída da Bomba ao REL-01

 Perda de Carga por Comp. Total (J) ----- : $J_1 + J_2$: 2,25 m

b) Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g) ----- : 9,807 m/s

Barriete de Recalque (Saída do POCO à ETA)

PEÇA	Q ^{td}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Curva de 90°	02	0,40	0,80
Curva de 45°	00	0,20	0,00
Curva de 22° 30"	00	0,10	0,00
Tê de Passagem Direta	00	0,60	0,00
Válvula de Retenção	00	2,50	0,00
Registro de Gaveta Aberta	01	0,20	0,20
Macromedidor	00	2,50	0,00
Saída de Tubulação	01	1,00	1,00
Coeficiente K de Recalque -----			2,00
Perda de Carga no Recalque (h _{r1}) -----		$K_r \times (V^2 / 2g)$	0,01 m
Perda de Carga Localizada (h _f) -----		(hr1)	0,01 m

c) Perda de Carga Total

 Perda de Carga Total (H_J) ----- : J + h_f : 2,26 m

Cálculo da Altura Manométrica

 Perda de Carga Total (H_J) ----- : 2,26 m

 Desnível Geométrico (H_g) ----- : 35,21 m

 Altura Manométrica (H_{man}) ----- : (H_g + H_J) : 37,47 mca

Dimensionamento da(s) bomba(s) do PT-01 Existente

a) Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N)	01
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	01
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	70,0 %
Vazão da Bomba (Q)	0,67 L/s
Peso específico da água (γ)	1,00 Kg/l
Pressão atmosférica (p_a)	0,95 Kg/m ²
Pressão de vapor a 30°C (p_v)	0,0458 Kg/m ²
Fator de Serviço (FS)	1,50
Potência da Bomba (P_o)	$\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ 0,72 CV

b) Quadro-Resumo das características das bombas

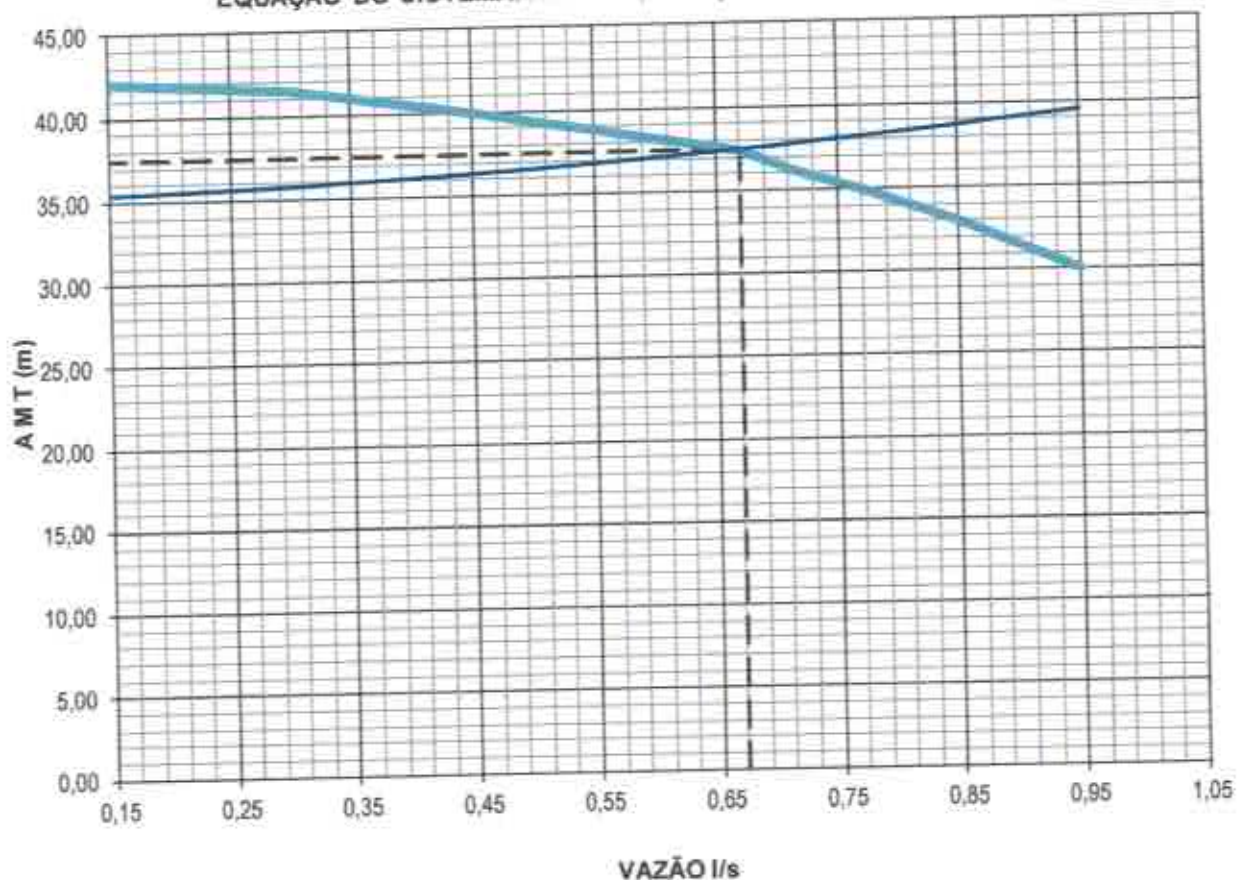
Potência Adotada (P)	1,00 CV
Vazão da Bomba (Q)	2,41 m ³ /h
Altura Manométrica (H_{man})	37,47 mca

c) Bomba Sugerida

Denominação da Bomba Sugerida	* LEÃO 4R2 PAIA	330 / 001 / x
Potência		1,00 CV
Vazão de Serviço		2,41 m ³ /h
Altura Manométrica p/a Vazão de Serviço		37,47 mca
Número de Estágios		14
Velocidade do rotor		3.450 rpm
Momento de Inércia da Bomba (I_B)	$0,0380 \times (P_{kW}/N^3)^{0,96}$	0,00080 kg.m ²
Momento de Inércia do Motor (I_M)	$0,0043 \times (P_{kW}/N)^{1,48}$	0,00044 kg.m ²
Momento de Inércia do Conjunto Elevatório ($I_B + I_M$)		0,00124 kg.m ²

* Adotar a bomba sugerida ou similar

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA x BOMBA
EQUAÇÃO DO SISTEMA: $AMT = 35,21 + (0,022277 \times Q^2) + (4,725379 \times Q^{1,85})$



— C. da Bomba
 - - - C. do Sistema

4.5 - TRANSIENTE HIDRÁULICO

Os transientes hidráulicos da linha de recalque do sistema de abastecimento de água da comunidade Encantados do Bom Jardim foram calculados com a utilização do aplicativo UFC6. Este software foi desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará e realiza cálculos de transientes hidráulicos, inclusive de equipamentos de proteção ao golpe de ariete, empregando o método das equações características. A figura 4.1 a seguir ilustra o gráfico da linha piezométrica, de pressões máximas e mínimas do recalque para a adutora do poço existente.

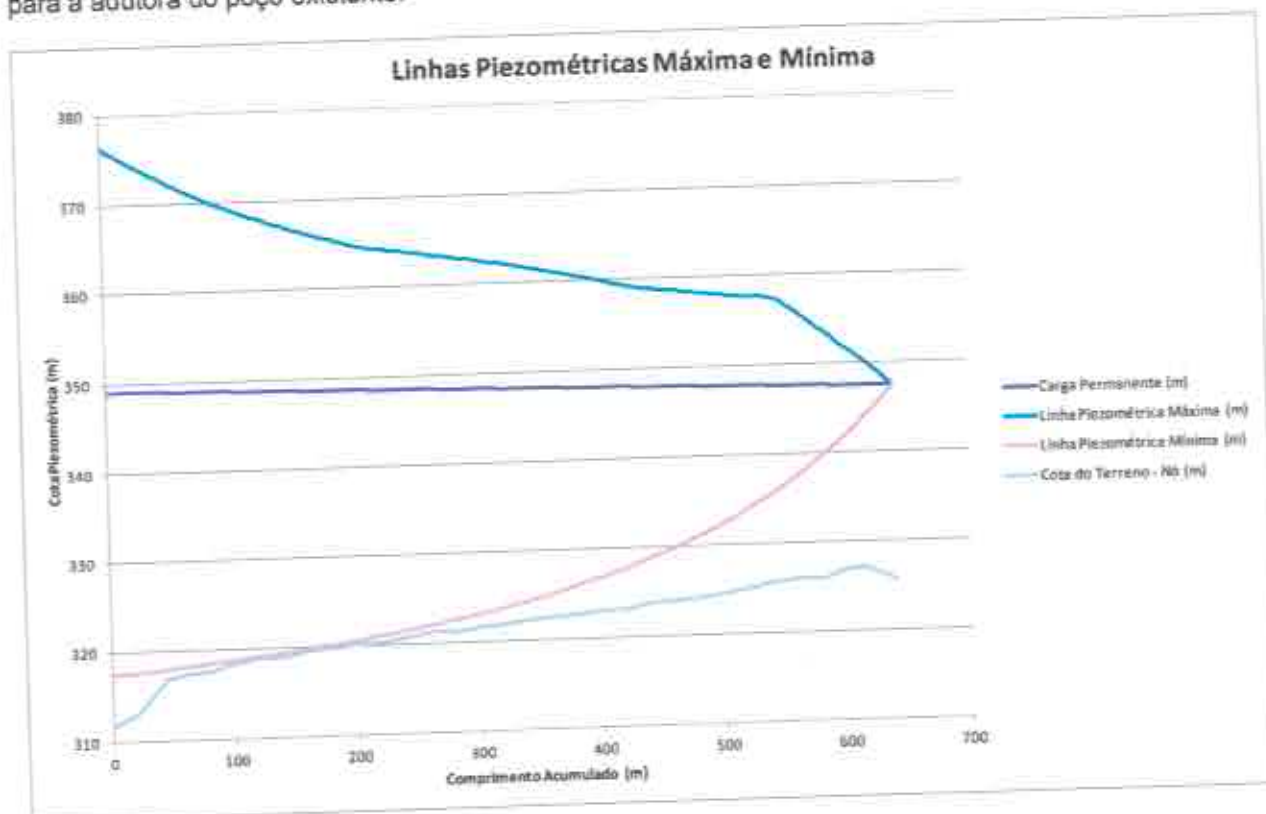


Figura 4.1 – Gráfico de Linhas Piezométricas Máxima e Mínima para a adutora de água bruta.

As tabelas 4.2 e 4.3 apresentam os resultados dos cálculos do transiente hidráulico para os trechos e os nós da adutora da comunidade Encantados do Bom Jardim, respectivamente.

A partir dos resultados dos cálculos dos transientes, não houve a necessidade de implantação de nenhum dispositivo atenuador do golpe de ariete para a linha de recalque.

O material da tubulação de recalque das adutoras é o PVC PBA classe 15 e o diâmetro de 50 mm para todos os tubos.

Tabela 4.2 – Cálculo dos transientes hidráulicos para os trechos da adução de água bruta de Encantados do Bom Jardim

Trecho	Comp.(m)	DN(mm)	Cota Mont.(m)	Cota Jus.(m)	Cel.Inic.(m/s)	Cel.Fin.(m/s)
1	20	50	311,59	313,01	1479,87	1640,65
2	20	50	313,01	316,08	1479,87	1640,65
3	4,51	50	316,08	316,82	1479,87	1479,86
4	15,49	50	316,82	317,18	1479,87	1694,24
5	20	50	317,18	317,51	1479,87	1640,65
6	20	50	317,51	318,39	1479,87	1640,65
7	20	50	318,39	318,81	1479,87	1640,65
8	20	50	318,81	318,91	1479,87	1640,65
9	20	50	318,91	319,53	1479,87	1640,65
10	20	50	319,53	319,75	1479,87	1640,65
11	20	50	319,75	320,13	1479,87	1640,65
12	20	50	320,13	320,3	1479,87	1640,65
13	20	50	320,3	320,7	1479,87	1640,65
14	20	50	320,7	321,14	1479,87	1640,65
15	20	50	321,14	321,18	1479,87	1640,65
16	20	50	321,18	321,62	1479,87	1640,65
17	20	50	321,62	321,82	1479,87	1640,65
18	20	50	321,82	322,23	1479,87	1640,65
19	20	50	322,23	322,56	1479,87	1640,65
20	20	50	322,56	322,68	1479,87	1640,65
21	20	50	322,68	323,11	1479,87	1640,65
22	20	50	323,11	323,16	1479,87	1640,65
23	20	50	323,16	323,76	1479,87	1640,65
24	20	50	323,76	323,89	1479,87	1640,65
25	20	50	323,89	324,24	1479,87	1640,65
26	20	50	324,24	324,6	1479,87	1640,65
27	20	50	324,6	325,21	1479,87	1640,65
28	20	50	325,21	325,63	1479,87	1640,65
29	20	50	325,63	326,1	1479,87	1640,65
30	20	50	326,1	326,03	1479,87	1640,65
31	20	50	326,03	327,03	1479,87	1640,65
32	14,15	50	327,03	327,18	1479,87	1547,68
33	5,85	50	327,18	326,89	1479,87	1919,56
34	20	50	326,89	325,82	1479,87	1640,65

Tabela 4.3 – Resultados dos transientes hidráulicos para os nós da adutora de água bruta de Encantados do Bom Jardim

Nó	Cota(m)	Carga(mca)	Carga Máxima(mca)	Carga Mínima(mca)	Pressão (mca)	Pressão Máxima(mca)	Pressão Mínima(mca)
1	311,59	349,06	376,21	317,34	37,47	64,62	5,75
2	313,01	349,01	374,62	317,58	36	61,61	4,57
3	316,08	348,96	373,11	317,84	32,88	57,03	1,76
4	316,82	348,95	372,8	317,9	32,13	55,98	1,08
5	317,18	348,91	371,72	318,11	31,73	54,54	0,93
6	317,51	348,86	370,46	318,4	31,35	52,95	0,89
7	318,39	348,81	369,31	318,71	30,42	50,92	0,32
8	318,81	348,76	368,27	319,03	29,95	49,46	0,22
9	318,91	348,71	367,32	319,38	29,8	48,41	0,47
10	319,53	348,66	366,44	319,75	29,13	46,91	0,22
11	319,75	348,61	365,63	320,14	28,86	45,88	0,39
12	320,13	348,55	364,88	320,56	28,42	44,75	0,43
13	320,3	348,5	364,3	321	28,2	44	0,7
14	320,7	348,45	363,95	321,48	27,75	43,25	0,78
15	321,14	348,4	363,57	321,99	27,26	42,43	0,85
16	321,18	348,35	363,17	322,54	27,17	41,99	1,36
17	321,62	348,3	362,75	323,13	26,68	41,13	1,51
18	321,82	348,25	362,3	323,76	26,43	40,47	1,94
19	322,23	348,2	361,81	324,44	25,97	39,58	2,21
20	322,56	348,15	361,29	325,18	25,59	38,73	2,62
21	322,68	348,1	360,73	325,97	25,42	38,05	3,29
22	323,11	348,05	360,13	326,84	24,94	37,02	3,73
23	323,16	348	359,49	327,77	24,84	36,33	4,61
24	323,76	347,95	359,01	328,8	24,19	35,25	5,04
25	323,89	347,9	358,7	329,92	24,01	34,81	6,03
26	324,24	347,85	358,39	331,14	23,61	34,15	6,9
27	324,6	347,8	358,12	332,49	23,2	33,52	7,89
28	325,21	347,75	357,71	333,99	22,54	32,5	8,78
29	325,63	347,7	357,59	335,64	22,07	31,96	10,01
30	326,1	347,65	356,18	337,48	21,55	30,08	11,38
31	326,03	347,59	354,1	339,54	21,56	28,07	13,51
32	327,03	347,54	351,9	341,85	20,51	24,87	14,82
33	327,18	347,51	350,44	343,73	20,33	23,26	16,55
34	326,89	347,49	349,78	344,47	20,6	22,89	17,58
35	325,82	347,44	347,44	347,44	21,62	21,62	21,62



metros, o que aumentaria os custos de investimento. Manter o reservatório existente, considerado o gabarito das residências locais, pode-se dizer que o abastecimento de água é totalmente viável, não justificando dessa forma, a implantação de novo reservatório no momento.

Em um segundo momento, após uma análise operacional da rede, poder-se-á decidir pela construção de novo reservatório, caso seja constatada a necessidade.

No dimensionamento dos blocos de ancoragens procedeu-se o cálculo considerando:

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

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

onde: E: Empuxo Hidráulico, Kg;

S: Seção da tubulação em cm^2 ;

P: Pressão interna em kg/cm^2 ;

θ : Ângulo da curva.

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

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

onde: A: área de contato, cm^2 ;

E: Empuxo Hidráulico, Kg;

σ_{adm} : taxa admissível do terreno, Kg/cm^2 ;

Os resultados presentes na planta de desenhos dos blocos de ancoragens foram obtidos através do programa DuctilCad.

Os blocos de ancoragens serão necessários em todas as curvas e tês de derivação presentes nas tubulações.

4.6 - RESERVAÇÃO

O reservatório elevado (REL) necessário para atender a comunidade deverá ter, no mínimo, $15,36 \text{ m}^3$ de capacidade (1/3 da demanda máxima diária). Existe na localidade um reservatório com capacidade de 25.000 litros que atende a demanda diária da população.

4.7 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A análise do dimensionamento hidráulico da rede existente foi realizada com a utilização do aplicativo EPANET, desenvolvido pela Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

Os resultados obtidos das pressões dinâmicas e estáticas estão apresentados nas tabelas 4.4 e 4.5, respectivamente. Deve-se ressaltar que embora as pressões dinâmicas, apresentem valores abaixo do limite inferior de pressão, recomendado pela NBR 12218 (10 mca), elas permitem atender as residências típicas da localidade, que é de único pavimento. Para se ter pressões maiores, ter-se-ia que se abrir mão do reservatório existente e implantar-se novo reservatório com um maior fuste de no mínimo 14,00

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

Endereço: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalarga.com.br

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

Escritórios: (Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 27



Tabela 4.2 – Análise das pressões dinâmicas

TRECHO	NÓ		EXTENSÃO (m)	VAZÃO (L/S)			D (mm)	V (m/s)	C. PIEZ. MONT.	J total (m)	C. PIEZ. JUS.	C. TERRENO (m)		PRESSÃO (m.c.a.)	
	MONT.	JUS.		JUS.	MARCHA	MONT.						FICT.	MONT.	JUS.	MONT.
1	100	54	10,00	0,800	0,003	0,802	50	0,409	332,80	0,000010	332,80	325,50	325,37	7,30	7,43
2	54	01	16,93	0,270	0,005	0,273	50	0,140	332,80	0,000010	332,80	325,37	325,74	7,43	7,06
3	01	02	16,04	0,266	0,005	0,268	50	0,138	332,80	0,000008	332,80	325,74	325,91	7,06	6,89
4	02	03	73,89	0,244	0,021	0,255	50	0,135	332,80	0,000010	332,80	325,91	324,64	6,89	8,16
5	03	04	74,21	0,223	0,021	0,234	50	0,124	329,69	0,037620	329,65	324,64	323,06	5,05	6,59
6	04	05	70,26	0,203	0,020	0,213	50	0,114	329,65	0,030112	329,62	323,06	322,01	6,59	7,61
7	05	06	28,29	0,195	0,008	0,199	50	0,103	329,62	0,010184	329,61	322,01	321,69	7,61	7,92
8	06	07	32,20	0,186	0,009	0,190	50	0,099	329,61	0,010752	329,60	321,69	321,54	7,92	8,06
9	07	08	36,90	0,175	0,011	0,181	50	0,095	329,60	0,011268	329,59	321,54	320,90	8,06	8,69
10	08	09	45,41	0,162	0,013	0,169	50	0,089	329,59	0,012446	329,58	320,90	321,00	8,69	8,58
11	09	10	63,36	0,144	0,018	0,153	50	0,083	329,58	0,015062	329,56	321,00	321,00	8,58	8,56
12	10	11	72,90	0,123	0,021	0,134	50	0,073	329,56	0,013924	329,55	321,00	318,44	8,56	11,11
13	11	12	34,47	0,114	0,010	0,118	50	0,063	329,55	0,004933	329,54	318,44	317,27	11,11	12,27
14	12	13	75,17	0,081	0,021	0,092	50	0,052	329,54	0,007634	329,54	317,27	314,88	12,27	14,66
15	13	14	37,57	0,000	0,011	0,005	50	0,005	329,54	0,000059	329,54	314,88	312,52	14,66	17,02

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

Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
 Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalagoa.com.br

Setor: Shopping Eucélio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 103 | sala 216 | Pernambuco | Euclásia - CE

Recife | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais • 28



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



16	13	15	67,44	0,051	0,019	0,070	0,061	50	0,036	329,54	0,003407	329,53	314,88	315,00	14,66	14,53
17	15	16	67,42	0,032	0,019	0,051	0,041	50	0,026	329,53	0,001882	329,53	315,00	312,76	14,53	16,77
18	16	17	49,80	0,017	0,014	0,032	0,025	50	0,016	329,53	0,000578	329,53	312,76	311,09	16,77	18,44
19	17	18	11,22	0,014	0,003	0,017	0,016	50	0,009	329,53	0,000043	329,53	311,09	311,04	18,44	18,49
20	18	19	50,00	0,000	0,014	0,014	0,007	50	0,007	329,53	0,000133	329,53	311,04	310,02	18,49	19,51
21	12	20	38,58	0,000	0,011	0,011	0,006	50	0,006	329,54	0,000063	329,54	317,27	318,28	12,27	11,26
22	54	21	10,71	0,522	0,003	0,525	0,524	50	0,268	329,75	0,022359	329,73	314,40	325,18	15,35	4,55
23	21	22	35,80	0,512	0,010	0,522	0,517	50	0,266	329,73	0,073934	329,66	325,18	325,19	4,55	4,47
24	22	23	29,95	0,503	0,009	0,512	0,508	50	0,261	329,66	0,059630	329,60	325,19	325,54	4,47	4,06
25	23	24	33,04	0,494	0,009	0,503	0,499	50	0,256	329,60	0,063762	329,53	325,54	325,00	4,06	4,53
26	24	25	33,86	0,484	0,010	0,494	0,489	50	0,252	329,53	0,063095	329,47	325,00	324,07	4,53	5,40
27	25	26	45,81	0,471	0,013	0,484	0,478	50	0,247	329,47	0,082295	329,39	324,07	320,29	5,40	9,10
28	26	27	63,52	0,453	0,018	0,471	0,462	50	0,240	329,39	0,108468	329,28	320,29	322,33	9,10	6,95
29	27	28	45,78	0,440	0,013	0,453	0,447	50	0,231	329,28	0,072695	329,21	322,33	323,86	6,95	5,35
30	28	29	24,84	0,433	0,007	0,440	0,436	50	0,224	329,21	0,037362	329,17	323,86	323,89	5,35	5,28
31	29	30	20,40	0,427	0,006	0,433	0,430	50	0,220	329,17	0,029775	329,14	323,89	323,65	5,28	5,49
32	30	31	63,54	0,409	0,018	0,427	0,418	50	0,218	329,14	0,090441	329,05	323,65	322,00	5,49	7,05
33	31	32	51,76	0,394	0,015	0,409	0,402	50	0,208	329,05	0,067983	328,98	322,00	321,00	7,05	7,98

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

Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 e 508 | Aiderota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
 Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultoras@netband.com.br

Sede | Shopping Estélio Cavêr | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 215 | Parnaramim | Euabão - CE

Branches | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 30



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



34	32	33	44,78	0,381	0,013	0,394	0,388	50	0,201	328,98	0,054940	328,93	321,00	320,30	7,98	8,63
35	33	34	27,27	0,374	0,008	0,381	0,377	50	0,194	328,93	0,031475	328,90	320,30	319,73	8,63	9,17
36	34	35	40,38	0,362	0,012	0,374	0,368	50	0,190	328,90	0,044859	328,85	319,73	318,46	9,17	10,39
37	35	36	52,99	0,347	0,015	0,362	0,354	50	0,184	328,85	0,055547	328,80	318,46	317,00	10,39	11,80
38	36	37	41,79	0,335	0,012	0,347	0,341	50	0,177	328,80	0,040477	328,76	317,00	315,89	11,80	12,87
39	37	38	62,72	0,317	0,018	0,335	0,326	50	0,171	328,76	0,056935	328,70	315,89	314,27	12,87	14,43
40	38	39	41,18	0,305	0,012	0,317	0,311	50	0,161	328,70	0,033765	328,66	314,27	313,00	14,43	15,66
41	39	40	30,42	0,085	0,009	0,093	0,089	50	0,047	328,66	0,002593	328,66	313,00	312,45	15,66	16,21
42	40	41	60,89	0,067	0,017	0,085	0,076	50	0,043	328,66	0,004330	328,66	312,45	310,72	16,21	17,94
43	41	42	39,07	0,056	0,011	0,067	0,062	50	0,034	328,66	0,001814	328,66	310,72	310,00	17,94	18,66
44	42	43	60,15	0,039	0,017	0,056	0,047	50	0,029	328,66	0,001994	328,65	310,00	317,00	18,66	11,65
45	43	44	61,82	0,021	0,018	0,039	0,030	50	0,020	328,65	0,001040	328,65	317,00	320,00	11,65	8,65
46	44	45	73,85	0,000	0,021	0,021	0,011	50	0,011	328,65	0,000403	328,65	320,00	310,00	8,65	18,65
47	39	46	52,80	0,197	0,015	0,212	0,204	50	0,108	328,66	0,020565	328,64	313,00	313,45	15,66	15,19
48	46	47	68,55	0,177	0,020	0,197	0,187	50	0,100	328,64	0,023290	328,62	313,45	317,46	15,19	11,16
49	47	48	39,40	0,111	0,011	0,122	0,117	50	0,062	328,62	0,005556	328,62	317,46	318,79	11,16	9,83

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

Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | Jd. Itáias 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandatrab.com.br

Sede: Shopping Eusébio Curizor | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 216 | Parnaramim | Eusébio - CE

filiais: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 31



50	48	49	69,95	0,091	0,020	0,111	0,101	50	0,057	328,62	0,008252	328,61	318,79	319,11	9,83	9,50
51	49	50	72,96	0,070	0,021	0,091	0,081	50	0,046	328,61	0,005964	328,60	319,11	319,71	9,50	8,89
52	50	51	90,90	0,044	0,026	0,070	0,057	50	0,036	328,60	0,004595	328,60	319,71	322,27	8,89	6,33
53	51	52	47,10	0,031	0,013	0,044	0,038	50	0,023	328,60	0,001014	328,60	322,27	322,82	6,33	5,78
54	52	53	55,95	0,015	0,016	0,031	0,023	50	0,016	328,60	0,000616	328,59	322,82	322,53	5,78	6,06
55	53	57	52,00	0,000	0,015	0,015	0,007	50	0,008	328,59	0,000148	328,59	322,53	321,25	6,06	7,34
56	47	54	60,06	0,038	0,017	0,055	0,046	50	0,028	328,62	0,001921	328,62	317,46	314,40	11,16	14,22
57	54	55	55,45	0,022	0,016	0,038	0,030	50	0,019	329,75	0,000886	329,75	314,40	306,00	15,35	23,75
58	55	56	76,53	0,000	0,022	0,022	0,011	50	0,011	329,75	0,000446	329,75	306,00	305,80	23,75	23,95

PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA: 4,06 m.c.a.

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

Brasília | Av. Senador Virgílio Távorá, 1701 | Itaipas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netband.com.br

Sede: Shopping Eusébio Center | Av. Eusébio de Queiroz, 101 | sala 215 | parnamirim | Eusébio - CE

Recife | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 32

Tabela 4.3 – Análise das pressões estáticas

TRECHO	NO		EXTENSÃO		VAZÃO (l/s)			D (mm)	V (m/s)	C. PIEZ.		J total (m)	C. TERRENO (m)		PRESSÃO (m.c.a.)	
	MONT.	JUS.	JUS.	(m)	MARCHA	MONT.	FICT.			MONT.	JUS.		MONT.	JUS.	MONT.	JUS.
1	100	54	0,800	10,00	0,003	0,803	0,802	50	0,409	332,80	0,000000	332,80	325,50	325,37	7,30	7,43
2	54	01	0,270	16,93	0,005	0,275	0,273	50	0,140	332,80	0,000000	332,80	325,37	325,74	7,43	7,06
3	01	02	0,266	16,04	0,005	0,270	0,268	50	0,138	332,80	0,000000	332,80	325,74	325,91	7,06	6,89
4	02	03	0,244	73,89	0,021	0,266	0,255	50	0,135	332,80	0,000000	332,80	325,91	324,64	6,89	8,16
5	03	04	0,223	74,21	0,021	0,244	0,234	50	0,124	332,80	0,000000	332,80	324,64	323,06	8,16	9,74
6	04	05	0,203	70,26	0,020	0,223	0,213	50	0,114	332,80	0,000000	332,80	323,06	322,01	9,74	10,79
7	05	06	0,195	28,29	0,008	0,203	0,199	50	0,103	332,80	0,000000	332,80	322,01	321,69	10,79	11,11
8	06	07	0,186	32,20	0,009	0,195	0,190	50	0,099	332,80	0,000000	332,80	321,69	321,54	11,11	11,26
9	07	08	0,175	36,90	0,011	0,186	0,181	50	0,095	332,80	0,000000	332,80	321,54	320,90	11,26	11,90
10	08	09	0,162	45,41	0,013	0,175	0,169	50	0,089	332,80	0,000000	332,80	320,90	321,00	11,90	11,80
11	09	10	0,144	63,36	0,018	0,162	0,153	50	0,083	332,80	0,000000	332,80	321,00	321,00	11,80	11,80
12	10	11	0,123	72,90	0,021	0,144	0,134	50	0,073	332,80	0,000000	332,80	321,00	318,44	11,80	14,36
13	11	12	0,114	34,47	0,010	0,123	0,118	50	0,063	332,80	0,000000	332,80	318,44	317,27	14,36	15,53
14	12	13	0,081	75,17	0,021	0,102	0,092	50	0,052	332,80	0,000000	332,80	317,27	314,88	15,53	17,92
15	13	14	0,000	37,57	0,011	0,011	0,005	50	0,005	332,80	0,000000	332,80	314,88	312,52	17,92	20,28

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

Consequência | Av. Senador Viçgilio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Alcobaça | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251

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

Base Shopping Euclides Center | Av. Euclides de Queiroz, 101 | sala 316 | Parnaramim | Euclides - CE

Escritório | Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 33





16	13	15	67,44	0,051	0,019	0,070	0,061	50	0,036	332,80	0,000000	332,80	314,88	315,00	17,92	17,80
17	15	16	67,42	0,032	0,019	0,051	0,041	50	0,026	332,80	0,000000	332,80	315,00	312,76	17,80	20,04
18	16	17	49,80	0,017	0,014	0,032	0,025	50	0,016	332,80	0,000000	332,80	312,76	311,09	20,04	21,71
19	17	18	11,22	0,014	0,003	0,017	0,016	50	0,009	332,80	0,000000	332,80	311,09	311,04	21,71	21,76
20	18	19	50,00	0,000	0,014	0,014	0,007	50	0,007	332,80	0,000000	332,80	311,04	310,02	21,76	22,78
21	12	20	38,58	0,000	0,011	0,011	0,006	50	0,006	332,80	0,000000	332,80	317,27	318,28	15,53	14,52
22	54	21	10,71	0,522	0,003	0,525	0,524	50	0,268	332,80	0,000000	332,80	314,40	325,18	18,40	7,62
23	21	22	35,80	0,512	0,010	0,522	0,517	50	0,266	332,80	0,000000	332,80	325,18	325,19	7,62	7,61
24	22	23	29,95	0,503	0,009	0,512	0,508	50	0,261	332,80	0,000000	332,80	325,19	325,54	7,61	7,26
25	23	24	33,04	0,494	0,009	0,503	0,499	50	0,256	332,80	0,000000	332,80	325,54	325,00	7,26	7,80
26	24	25	33,86	0,484	0,010	0,494	0,489	50	0,252	332,80	0,000000	332,80	325,00	324,07	7,80	8,73
27	25	26	45,81	0,471	0,013	0,484	0,478	50	0,247	332,80	0,000000	332,80	324,07	320,29	8,73	12,51
28	26	27	63,52	0,453	0,018	0,471	0,462	50	0,240	332,80	0,000000	332,80	320,29	322,33	12,51	10,47
29	27	28	45,78	0,440	0,013	0,453	0,447	50	0,231	332,80	0,000000	332,80	322,33	323,86	10,47	8,94
30	28	29	24,84	0,433	0,007	0,440	0,436	50	0,224	332,80	0,000000	332,80	323,86	323,89	8,94	8,91
31	29	30	20,40	0,427	0,006	0,433	0,430	50	0,220	332,80	0,000000	332,80	323,89	323,65	8,91	9,15
32	30	31	63,54	0,409	0,018	0,427	0,418	50	0,218	332,80	0,000000	332,80	323,65	322,00	9,15	10,80
33	31	32	51,76	0,394	0,015	0,409	0,402	50	0,208	332,80	0,000000	332,80	322,00	321,00	10,80	11,80

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

Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
 Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultoras@netband.com.br
 São | Shopping Euclides Center | Av. Euclides de Queiroz, 101 | sala 216 | Parramirim | Euclides - CE



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



34	32	33	44,78	0,381	0,013	0,394	0,388	50	0,201	332,80	0,000000	332,80	321,00	320,30	11,80	12,50
35	33	34	27,27	0,374	0,008	0,381	0,377	50	0,194	332,80	0,000000	332,80	320,30	319,73	12,50	13,07
36	34	35	40,38	0,362	0,012	0,374	0,368	50	0,190	332,80	0,000000	332,80	319,73	318,46	13,07	14,34
37	35	36	52,99	0,347	0,015	0,362	0,354	50	0,184	332,80	0,000000	332,80	318,46	317,00	14,34	15,80
38	36	37	41,79	0,335	0,012	0,347	0,341	50	0,177	332,80	0,000000	332,80	317,00	315,89	15,80	16,91
39	37	38	62,72	0,317	0,018	0,335	0,326	50	0,171	332,80	0,000000	332,80	315,89	314,27	16,91	18,53
40	38	39	41,18	0,305	0,012	0,317	0,311	50	0,161	332,80	0,000000	332,80	314,27	313,00	18,53	19,80
41	39	40	30,42	0,085	0,009	0,093	0,089	50	0,047	332,80	0,000000	332,80	313,00	312,45	19,80	20,35
42	40	41	60,89	0,067	0,017	0,085	0,076	50	0,043	332,80	0,000000	332,80	312,45	310,72	20,35	22,08
43	41	42	39,07	0,056	0,011	0,067	0,062	50	0,034	332,80	0,000000	332,80	310,72	310,00	22,08	22,80
44	42	43	60,15	0,039	0,017	0,056	0,047	50	0,029	332,80	0,000000	332,80	310,00	317,00	22,80	15,80
45	43	44	61,82	0,021	0,018	0,039	0,030	50	0,020	332,80	0,000000	332,80	317,00	320,00	15,80	12,80
46	44	45	73,85	0,000	0,021	0,021	0,011	50	0,011	332,80	0,000000	332,80	320,00	310,00	12,80	22,80
47	39	46	52,80	0,197	0,015	0,212	0,204	50	0,108	332,80	0,000000	332,80	313,00	313,45	19,80	19,35
48	46	47	68,55	0,177	0,020	0,197	0,187	50	0,100	332,80	0,000000	332,80	313,45	317,46	19,35	15,34
49	47	48	39,40	0,111	0,011	0,122	0,117	50	0,062	332,80	0,000000	332,80	317,46	318,79	15,34	14,01

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

Correspondência | Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 506 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultoria@netband.com.br

Sede | Shopping Euzébio Center | Av. Euzébio de Queiroz, 103 | sala 216 | Parnamirim | Euzébio - CE

Flamengo/Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 35



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



50	48	49	69,95	0,091	0,020	0,111	0,101	50	0,057	332,80	0,000000	332,80	318,79	319,11	14,01	13,69
51	49	50	72,96	0,070	0,021	0,091	0,081	50	0,046	332,80	0,000000	332,80	319,11	319,71	13,69	13,09
52	50	51	90,90	0,044	0,026	0,070	0,057	50	0,036	332,80	0,000000	332,80	319,71	322,27	13,09	10,53
53	51	52	47,10	0,031	0,013	0,044	0,038	50	0,023	332,80	0,000000	332,80	322,27	322,82	10,53	9,98
54	52	53	55,95	0,015	0,016	0,031	0,023	50	0,016	332,80	0,000000	332,80	322,82	322,53	9,98	10,27
55	53	57	52,00	0,000	0,015	0,015	0,007	50	0,008	332,80	0,000000	332,80	322,53	321,25	10,27	11,55
56	47	54	60,06	0,038	0,017	0,055	0,046	50	0,028	332,80	0,000000	332,80	317,46	314,40	15,34	18,40
57	54	55	55,45	0,022	0,016	0,038	0,030	50	0,019	332,80	0,000000	332,80	314,40	306,00	18,40	26,80
58	55	56	76,53	0,000	0,022	0,022	0,011	50	0,011	332,80	0,000000	332,80	306,00	305,80	26,80	27,00
PRESSÃO ESTÁTICA MÁXIMA: 27,00 m.c.a.																

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

Companhia: Av. Senador Virgílio Távora, 1701 | salas 504 a 508 | Aldeota | Fortaleza - CE | Cep: 60170-251
Tel.: (85) 3244.3744 | Fax: (85) 3244.1066 | e-mail: jmconsultores@netbandalanga.com.br

Sede: Shopping Eulábio Center | Av. Eulábio de Queiroz, 101 | sala 216 | Pernambuco | Eulábio - CE

filiais: Rondônia | Pará | Maranhão | Piauí | Ceará | Rio Grande do Norte | Paraíba | Pernambuco | Alagoas | Bahia | Minas Gerais - 36