



j. Adaptador PVC PBA bolsa/rosca DN 100/110.


Lucídio Carneiro
Engº Civil - CREA 6560-D
CPF 027.788.701-44



4 – ESTUDO POPULACIONAL E DEMANDA



4.1 - População Residente:

A população residente foi considerada um número de 956 habitantes em 226 casas existente nas localidades de Carnaúba, Tanques e Cajazeiras, no município de Miraima.

Conforme parâmetros médios adotados pelo SISAR em levantamento de campo nas localidades da região em abril de 2013, a taxa de ocupação domiciliar para sedes distritais e localidades rurais é de 4,23 habitantes por domicílio, com um crescimento populacional médio anual de 2%.

O calculo estimado para a população residente e inicial do projeto é de pessoas conforme os parâmetros anteriormente mencionados.

ANO	POPULAÇÃO ATUAL	TAXA	POPULAÇÃO FINAL
2017			956
2018	956	2,0	975
2019	975	2,0	995
2020	995	2,0	1015
2021	1015	2,0	1035
2022	1035	2,0	1056
2023	1056	2,0	1077
2024	1077	2,0	1098
2025	1098	2,0	1120
2026	1120	2,0	1143
2027	1143	2,0	1165
2028	1165	2,0	1189
2029	1189	2,0	1212
2030	1212	2,0	1237
2031	1237	2,0	1261
2032	1261	2,0	1287
2033	1287	2,0	1312
2034	1312	2,0	1339
2035	1339	2,0	1365
2036	1365	2,0	1393
2037	1393	2,0	1421



4.2 – Estudo de Demanda:

Para o dimensionamento do sistema de abastecimento de água destas localidades foi adotados como parâmetros uma taxa geométrica de crescimento populacional de 2% ao ano para um alcance de 20 anos e um índice médio de ocupação de 4,23 pessoas por residência, conforme estudo realizado pelo SISAR nos sistemas em operação nas localidades pertencentes a Bacia do Litoral.

ANO	POPULAÇÃO	CONSUMO PER CAPTA	VOLUME DIÁRIO (L)	TEMPO DE BOMB.	VAZÃO MÉDIA	VAZÃO MÁX. DIÁRIA K=1,2	VAZÃO MÁX. HORÁRIA K=1,5	VAZÃO DE ADUÇÃO	VAZÃO ÁGUA BRUTA
2017	956	100,0	95.600	16,00	1,11	1,33	1,99	1,99	1,99
2018	975	100,0	97.512	16,00	1,13	1,35	2,03	2,03	2,03
2019	995	100,0	99.462	16,00	1,15	1,38	2,07	2,07	2,07
2020	1015	100,0	101.451	16,00	1,17	1,41	2,11	2,11	2,11
2021	1035	100,0	103.481	16,00	1,20	1,44	2,16	2,16	2,16
2022	1056	100,0	105.550	16,00	1,22	1,47	2,20	2,20	2,20
2023	1077	100,0	107.661	16,00	1,25	1,50	2,24	2,24	2,24
2024	1098	100,0	109.814	16,00	1,27	1,53	2,29	2,29	2,29
2025	1120	100,0	112.011	16,00	1,30	1,56	2,33	2,33	2,33
2026	1143	100,0	114.251	16,00	1,32	1,59	2,38	2,38	2,38
2027	1165	100,0	116.536	16,00	1,35	1,62	2,43	2,43	2,43
2028	1189	100,0	118.867	16,00	1,38	1,65	2,48	2,48	2,48
2029	1212	100,0	121.244	16,00	1,40	1,68	2,53	2,53	2,53
2030	1237	100,0	123.669	16,00	1,43	1,72	2,58	2,58	2,58
2031	1261	100,0	126.142	16,00	1,46	1,75	2,63	2,63	2,63
2032	1287	100,0	128.665	16,00	1,49	1,79	2,68	2,68	2,68
2033	1312	100,0	131.238	16,00	1,52	1,82	2,73	2,73	2,73
2034	1339	100,0	133.863	16,00	1,55	1,86	2,79	2,79	2,79
2035	1365	100,0	136.540	16,00	1,58	1,90	2,84	2,84	2,84
2036	1393	100,0	139.271	16,00	1,61	1,93	2,90	2,90	2,90
2037	1421	100,0	142.057	16,00	1,64	1,97	2,96	2,96	2,96

4.2.1 - População de projeto (P)

- Numero de residências = 226 unidades
- Numero médio de habitantes por residência = 4,23
- População atual (P') = 956 habitantes
- Taxa de crescimento anual (Tc) = 2%
- Horizonte do projeto = 20 anos



- População projetada $(P) = P' \times (1 + Tc)^{20}$
 - $P' = N^{\circ}. \text{Residências} \times \text{habitantes}$
 - $P' = 226 \times 4,23$
 - $P' = 956 \text{ habitantes}$
 - $P = P' \times (1 + Tc)^{20}$
 - $P = 956 \times (1 + 0,02)^{20}$
 - **$P = 1.420 \text{ habitantes.}$**

4.2.2 – Consumo Per Capta:

- 100 litros por habitante dia.

4.2.3 - Vazões do projeto:

- $K_1 = 1,2$
- $K_2 = 1,5$
- **Vazão média (Q_m)**
 - $Q_m = P \times 100 / 86400 \text{ segundos}$
 - $Q_m = 1.420 \times 100 / 86.400$
 - $Q_m = 1,64 \text{ litros / segundo}$
 - $Q_m = 5,92 \text{ m}^3/\text{h}$
- **Vazão média diária (Q_{md})**
 - $Q_{md} = k_1 \times 1,2$
 - $Q_{md} = 1,64 \times 1,2$
 - $Q_{md} = 1,97 \text{ litros / segundo}$
 - $Q_{md} = 7,10 \text{ m}^3/\text{h}$
- **Vazão máxima horária (Q_{mh})**
 - $Q_{md} = K_1 \times 1,2 \times 1,5$



- $Q_{mh} = 1,64 \times 1,2 \times 1,5$
- $Q_{mh} = 2,96$ litros / segundo
- $Q_{mh} = 10,65$ m³/h

4.2.4 – Índice de Atendimento:

O atendimento será de 100% da população do projeto


Lucídio Carneiro
Engº Civil - CREA 6560-D
CPF 097.788.701-44



5 – PROJETO PROPOSTO



5.1 – Configuração Geral:

Para o projeto da rede de adução do sistema de abastecimento de água das localidades de Carnaúba, Tanques e Cajazeiras, foram adotados parâmetros técnicos para atender a demanda de água dos 956 habitantes, previstos para um alcance de 20 anos.

O sistema tem como fonte a rede de adução de água tratada do distrito de Brotas, cujo dimensionamento foi calculado para atender a demandas destas localidades.

A rede de adução a ser instalada tem a extensão total de 9.686 metros em tubulação PVC PBA JE diâmetro de 100 mm, que conduz a água captada no ponto de injetamento até as localidades demandadas.

No ponto de tomada de água a pressão é suficiente para condução da água tratada até o reservatório elevado da localidade de Carnaúba e ao reservatório apoiado a ser construídos na localidade de Tanques, sem que haja a necessidade de bombeamento. Para a água abastecer a localidade de Cajazeiras se faz necessária a construção de uma estação elevatória de água para o recalque até o reservatório elevado a ser construído.

Faz parte do sistema de abastecimento, o primeiro trecho de adução denominado Carnaúba – Tanques e um segundo trecho Tanque – Cajazeiras, um reservatório apoiado e uma estação elevatória, a serem construídos na localidade de Tanques.

5.2 – Componentes do Sistema:

5.2.1 – Captação:

Tomada d'água com ponto de injetamento na adutora do distrito de Brotas em Miraima.

5.2.2 – Adutora Carnaúba a Tanques:

5.2.2.1 – Vazão de (Q_{a1})

- $Q_{a1} = Q_{md} \times 24 / 16$
- $Q_{a1} = 1,97 \text{ l/s} \times 24 / 16$
- $Q_{a1} = 2,96 \text{ l/s}$ ou $10,65 \text{ m}^3/\text{h}$

5.2.2.2 – Diâmetro da tubulação:

- $D = 1,2 \times \sqrt{Q/1000}$
- $D = 1,2 \times \sqrt{0,00296}$
- $D = 0,065$ ou $D = 65\text{mm}$ (DN - Diâmetro Adotado = 100mm)



5.2.2.3 - Material:

- Tubo PVC PBA classe – 12 DN 100/110mm

5.2.2.4 - Extensão:

- Comprimento Tubulação em PVC = 6.391,00m

5.2.2.5 - Cálculo da Perda de Carga

○ Perda de Carga Unitária – Fórmula de Hazen-William

- $J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$
- $J = 10,643 \times (0,00296)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,1)^{-4,87}$
- $J = 0,00177\text{m/m}$
- Onde:
- J = Perda de Carga unitária (m/m)
- Q = Vazão de adução (m³/s)
- C = Coeficiente relacionado diretamente ao tipo de material
- D = Diâmetro da tubulação em metro

○ Perda de Carga ao Longo do trecho (Hf)

- $H_f = J \times L$
- $H_f = 0,00177 \times 6.391,00$
- $H_f = 11,31\text{m}$

5.2.2.6 - Altura Manométrica Total (Hmt)

○ Desnível Geométrico (Hg):

- Menor cota do trecho (Nmc) = 72,00 m
- Maior cota - reservatório apoiado Tanques (Nmr) = 88,00 m
- Altura sucção (Nd) = 0,50 m
- Altura do reservatório apoiado (Hrap) = 4,50 m
- Perda Recalque (Pr) = 0,05 m
- $H_g = Nmr - Nmc + Hrap$
- $H_g = 88,00 - 72,00 + 4,50$



- $H_g = 20,50 \text{ m.c.a}$

- **Altura Manométrica Total (Hmt):**

- $H_{mt} = H_f + H_g + N_d$

- $H_{mt} = 11,31 + 20,50 + 0,50$

- $H_{mt} = 32,31 \text{ m.c.a}$

5.2.2.7 - Verificação do Golpe de Ariete – Celeridade (C)

- $C = 9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50}$

- $C = 9.900 / [48,3 + 18 (100 / 5,0)]^{0,50}$

- $C = 489,94 \text{ m/s}$

- Onde:

- C = Celeridade (m/s)

- K = Constante em função do material (PVC – K = 18)

- D = Diâmetro em mm

- E = Espessura da Tubulação.

5.2.2.8 - Golpe sobre Pressão Máxima na Extremidade da Linha (Ha)

- **Área = $\pi \cdot D^2 / 4$**

- $A = 3,14 \times (0,10)^2 / 4$

- $A = 0,0079 \text{ m}^2$

- Onde:

- D = Diâmetro interno da tubulação (m)

- C = Celeridade (m/s)

- Q = Vazão de Adução (m^3/s)

- G = Aceleração da gravidade

- Ha = Sobre pressão

- **Velocidade = Q/A**

- $V = 0,00296 / 0,0079$

- $V = 0,37 \text{ m/s}$

- **$Ha = C \times V / G$**



- $H_a = 489,94 \times 0,37 / 9,81$
- $H_a = 18,82 \text{ m.c.a}$

5.2.2.9 - Golpe sobre Pressão Máxima Instalada (Pm)

- $P_m = H_a + H_g$
- $P_m = 18,82 + 20,50$
- $P_m = 39,32 \text{ m.c.a}$

A CLASSE DA TUBULAÇÃO A SER EMPREGADA NO TRECHO DA ADUTORA SERÁ COMPATÍVEL COM A PRESSÃO DE SERVIÇO DE 39,32 KG/CM² - PVC PBA CL – 12 DN 100

5.2.3 – Reservatório Apoiado em Tanques:

As residências a serem atendidas a partir da localidade de Tanques é formada por 156 casas com uma população total de 660 habitantes no ano 01 do projeto, sendo prevista uma população de 980 pessoas para o universo de 20 anos.

O calculo da reservação para este universo foi baseado na progressão populacional.

5.2.3.1 - Cálculo do volume total dos reservatórios apoiados:

- $V_{RA \text{ TOTAL}} = 1/3 \text{ de } V_D$
- $V_D = 980 \times 100 \times 1,2$
- $V_D = 117.600 \text{ litros}$
- $V_D = 117,60 \text{ m}^3$
- $V_{RA \text{ TOTAL}} = 117,60/3$
- $V_{RA \text{ TOTAL}} = 39,20 \text{ m}^3$
- $V_{RA \text{ TOTAL}} \text{ adotado} = 30,00 \text{ m}^3$
- Numero de reservatorios apoiados = 01
- Volume por unidade = 30,00 m³
- Foi adotado o volume de 30,00m³, pois haverá a construção de reservatórios elevados nas localidades de Tanques e Cajazeiras para o armazenamento e distribuição de água a população de ambas as localidades, sendo então, o volume de reservação superior ao necessário de 39,20m³



5.2.3.2 - Características do Reservatório:

- **Tipo:** apoiado
- **Forma:** cilíndrica
- **Material:** anel pré-moldado de concreto
- **Diâmetro:** 3,00m
- **Altura Total:** 4,50m

5.2.4 - Estação elevatória:

Compõe a estação elevatória de uma casa para o abrigo do painel de comando para acionamento da bomba centrífuga usada para recalque até os reservatórios elevados de Tanques e Cajazeiras.

5.2.4.1 - Equipamentos:

- 01 quadro de comando de 5,0 CV para a bomba de elevação;
- 01 Bomba centrífuga com vazão de 10,65m³/h para elevatória;

5.2.5 - Adutora de água tratada de Tanques a Cajazeiras:

Rede de água que liga a estação elevatória localizada em Tanques a localidade de Cajazeiras:

5.2.5.1 – Dimensionamento da Bomba:

5.2.5.1.1 - Potência do Motor (P):

- $P = Q_a \times Hmt / 75 \times n$
- P = Potência da bomba
- Q_a = Vazão de adução
- n = 65% (Rendimento do Motor)
- Hmt = Altura manométrica total
- $Q_a = 2,96$ l/s
- **Hmt = 44,51m**
 - Cota do reservatório apoiado de Tanques (Nmc) = 88,00 m
 - Cota do reservatório elevado de Cajazeiras (Nmr) = 111,00 m
 - Altura sucção (Nd) = 0,50 m



- Altura do reservatório elevado de Cajazeiras (Hrel) = 10,50 m
- Perda Sucção (Ps) = 0,11 m
- Perda Recalque (Pr) = 0,07 m
- n = 65%
- $P = 2,96 \times 40,01 / 75 \times 0,65$
- **P = 2,43 CV**

5.2.5.1.2 - Correção da Potência do Motor:

Potência do Motor (CV)	Fator de Correção (%)
$\leq 2,00$	50,00
2,00 a 5,00	30,00
5,01 a 10,00	20,00
10,01 a 20,00	15,00

- **Fator de correção adotado : 30%**
- $P_{adotada} = P \times 1,3$
- $P_{adotada} = 2,43 \times 1,3$
- **$P_{adotada} = 3,16 CV$**

5.2.5.1.3 - Equipamento adotado:

- Conjunto Motor Bomba: Centrifuga
- Vazão: 10,65m³/h
- HMT: 40,01m.c.a
- Potência: 5,0 CV
- Voltagem: 380/220V
- Frequência: 60 Hz

5.2.5.2 – Dimensionamento da tubulação:

5.2.5.2.1 – Vazão de (Q_{a1})

- $Q_{a1} = Q_{md} \times 24 / 16$
- $Q_{a1} = 1,97 \text{ l/s} \times 24 / 16$
- $Q_{a1} = 2,96 \text{ l/s}$ ou 10,65 m³/h

**5.2.5.2.2 – Diâmetro da tubulação:**

- $D = 1,2 \times \sqrt{Q/1000}$
- $D = 1,2 \times \sqrt{0,00296}$
- $D = 0,065$ ou $D = 65\text{mm}$ (DN - Diâmetro Adotado = 100mm)

5.2.5.2.3 - Material:

- Tubo PVC PBA classe – 12 DN 100/110mm

5.2.5.2.4 - Extensão:

- Comprimento Tubulação em PVC = 3.295,00m

5.2.5.2.5 - Cálculo da Perda de Carga**○ Perda de Carga Unitária – Fórmula de Hazen-William**

- $J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$
- $J = 10,643 \times (0,00296)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,1)^{-4,87}$
- $J = 0,00177\text{m/m}$
- Onde:
- J = Perda de Carga unitária (m/m)
- Q = Vazão de adução (m^3/s)
- C = Coeficiente relacionado diretamente ao tipo de material
- D = Diâmetro da tubulação em metro

○ Perda de Carga ao Longo do trecho (H_f)

- $H_f = J \times L$
- $H_f = 0,00177 \times 3.295,00$
- $H_f = 5,83\text{m}$

5.2.5.2.6 - Altura Manométrica Total (H_{mt})**○ Desnível Geométrico (H_g):**

- Cota do reservatório apoiado de Tanques (N_{mc}) = 88,00 m
- Cota do reservatório elevado de Cajazeiras (N_{mr}) = 111,00 m
- Altura sucção (N_d) = 0,50 m



- Altura do reservatório elevado de Cajazeiras (Hrel) = 10,50 m
- Perda Sucção (Ps) = 0,11 m
- Perda Recalque (Pr) = 0,07 m
- $H_g = N_{mr} - N_{mc} + H_{rap}$
- $H_g = 111,00 - 88,00 + 10,50$
- $H_g = 33,50 \text{ m.c.a}$
- **Altura Manométrica Total (Hmt):**
 - $H_{mt} = H_f + H_g + N_d + P_s + P_r$
 - $H_{mt} = 5,83 + 33,50 + 0,50 + 0,11 + 0,07$
 - $H_{mt} = 40,01 \text{ m.c.a}$

5.2.5.2.7 - Verificação do Golpe de Ariete – Celeridade (C)

- $C = 9.900 / [48,3 + K (D / E)]^{0,50}$
- $C = 9.900 / [48,3 + 18 (100 / 5,0)]^{0,50}$
- $C = 489,94 \text{ m/s}$
- Onde:
 - C = Celeridade (m/s)
 - K = Constante em função do material (PVC – K = 18)
 - D = Diâmetro em mm
 - E = Espessura da Tubulação.

5.2.5.2.8 - Golpe sobre Pressão Máxima na Extremidade da Linha (Ha)

- $\text{Área} = \pi \cdot D^2 / 4$
 - $A = 3,14 \times (0,1)^2 / 4$
 - $A = 0,0079 \text{ m}^2$
 - Onde:
 - D = Diâmetro interno da tubulação (m)
 - C = Celeridade (m/s)
 - Q = Vazão de Adução (m³/s)
 - G = Aceleração da gravidade