

#### 4.3.2. ASPECTOS SOCIAIS.

O sistema de abastecimento de água reflete na qualidade de vida das pessoas, melhora significativamente a saúde pública, aumenta a produtividade e, conseqüentemente, a renda do trabalhador e ainda contribui para a valorização de imóveis do entorno.

A implantação do SAA representará uma população mais saudável e produtiva, com menor incidência de infecções gastrointestinais, bem como um espaço urbano qualificado para a moradia e as atividades econômicas.

#### 4.4. ESTUDO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL ATÉ O ALCANCE DO PROJETO

Um importante requisito para o perfeito funcionamento do sistema de abastecimento de água a ser implantado, é a execução de uma projeção populacional que possibilite a previsão das demandas com a maior exatidão possível e que minimize os erros e incertezas inerentes a tal processo.

##### 4.4.1. EVOLUÇÃO E DINÂMICA DEMOGRÁFICA

O município de Solonópole pertence à microrregião geográfica do Sertão do Senador Pompeu. Esta é composta por 8 (oito) municípios que, de acordo com Censo 2010 do IBGE, detinham 2,57 % da população total do Estado do Ceará.

No **Quadro 4.4** a seguir, são apresentadas as taxas de crescimento para o município de Solonópole, calculadas a partir dos dados de população registrados nos Censos Demográficos realizados pelo IBGE.

**QUADRO 10 - EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE CRESCIMENTO DO MUNICÍPIO DE SOLONOPOLE**

População	Município de Solonópole				
	Ano			Taxa de crescimento (%)	
	1991	2000	2010	1991-2000	2000-2010
URBANA	5.623	7.716	9.160	3,58	1,67
RURAL	10.208	9.186	8.559	-1,17	0,70
<b>TOTAL</b>	<b>15.831</b>	<b>16.902</b>	<b>17.665</b>	<b>0,73</b>	<b>0,44</b>

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) - Censos 1991, 2000 e 2010.

Observa-se no **Quadro 4.4**, uma desaceleração no crescimento populacional urbano, com taxa da década de 90 superior aos anos 2000. Enquanto isso, a zona rural apresenta taxas pouco crescentes, na última década.

#### 4.4.2. DENSIDADE DOMICILIAR

O **Quadro 4.7** a seguir, apresenta a quantidade de domicílios particulares permanentes e respectivos moradores de Solonopole de acordo com a situação, bem como as respectivas densidades domiciliares no ano de 2010.

**QUADRO 11 - DENSIDADES DOMICILIARES DO DISTRITO SEDE DE SOLONOPOLE – 2010**

Distrito	Abrangência	Domicílios Particulares	Densidade Domiciliar (Habitantes / Domicílio)
Sede	Zona Urbana	2.852	3,19
	Zona Rural	2.458	3,48
	<b>Total</b>	<b>5.310</b>	<b>3,32</b>

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) - Censo 2010.

Com base no **Quadro 4.7**, percebe-se que a densidade domiciliar total da sede municipal de Solonopole em 2010 é de **3,19 habitantes/domicílio**.

#### 4.4.3. DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO INICIAL

Para determinação da população de 2019, ano início do horizonte de projeto a ser utilizado como ponto de partida para projeção populacional da Sede Municipal de Solonopole para um alcance de 20 (vinte) anos (2039), foram consideradas três hipóteses de análise, conforme descritas a seguir:

- **HIPÓTESE 1** - Nº de economias residenciais ligadas à rede de energia elétrica em 2019 multiplicado pela densidade domiciliar urbana da sede municipal em 2010 (3,19 habitantes/domicílio), dividido pelo fator de atendimento (admitido 100%);

- **HIPÓTESE 2** - Nº de ligações existentes da rede de distribuição de água da sede municipal em 2019, multiplicado pela densidade domiciliar urbana em 2010 (3,19 habitantes/domicílio) da sede municipal, dividido pelo fator de atendimento (99%);
- **HIPÓTESE 3** - População urbana da sede municipal em 2010 com base em dados obtidos no CENSO 2010/IBGE, extrapolada para 2019 a partir da taxa de crescimento que melhor se adapta aos próprios dados históricos dos Censos Demográficos do IBGE (0,44 %a.a.).

A síntese dos resultados obtidos a partir das 03 (três) hipóteses propostas está apresentada no **Quadro 4.8**, a seguir.

**QUADRO 12 - RESULTADOS DAS HIPÓTESES PROPOSTAS PARA DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DO ANO DE 2012 DA SEDE MUNICIPAL DE SOLONOPOLE/CE**

HIPÓTESE 1	HIPÓTESE 2	HIPÓTESE 3
(1) Número de economias residenciais ligadas à rede de energia elétrica da ENELL em 2019 = 3200 economias.	(1) Número de economias ativas ligadas à rede de distribuição de água do SAAE em 2019 = 3.377 economias.	(1) População Urbana de Solonopole em 2010 = 9.160
(2) Densidade Domiciliar da zona urbana do distrito de Solonopole em 2010 = 3,19 habitantes/domicílio	(2) Densidade Domiciliar da zona urbana do distrito de Solonopole em 2010 = 3,19 habitantes/domicílio	(2) Taxa de crescimento adotada = 0,44% a.a.
(3) Taxa de Atendimento da Rede de Energia Elétrica da Coelce = 100% (admitida)	(3) Taxa de Atendimento da Rede de Distribuição de Água da SAAE = 99% (fornecida)	-
População em 2019 = $[(1) \times (2)] / [(3)] = 10.208$ habitantes.	População em 2019 = $[(1) \times (2)] / [(3)] = 10.881$ habitantes.	População em 2019 (IBGE, Censo 2010) = 10.001 habitantes.

Analisando-se o **Quadro 4.8**, constata-se que as 03 (três) Hipóteses consideradas resultam em estimativas de população relativamente aproximadas, excetuando-se a Hipótese 03, que foi logo descartada, pois além de se afastar das demais hipóteses apresenta o maior quantitativo, o que vai de encontro ao princípio da segurança que deve reger o desenvolvimento de projetos deste tipo.

Entre as Hipóteses 01 e 02 preferiu-se adotar a segunda, pois além de ser o maior quantitativo - desta forma trabalhamos a favor da segurança; ela foi calculada com base em dados do Sistema de Abastecimento de Água da Sede Municipal de Solonopole fornecidos pelo próprio

SAAE, que é responsável pela operação do sistema, a taxa de atendimento do SAA foi fornecida, enquanto que a taxa de atendimento usada na Hipótese 01 foi admitida.

Assim, considerou-se o resultado da **Hipótese 02 (10.881 Habitantes em 2019)** como população que servirá de ponto de partida para a projeção populacional.

#### 4.4.4. CURVAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL E DEFINIÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO PARA O PERÍODO 2019-2039

A projeção populacional pode ser simulada através de vários métodos matemáticos, dentre os quais, utilizou-se no presente estudo a análise das curvas de crescimento geradas por meio de funções matemáticas calibradas a partir de dados iniciais de população.

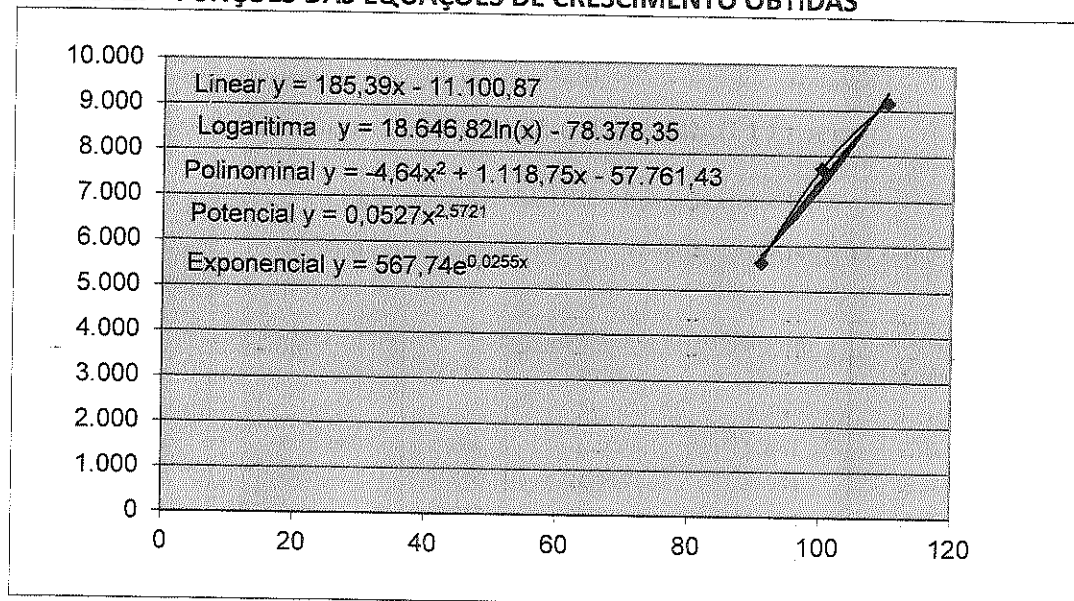
Como dados de partida, utilizaram-se as populações urbanas do distrito sede de Solonopole, registradas nos últimos 03 (três) Censos Demográficos do IBGE (1991, 2000 e 2010).

A partir desses dados de população, foram obtidas as equações das funções de projeção populacional para o ano de 2019 e, em seguida, realizada a extrapolação populacional até o ano horizonte de projeto (2039).

Os resultados obtidos pela extrapolação das funções de projeção retratam potenciais tendências de evolução populacional ao longo do período 2019-2039, as quais podem ser melhores visualizadas na **FIGURA 27**, que mostra graficamente o comportamento das cinco equações de crescimento obtidas conforme a seguir:



**FIGURA 27- FUNÇÕES DAS EQUAÇÕES DE CRESCIMENTO OBTIDAS**



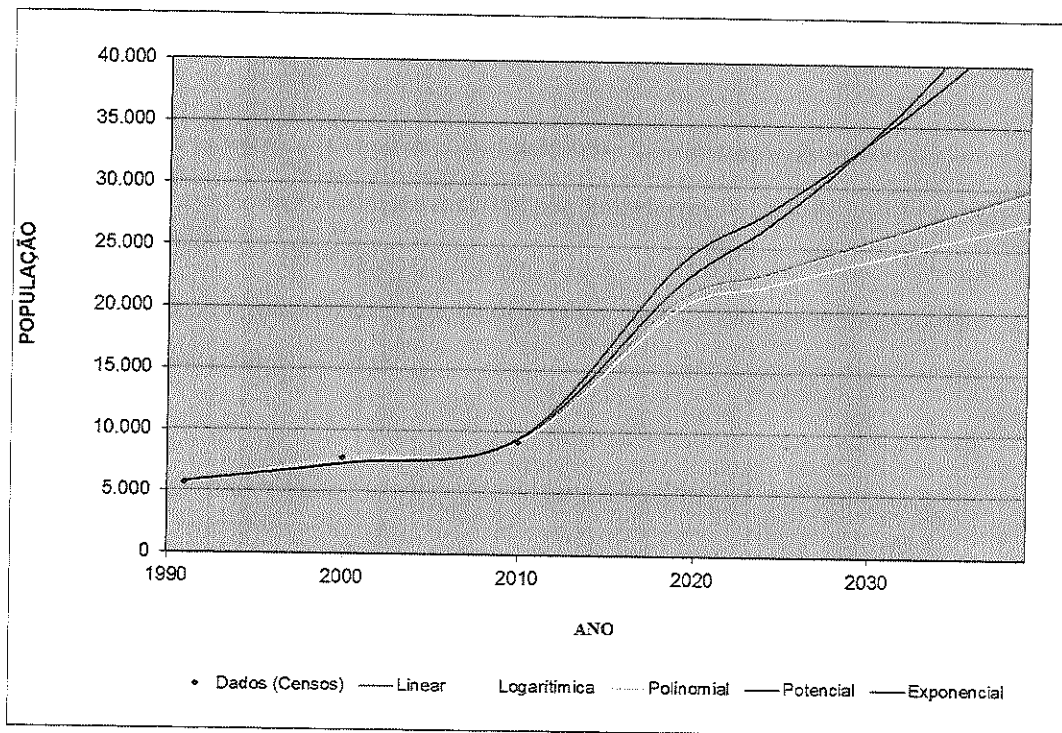
A partir das projeções simuladas, que se configuram como hipóteses viáveis de crescimento para a população urbana da Sede Municipal, foram calculadas as taxas médias de crescimento correspondentes a cada projeção e os coeficientes de correlação com os dados iniciais, cujos resultados são apresentados na FIGURA 28 e no QUADRO 13 a seguir.

**QUADRO 13 – PROJEÇÃO POPULACIONAL URBANA SOLONOPOLE-CE**

Projeção da População Urbana do Distrito de Solonopole/CE (1991 -2039)

ANO	Dados (Censos)	Linear	Logarítmica	Polinomial	Potencial	Exponencial
1991	5.623	5.770	5.735	5.621	5.763	5.780
2000	7.716	7.438	7.493	7.714	7.345	7.271
2010	9.160	9.292	9.271	9.157	9.386	9.383
2019		20.600	20.008	20.548	23.520	21.867
2024		22.935	21.934	22.842	27.853	26.708
2029		25.270	23.784	25.126	32.764	32.621
2034		27.604	25.563	27.401	38.304	39.843
2039		29.939	27.277	29.666	44.525	48.665
Taxa Média 2019/2039 (% a.a.)		1,89	1,56	1,85	3,24	4,08
Taxa Média 2019/2024 (% a.a.)		2,17	1,85	2,14	3,44	4,08
Taxa Média 2024/2029 (% a.a.)		1,96	1,63	1,92	3,30	4,08
Taxa Média 2029/2034 (% a.a.)		1,78	1,45	1,75	3,17	4,08
Taxa Média 2034/2039 (% a.a.)		1,64	1,31	1,60	3,06	4,08
Coefficiente de Correlação		0,9908	0,9941	1,0000	0,9841	0,9791

**FIGURA 28 - PROJEÇÃO POPULACIONAL URBANA SOLONÓPOLE-CE**



Analisando as taxas de crescimento populacional encontradas para o período de 2019 a 2039 pelas projeções populacionais obtidas a partir da extrapolação das funções ajustadas para a série de dados existentes do IBGE para a população urbana da sede municipal de Solonópole, constata-se que das taxas de crescimento populacional obtidas, a que teve melhor coeficiente de correlação foi a **função polinomial**.

Assim, diante deste comportamento, será adotada a taxa de crescimento média mais próxima a esta realidade, que foi aquela apresentada através da **função polinomial** ( $y = -4,64x^2 + 1.118,75x - 57.761,43$ ), que corresponde a **1,60 % a.a.** para a projeção da população da Sede Municipal no período de alcance do projeto (2019-2039).

Considerando que o início de plano será o ano de 2019, e o número de economias ativas ligadas à rede de água na Sede Municipal de Solonópole era de 3.377 em 2019, a **População Inicial de Projeto**, em 2019, será de **10.881 habitantes**, com base na taxa de projeção adotada (**1,60 % a.a.**). Sendo assim, a projeção populacional para o período de 20 anos (2019-2039) corresponde aos resultados apresentados no **QUADRO 14** a seguir.



**QUADRO 14 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA DA SEDE MUNICIPAL DE SOLONOPOLE (2019-2033)**

ANO	POPULAÇÃO
2019	10.881
2020	11.056
2021	11.232
2022	11.412
2023	11.595
2024	11.780
2025	11.969
2026	12.160
2027	12.355
2028	12.552
<b>2029</b>	<b>12.753</b>
2030	12.957
2031	13.165
2032	13.375
2033	13.589
2034	13.807
2035	14.028
2036	14.252
2037	14.480
2038	14.712
<b>2039</b>	<b>14.947</b>

#### 4.5. CONSUMO PER CAPITA E VAZÕES DE DIMENSIONAMENTO

De acordo com as recomendações técnicas definidas pela SAAE de Solonópole, os parâmetros e considerações a serem utilizados no dimensionamento das unidades constituintes do sistema em estudo são:

- Alcance do plano .....20 anos
- Coeficiente de demanda diária máxima ( k1 ) .....1,2
- Coeficiente de demanda horária máxima .( k2 ) .....1,5
- Perda de carga máxima admissível na rede.....8,00 m/km
- Pressão estática máxima .....8 m.c.a.
- Pressão dinâmica mínima .....50 m.c.a.

##### 4.5.1. CONSUMOS "PER CAPITA"

A estimativa inicial do consumo "per capita" de uma determinada localidade baseia-se na análise dos consumos das economias totais micromedidas. Em geral, utiliza-se a série histórica de consumo dos últimos doze meses.

Durante visita em campo, buscou-se obter tais informações por meio do órgão responsável pela administração do serviço de abastecimento de água da Sede Municipal de Solonopole, inicialmente em campo, os dados fornecidos pelo S.A.A.E. limitaram-se a um mês (agosto de 2019). Dado que se trata de um único mês, não há como utilizar esta referência direta para definição do per capita.

Desenvolveram-se, então, duas hipóteses a partir das quais o per capita será definido. A primeira delas seria a utilização do documento Manual Operativo – PROAGUA Nacional, da Agência Nacional de Águas (ANA), que define em 150 L/hab.dia o consumo per capita bruto de água para localidades com população entre 4.000 e 50.000 habitantes. Consideradas 25% de perdas no sistema, resulta em um per capita líquido de 112,5 L/hab.dia.

A segunda hipótese seria adotar a média entre as localidades de Piquet Carneiro e Deputado Irapuan Pinheiro, que localizam-se próximo a Pedra Branca e possuem

Conforme dados informados pelo SAAE encontramos o consumo per capita, conforme segue abaixo:

**QUADRO 15 - CONSUMOS “PER CAPITA” DAS SEDES MUNICIPAIS DE PIQUET CARNEIRO E DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO**

Sede Municipal	Volume médio demandado mensalmente (m3)	Nº de Economias	Consumo “PER CAPITA” (L/Hab. Dia)
Dep. Irapuan Pinheiro	12.000	799	150,34
Piquet Carneiro	23.053	2.277	108,86

Fonte: CAGECE e S.A.A.E. de Deputado Irapuan Pinheiro/CE.

Nestes casos foi utilizada a seguinte relação:

$q = \text{Volume médio da demanda mensal} / (\text{N}^\circ \text{ de Economias Totais} \times \text{Densidade Domiciliar em } 2019 \times 30 \text{ dias})$

Considerando a média entre os per capitas calculados, segundo a hipótese 02, o per capita da Sede Municipal de Solonopole seria 119,60 L/hab.dia.



Baseando-se no Caderno de Normas Técnicas para Projetos de SAA e SES, que estabelece que para definição de per capita, na ausência de dados de micromediação da localidade, deveriam ser considerados dados de localidades semelhantes; e obedecendo ao princípio de trabalhar a favor da segurança, será considerada a segunda hipótese, que nos fornece o maior valor, sendo adotado, portanto, para o sistema o per capita de **120 L/hab.dia**.

#### 4.5.2. VAZÕES DE ADUÇÃO

O tempo de bombeamento foi adotado, conforme orientação do SAAE, em 24h visando-se reduzir a carga horária de operação do sistema, evitando-se turnos de trabalho extras.

Para um alcance de projeto estimado em 20 anos, conhecendo-se a população para a projeção no ano de 2039, bem como os demais parâmetros de dimensionamento estabelecidos, calculam-se as vazões de adução necessárias ao sistema da seguinte forma:

Onde:

- P = população de projeto;
- q = quota per capita (L/hab./dia) = 120 L/hab./dia;
- k1 = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- T = tempo de bombeamento = 24h;
- f = fator de perda de vazão ;
- QA-CTL = vazão de adução de água;

#### 4.5.3. VAZÕES DE DISTRIBUIÇÃO

A vazão de distribuição do sistema, foi calculada considerando-se um índice de atendimento de 100% dos imóveis, da seguinte forma:

$$QDIA = k1 \times QMED$$

$$QHORA = k1 \times k2 \times QMED$$





Onde:

- $P0$  = população atual de cada localidade;
- $i$  = taxa de crescimento populacional = 1,60%;
- ANO = ano corrente, variando entre 2019 e 2039 (20 anos);
- $q$  = quota per capita = 120 L/hab./dia;
- $k1$  = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- $k2$  = coeficiente de máxima demanda horária = 1,5;
- QMED = vazão de distribuição média;
- QDIA = vazão de demanda máxima diária;
- QHORA = vazão de demanda máxima horária;

#### 4.5.4. VOLUME DE RESERVAÇÃO

O volume de reservação necessário para o atendimento das demandas atuais e futuras da localidade de projeto são calculados da seguinte forma:

Onde:

- $P0$  = população atual de cada localidade;
- $i$  = taxa de crescimento populacional = 1,60%;
- ANO = ano corrente, variando entre 2019 e 2039 (20 anos);
- $q$  = quota per capita = 120 L/hab./dia;
- $k1$  = coeficiente de máxima demanda diária = 1,2;
- $f$  = fator de perda de vazão ;
- $V$  = volume de reservação necessário;

**QUADRO 16 - PROJEÇÃO DAS VAZÕES DA SEDE DE SOLONÓPOLE (2019-2039)**

Ano	População (hab)	Vazão Máxima Horária		Vazão adução		Vol Reserv m <sup>3</sup>
		l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	
2019	10881	27,20	97,93	19,04	68,55	522,31
2020	11056	27,64	99,50	19,35	69,65	530,67
2021	11232	28,08	101,09	19,66	70,76	539,16
2022	11412	28,53	102,71	19,97	71,90	547,78
2023	11595	28,99	104,35	20,29	73,05	556,55
2024	11780	29,45	106,02	20,62	74,22	565,45
2025	11969	29,92	107,72	20,95	75,40	574,50
2026	12160	30,40	109,44	21,28	76,61	583,69
2027	12355	30,89	111,19	21,62	77,84	593,03
2028	12552	31,38	112,97	21,97	79,08	602,52
2029	12753	31,88	114,78	22,32	80,35	612,16
2030	12957	32,39	116,62	22,68	81,63	621,95
2031	13165	32,91	118,48	23,04	82,94	631,91
2032	13375	33,44	120,38	23,41	84,26	642,02
2033	13589	33,97	122,30	23,78	85,61	652,29
2034	13807	34,52	124,26	24,16	86,98	662,72
2035	14028	35,07	126,25	24,55	88,37	673,33
2036	14252	35,63	128,27	24,94	89,79	684,10
2037	14480	36,20	130,32	25,34	91,22	695,05
2038	14712	36,78	132,41	25,75	92,68	706,17
2039	14947	37,37	134,53	26,16	94,17	717,47

#### 4.6. CARACTERIZAÇÃO DE MANACIAIS ABASTECEDORES.

A cidade de Solonópole é abastecida por um único manancial superficial, o açude Boqueirão.

Açude Riacho do Sangue ou Boqueirão é construído sobre o leito do Riacho do Sangue no município de Solonópole.

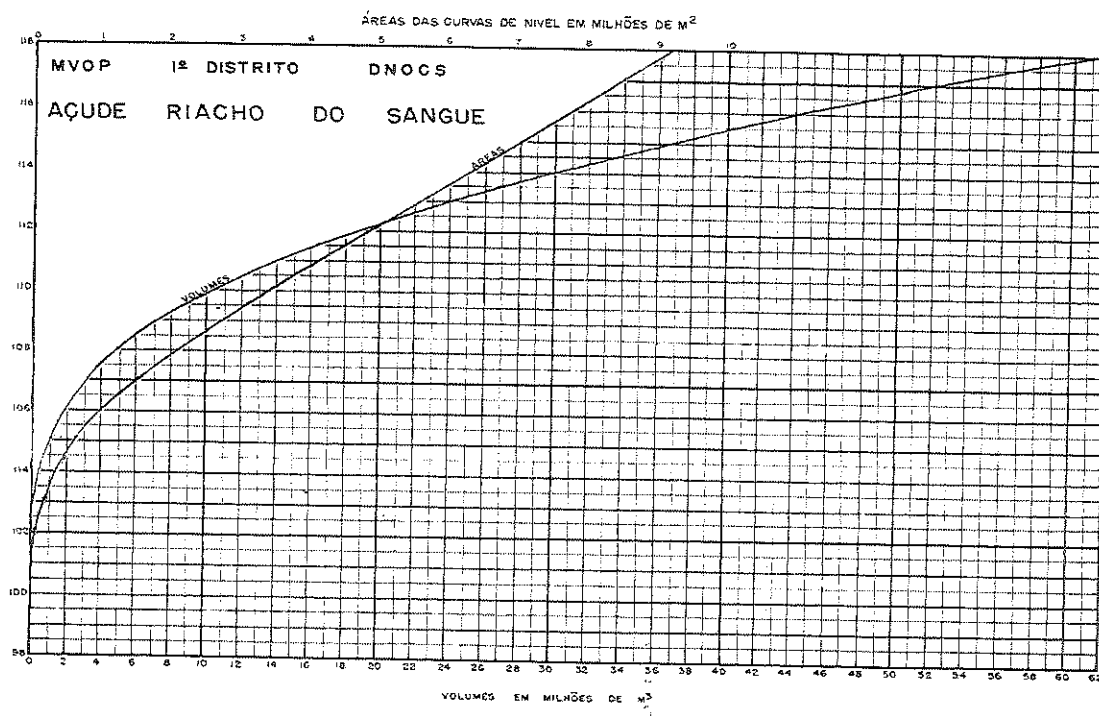
A barragem atende a sede do município e localidades vizinhas ao município, atualmente, segundo a COGERH em 03/11/20, o açude está com uma capacidade de 19,33Hm<sup>3</sup>, que representa 33,08% da sua capacidade.

Segue no quadro abaixo as características do manancial abastecedor do sistema em questão:

**QUADRO 17 - CARACTERÍSTICAS DA CAPTAÇÃO AÇUDE BOQUEIRÃO(RIACHO DO SANGUE)**

DETALHES DO AÇUDE:	Boqueirão(Riacho do Sangue)
<b>:: LOCALIZAÇÃO</b>	
Município:	Solonópole
Coordenada E:	505.400
Coordenada N:	9.370.729
Bacia:	Médio Jaguaribe
Rio/Riacho Barrado:	Rch. dp Sangue
<b>:: BARRAGEM</b>	
Tipo:	Terra Homogênea
Capacidade (m <sup>3</sup> ):	61.424.000
Bacia Hidrográfica(Km <sup>2</sup> ):	1.368,580
Bacia Hidráulica(ha):	780,520
Vazão Regularizada(m <sup>3</sup> /s):	0,610
Extensão pelo Coroamento(m):	308,0
Largura do Coroamento(m):	6,00
Cota do Coroamento(m):	121,00
Altura Máxima(m):	24,00
<b>:: SANGRADOURO</b>	
Tipo:	Vertedouro
Largura(m):	120,0
Lâmina Máxima(m):	1,50
Cota da Soleira(m):	118,0

**FIGURA 29 - GRAFICO COTA X VOLUME AÇUDE BOQUEIRÃO (RIACHO DO SANGUE)**



#### 4.7. CARACTERIZAÇÃO/CADASTRO DAS UNIDADES DO SISTEMA EXISTENTE PASSÍVEIS DE APROVEITAMENTO.

A concepção atual do sistema consiste em captar água no Riacho do Sangue, conduzir a água até a ETA, após o tratamento e conduzida para um reservatório semienterrado ao lado da ETA, dessa reservação a água e conduzida até o reservatório elevado existente, assim distribuindo gravitacionalmente até a rede de distribuição e finalmente até as ligações prediais.

##### Captação

A captação no açude Boqueirão, captação através de um flutuante, com uma bomba instalada, do tipo centrífuga, com potência de 25cv. A bomba está em bom estado de conservação.

O sistema é automatizado e ultimamente a bomba tem operado durante 24 horas por dia. Atualmente a captação não atende a demanda futura de projeto, havendo necessidade de acréscimo da vazão. Essa unidade será aproveitada em sua totalidade na ampliação do sistema.



### **Adutora de água Bruta**

A adutora de água bruta que interliga o açude Boqueirão a estação de tratamento de água existente, executada em tubo PVC PEAD com diâmetro de 150mm e extensão de 850,00m, será totalmente aproveitada e utilizada nessa nova concepção.

### **Adutora de água Tratada**

A adutora de água tratada que interliga a ETA até o reservatório elevado, executada em tubo PVC DeFoFo com diâmetro de 250mm, será aproveitada e utilizada nessa nova ampliação do sistema.

### **Estação de Tratamento de Água (ETA).**

A ETA do sistema de abastecimento de água de Solonopole é composta de uma câmara de carga e três filtros em fibra de vidro de fluxo ascendente, com aplicação de produtos químicos. A vazão de tratamento atual da estação é de 94m<sup>3</sup>/h, estando atualmente operando durante 24 horas por dia. Essa estação de tratamento apesar de estar necessitando de reformas e ampliações, tem total condições de todas as unidades serem supridas por esse novo projeto de ampliação do sistema. Entretanto todas as unidades devem ser reformadas ou ampliadas para serem possíveis de adaptação ao novo sistema a ser implantado.

### **Reservatório na ETA**

Os reservatórios semi enterrado de 245m<sup>3</sup> e outro de 45m<sup>3</sup>, localizados na estação de tratamento, podem ser aproveitados na ampliação do sistema.

### **Reservatório Elevado**

O reservatório elevado tem capacidade para 320 m<sup>3</sup>, forma cilíndrica em concreto armado, com altura de 14m, esse reservatório deverá ser aproveitado na implantação desse sistema já que é o único reservatório que atende a distribuição de água do sistema.

### **Rede de Distribuição**

A Rede de Distribuição de Água existente em Solonopole, de acordo com o cadastro fornecido pela SAAE, possui aproximadamente 21,86Km de extensão, composta de tubulações de PVC, todos os tubos existentes na rede de água serão reaproveitados, entretanto os tubos que estão inadequados e fora de norma, devem ser substituídos por uma nova tubulação.



## Ligações Prediais

De acordo com o SAAE 3.377 ligações prediais em Solonopole, essas ligações estão operando adequadamente entretanto, necessita-se de 591 hidrometros para completar 100% de atendimento a todos os consumidores. Logo essas ligações prediais já implantadas serão aproveitadas nesse projeto, contudo deve-se projetar a implantação de novos medidores individuais.

## Conclusão

Podemos concluir após essas caracterizações que todas as unidades existentes no sistema atual, são passíveis de aproveitamento em sua totalidade. Contudo procede-se as melhorias e reformas adequadas para utilização destas unidades.

### 4.8. DIANOSTICO DO SISTEMA DE AGUA EXISTENTE.

Atualmente o sistema funciona precariamente devido a necessidade de ampliação das unidades existentes, principalmente relacionadas a: Captação de água, estação de tratamento, rede de distribuição de água e ligações de água.

A responsabilidade pela operação do sistema está a cargo do SAAE, A equipe locada no escritório do SAAE em Solonópolis, opera e conhece em demasia os problemas do sistema dessa comunidade, dentro das suas possibilidades, tenta resolvê-las, seja através de ampliações da rede de distribuição, seja através de manobras ao longo da rede, seja aduzindo uma vazão limite de operação para a ETA, de maneira que possa amenizar os problemas de fornecimento de água para a população.

Devido à defasagem do sistema implantado, o volume d'água ofertado é insuficiente para atender a demanda, como também a tecnologia aplicada no tratamento. A rede de distribuição é subdimensionada, causando um maior descontrole na distribuição da mesma, gerando constantes insatisfações entre a população e a equipe de operação, que é obrigada a executar rodízios na distribuição da água de forma a atender as necessidades de cada logradouro.

Os bairros que estão com problemas estão listados a seguir: Bairros Monte Castelo, Alto vistoso e Barra Nova e Santa Tereza.

Em face do exposto nos itens anteriores e seguindo as recomendações do SAAE, recomendam-se os seguintes procedimentos com relação às unidades integrantes do sistema:

#### - Captação

Manutenção da captação no açude Boqueirão, local da captação atual possuem velocidade baixa da água, ocasionando formação de bancos de areia, bem como esse ponto não tem garantia de água quando açude sofre estiagem prolongada.

Logo deve-se executar um estudo de alternativas que possibilite a implantação de um novo local do Flutuante para elevarmos a garantia de água também nos períodos de secas prolongados.

- Adutora de Água Bruta

Possibilidade de Aproveitamento total da adutora de água bruta existente, contudo deve-se estudar um novo caminhamento da adutora caso seja modificado o local da captação no açude.

- Estação de Tratamento de Água(ETA).

Todas as unidades existentes na estação de tratamento serão aproveitadas, porém necessita de reforma para ter capacidade de atender a nova demanda, bem como o sistema implantado deve ser avaliado para ampliarmos a eficiência da operação da ETA.

As edificações existentes necessitam de reformas e ampliações, bem como deverá ser construído muros de proteção e urbanização do entorno da ETA.

Implantação de um projeto de destinação ou tratamento dos rejeitos gerados na estação de tratamento com possível reaproveitamento dessas águas.

- Reservatório semienterrados da ETA

Aproveitamento total dos reservatórios, contudo devem ser reformados já que encontram-se em péssimo estado de conservação, ocasionando elevados esforços da equipe de operação na operação e limpeza dos mesmos.

- Reservatório Elevado

O reservatório elevado deve ser totalmente aproveitado, entretanto será necessário uma reforma.

- Rede de Distribuição

Esta é a unidade do sistema que mais precisa de melhorias, visto que a mesma não tem atendido satisfatoriamente a população e alguns dos seus trechos encontram-se totalmente subdimensionados e com tubulações com diâmetros inferiores a descrito nas Normas Vigentes. Poderão ser aproveitados os trechos que apresentarem boas condições de conservação e atendam as novas especificações de projeto. Deverão ser substituídos os trechos que apresentarem tubulações danificadas ou com tubulação inadequada. Devem ser previstos as ampliações necessárias para o atendimento que garanta a população, pressão adequada e fornecimento constante.

- Ligações Prediais

É necessária a implantação de hidrômetros nas ligações que ainda estão sem medição, evitando-se assim o desperdício de água e aumentando o faturamento do sistema.

#### 4.9. CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.

Segundo O SAAE de Solonopole os custos de operação e manutenção seguem uma média mensal entorno de R\$ 150.089,92, enquanto que o faturamento médio por mês fica em R\$ 161.030,72. Os custos de operação e manutenção estão detalhados no quadro abaixo, mostrando a representação de cada custo em relação ao total:

**QUADRO 18 – CARACTERISTICAS DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO**

CUSTOS MEDIOS	%
COELCE BAIXA TENSÃO	6,06%
COELCE ALTA TENSÃO	12,11%
COGERH AGUA BRUTA	17,57%
COGERH PARCELAMENTO	7,72%
COMBUSTIVEL	2,12%
R H CONTABILIDADE	2,12%
DARF (PASEP)	0,97%
FOLHA DE PAGAMENTO BRUTO	30,29%
HIDROGERON GERADOR QUIMICOS	6,89%
LOCAÇÃO CONTROLE INTERNO	0,85%
LOCAÇÃO DAS IMPRESSORAS PORTAVEIS	1,03%
LOCAÇÃO DO POÇO DE ASSUNÇÃO	1,21%
LOCAÇÃO DO SITE	0,39%
LOCAÇÃO SISTEMA ARREC E FATURAMENTO	0,59%
LOCAÇÃO DO CARRO	1,51%
DIGITALIZAÇÃO	1,21%
LOCAÇÃO SISTEMA DE CONTABILIDADE LICIT.	1,21%
TELEFONE	0,09%
MATERIAL DE CONSUMO	0,73%
MATERIAL DE HIDRAULICO	1,09%
MANUTENÇÃO	4,24%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: SAAE 2020

#### 4.10. ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO

##### 4.10.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme descrito nos itens anteriores, a Sede Municipal de Solonopole, objeto deste trabalho, possui um sistema público de abastecimento de agua deficitário.

Sendo assim, o projeto de ampliação desse sistema, considerará uma abrangência de 100% da área urbana, para um horizonte de projeto de 20 anos (2019-2039).

A alternativa concepcional foi baseada a partir do sistema existente e estudos feitos inicialmente nesse trabalho, bem como orientação do SAAE e visita técnica, onde foi levando em consideração o aproveitamento das unidades existentes, bem como os impactos ambientais e legais.

Esse projeto foi elaborado em atendimento as normas vigentes, bem como foi avaliado o projeto do convenio nº 886928, entre a prefeitura de Solonopole e O MDR, que trata da ampliação do sistema de abastecimento de agua da sede do município de Solonopole-CE, nessa etapa será executado reforma de edificações da estação de tratamento de agua e ampliação da rede de distribuição do Bairro Alto Vistoso.

Nesse projeto foi considerado os serviços que serão executados nesse convenio, não havendo superposição de serviços ou demolições ou modificações de serviços já executados por esses convênios.

Segundo o diagnóstico do sistema existente, todas as unidades do sistema atual devem ser aproveitadas na ampliação projetada, entretanto segundo o SAAE apenas o local da Captação deve ser objeto de estudos de alternativa, já que o manancial existente (Açude Boqueirão) atende à demanda da cidade, enquanto que o local atual do flutuante da captação não tem agua suficiente para atender com uma vazão mínima desejada nos períodos de longas secas.

#### 4.10.2. DESENVOLVIMENTO DAS ALTERNATIVAS

##### 4.10.2.1. LOCAÇÃO DA CAPTAÇÃO

###### ALTERNATIVA 1

Nessa primeira alternativa consideramos ampliação da captação existente, que está situada a pouco mais de 850,00 metros da Estação de Tratamento existente.

###### ALTERNATIVA 2

Nesta Alternativa 2, implantação de uma nova captação de agua em local de maior capacidade de coleta de agua, o local escolhido fica locado na coordenada UTM X = 501900.2443 / Y = 9368849.9988, a uma distância aproximada de 1500m do local da ETA. Esse ponto foi definido através de Solicitação do SAAE, já que esse local num período de grande estiagem, possui capacidade de demanda para atender ao sistema. No ano de 2018 foi implantado uma elevatória provisória de emergência, nesse local para que não houvesse colapso de agua, já que o local atual da captação ficou completamente seco.



### ALTERNATIVA 3

A opção 02, propomos uma nova captação de água em local de maior capacidade de coleta de água, o local escolhido fica locado na coordenada UTM X = 505374.0742 Y = 9370702.9745, a uma distância aproximada de 5,7km do local da ETA. Esse local fica implantado acima do volume morto do Açude, próxima ao barramento.

### QUADRO 19 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA LOCAÇÃO DA CAPTAÇÃO.

ÁREA	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Alternativa 1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área mais próxima da estação de tratamento de água;</li><li>• Disponibilidade de energia;</li><li>• Adutora de água bruta existente;</li><li>• Flutuante existente passível de aproveitamento;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Não temos Garantia de água suficiente para atender o sistema em períodos de grandes estiagens;</li><li>• Custo elevado de operação quando o local fica com pouca água, ocasionando racionamento de água ou implantação de adutoras emergenciais em locais com água;</li></ul>
Alternativa 2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Local com capacidade de acumulação de água muito superior a alternativa 01;</li><li>• Área próxima da estação de tratamento de água;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessidade de ampliação da rede de energia de alta tensão;</li><li>• Implantação de uma nova adutora de água bruta;</li></ul>
Alternativa 9	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melhor Local do açude para captação de água, acima do volume morto do açude;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessidade de ampliação da rede de energia de alta tensão;</li><li>• Implantação de uma nova adutora de água bruta;</li><li>• Distância muito grande entre a eta e o local escolhido.</li></ul>

Após analisarmos das alternativas acima, podemos constatar através de pré-dimensionamentos, análise de custos de implantação, podemos definir que a alternativa 02 é a mais viável técnica e economicamente.



#### 4.11. DEFINIÇÃO DA CONCEPÇÃO

Concluimos após a definição da concepção da Captação, que a ampliação do sistema de água será executado conforme procedimentos abaixo definidos:

- Captação

Implantação de um novo ponto de captação de água, com aquisição de um novo flutuante, conjunto motor bomba, peças conexões, abrigo de quadro de comando, instalações elétricas de baixa e alta tensão e implantação de casa de comando completa.

- Adutora de Água Bruta

Implantação de uma nova adutora de água bruta interligado o novo flutuante a estação de tratamento de água.

A captação e adutora existentes, irem permanecer no sistema, funcionando como demanda extra e aumentando a disponibilidade para operacionalização das captações.

- Estação de Tratamento de Água (ETA).

Todas as edificações e reservatórios existentes na estação de tratamento serão reformadas, implantação de flocculador a montante dos filtros, projeto de construção de uma estação de tratamento rejeitos.

- Reservatório Elevado

O reservatório elevado deve ser totalmente aproveitado, entretanto será executado reforma nas estruturas de impermeabilização e tubulações e hidromecânicos devem ser substituídos por equipamentos de melhor qualidade.

- Rede de Distribuição

Projetar rede de abastecimento de água da cidade para atualizar as tubulações existentes.

- Ligações Prediais

A implantação de hidrômetros nas ligações que ainda estão sem medição.

### CONCLUSÃO DA CONCEPÇÃO

Inicialmente destacamos os serviços que serão executados com o convenio nº 886928/2019 do Ministério do Desenvolvimento Regional – CONCEDENTE, no valor de R\$ 1.200.000,00 (Um milhão e duzentos mil reais):

- Reforma dos prédios da ETA: Guarita, Sala de Bombas, Casa de Química e Laboratório;

- Floccodcantador em fibra de vidro (PRFV) com capacidade máxima de tratamento de 50,00m<sup>3</sup>/h, - 01 unidades com interligação nos filtros existentes;

- Execução de Rede de Distribuição de 3.620,59m, para atender aos bairros Monte Vistoso e Monte Castelo

Logo a definição das etapas a serem executadas nesse convenio da FUNASA, foram definidas em conjunto com o SAAE e já considerando os serviços do convenio 886928/19. Nessa etapa será executado apenas os seguintes serviços:

- Implantação de Nova Captação com adutora de água bruta projetada;

- Urbanização da ETA;

- Construção do Vestiário da ETA;

- Floccodcantador em fibra de vidro (PRFV) com capacidade máxima de tratamento de 50,00m<sup>3</sup>/h, - 01 unidades com interligação nos filtros existentes;

-Implantação de uma estação de tratamento de rejeitos;

-Rede de Distribuição com 3.826,00m, para atender ao Bairro Barra Nova.

O restante das melhorias ou ampliação destacadas nesse projeto que não estão presentes nesses dois convênios, devem ser feitas numa outra etapa visando a completa adequação de todo o sistema.

## 5.0. DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO

A ampliação do sistema de abastecimento de água de Solonopole contará com as seguintes unidades:

- Manancial:
  - Açude Boqueirão
- Captação:
  - Açude Boqueirão- Vazão do Sistema 94,17m<sup>3</sup>/h;
- EEAB – Recalca do açude para a ETA , através da AAB, com construção de abrigo do quadro de comando;

- Quantidade de conjuntos elevatórios: 02 CMB (01 operante e 01 reserva);

- Tempo de Bombeamento: 24 horas;

- Características do conjunto motor-bomba:

Alcance de 20 anos:

- Tipo: centrífuga horizontal;

Vazão: 26,16 l/s;

Altura Manométrica: 97,17 m.c.a.;

Potência: 25,00 CV.

Alcance de 20 anos:

- Tipo: centrífuga horizontal;

- Adução de Água Bruta AAB:

Trecho 1 - Açude até a ETA (recalque)

- Material – PVC DEFoFo/ PEAD;
- Diâmetro : 200mm;
- Extensão 1000,00m em tubo pead e 499,00m em tubo pvc defofo, totalizando 1.499,00m;
- Implantação de rede elétrica com transformador de 112kva.
  - Estação de Tratamento (ampliação) :
    - O terreno existente deverá ser ampliado para implantação dos equipamentos da ampliação
      - Unidades instaladas para ampliação do sistema composto de:
        - Floccodecantador em fibra de vidro (PRFV) com capacidade máxima de tratamento de 50,00m<sup>3</sup>/h,
        - 01 unidades
      - Construção de um vestiário para uso da ETA.
      - Urbanização da ETA.
      - Construção de estação de tratamento de recuperação de rejeitos, conforme projeto anexo, contendo Tanque de sedimentação em concreto armado, tanque de recuperação de água em concreto armado, leito de secagem, elevatória de água recuperada, interligações entre o sistema de lavagem dos filtros e descarga de lodo dos floccodecantadores em

- Rede de Distribuição :

A rede de distribuição projetada para ampliação do sistema foi redimensionada da seguinte forma:

DIÂMETRO

(mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)
50	PVC PBA	3.370,48

Projeto Executivo do Sistema de Abastecimento de Água da Sede Municipal de Solonópole/CE



75	PVC PBA	2.043,89
100	PVC PBA	2.653,71
150	PVC defofo	3.257,64
200	PVC defofo	2.365,32
250	PVC defofo	539,76
300	PVC defofo	166,58
<b>TOTAL</b>		<b>18.235,00</b>

- Ligação Predial :

Implantação de 539 hidrômetros nas ligações existente .

## 6.0. DIMENSIONAMENTO

Estão apresentados a seguir, os memoriais de cálculo para as várias unidades do Sistema de Captação, Adução, Tratamento, Reservação e Rede de Distribuição da localidade.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**

**DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES DO SISTEMA**

**1. Dados Iniciais**

**1.1. Dados Gerais**

Número de Imóveis (NI) -----	:	3.377	un.
Horizonte de Projeto ( T ) -----	:	20	anos
Consumo per capita ( q ) -----	:	120	L/hab.dia
Crescimento Médio Anual ( % ) -----	:	1,60	%
Tx de Ocupação domiciliar (TX) -----	:	3,19	hab/domi
Índice de atendimento ( % ) -----	:	99,00	%

**1.2. População Atual**

População Atual (P <sub>0</sub> ) -----	:	NI	x	TX	:	10.881	hab
---	---	----	---	----	---	--------	-----

**1.3. População de Projeto (20 anos)**

População em 20 anos (P <sub>20</sub> ) -----	:	[ P <sub>0</sub> x ( 1 + i ) <sup>20</sup> ]	:	14.947	hab
---	---	--	---	--------	-----

**2. Parâmetros para os cálculos das vazões**

Tempo de Bombeamento de 20 anos ( T <sub>b20</sub> ) -----	:	24	h/Dia
Coef. dia de maior consumo ( k <sub>1</sub> ) -----	:	1,2	
Coef. hora de maior consumo ( k <sub>2</sub> ) -----	:	1,5	
Taxa de Perda de Vazão de Adução ( f ) :	Filtração	:	5,00 %

**3. Vazão de Adução**

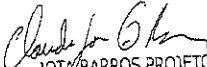
**3.1. Vazão de Adução - Água Bruta**

Vazão de Adução Inicial ( Q <sub>AAB(0)</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times P_0 \times q \times 24 \times ( 1 + f )}{86400 \times T_b}$	:	68,55	m <sup>3</sup> /h
				19,04	L/s
Vazão de Adução 20 anos ( Q <sub>AAB(20)</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times P_{20} \times q \times 24 \times ( 1 + f )}{86400 \times T_b}$	:	94,17	m <sup>3</sup> /h
				26,16	L/s

**4. Vazão de Distribuição**

**4.1. Vazão de Distribuição**


Vazão de Distribuição Inicial ( Q <sub>0</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times k_2 \times P_0 \times q}{86400}$	:	97,93	m <sup>3</sup> /h
				27,20	L/s
Vazão de Distribuição Final ( Q <sub>20</sub> ) -----	:	$\frac{k_1 \times k_2 \times P_{20} \times q}{86400}$	:	134,52	m <sup>3</sup> /h
				37,37	L/s

  
**JOTA/BARROS PROJETOS**  
 Cláudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 13419D-CE



SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO  
QUADRO DE EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO

Ano	População (hab)	Vazão Máxima Horária		Vazão adução		Vol Reserv
		l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>
2019	10881	27,20	97,93	19,04	68,55	522,31
2020	11056	27,64	99,50	19,35	69,65	530,67
2021	11232	28,08	101,09	19,66	70,76	539,16
2022	11412	28,53	102,71	19,97	71,90	547,78
2023	11595	28,99	104,35	20,29	73,05	556,55
2024	11780	29,45	106,02	20,62	74,22	565,45
2025	11969	29,92	107,72	20,95	75,40	574,50
2026	12160	30,40	109,44	21,28	76,61	583,69
2027	12355	30,89	111,19	21,62	77,84	593,03
2028	12552	31,38	112,97	21,97	79,08	602,52
2029	12753	31,88	114,78	22,32	80,35	612,16
2030	12957	32,39	116,62	22,68	81,63	621,95
2031	13165	32,91	118,48	23,04	82,94	631,91
2032	13375	33,44	120,38	23,41	84,26	642,02
2033	13589	33,97	122,30	23,78	85,61	652,29
2034	13807	34,52	124,26	24,16	86,98	662,72
2035	14028	35,07	126,25	24,55	88,37	673,33
2036	14252	35,63	128,27	24,94	89,79	684,10
2037	14480	36,20	130,32	25,34	91,22	695,05
2038	14712	36,78	132,41	25,75	92,68	706,17
2039	14947	37,37	134,53	26,16	94,17	717,47

  
JOTA/BARROS PROJETOS  
Cláudio José Queiroz Barros  
Engº Civil - CREA 134190-CE





**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**

**DIMENSIONAMENTO DO FLUTUANTE**

**1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução**

Vazão do Sistema adução	:	$Q_{AAB(20)}$	:	94,17	m <sup>3</sup> /h
				26,16	L/s
				0,0262	m <sup>3</sup> /s

**2. Características**

Tipo de Flutuante-----	:	A Plataforma Flutuante será uma composição que engloba módulos flutuantes em fibra de vidro, interligados, formando uma base que permite a flutuação sobre água.			
Modulos utilizados na plataforma	:	<b>Modulo 600</b>	:	Comprimento - 1000mm Largura - 1000mm Altura -1200mm Peso Aproximado - 60kg Area Util - 1,0m <sup>2</sup>	

**3. Capacidade de Carga da Plataforma flutuante**

Area superficial da plataforma ( A ) -----	$A = M \times Am$	:	41,00	m <sup>2</sup>
Quantidade de Modulos ( M ) -----		:	41,00	unid
Area superficial de cada Modulo ( Am ) -----		:	1,00	m <sup>2</sup>
Peso Proprio (PP) -----	$PP = M \times Pm$	:	4.510,00	Kg
Peso do Modulos ( Pm ) -----		:	110,00	Kg
Peso dos acessorios(Bombas, Conexões,Portico, Piso e Guarda Corpo) Modulos (PA) -----		:	7.155,00	Kg
Calado ( C ) -----	$C = \frac{PP + PA}{A}$	:	284,51	mm
Quantidade de Modulos ( M ) -----		:		unid
Area superficial de cada Modulo ( Am ) -----		:		m <sup>2</sup>

**4. Calculo do peso total do Flutuante**

Características do Portico	:	<b>Manual</b>	:	Capacidade de Carga :1000Kg Movimento: Longitudinal Alcance: 11,00m Largura Inferio: 2,0m Largura Inferio: 2,0m Largura Inferio: 2,0m Largura Superior: 1,20m Altura Util: 2.0m
Características da Talha	:	<b>Manual</b>	:	Capacidade de Carga :1000Kg Esforço necesario: 33Kg Dimensões: 430 x 189mm Peso : 12kg Altura elevação: 2.0m

*(Handwritten mark)*





Características Carro Trole

Manual

Capacidade de Carga : 1000kg  
Trilho: Viga "I" 4 a 10"  
Peso : 10kg

Características Ancoragem

Ferro

Material: Barra redonda 2.1/2"  
Pata-Chapa 5/16" (1,00m x 0,20m)  
Amarração e suporte: Barra Trefilada 5/8"  
Comprimento: 1,0m  
Largura: 0,8m

Características Blocos tensores

Concreto

Comprimento: 0,6m  
Largura: 0,45m  
Profundidade: 0,23m  
Peso: 100kg por bloco

Características Cabo ancoragem

Aço Inox 304

Diametro: 3/8"  
Tipo: 6 x 19  
Peso: 0,48kg/m

DESCRIÇÃO DOS ITENS	PESO	X	v <sub>cg</sub> '(m)	=	P x Kg	VCG(m)
02 bombas centrifugas	1650	X	0,35	=	577,5	
Portico Manual	1075	X	1,25	=	1343,75	
4 Pessoas no convés	300	X	1,6	=	480	
Agua dentro das tubulações no convés	3405	X	0,175	=	595,875	
Peças e conexões	1000	X	1,1	=	1100	
Plataforma flutuante completa	3594	X	0,75	=	2695,5	
<b>TOTAL</b>	<b>11024</b>				<b>6792,63</b>	<b>0,61617</b>

#### 5. Calculo da altura metacentrica (GM)

Momento de Inercia Transversal (IT) -  $IT = \frac{I_{arg^3} \times Comp}{12}$  :  m<sup>4</sup>

Volume de Agua deslocado :  m<sup>3</sup>

GMo -  $GM = \frac{IT}{VOLDES} + \frac{CALADO}{2} - VGC$  :

Para efeitos de enquadramento na norma, o flutuante foi considerado uma "Barcaça".

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

$$GMr = (P \times A \times h) / (\Delta \times tg\theta)$$

Caracterização de Parâmetros do Critério de Estabilidade (Barcaças) onde:

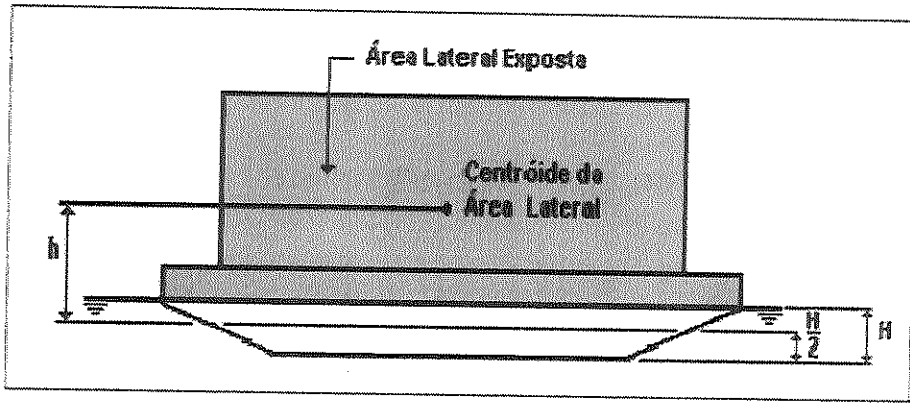
GMr = altura metacêntrica inicial requerida, em m;

A = área lateral projetada da porção da embarcação acima da linha d'água correspondente à condição de carregamento considerada, conforme indicado na Figura acima em m<sup>2</sup>;

h = distância vertical entre o centróide da área "A" e metade do calado médio para a Condição de carregamento considerada, conforme indicado na Figura acima em m;

Δ = deslocamento da embarcação na condição de carregamento considerada, em t;

θ = ângulo de inclinação entre a metade superior da borda-livre na condição considerada e o canto superior do convés, ou 14°, adotando-se o menor valor (ver Figura abaixo)



:  T/M<sup>2</sup>

LPP = comprimento entre perpendiculares, em m.

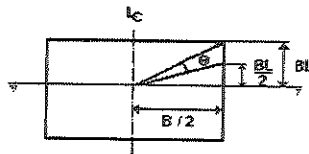


Figura: Determinação do ângulo  $\theta$

- LPP - :  m
- A -  $A = (1,2 - CALADO) \times LPP$  :  m<sup>2</sup>
- P -  $P = 0,055 + \left(\frac{LPP}{1309}\right)^2$  :  T/m<sup>2</sup>
- h -  $h = \frac{calado}{2} + 1$  :  m
- $\Delta = 8,560 \times t$  :
- Tg  $\theta$  -  $tg \theta = \frac{calado}{2}$  :  m
- GMr - :

Como Gmo e maior que GMr, concluímos que o flutuante apresenta estabilidade satisfatório

*Claudio José Barros*  
 JOTA/BARROS PROJETOS  
 Cláudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 134190-CE



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE**  
**AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

**1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução/Captação - Adutora de Água Bruta**

Tempo de Bombeamento ( $T_b$ ) -----	:	24,00	h
Coef. dia de maior consumo ( $k_1$ ) -----	:	1,2	
Vazão do Sistema adução	:	94,17	$m^3/h$
	:	26,16	L/s
	:	0,0262	$m^3/s$

**2. Características Geométricas da captação**

Tipo de Manancial -----	:	RIACHO DO SANGUE
Cota do terreno da Captação ( CTC ) -----	:	107,80 m

**3. Adutora de Água Tratada - AAB**

**3.1. Diâmetro econômico**

Material -----	:	TUBO PEAD + DEFOFO	
Comprimento ( L ) -----	:	1.505,53 m	
Diâmetro Econômico ( $D'$ )	:	$1,2 \times Q^{0,5}$	194,08 mm
Diâmetro Adotado ( D )	:	Diâmetro Interno	200 mm
Velocidade ( V )	:	$\frac{Q}{p \times (D/2)^2}$	0,83 m/s
Nível de captação ( Nmc ) -----	:	107,80 m	
Nível máximo de recalque ( Nr ) -----	:	141,26 m	
Altura da ETA -----	:	10,00 m	
Desnível Geométrico ( Hg )	:	$Hg = Nr - Nmc + Ar$	43,46 m

**3.2. Análise da Sobrepressão na Tubulação**

TUBO PEAD + DEFOFO DN200 -----	:	1.505,53 m
--------------------------------	---	------------

**4. Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB**

**4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação**

**4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação**

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C )	:	PVC	140
Velocidade ( V ) -----	:	0,83	m/s
Perda de Carga Distribuída ( j )	:	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,003414 m/m
Perda de Carga por Comprimento ( J )	:	$j_L \times L$	5,14 m

**4.1.2. Perdas de Carga Localizada**

Aceleração da gravidade ( g )	:	9,81	$m/s^2$
-------------------------------	---	------	---------

**RECALQUE**

PEÇA	$Q^{tde}$	$K_{UNIT.}$	$K_{TOTAL}$
------	-----------	-------------	-------------

6



PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO

**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

Ampliação Gradual	: 01	x	0,30	:	0,30
Curva de 90°	: 08	x	0,40	:	3,20
Tê de Passagem direta	: 02	x	0,60	:	1,20
Valvula de Retenção	: 02	x	2,50	:	5,00
Registro de Gaveta Aberta	: 02	x	0,20	:	0,40
Coeficiente K de Recalque					
Perda de Carga no Recalque ( $h_r$ )	$K_r \times ( V^2 / 2g )$			:	10,10
				:	0,36 m

**4.1.3. Perda de Carga Total**

Perda de Carga Total ( $H_j$ )	:	J + $h_r$	:	5,50 m
--------------------------------	---	-----------	---	--------

**4.2. Cálculo da Altura Manométrica**

Perda de Carga Total ( $H_j$ )	-----	:	5,50 m
Desnível Geométrico ( $H_g$ )	-----	:	43,46 m
Altura Manométrica ( $H_{man}$ )	: ( $H_g + H_j$ )	:	48,96 mca

**4.3. Análise da Sobrepressão na Tubulação**

Coeficiente do Material ( K )	-----	:	18
Espessura da Tubulação ( E )	-----	:	4,8 mm
Diâmetro da Tubulação ( D )	-----	:	200 mm
Celeridade ( C )	-----	:	350,39 m/s
	$9900 / ( 48,3 + K \times D / E )^{0,5}$	:	
Acrescimento de Pressão ( $H_a$ )	: $C \times V / g$	:	29,74 m.c.a.
Pressão Máxima de Solicitação ( $P_{máx.}$ )	: $H_a + H_{man.}$	:	63,70 m.c.a.

**4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)**

Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

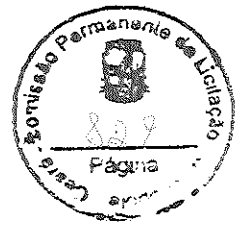
	Fator de Serviço (FS)
Para as bombas até 2 CV	50,00 %
Para as bombas de 2 a 5 CV	30,00 %
Para as bombas de 5 a 10 CV	20,00 %
Para as bombas de 10 a 20 CV	15,00 %
Para as bombas de mais de 20 CV	10,00 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos

**4.3.1. Quadro Geral**

Número de Bombas Previstas ( N )	-----	:	2,00
Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n )	-----	:	1,00
Rendimento do Conjunto Elevatório ( h )	-----	:	80,00 %
Vazão da Bomba ( Q )	-----	:	26,16 L/s



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**


**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

Peso específico da água ( g ) -----	:	1,00	Kgf/L
Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> ) -----	:	10,33	N/m <sup>2</sup>
Pressão de vapor a 30°C ( p <sub>v</sub> ) -----	:	0,433	N/m <sup>2</sup>
Fator de Serviço ( FS ) -----	:	1,10	
Potência da Bomba ( P <sub>o</sub> ) -----	:	$\frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$	23,48 CV
Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> ) -----	:	107,80	m
Cota de Sucção ( C <sub>S</sub> ) -----	:	110,00	m
Perda de Carga Localizada ( h <sub>f</sub> ) -----	:	0,36	m
NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> ) -----	:	$C_{EB} - C_S - h_f + (p_a - p_v)$	7,34 m

**4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas**

**BOMBA CENTRIFUGA SUGERIDA KSB 50-160 - ROTAÇÃO 3500RPM**

Potência Adotada ( P ) -----	:	25,00	CV
Vazão da Bomba ( Q ) -----	:	94,17	m <sup>3</sup> /h
Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) -----	:	48,96	mca

  
 JOTA/BARROS PROJETOS  
 Cláudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 134190-CE

*[Handwritten mark]*



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE**  
**AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**



**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

**1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução/Captação - Adutora de Água Bruta**

Tempo de Bombeamento ( $T_b$ ) -----	:	24,00	h
Coef. dia de maior consumo ( $k_1$ ) -----	:	1,20	
Vazão do Sistema Distribuição	:	134,52	$m^3/h$
	:	37,37	L/s
	:	0,0374	$m^3/s$

**2. Características Geométricas da captação**

Tipo de Manancial -----	:	ETA
Cota do terreno da Captação ( CTC ) -----	:	157,00 m

**3. Adutora de Água Tratada - AAB**

**3.1. Diâmetro econômico**

Material -----	:	TUBO PVC FOFO	
Comprimento ( L ) -----	:	2.579,53 m	
Diâmetro Econômico ( $D'$ )	:	$1,2 \times Q^{0,5}$	231,97 mm
Diâmetro Adotado ( D )	:	Diâmetro Interno	250 mm
Velocidade ( V )	:	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$	0,76 m/s
Nível de captação (Nmc) -----	:	142,00	m
Nível máximo de recalque (Nr) -----	:	176,00	m
Altura da ETA -----	:	16,00	m
Desnível Geométrico ( Hg )	:	$Hg = Nr - Nmc + Ar$	50,00 m

**3.2. Análise da Sobrepressão na Tubulação**

TUBO PVC FOFO DN250 -----	:	2.579,53 m
---------------------------	---	------------

**4. Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB**

**4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação**

**4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação**

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C )	:	PVC	140
Velocidade ( V ) -----	:		0,76 m/s
Perda de Carga Distribuída ( j )	:	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,002228 m/m
Perda de Carga por Comprimento ( J )	:	$j_L \times L$	5,75 m

**4.1.2. Perdas de Carga Localizada**

Aceleração da gravidade ( g )	:	9,81	$m/s^2$
-------------------------------	---	------	---------

**RECALQUE**

PEÇA	$Q^{tde}$	$K_{UNIT.}$	$K_{TOTAL}$
------	-----------	-------------	-------------

①

**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE**  
**AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**



**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

<b>Ampliação Gradual</b>	: 01	x	<b>0,30</b>	:	0,30
<b>Curva de 90°</b>	: 04	x	<b>0,40</b>	:	1,60
<b>Tê de Passagem direta</b>	: 02	x	<b>0,60</b>	:	1,20
<b>Valvula de Retenção</b>	: 01	x	<b>2,50</b>	:	2,50
<b>Registro de Gaveta Aberta</b>	: 01	x	<b>0,20</b>	:	0,20
Coeficiente K de Recalque				:	5,80
Perda de Carga no Recalque ( $h_r$ )		$K_r \times ( V^2 / 2g )$		:	0,17 m

**4.1.3. Perda de Carga Total**

Perda de Carga Total ( $H_j$ )	:	J + $h_r$	:	5,92 m
--------------------------------	---	-----------	---	--------

**4.2. Cálculo da Altura Manométrica**

Perda de Carga Total ( $H_j$ )	-----	:	5,92 m
Desnível Geométrico ( $H_g$ )	-----	:	50,00 m
Altura Manométrica ( $H_{man}$ )	: ( $H_g + H_j$ )	:	55,92 mca

**4.3. Análise da Sobrepressão na Tubulação**

Coeficiente do Material ( K )	-----	:	18
Espessura da Tubulação ( E )	-----	:	4,8 mm
Diâmetro da Tubulação ( D )	-----	:	250 mm
Celeridade ( C )	-----	:	315,31 m/s
	$( 48,3 + K \times D / E )^{0,5}$	:	
Acrescimo de Pressão ( $H_a$ )	-----	:	24,47 m.c.a.
	$C \times V / g$	:	
Pressão Máxima de Solicitação ( $P_{máx.}$ )	-----	:	65,39 m.c.a.
	$H_a + H_{man.}$	:	

**4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)**

**Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:**

	Fator de Serviço (FS)
Para as bombas até 2 CV	50,00 %
Para as bombas de 2 a 5 CV	30,00 %
Para as bombas de 5 a 10 CV	20,00 %
Para as bombas de 10 a 20 CV	15,00 %
Para as bombas de mais de 20 CV	10,00 %

**Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250**

**Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos**

**4.3.1. Quadro Geral**

Número de Bombas Previstas ( N )	-----	:	2,00
Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n )	-----	:	1,00

**PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLONOPOLE-CE**  
**AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**



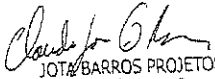
**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB - TRECHO AÇUDE - ETA**

Rendimento do Conjunto Elevatório ( h ) -----	:	60,00	%
Vazão da Bomba ( Q ) -----	:	37,37	L/s
Peso específico da água ( g ) -----	:	1,00	Kgf/L
Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> ) -----	:	10,33	N/m <sup>2</sup>
Pressão de vapor a 30°C ( p <sub>v</sub> ) -----	:	0,433	N/m <sup>2</sup>
Fator de Serviço ( FS ) -----	:	1,15	
Potência da Bomba ( P <sub>o</sub> ) -----	:	$\frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$	CV
Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> ) -----	:	157,00	m
Cota de Sucção ( C <sub>S</sub> ) -----	:	157,00	m
Perda de Carga Localizada ( h <sub>f</sub> ) -----	:	0,17	m
NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> ) -----	:	$C_{EB} - C_S - h_f + (p_a - p_v)$	9,73 m

**4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas**

**BOMBA SUBMERSA**

Potência Adotada ( P ) -----	:	55,00	CV
Vazão da Bomba ( Q ) -----	:	134,52	m <sup>3</sup> /h
Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) -----	:	55,92	mca

  
 JOT&BARROS PROJETOS  
 Cláudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 134190-CE

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**



**DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO**

**1. Dados Iniciais**

**1.1. População Atual**

População Atual ( P<sub>0</sub> ) ----- : 

10881	hab
-------	-----

**1.2. População de Projeto (20 anos)**

População em 20 anos ( P<sub>20</sub> ) ----- : 

14947	hab
-------	-----

**1.3. Dados Adicionais**

Coef. dia de maior consumo ( k<sub>1</sub> ) ----- : 

1,2	
-----	--

  
Consumo per capita ( q ) ----- : 

120	L/hab.dia
-----	-----------

**2. Dimensionamento do Volume de Reservação**

**2.1. Reservação Necessária**

Volume Exigido Atualmente : ( V<sub>0</sub> ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$  : 

522,31	m <sup>3</sup>
--------	----------------

  
Volume Exigido em 20 anos : ( V<sub>20</sub> ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$  : 

717,47	m <sup>3</sup>
--------	----------------

**2.3. Dimensionamento da Reservação do sistema**

Volume Existente Reserv semienterrado Existente( V ) ----- : 

45,00	m <sup>3</sup>
-------	----------------

  
Volume Existente Reserv semienterrado Existente( V ) ----- : 

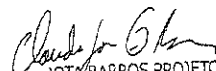
245,00	m <sup>3</sup>
--------	----------------

  
Volume Existente Rel Existente( V ) ----- : 

320,00	m <sup>3</sup>
--------	----------------

  
  
TOTAL DA RESERVAÇÃO : 

610,00	m <sup>3</sup>
--------	----------------

  
 JOTA BARROS PROJETOS  
 Cláudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 134190-CE

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**



**DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE ÁGUA**

**1. Resumo do Quadro de Vazão**

Tempo de Bombeamento ( T <sub>b</sub> )	:	24	h/Dia
Vazão de adução do Sistema	Q(20)	94,17	m <sup>3</sup> /h
		26,158	L/s
		0,0262	m <sup>3</sup> /s
		2260,1	m <sup>3</sup> /dia

**2. Dimensionamento do Número de Unidades Filtrantes**

Vazão de Adução Bruta	:	Q <sub>AAB(20)</sub>	:	94,17	m <sup>3</sup> /h
Tempo de Bombeamento	:	T <sub>b</sub>	:	24	h
Volume de filtração Diário ( V <sub>F</sub> )	:	Q <sub>AAB(20)</sub> × T <sub>b</sub>	:	2.260,08	m <sup>3</sup>
*Número de Filtros Necessários	:	0,044 × Q <sup>0,5</sup>	:	2,09	un.
Número de Filtros Adotados	:	N	:	02	und

*\* OBS.: Para se ter uma idéia preliminar do número de unidades filtrantes ou número de células, em filtros com leito simples e vazões menores que 4,6 m<sup>3</sup>/s, utiliza-se a equação Morril e Wallace.*

**3. Dimensionamento do Diâmetro do Filtro de Fluxo Ascendente**

Taxa de filtração Máxima Diária ( i )	:		:	180	(m <sup>3</sup> /dia)/m <sup>2</sup>
Área Necessária p/Filtro ( A )	:	V <sub>INF</sub> / ( i × N )	:	6,28	m <sup>2</sup>
Diâmetro do Filtro ( D <sub>o</sub> )	:	( 4 X A / 3,14 ) <sup>0,5</sup>	:	2,83	m
Diâmetro do Filtro Adotado ( D )	:		:	3,00	m
Área de Filtração Efetiva ( A <sub>ef.</sub> )	:	p × ( D / 2 ) <sup>2</sup>	:	7,07	m <sup>2</sup>
Taxa de Infiltração Efetiva p/Filtro ( i <sub>ef.</sub> )	:	V <sub>INF</sub> / ( N × A <sub>ef.</sub> )	:	159,87	(m <sup>3</sup> /dia)/m <sup>2</sup>

OBS.: De acordo com a norma NBR 12216, em caso de filtros de fluxo ascendente, a taxa de filtração recomendável deve ser de 120 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia ou 5,0 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h. Conforme diretrizes do do SAA a taxa máxima a para o filtro de fluxo ascendente será de 180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.

**3. Descrição do Método de Lavagem do(s) Filtro(s)**

Método de operação	:	taxa constante	
Entrada nos filtros	:	tubulação	
Saída dos filtros	:	Calha Coletora	
Método de lavagem	:	descargas contínuas e limpeza geral	
Fonte da lavagem	:	Bombeamento	
Número de filtros ( N )	:	02	ud
Diâmetro de cada célula ( D )	:	3,00	m
Área de Filtração Efetiva ( A <sub>ef.</sub> )	:	7,07	m <sup>2</sup>
Velocidade de lavagem ( U )	:	60,00	m/h ou 1 m/min
Duração da lavagem ( T <sub>Lav.</sub> )	:	10	min ou 0,17 h
Velocidade de água na interface ( U <sub>i</sub> )	:	30,00	m/h ou 50,00 cm/min
Duração de descarga no fundo ( T <sub>desc.</sub> )	:	1	min ou 0,017 h

**4. Cálculo de Vazões p/cada Filtro**

Vazão de Lavagem ( Q <sub>Lav.</sub> )	:	U × A <sub>ef.</sub>	ou	424,12 m <sup>3</sup> /h 117,81 L/s
Vazão de Água na Interface ( Q <sub>i</sub> )	:	U <sub>i</sub> × A <sub>ef.</sub>	ou	212,06 m <sup>3</sup> /h 58,90 L/s

**5. Cálculo dos Volúmenes Gastos na Lavagem de cada Filtro**

Volume Gasto na Lavagem ( V <sub>Lav.</sub> )	:	Q <sub>Lav.</sub> × T <sub>Lav.</sub>	:	70,69	m <sup>3</sup>
Volume Gasto na Descarga ( V <sub>Desc.</sub> )	:	Q <sub>i</sub> × T <sub>Desc.</sub>	:	3,53	m <sup>3</sup>
Volume Total Gasto ( V <sub>T</sub> )	:	V <sub>Lav.</sub> + V <sub>Desc.</sub>	:	74,22	m <sup>3</sup>





Volume no Ano 20 ( V20 ) ----- :  $k_1 \times P_{20} \times q$  : 2152,40  
 $1000$   
 Taxa de Volume de Lavagem ( T<sub>VL</sub> ) ----- : Lavagem dos Filtros : 3,28%

1. OBS.: O filtro será lavado por estação elevatória (EELF) a partir do reservatório apoiado (RAP) projetado, preferencialmente nos horários de menor consumo pela comunidade.  
 2. OBS.: Os cálculos foram realizados através de parâmetros estabelecidos de acordo com as recomendações na NBR-12216 e CAGECE.

#### 6. Forma e Dimensão do Filtro

Material -----	Fibra de vidro
Forma -----	Cilindro
Diametro -----	3,00 m
Número -----	2,00 und

#### 7. Espessura das Camadas e Altura da Caixa do Filtro

Altura Livre Adicional -----	0,30 m
Altura da Água -----	1,60 m
Altura do Leito de Filtragem -----	1,60 m
Altura da Camada de pedregulho -----	0,50 m
Altura do Concreto Grout -----	0,10 m
Altura do Fundo Falso -----	0,50 m
Altura da Caixa do Filtro -----	4,60 m

#### 8. Meio Filtrante

##### 8.1 Filtro de Areia

Espessura da Camada de Areia -----	1,60 m
*Tamanho Efetivo - T.E. - d <sub>10</sub> -----	0,80 mm
Tamanho d <sub>60</sub> -----	1,40 mm
Coefficiente de Desuniformidade - C.D. -----	1,70 mm
Tamanho do Menor Grão -----	0,35 mm
Tamanho do Maior Grão -----	1,20 mm
Peneiras de Preparação Usuais -----	6 a 42 Tyler

\* OBS.: Conforme Parâmetros recomendados pelo engenheiro Manoel Sales.

OBS.: Demais parâmetros conforme recomendações de Di Bernardo e Richter.

#### 9. Camada Suporte

Tamanho dos grãos	Espessura (cm)	
1,7 - 3,2 mm	7,5	1 Superior
3,2 - 6,4 mm	7,5	2,00
6,4 - 12,7 mm	10,0	3,00
12,7 - 25,4 mm	10,0	4,00
25,4 - 50,0 mm	15,0	5 Base
Total	50,0	

OBS.: Composição da camada suporte para sistema de drenagem tipo Vigas Californianas conforme Di Bernardo (2003).

#### 10. Nível de Água Acima da Areia do Filtro

Máxima perda de carga admissível a fim de evitar pressões negativas -----	2,50 m
A altura da lâmina d'água mínima sobre a superfície da areia deverá ser -----	0,40 m
Valor adotado no projeto -----	2,10 m

OBS.: Conforme recomendações do Engenheiro Francilio Paes Leme em Teoria e Técnicas de Tratamento de Água

#### 11. Fundo do Filtro

Fundo Falso Tipo Vigas Californianas  
 Será adotado o fundo com vigas em V pré-moldadas devido às suas vantagens: baixo custo, fácil instalação, baixa perda de carga, eficiência na drenagem e distribuição da água de lavagem, além de sua boa durabilidade.

Comprimento da Viga -----	1,17 cm
Altura da Viga -----	25,00 cm
Distância Entre uma Viga e Outra -----	30,00 cm
Abertura da Viga -----	10,00 cm



Espaçamento Entre os Orifícios  
 Diâmetro dos Orifícios  
 Seção Circular do Orifício  
 Número de Vigas  
 Número de Orifício por Viga  
 Número de Orifício Total  
 Vazão de Final de Plano no Orifício  
 Velocidade no Orifício

NOT  
 $qO$   
 $UOT = (4 * qO) / (\pi * D2)$

15,00	cm
1/2"	0,0127m
1,27	cm <sup>2</sup>
4,00	und
16,00	und
64,00	und
0,066	L/s
0,52	m/s

## 12. Calha Coletora de Água

Comprimento da Calha (LC)	1,20	m
Altura da Calha (hC)	30,00	cm
Folga na Altura da Calha	7,50	cm
Largura da Calha (bC)	30,00	cm
Área da Calha	0,36	m <sup>2</sup>
Cálculo da Vazão Máxima na Calha	0,04	m <sup>3</sup> /s
Vazão de Lavagem	0,12	m <sup>3</sup> /s

OBS.: A equação do dimensionamento adotada é conforme Gordon Maskew Fair, fórmula de Thomas Camp, aproximada para

### 12.1 Altura do Fundo da Calha e o Material Filtrante

*Altura Mínima Recomendada	60,00	cm
Acréscimo na Altura da Expansão Máxima	15,00	cm
Expansão Máxima do Leito em Relação a Camada Filtrante ( E )	60,00	%
Espessura do Leito Filtrante	1,60	m
Cálculo $HFC-A = (\%E \times HC + 0,15)$	1,11	m
Espessura do Concreto da Calha	10	cm
Altura Adotada do Fundo da Calha Sobre o Leito Filtrante	1,20	m

\*OBS.: A altura mínima recomendada é conforme Azevedo Netto no livro Tratamento de Água.

OBS.: A NBR 12216 recomenda que o fundo da calha de coleta esteja próximo ao leito filtrante expandido.

## 13. Diâmetro das Tubulações Imediatas

Entrada no Filtro	300	mm
Água para Lavagem	300	mm
Descarga de Água de Lavagem	300	mm
Saída no Filtro	200	mm
Água Filtrada	200	mm
Água de Lavagem na Interface	300	mm
Dreno de Água de Lavagem	300	mm

\*OBS.: As Dimensões adotadas estão conforme as recomendações de Azevedo Netto no livro Tratamento de água.

## 14. Perda de Carga Durante a Filtração

### 14.1 Perda de Carga no Material Filtrante

$$Hf1 = hf0 \times (U1/U0) \times (E1/E0) \times (d0/d1)^2 \times (P0/P1)^4$$

	Leito Conhecido	Areia
Perda de Carga (Hf) m	0,30	0,3
Velocidade de Filtração (Uf) cm/min	8,00	8,8
Espessura do Leito (E) m	0,60	1,6
Tamanho Efetivo - T.E. - (d) mm	0,50	0,8
Porosidade (P)	0,43	0,4
Perda de Carga Total (Hft) m		0,34 m

1. OBS.: O Cálculo da perda de carga na camada de areia, leito limpo, segundo a equação de H. Hudson Jr., se baseia em proporções de um leito conhecido (índice 0).

2. OBS.: A porosidade da areia foi retirada da planilha do Fontenele

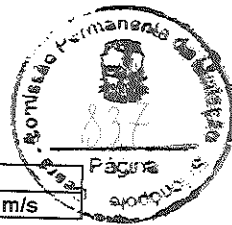
### 14.2 Perda de Carga nos Furos

Perda de Carga nos Furos (hf)	$\frac{Q^2}{Cd^2 \times S^2} \times \frac{1}{2 \times g}$	0,03	m
Coefficiente de Descarga Adotado		0,65	

1. OBS.: A perda de carga é calculada considerando a vazão em cada um de seus orifícios, e aplica-se a equação da vazão para orifícios e bocais, com o valor do coeficiente de descarga recomendado por Jorge Valencia.

### 14.4 Perda de Carga na Tubulação de Entrada do Filtro

Diâmetro da Tubulação de entrada do Filtro	100	mm
Comprimento da Tubulação de entrada do Filtro	3,60	m



Coefficiente da Fórmula de Hazen-Willinms ( C ) F°F°	:	100,00	:	
Velocidade ( U )	:	$\frac{4xQ}{\pi \times D^2}$	:	3,332 m/s
Perda de Carga Distribuída ( j )	:	$\frac{10,643x Q^{1,85}}{D^{4,87} x C^{1,85}}$	:	0,1861 m/m
Perda de Carga por Comprimento ( J )	:	$J_L x L$	:	0,67 m
Aceleração da Gravidade ( g )	:		:	9,81 m/s <sup>2</sup>

PEÇA	Q <sup>ide</sup>	K <sub>UNIT.</sub>	K <sub>TOTAL</sub>
ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	0,50	0,50
TÊ DE SAÍDA DE LADO	01	1,30	1,30
VALVULA DE GAVETA ABERTA	01	0,20	0,20
TÊ DE PASSAGEM DIRETA	02	0,60	1,20
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	01	1,00	1,00

Coefficiente ( K )	:	4,20
Perda de Carga Localizada ( H <sub>tef</sub> )	: K <sub>t</sub> x ( U <sup>2</sup> / 2g )	2,3770 m
Somatório das Perdas na Tub de Entrada	:	3,0468 m

#### 14.5 Perda de Carga na Tubulação de Saída no Filtro

Primeiro Diâmetro da tubulação de Saída no Filtro	:	300 mm
Comprimento da tubulação de Saída no Filtro	:	1,35 m
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C )	F°F°	100
Velocidade ( U )	$\frac{4xQ}{\pi \times D^2}$	0,370 m/s
Perda de Carga Distribuída ( j )	$\frac{10,643x Q^{1,85}}{D^{4,87} x C^{1,85}}$	0,0009 m/m
Perda de Carga por Comprimento ( J )	$J_L x L$	0,0012 m

PEÇA	Q <sup>ide</sup>	K <sub>UNIT.</sub>	K <sub>TOTAL</sub>
ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	0,50	0,50
TÊ DE SAÍDA DE LADO	01	1,30	1,30
REDUÇÃO GRADUAL	01	0,15	0,15
VALVULA DE GAVETA ABERTA	01	0,20	0,20
CURVA 90	02	0,40	0,80
TÊ SAÍDA DO LADO	01	1,30	1,30
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	01	1,00	1,00

Coefficiente ( K )	:	5,25
Perda de Carga Localizada na 2ª Tubulação de Saída : K <sub>t</sub> x ( U <sup>2</sup> / 2g )	:	0,0367 m
Somatório das Perdas na Tubulação de Saída do Filtro	:	0,0379 m
Perda de carga na tubulação	:	3,0847 m

#### 15. Carga Hidráulica Disponível x Perda de Carga Total Durante a Filtração

Consideraremos a Perda de carga para filtro sujo	:	2,00 m
Perda de carga na tubulação	:	3,08 m
Perda de carga no orifício	:	0,03 m
Total da Perda de Carga	:	5,11 m
Altura geométrica do filtro até a borda da calha	:	4,30 m
Carga hidráulica mínima	:	9,41 m

A carga hidráulica disponível tem que ser maior do que a soma das perdas de carga no filtro em operação para garantir a taxa  
 Conforme o desenho da Caixa de Nível, o nível máximo da água de

2,50 m
--------



Na Caixa de Nível, a altura acima do nível máximo da água adotada será :  
 Portanto a altura Mínima total da Caixa de Nível será :  
 OBS.: A perda de carga para o filtro sujo é estimado por tentativa.

0,30	m
9,71	m

**16. Perda de Carga Durante a Lavagem**

**16.1 Perda de Carga no Material Filtrante**

Perda de carga durante a lavagem na camada de areia  
 harena = (ℓ/págua) x (pareia x págua) x (1 x fe) :  
 Espessura da camada :  
 Peso específico da água :  
 Peso específico da areia :  
 Percentagem de vazio da areia :

1,51	m
1,60	m
1,00	g/cm <sup>3</sup>
2,65	g/cm <sup>3</sup>
0,43	

OBS.: Os cálculos foram realizados através de parâmetros estabelecidos de acordo com as recomendação na NBR-12216 e conforme a

**16.2 Perda de Carga no Material Suporte**

Segundo Dixon existe uma perda de 0,03 m, para cada 0,30 m de profundidade a uma taxa de lavagem de 0,30 m/min, em uma proporção

Espessura da camada :  
 Taxa de lavagem :  
 Perda de carga no material suporte :

0,50	m
1,00	m/min
0,17	m

OBS.: Informação retirada do livro de Francilio Paes Leme, Teoria e Técnicas de Tratamento de Água.

**16.3 Perda de Carga nos Furos**

Perda de Carga nos Furos ( h )

$$\frac{Q_2 \times 1,00}{Cd^2 \times S^2} \times 2xg$$

1,05	m
------	---

Coefficiente de Descarga Adotado :  
 Vazão de Lavagem por Orifício :

0,65	
0,38	L/s

**16.4 Perda de Carga na Tubulação de Entrada no Filtro**

Diâmetro da tubulação de Entrada no Filtro :  
 Comprimento da tubulação de Entrada no Filtro :  
 Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) :  
 Velocidade ( U ) :  
 Perda de Carga Distribuída ( j ) :  
 Perda de Carga por Comprimento ( J ) :  
 Aceleração da gravidade ( g ) :

$$\frac{F^5 F^5}{4xQ} \times \frac{10,6680^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$$

150	mm
7,50	m
100	
6,670	m/s
0,4180	m/m
3,1351	m
9,810	m/s <sup>2</sup>

PEÇA	Q <sup>tda</sup>		K <sub>UNIT.</sub>		K <sub>TOTAL</sub>
ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	x	0,50	:	0,500
CURVA DE 90	02	x	0,40	:	0,800
TÊ PASSAGEM DIRETA	01	x	0,60	:	0,600
VÁLVULA DE GAVETA ABERTA	02	x	0,20	:	0,400
TÊ SAÍDA DE LADO	01	x	1,30	:	1,300
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	01	x	1,00	:	1,000

Coefficiente ( K ) :  
 Perda de Carga Localizada ( H<sub>tef\_L</sub> ) : K<sub>L</sub> x ( U<sup>2</sup> / 2g ) :  
 Somatório das Perdas na Tubulação na Entrada do Filtro :

	4,600
10,4308	m
13,5658	m

**16.5 Perda de Carga na Tubulação de Saída no Filtro**

Diâmetro da tubulação de Entrada no Filtro :  
 Comprimento da tubulação de Saída no Filtro :  
 Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) :  
 Velocidade ( U ) :  
 Perda de Carga Distribuída ( j ) :  
 Perda de Carga por Comprimento ( J ) :  
 Aceleração da gravidade ( g ) :

$$\frac{F^5 F^5}{4xQ} \times \frac{10,6680^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$$

150	mm
2,5	m
100	
6,670	m/s
0,4180	m/m
1,0450	m
9,810	m/s <sup>2</sup>

PEÇA	Q <sup>tda</sup>		K <sub>UNIT.</sub>		K <sub>TOTAL</sub>
ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	x	0,50	:	0,500



TÊ PASSAGEM DIRETA	: 01	x	0,60	:	0,600
VÁLVULA DE GAVETA ABERTA	: 01	x	0,20	:	0,200
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	: 01	x	1,00	:	1,000

Coeficiente ( K )	:	2,300
Perda de Carga Localizada ( Htsf_L )	: $K_f \times ( U^2 / 2g )$	5,2154 m
Somatório das Perdas na Tubulação de Saida do Filtro	:	6,2604 m

**17. Cálculo da Expansão do Leito Filtrante Durante a Lavagem**


Conforme a Planilha do Fontenele

Porosidade Expandida Global ( $\epsilon$ )	: 0,51	
Altura Expandida ( Lf )	: 1,85 m	
* Expansão do Meio Granular ( E% )	: 15,51 %	15 <= E <= 30
Perda de Carga no Leito ( Hf )	: 1,51 m	

\* OBS.: Conforme recomendações do Engenheiro Sales a expansão do material filtrante deve estar entre 15 a 30%.

**18. Cálculo do Vertedor Triangular**

Fórmula de Thompson ( Q )	: $1,4 \sqrt{H}$	
Altura ( H )	: $Q^{2/5}$	0,10 m
Vazão	: $1,4^{2/5}$	0,0042 m <sup>3</sup> /s
Distância Mínima Entre o Vertedor e a Entrada da Águ	:	0,49 m
Distância Adotada	:	0,70 m

  
 JOTA BARROS PROJETOS  
 Cláudio José Queros Barros  
 Engº Civil - CREA 134130-CE







**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**  
**AMPLIAÇÃO DA SEDE DO MUNICÍPIO**  
**UTRUG - UNIDADE DE TRATAMENTO DE REJEITOS DA ETA**

**1. Características Gerais**

Vazão da ETA do Sistema	Q	94,17	m <sup>3</sup> /h
		26,1583333	L/s
		0,02615833	m <sup>3</sup> /s
		2260,08	m <sup>3</sup> /dia

Nf - Numero Total de Filtros	3	unid
Vi- Volume de agua de lavagem	74,22	m <sup>3</sup>
Vd- Volume de uma descarga de fundo	2,95	m <sup>3</sup>
Vr-Volume de retorno do leito	1,00	m <sup>3</sup>

Vt- Volume total = Vi + Vd + Vr	78,17	m <sup>3</sup>
---------------------------------	-------	----------------

CAPACIDADE ADOTADA DO TANQUE DE EQUALIZAÇÃO	80,00	m <sup>3</sup>
---	-------	----------------

**2. Decantador**

T-Periodo de 1 ciclo de duração da carreira dos filtros da ETA	72,00	h
Condição Critica para os Filtros (Ccr) = T / Nf	24,00	h/unid
Qr = Vazão de Regularização em m <sup>3</sup> /h = Vt / Ccr	3,26	m <sup>3</sup> /h
Vu - Intervalo Útil - Vi + Vd	77,17	m <sup>3</sup>
Txa - Taxa de aplicação adotada	20,00	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia
Vd- Volume diario = Qr x T	234,50	m <sup>3</sup>
Ad - Area do Decantador = Vd/Tax	11,72	m <sup>2</sup>
Comprimento	6,00	m
largura	2,50	m
Ad - Area do Decantador adotada	15,00	m <sup>2</sup>
Profundidade minima	2,40	m

**3. Dimensionamento do Leito de Secagem**

Volume Gasto na Lavagem ( VTOTAL )		78,17	m <sup>3</sup>
Altura Útil do Leito de Secagem	H	1,20	m
Área Total Necessária ( AT )	V/H	65,14	m <sup>2</sup>
Número de Células do Leito de Secagem	N	2,00	unid.
Área Necessária TOTAL( AT. )	Acel x N	68,00	m <sup>2</sup>
Área Projetada p/cada Célula ( Acel. )		34,00	m <sup>2</sup>
Comprimento 01 ( L1 )		8,00	m
Comprimento 02 ( L2 )	Acel. / L1	4,25	m



## 7.0. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1.0 NORMAS GERAIS PARA TODOS OS MATERIAIS

#### Condições Gerais

Todos os materiais que se utilizem nas obras deverão cumprir as condições estabelecidas neste capítulo, e deverão ser aprovados pela Fiscalização.

A aceitação, em qualquer momento, de um material, não será obstáculo para que seja rejeitado no futuro, se forem verificados defeitos de qualidade ou uniformidade.

Será obrigação da Empreiteira avisar à Fiscalização da chegada dos materiais que serão utilizados, com antecedência suficiente ao momento de seu emprego, para que se possa executar os ensaios necessários.

A tomada de amostras para os ensaios deverá ser feita pela Fiscalização ou pelos representantes autorizados, de acordo com as normas destas Especificações e as do ensaio que se vai realizar.

Todos os tipos de amostras de materiais (inclusive o concreto para a confecção dos corpos de prova) destinadas a exames e ensaios, serão fornecidos pela Empreiteira, às suas expensas, devendo o mesmo tudo facilitar. Tal procedimento é extensivo aos testes de comprovações de escalas, medidas e qualquer outro dispositivo que se utilize. Os ensaios, exceto indicação em contrário nas presentes Especificações, estarão a cargo da Fiscalização.

Os materiais serão armazenados tendo assegurada a conservação de suas características e aptidões para seu emprego na obra e facilitando a sua inspeção. Quando se considerar necessário, deverão ser colocados sobre plataformas de madeira ou outras superfícies limpas e adequadas e não sobre o terreno ou, quando se indique nestas Especificações, deverão ser colocados em depósitos protegidos da intempérie.

Todo o material que não cumpra as Especificações, ou que tenha sido rejeitado, será retirado da obra imediatamente, salvo autorização expressa da Fiscalização.

A não ser que se especifique o contrário, em todos os casos a determinação de percentagem referir-se-á a pesos.

As referências que se façam de peneiras nestas Especificações, a menos que se especifique de outra maneira, serão as da série ASTM.

De modo geral, são válidas todas as prescrições das Instruções, Especificações ou Normas Oficiais que regulamentam a recepção, transporte, manipulação ou emprego de cada um dos materiais que se utilizem nas obras deste projeto.

O transporte, a manipulação e o emprego dos materiais far-se-ão de tal forma que não se alterem suas características, nem sua forma ou dimensões.

### 3.1.2 Transporte e Armazenamento

Os veículos a serem utilizados no transporte deverão ser adequados aos diversos tipos de materiais a transportar.

As operações de carga e descarga serão procedidas com cuidado, por pessoal habilitado e utilizando equipamentos e/ou ferramentas adequadas. Quando se tratar de tubos com diâmetro superior a 300mm, estas operações serão efetuadas com auxílio de equipamentos.

Os materiais deterioráveis serão armazenados em local coberto, protegido contra a umidade e outros agentes nocivos às suas qualidades.

Materiais duráveis poderão ser armazenados ao tempo, mas em local destinado a esse fim e cercado.

## TERRAS

### Formas de Utilização

O destino de todos os materiais escavados será fixado pela Fiscalização, quer sejam turfas, húmus, terra vegetal, materiais de demolição e os demais materiais recusados pela Fiscalização e os reaproveitáveis.

Sempre que seja possível, todos os materiais não recusados que se obtenham das escavações serão utilizados na execução de aterros ou sobrecargas de aterros ou enchimentos, transportando-se diretamente da zona de escavação à de utilização mais próxima.

Irão para depósitos, para utilização posterior, aqueles materiais que a Fiscalização selecione e que não se possa transportar diretamente ao local de emprego.

A Fiscalização poderá utilizar os materiais recusados, sempre que possível sem depósito intermediário, para a ampliação ou melhorias de áreas carentes de entulho e que de alguma forma venham beneficiar a comunidade.

Os lugares de depósitos serão fixados pela Fiscalização, bem como a forma e o volume de cada depósito para facilitar as operações de construção e medição que sejam necessárias.

Em qualquer caso, os materiais depositados deverão estar separados por tipo de material escavado.

#### Materiais para Aterros Compactados

Os materiais a empregar em aterros serão, em geral, os produtos procedentes das escavações realizadas na obra, ou dos locais de empréstimo especificados no projeto ou autorizados pela Fiscalização.

A aprovação de uma área de empréstimo não significa que todo o material existente seja adequado para a construção dos aterros. Somente os materiais adequados de tais áreas, aprovados pela Fiscalização, poderão ser lançados nos aterros.

Materiais com características insatisfatórias como raízes, gramas, matéria orgânica ou outros materiais perecíveis ou prejudiciais, não deverão ser utilizados. Materiais inadequados,

lançados nos aterros, não serão pagos e deverão ser removidos e substituídos às custas da Empreiteira.

Proíbe-se o emprego de solos ou rochas com teor de sulfato expresso em SO<sub>3</sub> superior a 0,2% em aterros e enchimentos em contato com obras de concreto de qualquer tipo.

#### Materiais para Preenchimento

O material procedente de escavações poderá ser utilizado no preenchimento de valas ou cavas de fundações, sempre que o dito material cumpra as condições exigidas neste item.

Quando o material procedente das escavações não for adequado para o preenchimento para valas, ou seja, preciso estender um aterro prévio antes de escavar a vala, tomar-se-á material de empréstimo, estando este composto de areias e pedregulhos sílicos, limpos, naturais ou procedentes de britagem, com a dosagem granulométrica em peso compreendida dentro dos seguintes limites:

MALHA	% QUE PASSA
2"	100
1"	95 – 100
Nº 4	60 – 100
Nº 2	0 – 50
Nº 2000	– 20

Nas zonas em que o fundo de vala se encontre abaixo do lençol freático ou naquelas em que, a juízo da Fiscalização, se precise de uma drenagem eficiente, empregar-se-á um material composto de pedra britada (pedrisco e/ou brita nº 1) e areias sílicas resistentes à água e ciclos atmosféricos e com a dosagem granulométrica em peso compreendida dentro dos seguintes limites: