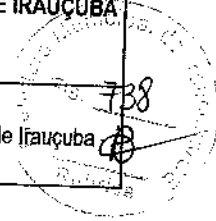
 JOTA BARROS PROJETOS E ACESSORIA	DOCUMENTO :	PROJETO :
	Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE IRAUCUBA
	DATA :	
	30/10/2023	DESCRIÇÃO :
REVISÃO : 1	Dimensionamento da Estação Elevatória de Esgoto EEE 03 no município de Irauçuba	
FOLHAS: 15	Bacia C (2023-2043)	



I - RESUMO

Estão apresentados a seguir os resultados do dimensionamento para o Poço de Sucção, Estação Elevatória e Linha de Recalque. Os valores a serem adotados são os que seguem:

i - Poço de Sucção

Volume	9,60 m ³
Área	8,00 m ²
Cota do NA máximo	142,13 m
Cota do NA mínimo	140,93 m
Tempo de Detenção Máximo	9,05 minutos
Número Máximo de Partidas do Motor por Hora	5,31 partidas/hora

ii - Estação Elevatória

	20 anos
Número de Bombas Funcionando Simultaneamente (1)	1,00 bomba(s)
Vazão em cada conjunto Motor-Bomba	56,73 l/s
Vazão Total da Estação Elevatória	56,73 l/s
Altura Manométrica Total	20,17 m
Rendimento do Sistema	61,95%
Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba	40,00 cv
Potência Comercial da Estação Elevatória	40,00 cv

iii - Linha de Recalque

Material da Tubulação	PVC DEFoFo
Vazão na Tubulação	56,73 l/s
Comprimento da Tubulação	2520,92 m
Diâmetro da Tubulação	250 mm

iv - Tratamento preliminar

Dimensões do canal de acesso à grade	(BxL)	0,41	x	0,90	m
Inclinação da grade					
Dimensões da caixa de areia	2 canais de (BxLxH)	0,60	x	3,50	x 0,40 m
Dimensões do leito de secagem	2 células de (BxLxH)	0,60	x	2,50	x 0,30 m
Calha parshall adotada				3"	

Margery Brachina Leite Tavares
 JOTA BARROS PROJETOS E ACESSORIA
 Rua: ...
 ...

2. VAZÕES AFLUENTES

As vazões afluentes à elevatória EE-03, relativas à sub-bacia de esgotamento C, são as abaixo apresentadas:

ETAPA	ANO	VAZÃO (l/s)		VAZÃO (m³/h)		VAZÃO (l/s)	
		Média	Máx.	Média	Máx.	Min.	adotada
0	2023	20,42	40,70	73,51	146,52	16,49	16,49
10 ANOS	2033	24,50	48,04	88,20	172,94	18,53	18,53
20 ANOS	2043	29,47	56,99	106,09	205,16	21,01	21,01



3. SELEÇÃO DOS DIÂMETROS

Os diâmetros das tubulações foram selecionados a partir da fórmula de Bresse, sendo os diâmetros do barrilete e linha de recalque adotados em função de uma melhor condição de velocidade, considerando o limite de 3,0 m/s para o barrilete e 2,5m/s para a linha de recalque, bem como em função do limite de perda de carga unitária (J) de 0,008 m/m, conforme abaixo:

Trecho	D analisado (mm)	Velocidade (m/s)	J (m/m)	D adotado (mm)
		20 ANOS		
Barrilete	200	1,81	0,0144	250
	250	1,16	0,0049	
Linha de recalque	200	1,81	0,0144	250
	250	1,16	0,0049	

4. DADOS DAS TUBULAÇÕES

Trecho	D (mm)	Material	Coef. rugosidade-K (mm)		Extensão (m)
			Inicial	Final	
Barrilete	250	fofo	0,25	0,30	10,67
Linha	250	defofo	0,06	0,06	2520,92

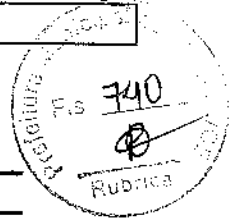
5. NÍVEIS DE PROJETO

Terreno na elevatória:	145,30 m
Cota de fundo do PV de chegada	142,86 m
Cota mais alta da linha de recalque:	148,74 m
NA máximo no poço:	142,13 m
NA mínimo no poço:	140,93 m
Desnível geomérico (recalque):	7,81 m
Nível do fundo do poço:	139,53 m

6. PERDAS DE CARGA E ALTURA MANOMÉTRICA

i. Singularidades:

Apresenta-se na planilha a seguir, a quantificação das singularidades consideradas no cálculo das perdas de carga localizadas.



Peça	K	Sucção		Barrilete		Linha	
		Unitária	Total	Unitária	Total	Unitária	Total
Curva de 90 graus	0,40		0,00	2	0,80	8	3,20
Curva de 45 graus	0,20		0,00		0,00	5	1,00
Curva de 22 graus	0,10		0,00		0,00	5	0,50
Curva de 11 graus	0,03		0,00		0,00	9	0,27
Entrada de tubulação	0,50		0,00	1	0,50		0,00
Válvula de retenção	2,50		0,00	1	2,50		0,00
Saída de canalização	1,00		0,00		0,00	1	1,00
Junta de desmontagem	0,50		0,00	1	0,50		0,00
Válvula de gaveta	0,20		0,00	1	0,20		0,00
Tê passagem direta	0,60		0,00	1	0,60	2	1,20
Ampliação	0,30		0,00	1	0,30		0,00
TOTAIS			0,00		5,40		7,17

ii. Perdas de Carga Totais:

Nas planilhas a seguir apresenta-se o cálculo das perdas de carga distribuídas e localizadas, além das alturas manométricas resultantes, para curva do sistema.

20 anos									
Vazão (l/s)	Perda de carga (m)								AMT (m) Recalque
	Sucção			Barrilete		Linha		Total Linha + Trav	
	Localizada	Distribuída	Total	Local.	Dist.	Local.	Dist.		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81
20,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,06	1,63	1,75	9,56
40,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,03	0,24	5,92	6,38	14,19
56,73	0,00	0,00	0,00	0,37	0,06	0,49	11,44	12,36	20,17
60,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,07	0,55	12,73	13,76	21,57
80,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,12	0,97	22,02	23,85	31,66
100,00	0,00	0,00	0,00	1,14	0,19	1,52	33,79	36,64	44,45

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total. O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção.

A altura manométrica total para 20 anos será de : 20,17 mca

Marjory Barbosa de Tavares
 Engenheira Civil
 Rua...
 ...

7. CURVAS DO SISTEMA E DA BOMBA

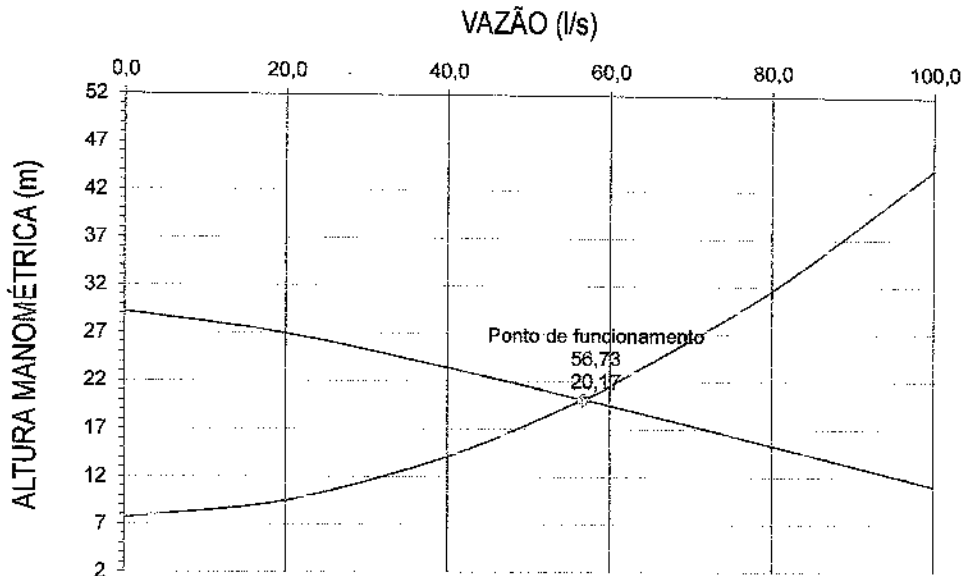
Horizonte de 20 anos

Q	AMT (m)		Q
	Sistema	Bomba	
0,0	7,81	29,25	0,0
20,0	9,56	27,00	72,0
40,0	14,19	23,41	144,0
56,7	20,17	20,17	204,2
60,0	21,57	19,54	216,0
80,0	31,66	15,39	288,0
100,0	44,45	11,09	360,0

_____ Curva do sistema
 _____ Curva da bomba
 Modelo EBARA-200DL630

Ponto de funcionamento

Q AMT
 56,73 20,17



7. CÁLCULO DA POTÊNCIA DAS BOMBAS

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

Ft = Fator de serviço

Q_{máx} = Vazão de bombeamento Etapa

AMT = Altura Manométrica Total etapa

N_b = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

h = Rendimento do conjunto motor-bomba

Desta forma, tem-se que a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

P_b = Potência instalada para a bomba

—	
1,10	
0,05673	m³/s
20,17	m
1	motor(es)
61,95	%
27,09	cv
20	anos

Margary Beatriz dos Santos
 Engenheira Civil
 Rua...
 Eng.º de Sanitária nº 100 - A - 01047-001

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

40,00	cv
40,00	cv
20	anos

Potência comercial total da estação elevatória:



i. Resumo da bomba calculada

Etapa	20 anos
Tipo	submersível
Config.	1+1R
Pot.(KW)	29,41
Pot.(adot-CV)	40,00
Vazão (l/s)	56,73
AMT (m)	20,17
Rendimento	61,95%

ii. Determinação do Conjunto Motor-bomba

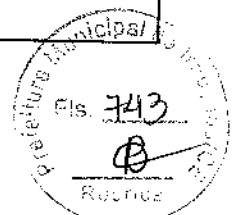
O conjunto motobomba calculado, a partir das curvas do sistema, é o especificado abaixo:

Em anexo são apresentados os dados técnicos e dimensionais desse conjunto.

OBS: Como a variação da vazão máxima da 1ª para a 2ª etapa é inferior a 20%, adotaremos o dimensionamento para 2ª etapa.

Descrição	20 anos
Tipo	submersível
Config.	3+1R
Pot.(KW)	29,41
Vazão (l/s)	56,73
AMT (m)	20,17
Rotação	1800rpm
Frequencia	60hz
Rendimento	61,95%
Marca/modelo	EBARA-200DL630

iii. Cálculo do NPSH disponível do Conjunto Motor-bomba



$$NPSH_{disponível} = \pm H + \frac{P_a - P_v}{\gamma} \times 10 - h_f$$

Onde:

+H – carga ou altura de água na sucção (entrada afogada)

-H – altura de aspiração

P_a – pressão atmosférica no local

P_v – pressão de vapor

γ - peso específico

h_f – soma de todas perdas de carga na sucção

Cota da sucção	139,53 m
Cota do nível mínimo no poço	140,93 m
H	1,40 m
P_a (900m alt)	1 kgf/cm ²
P_v (24 °C)	0,03 kgf/cm ²
γ	1,00 kg/L
h_f	0,00 m
NPSHd	10,40 m
NPSHr	- m

8. CÁLCULO DO VOLUME DO POÇO DE SUCÇÃO

O volume útil mínimo do poço de sucção foi determinado, de acordo com a expressão apresentada abaixo, em função do intervalo de tempo entre partidas, que deve ser de no mínimo 10 minutos, valor comumente empregado em projetos do gênero.

i. Volume útil

Para o cálculo do volume útil mínimo considerou-se a vazão máxima de final de plano, por representar a situação mais desfavorável em relação ao tempo de ciclo.

$$V_u = \frac{Q \cdot T}{4}$$

onde: V_u : vol. útil mínimo do poço de sucção

Q : vazão de bombeamento (m³/min) =

3,40

T : tempo de ciclo (min) =

10,0

Com a vazão de bombeamento e um tempo de ciclo de 10 min. temos um volume útil de:

$$V_u (m^3) = 8,51$$

O volume útil de projeto do poço, em função da máxima coluna d'água e da sua projeção horizontal, é calculado segundo a expressão:

$$V_p (m^3) = (N_{Máx} - N_{Mín}) \cdot S_{eção} \text{ do poço de sucção}$$

onde: Largura (m)

2,00

Marjory Barbara Leite Tavares

Eng. Análise de Estr. III

11.000.000-00/0001-0000

Eng. Tavares - CREA/SP 101.101/10

Comp (m)	2,00
Quant	2,00
Seção (m ²):	8,00
NA máximo:	142,13
NA mínimo:	140,93



Para as condições geométricas definidas temos como resultado o seguinte volume útil de projeto:

Vp (m ³)	9,60
----------------------	------

Portanto define-se o volume de útil de projeto acima apresentado, uma vez que satisfaz a condição:

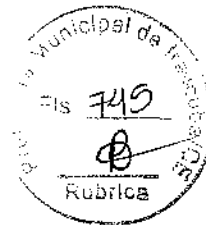
$$V_p > V_u$$

ii. Volume efetivo

O volume efetivo do poço de sucção é o volume compreendido entre o nível médio de operação das bombas e o fundo do poço, sendo o seguinte:

$$Ve (m^3) = (NA_{med} - NA_{fundo}) \cdot Seção \text{ do poço de sucção}$$

onde: Largura (m):	2,00
Comp (m):	2,00
Quant:	2,00
Seção (m ²):	8,00
NA medio:	141,53
NA fundo:	139,53



$$Ve (m^3) \quad 16,00$$

iii. Verificação do tempo de detenção

O tempo de detenção é definido pela seguinte expressão:

$$t = \frac{Ve}{Qm}$$

onde: t: tempo de detenção (min)

Ve: vol. efetivo do poço (m³) =

16,00

Qm: vazão média (m³/min) =

1,77

Para os dados de projeto, já definidos e apresentados, o tempo de detenção resulta em:

$$t \text{ (min.):} \quad 9,05$$

Portanto o valor obtido é considerado válido por satisfazer a condição:

$$t < 30 \text{ minutos}$$

iv. Número de Partidas

Para a determinação do tempo entre duas partidas consecutivas, considerou-se:

$$Tp = \frac{Vp}{Qa} + \frac{Vp}{Q - Qa}$$

onde: Tp: tempo de partida (min)

Vp: vol. útil projetado do poço (m³)

Qa: vazão afluenta (m³/min)

1,77 m³/min

Q: vazão de bombeamento (m³/min)

3,40 m³/min

Para as vazões mais desfavoráveis, correspondentes à metade das vazões de bombeamento, tem-se os seguintes tempos de partida:



Etapa	Q. bomb. (l/s)	Tp (min)	N (part./hora)
20 anos	28,37	11,30	5,31

Os tempos de partida resultantes são considerados válidos por satisfazerem a condição:

$T_p > 10$ minutos

9. CÁLCULO DO DISPOSITIVO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO

i. Cálculo das alturas

Calha parshall adotada	3"
h_{min}	0,22 m
h_{med}	0,31 m
h_{max}	0,48 m

ii. Cálculo do Rebaixamento (z)

z	0,11 m
---	--------

10. CÁLCULO DA CAIXA DE AREIA

i. Largura (b)

b	0,51 m
Largura adotada - 2 canais de	0,60 m

ii. Velocidade Média (v)

A velocidade do fluxo adotada na caixa de areia e calha Parshall foi de	0,30 m/s
---	----------

iii. Comprimento (L)

O comprimento da caixa de areia é estimado a partir da velocidade média do fluxo (em torno 0,30m/s) e da velocidade de sedimentação (valor médio para partículas de 0,2mm igual a 0,02m/s) adotando-se um fator de garantia devido ao efeito da turbulência, podendo ser estimado em função de h pela equação $v_1 \cdot h = L \cdot v_2$.

Comprimento adotado	3,50 m
---------------------	--------

iv. Armazenamento de areia

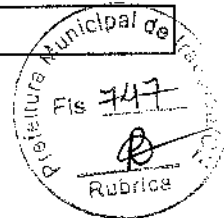
Sugere-se que seja executada a limpeza da caixa de areia a cada 15 dias.

A taxa de areia adotada foi de $0,040\text{m}^3/1000\text{m}^3$ de esgoto. Sendo assim, tem-se:

Volume de areia a ser removido (VA)

VA

1,528 m^3



v. Profundidade (hd)

hd 0,36 m

hd (adotada) 0,40 m

DADOS ANALÍTICOS DA CAIXA DE AREIA

Q (l/s)	h (m)	h - z (m)	S = (h-z) x b (m ²)	v (m/s)
21,01	0,22	0,11	0,0671	0,31
29,47	0,31	0,20	0,1211	0,24
56,99	0,48	0,37	0,2246	0,25

v entre 0,15 e 0,4m/s
v entre 0,15 e 0,4m/s
v entre 0,15 e 0,4m/s

vi. Cálculo da Taxa de aplicação Superficial (T)

T

1212,48 $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$

11. CÁLCULO DO LEITO DE SECAGEM

Volume da Caixa de areia	V	0,84 m^3
Altura util do leito	H	0,30 m
Area total necessária	A= V/H	2,80 m^2
Numero de celulas do leito de secagem	N	2 unid
Area necessária para cada celula	A/N	1,40 m^2
Comprimento adotado para cada célula		2,50 m
Largura adotada para cada célula		0,60 m
Área adotada para cada célula		1,50 m^2

12. CÁLCULO DA GRADE

i. Dados da grade

s = Seção das barras da grade	3/8" x 1/8" mm
l = Espessura das barras	10 mm
d = Espaçamento entre barras	25 mm
Vg = Velocidade através da grade	0,6 m/s
a = inclinação das barras	45 graus
t = tempo de detenção no canal da grade	3 segundos

Marjory Barbara Brito Tavares
Engenheira Civil
Rua...
1117 Av. ...

As grades são dispositivos formados por barras metálicas, paralelas, de mesma espessura e igualmente espaçadas. Destinam-se à remoção de sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes. Tem a finalidade de proteção dos equipamentos do sistema de esgotamento (R. C. Souto - 1990).

Neste projeto, optou-se por uma grade média, com seção transversal de 10mm x 50 mm, com espaçamento de 25 mm e com inclinação de 45° com a horizontal.



ii. Verificação da velocidade do fluxo entre as barras

A área útil é a razão entre a vazão máxima afluente e a velocidade do escoamento entre as barras. Valores ideais para a velocidade do fluxo entre as barras devem estar entre 0,40 e 0,75 m/s.

$$A = \frac{Q}{V_g}$$

Onde:

A = Área útil da grade	---
Q _{máx} = Vazão máxima afluente	0,0570 m ³ /s
V _g = Velocidades através da grade	0,6 m/s

O resultado deste cálculo é:

A = Área útil da grade	0,095 m ²
------------------------	----------------------

iii. Cálculo da eficiência da grade

O termo eficiência da grade tem sido expresso pela equação abaixo. Esta eficiência foi tabelada por Azevedo Netto em 1973 e é função da espessura das barras e do afastamento entre elas.

$$E = \frac{d}{d + l}$$

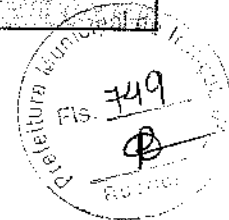
Onde:

E = Eficiência da grade segundo Azevedo Netto	---
l = Espessura das barras	10 mm
d = Espaçamento entre barras	25 mm

A eficiência assim calculada foi

E = Eficiência da grade segundo Azevedo Netto	0,71
---	------

iv. Cálculo da área da seção do canal da grade



A área da seção do canal da grade pode ser expressa em função da eficiência das grades.

$$A_c = \frac{A_u}{E}$$

Onde:

A_c = Área da seção do canal da grade

A_u = Área útil da grade

0,095 m²

E = Eficiência da grade segundo Azevedo Netto

0,714 mm

Desta forma, a seção do canal da grade terá a seguinte área:

A_c = Área da seção do canal da grade

0,133 m²

v. Cálculo da velocidade no canal de acesso à grade

A velocidade no canal de acesso à grade pode ser expressa pela equação a seguir:

$$V_o = \frac{Q_{\max}}{A_c}$$

Onde:

V_o = Velocidade do fluxo no canal de acesso à grade

Q_{\max} = Vazão máxima afluyente

0,0570 m³/s

A_c = Área da seção do canal da grade

0,13 m²

O resultado assim obtido foi:

V_o = Velocidade do fluxo no canal de acesso à grade

0,43 m/s

vi. Cálculo do comprimento do canal de acesso à grade

Segundo R. C. Souto (1990), o comprimento do canal de acesso deve ser tal que evite o turbilhonamento junto à grade.

Este comprimento é função do tempo de detenção adotado para este canal e da vazão média afluente.

Ver equação a seguir:

$$L_g = \frac{t \cdot Q_{med}}{A_c}$$

Onde:

L_g = Comprimento do canal de acesso à grade

Q_{med} = Vazão média afluente

0,0295 m³/s

t = tempo de detenção no canal da grade

3 segundos

A_c = Área da seção do canal da grade

0,1330 m²

Logo o comprimento do canal é:

L_g = Comprimento do canal de acesso à grade

0,665 m

$L_g A$ = Comprimento do canal de acesso à grade Adotado

0,900 m



vii. Perda de carga na grade

Segundo E. P. Jordão (1995), a determinação da perda de carga na grade de barras deverá considerar o modelo selecionado, o tipo de operação de limpeza, localização e detalhes construtivos. A perda de carga pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício. Ver equação a seguir:

$$h_f = 1,43 \times \frac{V_a^2 - V_b^2}{2g}$$

Onde:

h_f = Perda de carga na grade:

V_g = Velocidade através da grade

0,6 m/s

V_o = Velocidade do fluxo no canal de acesso à grade

0,43 m/s

g = Aceleração da gravidade

9,81 m/s²

A perda de carga na grade assim calculada é:

h_f = Perda de carga na grade:

0,01285 m

Como a limpeza da grade vai ser manual foi adotada h_f mínima de 0,15m.

viii. Largura teórica do canal de acesso à grade

A largura teórica do canal da grade é função da área do canal e da altura máxima da caixa de areia.

Ver equação a seguir:

$$b_g = \frac{A_c}{H_{\text{máx}} - Z}$$

Onde:

b_g = Largura teórica do canal de acesso à grade

A_c = Área da seção do canal da grade

0,133 m²

$H_{\text{máx}}$ = Altura máxima da lâmina d'água na calha Parshall

0,48 m

Z = Rebaixo da garganta da calha Parshall

0,11 m

O resultado deste cálculo é:

b_g = Largura teórica do canal de acesso à grade

0,36 m

$b_g A$ = Largura do canal de acesso à grade adotado

0,40 m

ix. Número de barras na grade

O número de barras na grade é função da largura do canal da grade, da espessura da barra e do afastamento entre elas. Ver equação abaixo:

$$N = \frac{b_g - d}{l + d}$$

Onde:

N = Número de barras na grade

$b_g A$ = Largura do canal de acesso à grade adotada

400,00 mm

l = Espessura das barras

10 mm

d = Espaçamento entre barras

25 mm

O resultado deste cálculo é:

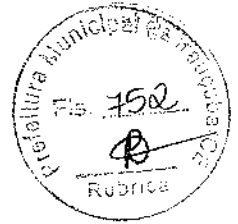
N = Número de barras na grade

11 barras



x. Largura real do canal de acesso à grade

A princípio, calcula-se a largura teórica do canal da grade para se obter o número de barras. Após esta etapa, com o número de barras calculado, a espessura da cada barra e o espaçamento entre elas, pode se obter a largura real do canal. Vale salientar que esta largura deve ser maior que o diâmetro da tubulação de chegada.



$$B_g = N \cdot (l + d) + d$$

Onde:

B _g = Largura real do canal da grade	---
N = Número de barras na grade	11 barras
l = Espessura das barras	10 mm
d = Espaçamento entre barras	25 mm

A largura do canal da grade será:

B _g = Largura real do canal da grade	410 mm
---	--------

xi. Resumo

s = Seção das barras da grade	3/8"x1/8" mm
d = Espaçamento entre barras	25 mm
a = inclinação das barras	45 graus
L _g = Comprimento do canal de acesso à grade	0,900 m
B _g = Largura real do canal da grade	410 mm
N = Número de barras na grade	11 barras

7.0 - TRANSIENTE HIDRÁULICO – LINHA DE RECALQUE 03

O diagnóstico das pressões transientes extremas foi realizado considerando-se a manobra de desligamento súbito dos conjuntos elevatórios. Esta manobra é a mais desfavorável do ponto de vista das pressões extremas. A manobra de arranque dos grupos pode ser realizada de forma controlada enquanto que o desligamento é muitas vezes involuntário, resultante da falta de energia elétrica nos motores.

Os resultados das simulações realizadas são apresentados de forma gráfica a seguir, através das envoltórias de cargas extremas ao longo sistema. Através dos resultados conclui-se que se não houverem dispositivos de proteção ocorrerão depressões ao longo da linha de recalque e que estas depressões atingirão a pressão de vapor da água.


É indispensável a implantação de dispositivos de proteção para garantir a segurança do sistema frente aos transientes hidráulicos, sobretudo para atenuar as depressões que ocorrerão na linha.

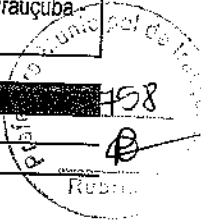
As ventosas quadrifunção deverão ser instaladas nas estacas:

- 4+0,00;
- 9+0,00;
- 14+10,00;
- 55+0,00;
- 75+10,00;
- 113+0,00.

8.0 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO



 <p>JOTA BARROS PROJETOS E ACESSORIA</p>	DOCUMENTO :	PROJETO :
	Projeto Hidráulico, Arquitetônico e Civil	
	DATA :	DESCRIÇÃO :
	30/10/2023	1
REVISÃO :	7	
FOLHAS:		



1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS

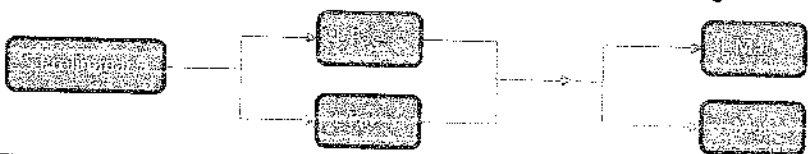
1.1 - DADOS GERAIS

P = População atendida pelo sistema	11.267 hab
Q_T = Vazão média afluente ao sistema de tratamento	29,18 l/s
T = Temperatura média anual do líquido na lagoa	28 °C
N ₀ = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema	50.000.000,00 CF/100ml
DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)	45 g/hab.dia

Configuração do sistema:

2,00 Lagoas facultativas em paralelo, seguido de

2,00 lagoas de maturação em paralelo



1.2 - DADOS P/ LAGOA FACULTATIVA

Quantidade de módulos em paralelo	2,00
Q = Vazão média afluente a cada lagoa facultativa	14,59 l/s
h _{fac} = Profundidade da lagoa facultativa	2,00 m
D _t = Declividade do talude	2,00 /1
K _{b20} = Coeficiente de remoção de DBO à 20 °C	0,17
θ = Ceficiente empírico para a equação de K _b (DBO)	1,035
K _{b20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	0,30
θ = Ceficiente empírico para a equação de K _b (CF)	1,07

1.3 - DADOS P/ LAGOAS DE MATURAÇÃO

Quantidade de módulos em paralelo	2,00
Q = Vazão média afluente a cada lagoa facultativa	14,59 l/s
n = Número de lagoas de maturação em série	1,00 lagoas
h _{mat} = Profundidade das Lagoas de Maturação	1,20 m
D _t = Declividade do talude	2,00 /1
t _{mat} = Tempo de detenção para cada lagoa de maturação (adotado)	4,50 dias
K _{b20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	0,70
θ = Ceficiente empírico para a equação de K _b	1,07

2 - DIMENSIONAMENTO DA LAGOA FACULTATIVA

2.1 - GENERALIDADES

Para o dimensionamento da Lagoa Facultativa, será utilizado o método empírico baseado na carga orgânica superficial máxima aplicada à lagoa.

Este método foi descrito por diversos autores como M. V. SPERLING, D. D. MARA e H. W. PEARSON. O critério da taxa de aplicação superficial basea-se na necessidade de se ter uma determinada área de exposição à luz solar na lagoa, para que o processo de fotossíntese ocorra.

Assim, este método baseia-se na necessidade de oxigênio para estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 1996).

2.2 - CÁLCULO DA CARGA AFLUENTE A LAGOA FACULTATIVA

A carga orgânica afluente à lagoa é a matéria orgânica dos esgotos de toda população beneficiada pelo sistema de esgotamento, definida em termos de DBO, dividida pela vazão média afluente à lagoa. Esta carga pode ser obtida através da equação a seguir:

$$S = DBO \times P / Q$$

Onde:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

DBO = Carga orgânica per capita diária (DBO per capita diária)

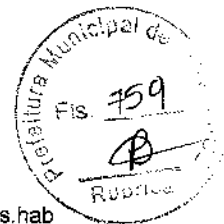
P = População atendida pelo sistema de tratamento

Q = Vazão média afluente ao sistema de tratamento

0,521 mg/s.hab

11,267 hab

14,59 l/s



Desta forma, obtém-se o seguinte resultado para a contribuição média afluente à lagoa:

S0 = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

402,19 mg/l

2.3 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA SUPERFICIAL

A carga orgânica superficial varia com a temperatura, latitude, exposição solar, altitude e outros. Locais com clima e insolação favoráveis como no nordeste brasileiro permitem taxas elevadas. Apesar da existência de inúmeras aproximações para o cálculo da carga orgânica, a taxa recomendada pela CAGECE na SPO-020 (Anexo 2) está na faixa de 100 a 350 kg/ha.dia. Dessa forma, foi adotado o valor:

λ_s = Carga orgânica superficial adotada

250,00 kg.ha.dia

2.4 - CÁLCULO DA ÁREA DA LAGOA FACULTATIVA

A área da lagoa facultativa é dada pela carga total afluente a lagoa, dividida pela carga orgânica superficial. A equação a seguir pode ser usada para este cálculo:

$$A = 10 \times S_0 \times Q / \lambda_s$$

Onde:

A_{fac} = Área da lagoa facultativa

S = Carga orgânica média do afluente (DBO afluente)

402,19 mg/l

Q = Vazão média afluente ao sistema

1.260,58 m³/dia

λ_s = Carga orgânica superficial

250,00 kg.ha.dia

A área da lagoa facultativa à meia profundidade é:

A_{fac} = Área da lagoa facultativa

20.279,70 m²

2.5 - CÁLCULO DO VOLUME DA LAGOA FACULTATIVA

O volume mínimo a ser adotado para a lagoa facultativa foi baseado na área da lagoa calculada anteriormente e na profundidade adotada. A profundidade ideal para a lagoa facultativa está entre 1,5m e 3,0m, valores comprovados por diversos pesquisadores (S. Rolim, M. V. Sperling, H. W. Pearson e D. D. Mara). Ver equação a seguir:

$$V_{fac} = A_{fac} \times h_{fac}$$

Onde:

A_{fac} = Área da lagoa facultativa

20.279,70 m²

h_{fac} = Profundidade adotada para lagoa facultativa

2,00 m

O volume da lagoa facultativa assim obtido é:

V_{fac} = Volume da lagoa facultativa

40.559,40 m³

2.6 - CÁLCULO DO TEMPO DE DETENÇÃO

O tempo de detenção é a razão entre o volume da lagoa e a vazão média afluente. Segundo S. J. Arceivala (1973), o tempo de detenção das lagoas facultativas varia de 7 a 110 dias para temperatura variando entre 5 e 25 °C. Segundo S. A. Silva (1982) o tempo mínimo de detenção pra o Nordeste do Brasil é de 6 dias. Segundo H. W. Pearson e D. D. Mara (1997) o tempo de detenção mínimo deve ser de 5 dias.

A equação a seguir pode ser utilizada para o cálculo do tempo de detenção hidráulico desta lagoa:

$$t_{fac} = V_{fac} / Q$$

Onde:

V_{fac} = Volume da lagoa facultativa

Q = Vazão média afluente ao sistema

O tempo de detenção adotado para a lagoa facultativa é:

t_{fac} = Tempo de detenção na lagoa facultativa calculado

t_{fac} = Tempo de detenção na lagoa facultativa adotado

40.559,40 m³
1.280,58 m³/dia

32,18 dias

30,00 dias



2.7 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE DBO

Segundo Mara (1976) pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de DBO pela seguinte equação empírica:

$$K_T = K_{20} \times (\theta)^{T-20}$$

Onde:

K_{20} = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,17

θ = Coeficiente empírico para a equação de K_b

1,035

T = Temperatura média do líquido na lagoa

28,00 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de DBO é:

K_T = Coeficiente da velocidade de remoção de DBO

0,22 dia⁻¹

2.8 - CÁLCULO DA CARGA ORGÂNICA DO EFLUENTE DA LAGOA FACULTATIVA

O cálculo da eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO pode ser feito através da equação a seguir:

$$a = \sqrt{1 + 4k \cdot t \cdot d}$$

$$S = S_0 \times \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 \times e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 \times e^{-\frac{a}{2d}}}$$

Onde:

S_0 = concentração de DBO total afluente (mg/L)

402,19 mg/l

K = coeficiente de remoção de DBO (d⁻¹)

0,22 dia⁻¹

t = tempo de detenção total (d)

30 dias

d = número de dispersão (adimensional)

0,7 (adotado)

a =

4,45

S = concentração de DBO solúvel efluente (mg/L)

20,52 mg/l

DBO particulada efluente

SS = concentração de sólidos suspensos efluente (adotada)

100,00 mg/l

DBO/SS = relação de DBO para sólidos suspensos (adotada)

0,35 mgDBO/mgSS

DBO_{SS} = concentração de DBO particulada efluente

35 mg/l

DBO_e = DBO efluente total = DBOsolúvel + DBOparticulada

55,52 mg/l

2.9 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DA LAGOA PARA REMOÇÃO DE DBO

$$E = 100 \times \frac{S_0 - S}{S_0}$$

E = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de DBO

86,20 %

2.10 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. Andrade Neto, S. Rolim D. D. Mara e H. W. Pearson pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

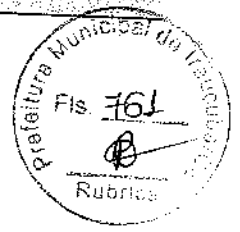
$$K_T = K_{20} \times (\theta)^{T-20}$$

Onde:

K_{20} = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C	0,30
θ = Coeficiente empírico para a equação de K_b	1,07
T = Temperatura média do líquido na lagoa	28 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

K_T = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais	0,52 dia ⁻¹
---	------------------------



2.11 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo da eficiência da lagoa facultativa na remoção de coliformes pode ser feito através da equação a seguir:

$$a = \sqrt{1 + 4k \cdot t \cdot d}$$

$$N = N_0 \times \frac{4ae^{\frac{1}{2d}}}{(1+a)^2 \times e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 \times e^{-\frac{a}{2d}}}$$

Onde:		
N_0 =	concentração de coliformes total afluyente (CF/100ml)	50000000,00 CF/100ml
K =	coeficiente de remoção de coliformes (d-1)	0,52 dia-1
t =	tempo de detenção total (d)	30 dias
d =	número de dispersão (adimensional)	0,7 (adotado)
a =		6,66
N =	concentração de coliformes efluente (CF/100ml)	399775,56 CF/100ml

2.12 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS NA LAGOA FACULTATIVA

$$E = 100 \times \frac{N_0 - N}{N_0}$$

E =	Eficiência da lagoa facultativa na remoção de coliformes	99,20 %
-------	--	---------

2.13 - DIMENSÕES DAS LAGOAS FACULTATIVAS

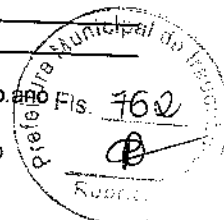
h_{fac} = Profundidade da lagoa facultativa	2,00 m
A_{fac} = Área da lagoa facultativa calculada	20.279,70 m ²
Relação comprimento/largura adotada	4
Largura adotada à meia profundidade	72,5 m
Comprimento calculado à meia profundidade	290 m
A_{fac} = Área da lagoa facultativa adotada	21.025,00 m ²
Taxa de aplicação calculada	241,14 kg.ha.dia

Largura adotada fundo	68,5 m
Comprimento calculado fundo	286 m
Largura adotada NA	76,5 m
Comprimento calculado NA	294 m

2.14 - ACUMULAÇÃO DE LODO

Taxa de acumulação anual =	0,05 m ³ /hab.ano
População de projeto =	11.267 hab
Acumulação anual =	563,325 m ³ /ano
Espessura da camada de lodo anual =	0,014 m/ano
Espessura da camada de lodo total =	0,29 m

A acumulação de lodo pode ser considerada desprezível face à profundidade de 2,0 m.



3 - CÁLCULO DA LAGOA DE MATURAÇÃO

3.1 - GENERALIDADES

As lagoas de maturação são projetadas com base no tempo de detenção hidráulica para admitir decaimento suficiente de organismos patogênicos.

3.2 - CÁLCULO DA ÁREA DAS LAGOAS DE MATURAÇÃO

As lagoas de maturação são usualmente projetadas com baixas profundidades, de forma a maximizar os efeitos bactericidas da luz solar, bem como da fotossíntese, resultando na elevação do pH. Valores comumente adotados encontram-se na faixa de 0,8 a 1,5m de profundidade (M. V. Sperling). A área de cada lagoa de maturação pode ser calculada pela seguinte equação:

$$A = t_{mat} \times Q / h_{mat}$$

Onde:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

t mat = Tempo de detenção em cada lagoa de maturação

Q = Vazão média afluyente ao sistema

4,50 dias
1.260,58 m³/dia

hmat = Profundidade das Lagoas de Maturação

1,20 m

Através deste cálculo obtém-se o seguinte resultado:

A mat = Área de cada lagoa de maturação

4.727,16 m²

3.3 - DEFINIÇÃO DAS DIMENSÕES DA LAGOA

t mat = Profundidade da lagoa maturação	1,20 m
A mat = Área da lagoa maturação calculada	4.727,16 m ²
Largura adotada NA	68,4 m
Comprimento adotado NA	74,9 m
Largura adotada fundo	63,6 m
Comprimento adotado fundo	70,1 m
Largura adotada à meia profundidade	66 m
Comprimento adotado à meia profundidade	72,5 m

A mat = Área da lagoa maturação adotada

4.785,00 m²

Será adotada uma chicana longitudinal, de forma que tem-se o comprimento total e largura resultante:

Quantidade de chicanas =

Quantidade de trechos =

L =

B =

Relação L/B =

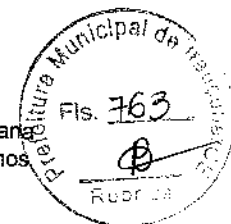
4 chicanas

5 trechos

362,5 m

13,20 m

27,46



3.4 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DISPERSÃO

Adotando-se a fórmula de Yanez (1993), tem-se:

$$d = \frac{(L/B)}{-0,261 + 0,254 \times (L/B) + 1,014 \times (L/B)^2}$$

Onde:

L = comprimento total

B = largura

d = coeficiente de dispersão

362,50 m

13,20 m

0,04

3.5 - CÁLCULO DO COEFICIENTE DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

Segundo diversos autores como C. O. ANDRADE NETO, S. ROLIM, D. D. MARA e H. W. PEARSON, pode-se estimar o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais pela seguinte equação empírica:

$$K_T = K_{20} \times (\theta)^{T-20}$$

Onde:

K₂₀ = Coeficiente de remoção de Coliformes Fecais à 20 °C

θ = Coeficiente empírico para a equação de Kb

T = Temperatura média do líquido na lagoa

0,70

1,07

28 °C

Desta forma, tem-se que o coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais é:

K_T = Coeficiente da velocidade de remoção de coliformes fecais

1,20 dia⁻¹

3.6 - CÁLCULO DO NÚMERO DE COLIFORMES FECALIS NO EFLUENTE

O cálculo da eficiência da lagoa de maturação na remoção de coliformes pode ser feito através da equação a seguir:

$$a = \sqrt{1 + 4k \cdot t \cdot d}$$

$$N = N_0 \times \frac{4ae^{\frac{1}{2a}}}{(1+a)^2 \times e^{\frac{a}{2d}} - (1-a)^2 \times e^{-\frac{a}{2d}}}$$

Onde:

N₀ = concentração de coliformes total afluente (CF/100ml)

399775,56 CF/100ml

K = coeficiente de remoção de coliformes (d-1)

1,20 dia-1

t = tempo de detenção total (d)

4,5 dias

d = número de dispersão (adimensional)

0,04

a =

1,33

N = concentração de coliformes efluente (CF/100ml)

3766,55 CF/100ml

A concentração de coliformes efluente atende à resolução COEMA 02/2017 que descreve o limite de 5000CF/100ml

3.7 - CÁLCULO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS NA LAGOA DE MATURAÇÃO

$$E = 100 \times \frac{N_0 - N}{N_0}$$

E = Eficiência da lagoa facultativa na remoção de coliformes

99,06 %

Margary Barbosa Leite Tavares

ATA BARRAS PROJETOS

Margary Barbosa Leite Tavares

Eng^o Ambiental e Sanitarista CREA 348470-0E

4. EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

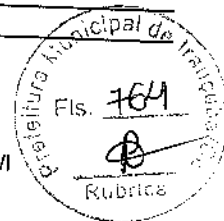
4.1 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE DBO

Considerou-se que a DBO efluente da lagoa facultativa encontra-se estabilizada.
Dessa forma, a eficiência de remoção de DBO do tratamento é a mesma da eficiência da lagoa facultativa:

S = Carga orgânica do efluente final

eDBO = Eficiência do sistema para remoção de DBO

55,52 mg/l
86,20 %



4.2 - EFICIÊNCIA GERAL NA REMOÇÃO DE COLIFORMES FECALIS

$$E = 100 \times \frac{N_0 - N}{N_0}$$

Onde:

N_0 = Número de coliformes fecais do afluente ao sistema

N = número de coliformes fecais que realmente saem do sistema

50.000.000,00 CF/100ml
3.766,55 CF/100ml

A eficiência do sistema de tratamento na remoção de coliformes fecais foi:
eCF = Eficiência do sistema para remoção de coliformes fecais

99,99 %

4.3 - CALCULO DAS DIMENSÕES DAS LAGOAS

Calculado	A calculada	L adot	C adot	proporção	Teste	
F	20.279,70	72,50	290,00	4,00	ok	21025,00
M	4.727,16	66,00	72,50	1,10	ok	4785,00

Adotado	A	L	C
F	20.279,70	82,00	162,00
M	4.727,16	31,00	163,00

5 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Sistema Empregado: SÉRIE DE 1 LAGOA FACULTATIVA E 1 LAGOA DE MATURAÇÃO COM CHICANA

Lagoa Facultativa

Vazão de dimensionamento	14,59 l/s
Carga orgânica aplicada	506,9925 kg.DBO/dia
Taxa de aplicação superficial	250,00 kg.DBO/há.dia
Tempo de detenção	30,00 dias
Área da Lagoa Facultativa (a meia profundidade)	21.025,00 m ²
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	72,50 m
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	290,00 m
Profundidade da Lagoa Facultativa	2,00 m
Eficiência lagoa facultativa na Remoção de DBO	86,20 %
Eficiência da lagoa facultativa na Remoção de Coliformes Fecais	99,20 %

Lagoa de Maturação

Vazão de dimensionamento	14,59 l/s
Tempo de detenção	4,50 dias
Número de Lagoas de Maturação em Série	1 lagoas
Área de cada Lagoa de maturação(a meia profundidade)	4.785,00 m ²
Largura de uma lagoa a meia profundidade (adotado)	66,00 m
Comprimento da lagoa a meia profundidade (adotada)	72,50 m
Profundidade das Lagoas de Maturação	1,20 m
Eficiência da lagoa maturação na Remoção de Coliformes Fecais	99,06 %

Sistema

Área total teórica do sistema (a meia profundidade)	51.620,00 m ²
Eficiência Total do Sistema na Remoção de DBO	86,20 %
DBO final do Sistema de Tratamento	55,52 mg/l
Eficiência Total do Sistema na Remoção de Coliformes Fecais	99,99 %
Número de Coliformes Fecais final do Sistema de Tratamento	3.766,55 CF/100ml



MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO ESTRUTURA DE CONCRETO

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE
DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO-02

JUNHO/2023



SUMÁRIO

1. OBJETIVOS	2
2. NORMAS E SOFTWARE UTILIZADO	2
3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
4. MATERIAIS / PARÂMETROS.....	3
5. AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	4
7. DIMENSIONAMENTO GEOTÉCNICO	7
8. PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA.....	9
9. ANEXO:MEMORIAS DE CÁLCULO.....	13

1. OBJETIVOS

O presente documento tem por objetivo apresentar e descrever o projeto estrutural da SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA-ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO-02, contendo a sua descrição e dimensionamento.

2. NORMAS E SOFTWARE UTILIZADO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta estrutura foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR 6118 (2014) – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;
- NBR 12655 (2015) – Concreto de Cimento Portland-Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação;
- NBR 14931 (2004) – Execução de estrutura de concreto;
- NBR 15696 (2009) – Formas e Escoramentos para estrutura de Concreto;
- NBR 6120 (2019) – Cargas para o cálculo de Estruturas;
- NBR 6122 (2019) – Projeto e execução de Fundações;
- NBR 16055(2015) – Paredes de Concreto;

SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural, dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V21.18.5.



3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

A seguir está relacionada os documentos utilizados como referência para o desenvolvimento do projeto estrutural:

- ARQUIVOS HIDRAULICOS:

SES_IRAUÇUBA_EEE02-002.004_R1-PL-02;

SES_IRAUÇUBA_EEE02-002.004_R1-PL-03;

SES_IRAUÇUBA_EEE02-002.004_R1-PL-04;

SES_IRAUÇUBA_EEE02-006_01_R0;

SES_IRAUÇUBA_EEE02-007_01_R1

- RELATORIO GEOTECNICO:



Geotécnica ST's
Quadros percentuai



RESUMO SPT's
IRAUÇUBA.docx

4. MATERIAIS / PARÂMETROS

- CONCRETO

Para toda estrutura foi utilizado o concreto CLASSE C30(30Mpa)

Peso específico=2.500kgf/m³

- MODULO DE ELASTICIDADE

O módulo de elasticidade, em tf/m², utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	AlfaE	Ecs(GPa)	Eci	Gc
C30	1	26838	30672	11183

- AÇO ARMADURA PASSIVA

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	Es(GPa)	fyk(MPa)	Massa específica(kg/m ³)	n1