



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CAPIM FINO

PIRACICABA - SP

PROJETO BÁSICO

NOVEMBRO / 2009

SEMAE – SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA
Rua XV de Novembro, 2200 - Bairro Alto - CEP 13.417-100
Fone/PABX: (19) 3403-9611

SUMÁRIO

1	ESTUDO DE CONCEPÇÃO	3
1.1	População, vazões e cargas	3
1.2	Descrição sucinta do sistema de esgotamento sanitário existente	5
1.3	Justificativa à escolha do processo	6
2	MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO	9
2.1	Descrição do fluxograma para a ETE	9
2.2	Especificações básicas da ETE	9
2.2.1	Tratamento preliminar	9
2.2.2	Sistema de alimentação do reator	10
2.2.3	Reator misto anaeróbio / aeróbio vertical	10
2.2.4	Sistema de aeração	11
2.2.5	Gerenciamento dos resíduos sólidos	12
2.2.6	Calha Parshall de saída	13
2.3	Plano de monitoramento	13
3	DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS TRATADOS	16
3.1	Grau de tratamento dos esgotos tratados	16
3.2	Verificação do atendimento aos padrões de qualidade	16
4	CUSTO OPERACIONAL	19
4.1	Detalhamento do custo operacional	19
4.1.1	Custo mensal com energia elétrica no processo (A)	20
4.1.2	Custo mensal com gerenciamento de resíduos sólidos (B)	20
4.1.3	Custo mensal com a manutenção e depreciação de equipamentos de processo (C)	21
4.1.4	Custo mensal com recursos humanos (não inclui serviços especializados) (D)	21
4.1.5	Custo mensal com insumos de processo (E)	22
4.1.6	Custo mensal monitoramento ambiental (F)	22
4.1.7	Margem de segurança para itens de consumo não previstos, dentre outros (G)	22
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
	ANEXO I – MEMORIAL DE CÁLCULO - PRÉ-DIMENSIONAMENTO PARA REATOR MISTO ANAERÓBIO/AERÓBIO VERTICAL	24
	ANEXO II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS INTERNOS DO REATOR	34
	ANEXO III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS DE PROCESSO	38
	ANEXO IV – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS	44
	ANEXO V – DESENHOS	64

1 ESTUDO DE CONCEPÇÃO

1.1 População, vazões e cargas

O município de Piracicaba possui população total de 358.108 habitantes em área de 1.368,4 km², segundo os dados do IBGE para o ano de 2007. A área de projeto corresponde ao Bairro Santa Rosa, localizada na entre a rodovia SP 127, que liga Piracicaba a Rio Claro, e a Rodovia SP 147, que liga Piracicaba à Limeira.

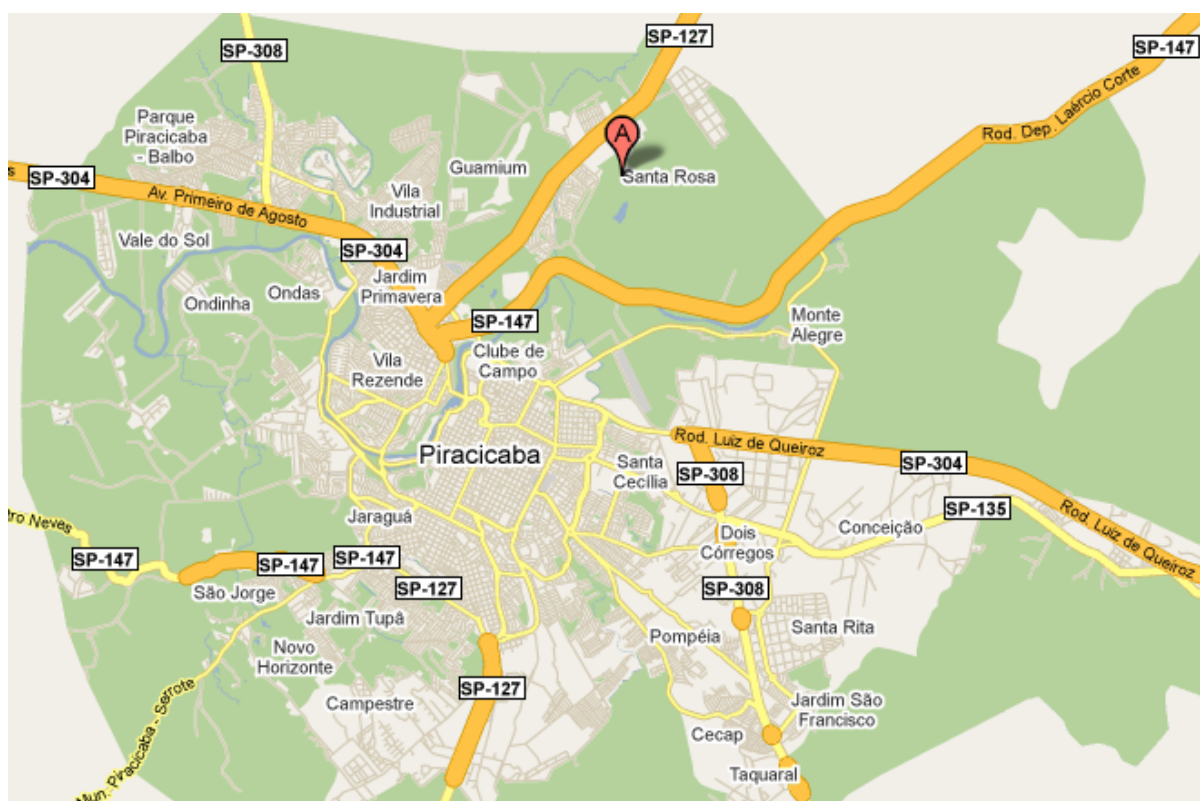


Figura 1: Croqui de localização.



Figura 1: Vista aérea do Bairro Sta Rosa, próximo ao Rio Piracicaba, na porção inferior, e à margem do córrego Capim Fino.

Estes valores foram obtidos com base nas variáveis de consumo apresentadas na tabela 5.

Tabela 1: Variáveis de consumo

Parâmetros	Valores
Consumo de água (l/habitante.dia)	180
Taxa de infiltração	0,1 l/km
Coeficiente de retorno -R	0,8
Carga orgânica - DBO (g/hab.dia)	54
Nitrogênio total - N-NTK (g/hab.dia)	8
Fósforo total – P (g/hab.dia)	1,4

As vazões e cargas de esgoto a serem encaminhadas à ETE são apresentadas na tabela 6:

Tabela 2: Estimativa de vazões, cargas e qualidade dos esgotos a serem tratados.

Parâmetros	Unidades	1ª etapa	2ª etapa	3ª etapa
População de projeto:	Nº de habitantes	10.000	20.000	30.000
Vazão média doméstica	L/s	16,7	33,3	50,0
Vazão de infiltração	L/s	2,3	4,6	6,9
Vazão média diária:	L/s	19,0	37,9	56,9
	m³/d	1.639	3.277	4.916
Vazão máxima horária	L/s	32,3	64,6	96,9
	m³/h	116,3	232,6	348,9
Vazão máxima aplicada no(s) reator(es):	L/s	24,6	48,4	72,6
	m³/d	2.088	4.176	6.264
Carga de DBO:	kg/d	540	1.080	1.620
Carga de DQO:	kg/d	1.080	2.160	3.240
Carga de NTK:	kg/d	80	160	240
Carga de fósforo:	kg/d	14	28	42
Concentração de DBO:	mg/L	330	330	330
Concentração de DQO:	mg/L	660	660	660
Concentração de Nitrogênio:	mg/L	48,8	48,8	48,8
Concentração de fósforo:	mg/L	8,5	8,5	8,5
Concentração de coliformes fecais:	NMP/100 ml	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶

1.2 Descrição sucinta do sistema de esgotamento sanitário existente

O sistema de esgotamento sanitário é operado pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba – SEMAE, que possui atualmente duas unidades de tratamento de esgoto sanitário principais: ETE Piracicamirim e ETE Tupi.

A ETE Piracicamirim possui capacidade para 90.000 habitantes e realiza o tratamento dos esgotos por meio de processo misto anaeróbio (UASB) seguido por aeróbio (lagoa aerada). Os esgotos tratados são lançados no Ribeirão Piracicamirim, classificado perante o Decreto Estadual 10.755/76 como águas doce classe 2.

A ETE Tupi possui capacidade para 6.000 habitantes e realiza o tratamento dos esgotos por meio de processo misto anaeróbio seguido por lodos ativados, mas realizados em tanque único, através da tecnologia UBOX®. Os esgotos tratados são lançados no Ribeirão Tijuco Preto, classificado perante o Decreto Estadual 10.755/76 como águas doces classe 3.

O Rio Piracicaba por sua vez está classificado perante o Decreto Estadual 10.755/76 como águas doces classe 2. A sua vazão mínima, de acordo com o Relatório do Plano de Bacias Hidrográficas 2004 a 2007 dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, equivale a 8,16 m³/s, já se descontando a parcela de vazão exportada para o sistema Cantareira.

1.3 Justificativa à escolha do processo

O município de Piracicaba possui sua malha urbana distribuída em várias sub-bacias, todas contribuintes do Rio Piracicaba. Visando o tratamento dos esgotos em um único local, torna-se necessário fazer a reversão dos esgotos entre bacias, através de estações elevatórias e linhas de recalque, situação que envolve consumo de energia. Portanto, no caso do tratamento dos esgotos realizado por meio de uma ou mais estações, em concepção denominada descentralizada, é possível obter uma maior economia na operação do afastamento dos esgotos.

Entretanto, devido à proximidade com a malha urbana, cuidados adicionais são necessários em relação à exalação de substâncias odoríferas (1), ruídos (2), aerossóis (3), proliferação de vetores transmissores de doenças, como ratos e insetos (4), além dos impactos paisagísticos (5) e de desvalorização imobiliária (6).

Frequentemente a descentralização dos sistemas de tratamento de esgotos pressupõe a necessidade de estações compactas, ou seja, que ocupem áreas reduzidas. Dentre os processos de tratamento disponíveis, destaca-se a aplicação do processo anaeróbio tipo UASB (*Upflow anaerobic sludge blanket*) seguido por lodos ativados, que está difundida no Brasil para estações de pequeno e médio porte, sendo utilizados por empresas de saneamento como a SABESP, SANASA, SANEPAR, CASAN dentre outras companhias e Autarquias Municipais.

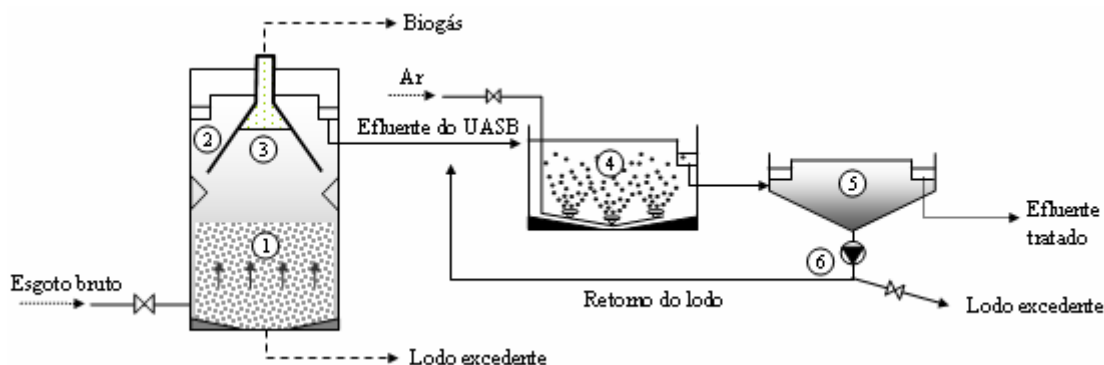
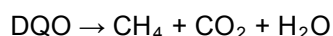


Figura 2: Concepção do processo misto com reator UASB seguido por lodos ativados: zona de digestão (1), zona de clarificação (2) e câmara de biogás (3), tanque de aerção (4), decantador secundário (5) e sistema de retorno e descarte do lodo (6).

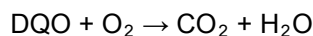
A associação destes dois processos despontou como alternativa promissora no tratamento de esgotos, por viabilizar o tratamento de esgotos com alta eficiência e baixo custo operacional, em termos de consumo de energia e disposição de resíduos sólidos, quando comparados aos sistemas totalmente aeróbios.

De uma forma simplificada, o processo biológico de tratamento do esgoto é conduzido por microorganismos que obtêm sua energia a partir da matéria orgânica presente nestes despejos. Assim, o objetivo final deste processo é converter a matéria orgânica, representada pelos parâmetros *demanda bioquímica de oxigênio* (DBO) ou *demanda química de oxigênio* (DQO), a compostos mais simples, eventualmente passíveis de serem removidos da fase líquida ou com menor potencial de causar impacto ambiental. Pela via biológica, estes processos podem ocorrer com ou sem a presença de oxigênio.

No reator anaeróbio, cerca de 65 a 75%, em média, da carga orgânica presente no esgoto, é degradada por processo biológico anaeróbio, o qual ocorre naturalmente sem consumo de energia. Este processo é representado de forma simplificada segundo a equação a seguir:



Já no processo biológico aeróbio, é necessário fornecer oxigênio ao meio líquido, situação onde ocorre o consumo de energia externa. A degradação da matéria orgânica pelo processo aeróbio é representada de forma simplificada segundo a equação a seguir:



No processo misto, a etapa aeróbia é utilizada somente para complementar o processo de tratamento, visando degradar a matéria orgânica remanescente, cerca de 20 a 30% da carga orgânica total afluente, razão pela qual o seu consumo de energia é muito inferior ao de um processo totalmente aeróbio.

A economia no consumo de energia é da ordem de 60%, quando comparado a um processo totalmente aeróbio. Outra vantagem é a menor produção de lodo. Isso se dá pelo fato da maior parcela da matéria orgânica presente no esgoto ser convertida em gás metano durante a etapa anaeróbia.

O processo misto anaeróbio com pós-tratamento possui outras variantes já empregadas em escala real, como por exemplo:

- UASB + Flotação;
- UASB + Filtro aerado submerso

No caso específico do emprego do reator UASB para o tratamento de esgotos sanitários, os principais problemas operacionais correspondem ao seguinte:

- 1) Exalação de substâncias odoríferas do processo de digestão agravados por concepção inadequada dos reatores UASB, alguns sem cobertura, até a especificação inadequada dos materiais empregados em sua construção para resistir à agressividade do gás sulfídrico.
- 2) Acúmulo de espuma e entupimento das saídas de gases e líquidos tratados;
- 3) Frequentes entupimentos no sistema de alimentação;

Recentemente estes aspectos foram levados em consideração no projeto de reatores para tratamento de esgotos, tais como o desenvolvido pela Paques B.V., cuja concepção de processo corresponde ao UASB seguido por lodos ativados, de forma verticalizada e compacta, apresentada na figura 2.

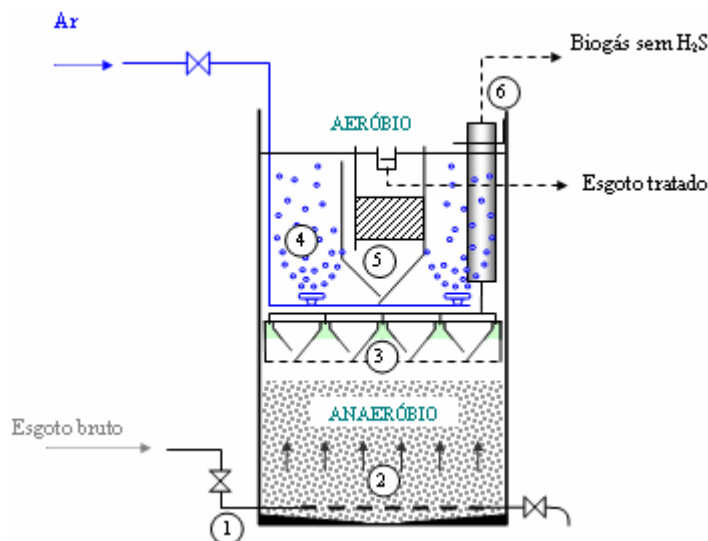


Figura 3: Concepção do reator misto anaeróbio/aeróbio vertical: Sistema de distribuição (1), zona de digestão anaeróbia (2), barreira de separação do estágio anaeróbio e separador de sólidos/líquido/biogás (3), tanque de aeração com difusores de bolha fina (4), decantador secundário lamelar de alta taxa (5) e sistema de remoção de gás sulfídrico (6).

A escolha do processo UASB seguido por lodos ativados em configuração compacta verticalizada foi norteada pelos seguintes aspectos principais:

1) REDUZIDOS IMPACTOS NA VIZINHANÇA:

- Não gera incômodos por substâncias odoríferas;
- Utiliza pouca área, refletindo em facilidade de locação e ampliação da planta;
- Permite economia no sistema de afastamento (emissários, estação elevatória de esgoto, etc).

2) BAIXO CUSTO OPERACIONAL:

- Gera baixa quantidade de lodo devido ao tratamento anaeróbio;
- Reduzido custo de manutenção dos equipamentos, por não haver peças móveis no reator;
- Baixo consumo de energia elétrica, devido ao tratamento anaeróbio.

3) DURABILIDADE E QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS:

- Tanque do reator construído em concreto com impermeabilização;
- Equipamentos em contato com gases corrosivos fabricados em polipropileno;
- Tubulações internas do processo em PEAD, polipropileno ou aço inoxidável.

4) ALTA EFICIÊNCIA:

- Remoção mínima de 90% da carga de DBO;
- Remoção mínima de 90% da carga de Sólidos em suspensão.

2 MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

2.1 Descrição do fluxograma para a ETE

O sistema proposto é composto pelas seguintes unidades apresentadas no fluxograma da figura a seguir:

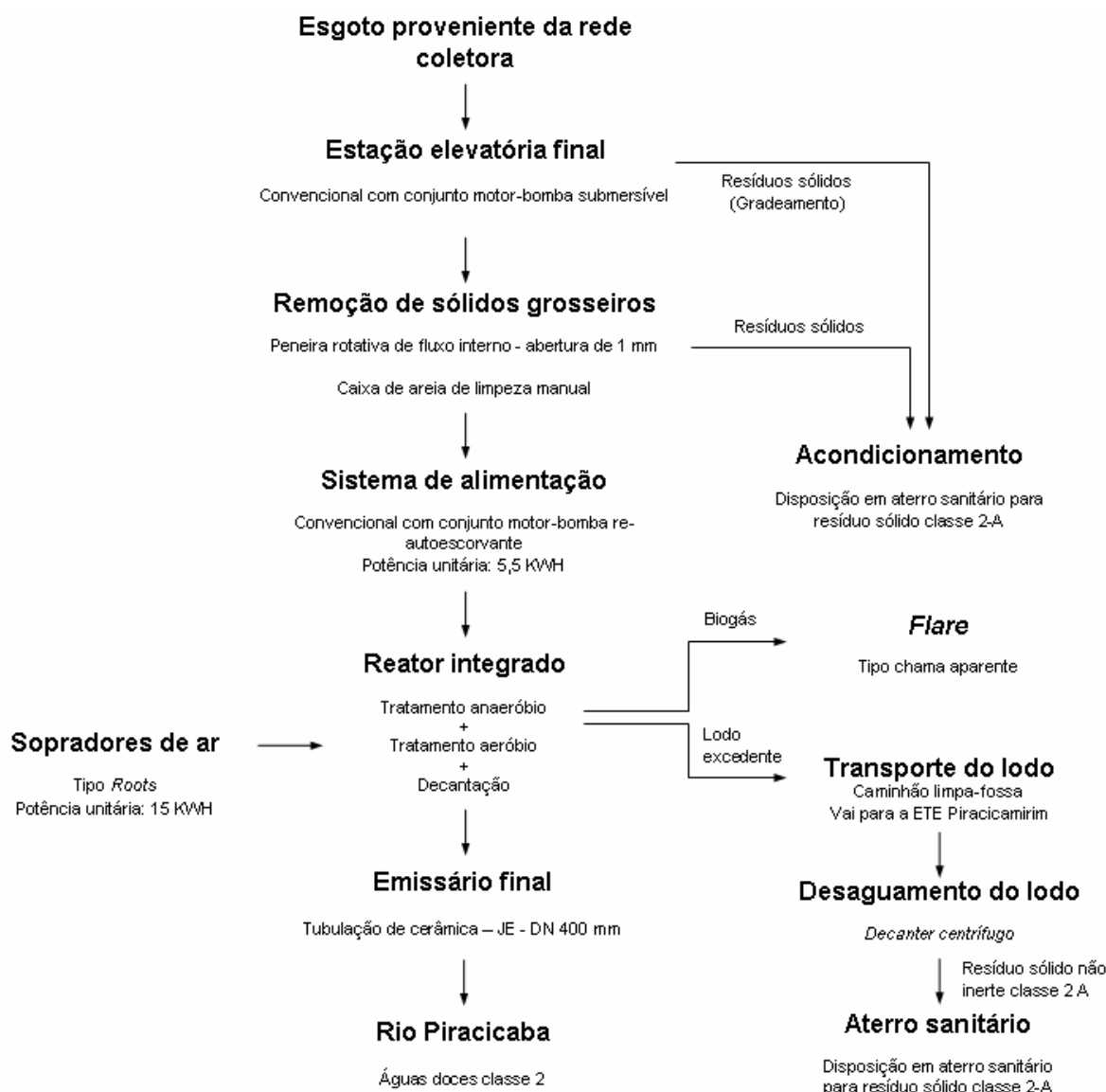


Figura 4: Fluxograma da concepção do sistema de esgotamento sanitário do bairro Santa Rosa.

2.2 Especificações básicas da ETE

2.2.1 Tratamento preliminar

Peneiramento:

Modalidade: _____ Mecanizado, com fluxo axial (ou interno)
Tambor rotativo
Abertura da malha: _____ 1 mm
Quantidade de equipamentos: _____ 1 unidade – 1ª etapa
2 unidades – fim de plano
Capacidade unitária: _____ 100 m³/h (mínimo)
Dispositivo de limpeza da tela: _____ sistema de aspersores (interno e externo)
Modelo: _____ JSPR 9/10 (120 m³/h)
(ou similar com qualidade equivalente)

Desarenação:

Modalidade: _____ canal de velocidade constante
Dimensões: _____ 1,2 x 8,0 m (largura x comprimento)
Quantidade: _____ 2 unidades – etapa única
Taxa de aplicação hidráulica: _____ $L_s = 872 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ com uma caixa em operação

Medição de vazão:

Calha Parshall: _____ garganta de 9"

2.2.2 Sistema de alimentação do reator

Esta estação será do tipo convencional, com poço seco e conjunto motor-bomba re-autoeskorvante de eixo horizontal.

Conjuntos motor bomba:

Modalidade: _____ centrífuga re-autoeskorvante de eixo horizontal
Quantidade: _____ 2 cjtS (1 em operação + 1 reserva) – 1ª etapa
4 cjtS (3 em operação + 1 reserva) – fim de plano
Capacidade: _____ 87 m³/h / altura manométrica de 15 m.c.a.
Modelo: _____ Imbil EP4 / 1.150 rpm / 7,5 cv (ou similar)

Poço de sucção:

Dimensões básicas: _____ 2,0 x 4,0 x 1,5 m (largura x comprimento x altura útil)
Volume útil: _____ 13,5 m³

Tubulações:

Diâmetro das tubulações: _____ 150 mm – sucção
100 mm – barrilete
150 mm – recalque
Material: _____ AÇO INOX – AISI 304

2.2.3 Reator misto anaeróbio / aeróbio vertical

A degradação da matéria orgânica será realizada em unidade compacta, contemplando o tratamento em nível secundário, com nitrificação simultânea, através de processo anaeróbio seguido por lodos ativados.

Quantidade de reatores: _____ 1 reator – 1ª etapa
3 reatores – fim de plano
Dimensões (1 reator): _____ 7,5 x 14,5 x 8,8 m (largura x comprimento x altura total)

Reator anaeróbio:

A redução da carga de poluição será realizada, em primeira etapa, em reator anaeróbio com eficiência prevista de 75% na remoção da carga orgânica de DBO.

Dimensões aproximadas: _____ 7,5 x 14,5 x 4,0 m (largura x comprimento x altura)
Volume útil: _____ 435 m³/reator
Tempo de detenção hidráulica: _____ 6,4 horas – média
5 horas – mínima
Carga orgânica aplicada: _____ 540 kg DBO/d. reator

Tanque de aeração:

O efluente do processo anaeróbio passará por tratamento suplementar permitindo alcançar eficiência total de 90% na remoção da carga orgânica de DBO.

Dimensões aproximadas: _____ 7,5 x 14,5 x 4,0 m (largura x comprimento x altura)
Volume útil: _____ 363 m³/reator
(descontado o volume do decantador secundário embutido no tanque de aeração)
Tempo de detenção hidráulica: _____ 5,3 horas – média
4,2 horas – mínima
Carga orgânica aplicada: _____ 135 kg DBO_{5,20}/dia. reator
Taxa de carregamento orgânico: _____ 0,37 kg DBO_{5,20}/m³.dia
Idade do lodo: _____ 15 dias

Tratamento do biogás:

O biogás gerado no processo de tratamento anaeróbio passará por tratamento biológico por meio de *scrubber* integrado ao tanque de aeração. Este tratamento visa principalmente à oxidação de sulfetos e gás sulfídrico a enxofre elementar e sulfatos. O biogás, após este tratamento, será queimado em *flare*.

Produção estimada de biogás: _____ 121,5 m³/dia – 1ª etapa
364,5 m³/dia – fim de plano
Capacidade do flare: _____ 15 m³/h

2.2.4 Sistema de aeração

Quantidade de ar:

Necessidade de oxigênio total: _____ 337,5 kg O₂/d. reator

Volume de ar necessário: _____ 462 Nm³/hora.reator

Sopradores:

Potência a ser instalada: _____ 2 sopradores tipo *roots*
(1 em operação + 1 reserva) – 1ª etapa
4 sopradores tipo *roots*
(3 em operação + 1 reserva) – fim de plano

Capacidade unitária: _____ 500 Nm³/hora

Modelo do equipamento: _____ SRBS – 45/3P Trilobular, motor de 20 cv,
com cabine acústica

2.2.5 Gerenciamento dos resíduos sólidos

Resíduos do tratamento preliminar:

a) Gradeamento:

O gradeamento será realizado na entrada da estação elevatória.

Índice de produção de resíduos: _____ 15 l/1.000 m³ de esgoto

Produção de resíduos: _____ 73,7 l/dia

Classificação do resíduo: _____ resíduo não inerte classe 2 A

*De acordo com a norma NBR 10.004/2004.

b) Peneiramento:

Os resíduos do peneiramento serão acondicionados em caçambas com capacidade mínima para 5 m³, localizadas abaixo da bandeja de descarte de sólidos da peneira rotativa. Este equipamento deverá ser dotado de sistema auto-limpante das telas.

Índice de produção de resíduos: _____ 30 l/1.000 m³ de esgoto

Produção de resíduos: _____ 147,4 l/dia

Classificação do resíduo: _____ resíduo não inerte classe 2 A

*De acordo com a norma NBR 10.004/2004.

c) Desarenação:

A limpeza da caixa de areia será de forma manual, em frequência mensal. Os resíduos da desarenação serão removidos com pá quadrada e armazenados em caçamba de 5 m³, de onde posteriormente serão acondicionados na mesma caçamba dos resíduos do peneiramento.

Índice de produção de resíduos: _____ 20 l/1.000 m³ de esgoto

Produção de resíduos: _____ 98,3 l/dia

Classificação do resíduo: _____ resíduo não inerte classe 2 A

*De acordo com a norma NBR 10.004/2004.

Lodo biológico excedente:

O lodo excedente será descartado somente a partir do processo anaeróbio. Para isso, será realizada a operação de recirculação do lodo aeróbio ao poço de sucção do sistema de alimentação, onde este passará por estabilização adicional na seção anaeróbia. A fração volátil de lodo, correspondente a aproximadamente 70%, passará por estabilização adicional onde se prevê eficiência mínima de 50% de destruição dos sólidos voláteis. A quantidade de lodo a ser descartada do processo anaeróbio corresponde à:

Produção de lodo excedente*: _____ 102 kg SST/dia (base seca)

Volume de lodo de descarte: _____ 5,1 m³/dia (lodo a 20 kg SST/m³)

O lodo biológico excedente será transportado para a ETE Piracicamirim, de maior porte, devidamente dotada de equipamentos mecanizados para desaguamento. Após o desaguamento, este lodo terá seu teor de sólidos aumentado para 20%, sendo armazenado em caçambas de 5 m³ para posterior disposição final em aterro sanitário devidamente licenciado pela CETESB.

Massa de lodo desaguada a 20% de sólidos: _____ 0,5 t/dia

Classificação do resíduo: _____ resíduo não inerte classe 2 A

*De acordo com a norma NBR 10.004/2004.

2.2.6 Calha Parshall de saída

Calha Parshall - saída: _____ garganta de 9"

2.3 Plano de monitoramento

O plano de monitoramento visa acompanhar a eficiência da operação da ETE. As análises poderão ser parcialmente realizadas em laboratório creditado quando houver necessidade de apresentação dos resultados aos órgãos ambientais e outras instituições.

Recomendamos prever instrumentação automática para leitura contínua dos seguintes parâmetros:

- Vazão afluente;
- Oxigênio dissolvido no tanque de aeração.

A frequência de amostragem, os parâmetros e pontos de coleta são apresentados na tabela 2 a seguir:

Tabela 3: Plano de monitoramento.

Parâmetros		Esgoto bruto	Esgoto tratado	Reator					
				Anaeróbio					Aeróbio
				P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	Vazão	D	D	---	---	---	---	---	---
2	Temperatura	D	D	---	---	---	---	---	---
3	DBO _{5,20}	S	S	---	---	---	---	---	---
4	DQO	S	S	---	---	---	---	---	---
5	Sólidos suspensos totais	S	S	M	M	M	M	M	S
6	Sólidos suspensos voláteis	---	---	M	M	M	M	M	S
7	Materiais sedimentáveis	D	D	---	---	---	---	---	D
8	Oxigênio dissolvido	---	---	---	---	---	---	---	D
9	Óleos e graxas	S	---	---	---	---	---	---	---
10	Potencial hidrogeniônico - pH	D	D	---	---	---	---	---	---
11	Nitrogênio total (NKT)	M	M	---	---	---	---	---	---
12	Nitrogênio amoniacal	M	M	---	---	---	---	---	---
13	Fósforo total	M	M	---	---	---	---	---	---
14	Coliformes totais	M	M	---	---	---	---	---	---
15	Coliformes termotolerantes	M	M	---	---	---	---	---	---

D: Frequência diária (leitura contínua)

S: Frequência semanal

M: Frequência mensal

TRI: Frequência trimestral

Observação: na fase de partida os parâmetros e frequência de análises serão diferentes, obedecendo-se a critérios previstos no plano de posta em marcha.

Tabela 4: Faixa de valores para operação do reator e verificação da qualidade do efluente tratado.

Parâmetros		Unidades	Esgoto bruto	Esgoto tratado	Reator					
					Anaeróbio					Aeróbio
					P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	Vazão	l/s	45	45	---	---	---	---	---	---
2	Temperatura	°C	18 ~ 26	18 ~ 26	---	---	---	---	---	---
3	DBO _{5,20}	mg/l	150 ~400	< 30	---	---	---	---	---	---
4	DQO	mg/l	200 ~800	< 60	---	---	---	---	---	---
5	Sólidos suspensos totais	mg/l	150 ~ 250	15 ~ 25	15.000 ~ 40.000					2.000 ~ 4.500
6	Sólidos suspensos voláteis	mg/l	---	---	9.000 ~ 25.000					1.500 ~ 3.500
7	Materiais sedimentáveis	ml/l	5 ~ 20	< 1	---	---	---	---	---	150 ~ 400
8	Oxigênio dissolvido	mg/l	---	---	---	---	---	---	---	1,5 ~ 2,5
9	Óleos e graxas	mg/l	50 ~100	---	---	---	---	---	---	---
10	Potencial hidrogeniônico - pH	unid. log	6,5 ~ 7,5	6,5 ~ 7,5	---	---	---	---	---	---
11	Nitrogênio total (NKT)	mg/l	20 ~ 70	< 40	---	---	---	---	---	---
12	Nitrogênio amoniacal	mg/l	15 ~ 50	< 40	---	---	---	---	---	---
13	Fósforo total (mg/l)	mg/l	1 ~ 10	1 ~ 5	---	---	---	---	---	---
14	Coliformes totais	NMP/100 ml	10 ⁶ ~ 10 ⁸	< 10 ³	---	---	---	---	---	---
15	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	10 ⁴ ~ 10 ⁶	< 10 ³	---	---	---	---	---	---

3 DISPOSIÇÃO FINAL DOS ESGOTOS TRATADOS

Os esgotos tratados serão lançados no Rio Piracicaba, classificado perante o Decreto Estadual Nº 10.755 como águas doces classe 2.

A vazão mínima Rio Piracicaba nas proximidades do bairro Santa Rosa, à jusante do córrego Capim Fino, corresponde à soma das vazões mínimas dos rios Atibaia, Jaguari e Camanducaia, apresentadas a seguir.

Rio Atibaia:	7,32 m ³ /s
Rio Jaguari:	9,13 m ³ /s
Rio Camanducaia:	3,75 m ³ /s
Total:	20,2 m³/s

Em função da captação de água desta bacia pela SABESP, será considerada vazão mínima no valor de 8,16 m³/s.

3.1 Grau de tratamento dos esgotos tratados

O grau de tratamento em uma primeira etapa corresponde ao nível secundário. O esgoto tratado se enquadrará nas seguintes características:

Demanda bioquímica de oxigênio: _____ ≤ 30 mg/l (eficiência de 90% na remoção de DBO_{5,20})
Sólidos suspensos totais: _____ ≤ 30 mg/l

A eficiência preconizada para a ETE poderá garantir o atendimento aos padrões de emissão preconizados no Artigo 34 da Resolução Conama 357/2005 e Artigo 18 da Lei Estadual 997/76, regulamentado pelo Decreto Estadual 8468/76.

3.2 Verificação do atendimento aos padrões de qualidade

Os padrões de qualidade dos parâmetros de interesse na avaliação da qualidade das águas do corpo receptor, para águas doces classe 2, correspondem, em atendimento ao Art. 15 da Resolução Conama 357/2005, ao seguinte:

Demanda bioquímica de oxigênio: _____ ≤ 5,0 mg/L (DBO_{5,20})
Oxigênio dissolvido: _____ ≥ 5,0 mg/L
Nitrogênio amoniacal: _____ ≤ 3,7 mg/L
Nitrogênio nitrato: _____ ≤ 10,0 mg/L
Fósforo total: _____ ≤ 0,1 mg/L
Coliformes termotolerantes: _____ ≤ 1.000 NMP/100 ml

Apresentamos a seguir uma verificação para cada parâmetro.

Demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$):

$$DBO_{5,20} = \frac{(q_{\text{média, lançamento}} \times DBO_{5,20 \text{ _ lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}} \times DBO_{5,20 \text{ _ corpo _ receptor}})}{q_{\text{média, lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}}}$$

$$DBO_{5,20} = \frac{(56,9 \times 30 + 8160 \times 3,0)}{56,9 + 8160}$$

$$DBO_{5,20} = 3,18 \text{ mg/L}$$

Nitrogênio amoniacal:

$$N_{\text{amoniacal}} = \frac{(q_{\text{média, lançamento}} \times N_{\text{amoniacal _ lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}} \times N_{\text{amoniacal _ corpo _ receptor}})}{q_{\text{média, lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}}}$$

$$N_{\text{amoniacal}} = \frac{(56,9 \times 35 + 8160 \times 1,0)}{56,9 + 8160}$$

$$N_{\text{amoniacal}} = 1,24 \text{ mg/L}$$

Fósforo total:

$$P_{\text{total}} = \frac{(q_{\text{média, lançamento}} \times P_{\text{total}} + Q_{\text{corpo _ receptor}} \times P_{\text{total}})}{q_{\text{média, lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}}}$$

$$P_{\text{total}} = \frac{(56,9 \times 4 + 8160 \times 0,05)}{56,9 + 8160}$$

$$P_{\text{total}} = 0,08 \text{ mg/L}$$

Coliformes termotolerantes:

$$C = \frac{(q_{\text{média, lançamento}} \times C_{\text{lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}} \times C_{\text{corpo _ receptor}})}{q_{\text{média, lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}}}$$

$$C = \frac{(56,9 \times 0,5 \times 10^5 + 8160 \times 500)}{56,9 + 8160}$$

$$C = 8,4 \times 10^2 \text{ NMP/100 ml}$$

Oxigênio dissolvido:

Concentração de oxigênio dissolvido no ponto de lançamento, após a mistura:

$$OD = \frac{(q_{\text{média, lançamento}} \times OD_{\text{lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}} \times OD_{\text{corpo _ receptor}})}{q_{\text{média, lançamento}} + Q_{\text{corpo _ receptor}}}$$

$$OD = \frac{(56,9 \times 0,0 + 8160 \times 7,5)}{56,9 + 8160}$$

$$OD = 7,44 \text{ mg/L}$$

Além desta verificação foi conduzido um estudo de autodepuração segundo o modelo de STREETER&PHELPS apresentado a seguir:

Na aplicação deste modelo foram consideradas as seguintes variáveis:

$$D_t = \frac{K' L_o (e^{-K't} - e^{-K_2't}) + D_o e^{-K_2't}}{K_2 - K'}$$

Velocidade média de escoamento: _____ 0,4 m/s

Temperatura média: _____ 18° C

Constante de reaeração a 20°C ($K'_{2, 20^\circ\text{C}}$): _____ 0,60 d⁻¹

Constante de reaeração corrigida (17°C): _____ 0,56 d⁻¹

Constante de degradação a 20°C ($K'_{20^\circ\text{C}}$): _____ 0,24 d⁻¹

Constante de degradação corrigida (17°C): _____ 0,22 d⁻¹

*Expressão para correção da constante de reaeração em função da temperatura:

$$K'_{2,0} = K'_{2, 20^\circ\text{C}} 1,024^{0-20}$$

**Expressão para correção da constante de degradação em função da temperatura:

$$K' = K'_{20^\circ\text{C}} 1,035^{0-20}$$

O gráfico a seguir apresenta a curva de autodepuração no trecho do Rio Piracicaba sob influência do lançamento dos esgotos tratados da ETE Sta Rosa.

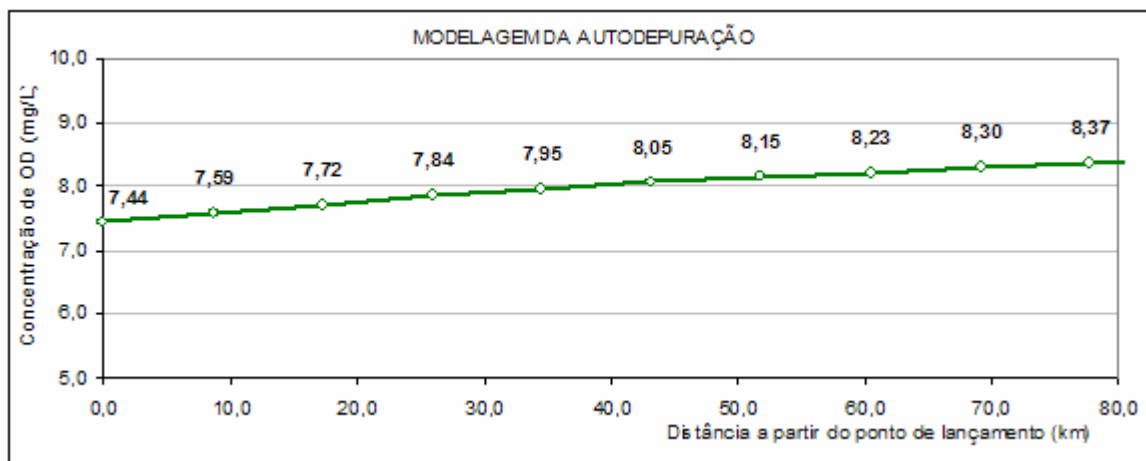


Figura 5: Modelagem da autodepuração do Rio Piracicaba após o lançamento dos esgotos tratados da ETE Capim Fino.

Com base neste estudo, concluímos que a eficiência proposta para o tratamento dos esgotos do da ETE Capim Fino permite garantir o atendimento integral dos padrões de qualidade das águas do corpo receptor.

4 CUSTO OPERACIONAL

4.1 Detalhamento do custo operacional

O custo operacional da planta de tratamento de esgotos por processo UASB seguido por lodos ativados, com remoção de $DBO_{5,20}$ de 90% e desaguamento do lodo, conforme projeto proposto, corresponde a R\$ 22.410,48/mês, em fim de plano, que equivale a R\$ 0,152 / m^3 de esgoto ou R\$ 8,96 / habitante.ano.

A população de projeto, as cargas hidráulicas e orgânicas médias consideradas nesta análise de custos operacionais correspondem à:

População atendida (fim de plano):	30.000 habitantes
Carga orgânica afluente:	1.620 kg $DBO_{5,20}$ /dia (48.600 kg $DBO_{5,20}$ /mês)
Carga hidráulica afluente:	4.916 m^3 /dia (147.480 m^3 /mês)

O quadro a seguir apresenta um resumo dos custos operacionais, bem como a participação de cada item dentro do total.

	INDICADORES DE CUSTOS DIRETOS	R\$/MÊS	% DO TOTAL
A	CUSTO MENSAL COM ENERGIA ELÉTRICA - PROCESSO	4.435,20	19,8%
B	CUSTO MENSAL COM GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	8.681,28	38,7%
C	CUSTO MENSAL COM MANUTENÇÃO E DEPRECIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSO	858,10	3,8%
D	CUSTO MENSAL COM RECURSOS HUMANOS	3.840,00	17,1%
E	CUSTO MENSAL COM INSUMOS DE PROCESSO	1.954,89	8,7%
F	MONITORAMENTO AMBIENTAL	400	1,8%
G	MARGEM DE SEGURANÇA PARA ITENS NÃO PREVISTOS, DENTRE OUTROS	2.241,00	10%
		SOMA	SOMA
	TOTAL (R\$/MÊS)	22.410,48	100%

As seguintes medidas devem ser adotadas para manter o custo operacional dentro de patamares aceitáveis, especialmente em início de plano:

Item A – Custo mensal com energia elétrica:

Utilização de inversor de frequência nos sopradores para controle da vazão de ar a ser fornecida ao processo (já incorporado neste projeto);

Item D – Custo mensal com recursos humanos:

Em início de plano a operação necessita somente um ajudante geral.

Apresentamos a seguir o detalhamento dos custos dos principais itens previstos nesta análise.

4.1.1 Custo mensal com energia elétrica no processo (A)

No detalhamento deste custo foi considerado o valor de **100 R\$/MW** consumido, incluindo impostos.

		QT. EM OPERAÇÃO	POTÊNCIA CONS. (KWH)	HORAS/ DIA	CONSUMO DE ENERGIA
	EQUIPAMENTOS	A	B	C	A x B x C
1	CJTOS MOTOR-BOMBA	3	5,5	24	396,00
2	PENEIRA ROTATIVA	2	0,5	24	24,00
3	SOPRADORES	3	14,7	24	1.058,40
SOMA					
TOTAL (KWH/DIA)					1.478,40
SOMA x 30 / 1000					
TOTAL (MWH/MÊS)					44,35
CUSTO TOTAL COM ENERGIA ELÉTRICA (R\$/MÊS):					4.435,20

4.1.2 Custo mensal com gerenciamento de resíduos sólidos (B)

Este custo leva em consideração o transporte e a disposição final dos resíduos sólidos gerados na ETE. Engloba ainda o custo para transporte do lodo biológico para a ETE Piracicamirim, onde será desaguado com outras correntes de lodo.

Resíduos sólidos do tratamento preliminar:

	FONTES	VAZÃO (m³/MÊS)	ÍNDICE DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS (L/1.000 m³)	QT. DE RESÍDUOS (m³/MÊS)
		A	B	A x B / 1.000.000
1	RESÍDUOS DO GRADEAMENTO	147.480	10	1,47
2	RESÍDUOS DO PENEIRAMENTO	147.480	30	4,42
3	RESÍDUOS DA DESARENAÇÃO	147.480	15	2,21
SOMA				
TOTAL DE RESÍDUOS - TRATAMENTO PRELIMINAR (M3)				8,1

Lodo biológico excedente:

	FONTES:	PRODUÇÃO DIÁRIA – EXTRATO SECO KG SST/D	QT. DE RESÍDUOS (KG SST/MÊS)	TORTA DE LODO DESAGUADO A 20% DE SÓLIDOS
		C	D=C x 30	D / 200 KG/T
1	REATOR	305,5	9.163,56	45,82

Custo com transporte e disposição final de resíduos sólidos:

SERVIÇOS:	QT. TOTAL DE RESÍDUOS (T SST)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/m³)	CUSTO MENSAL
	E	F	E x F
1 TRANSPORTE DE LODO PARA A ETE PIRACICAMIRIM (DMT = 6 KM)	458,18	6,00	2.749,07
2 TRANSPORTE DE RESÍDUOS (DMT = 10 KM)	53,93	50,00	2.696,46
3 DISPOSIÇÃO FINAL EM ATERRO SANITÁRIO	53,93	40,00	3.235,75
			SOMA
CUSTO TOTAL COM GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS (R\$/MÊS):			8.681,28

4.1.3 Custo mensal com a manutenção e depreciação de equipamentos de processo (C)

Este item leva em consideração tanto a manutenção preventiva quanto a corretiva dos equipamentos eletromecânicos. Seu índice procura ponderar também a vida útil dos equipamentos.

	QT. EM OPERAÇÃO	CUSTO DE AQUISIÇÃO	ÍNDICE DE CUSTO DE MANUTENÇÃO (% AO ANO)	CUSTO ANUAL COM MANUTENÇÃO (R\$)
EQUIPAMENTOS	A	B	C	A x B x C
1 CJTOS MOTOR-BOMBA ALIMENTAÇÃO DO REATOR	3	20.000,00	5,0%	3.000,00
2 PENEIRA ROTATIVA	2	68.800,00	2,0%	3.440,00
3 SOPRADORES	3	20.715,00	5,0%	3.857,25
				SOMA
TOTAL (ANO)				10.297,25
				SOMA / 12
TOTAL (MÊS)				858,10

4.1.4 Custo mensal com recursos humanos (não inclui serviços especializados (D))

MÃO-DE-OBRA OPERACIONAL	QT. EM OPERAÇÃO	HORAS/DIA	R\$/H*	CUSTO MENSAL - RH
	A	B	C	A x B x C x 30
1 AJUDANTE GERAL	2	8	4,00	1.920,00
2 VIGIA NOTURNO	1	8	4,00	960,00
3 TÉCNICO NÍVEL MÉDIO – OPERADOR ETE	1	4	8,00	960,00
* INCLUI TODOS OS ENGARGOS SOCIAIS, SALARIAIS, EPI E BENEFÍCIOS				SOMA
TOTAL:				3.840,00

*Inclui EPI, encargos e benefícios.

4.1.5 Custo mensal com insumos de processo (E)

Neste custo estão computados os insumos para realização da desinfecção dos esgotos tratados e o desaguamento do lodo.

INSUMOS	QT. LODO Kg SST	DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO	CONSUMO DE POLIELETRÓLITO (kg)	
			EXTRATO SECO	EMULSÃO A 30%
	A	B	C = A x B	C / 0,30
1 POLIELETRÓLITO	9.163,56	0,004 kg/kgSST	36,65	122,18

INSUMOS	VOLUME DE ESGOTO (m3)	DOSAGEM DE CLORO (g/m3)	CONSUMO DE CLORO	
			CLORO KG/MÊS	EMULSÃO A 12% KG/MÊS
	A	B	C = A x B / 1.000	C / 0,12
2 SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO	45.075	-	0,0	0,0

CUSTO COM INSUMOS	QT.	VALOR UNITÁRIO	CUSTO MENSAL (R\$)
	A	B	A x B
1 POLIELETRÓLITO (KG)	122,18	16,00	1.954,89
2 SOLUÇÃO DE HIPOCLORITO DE SÓDIO (KG)	0,00	R\$ 0,65/kg	0,00
TOTAL (R\$/MÊS)			1.954,89

4.1.6 Custo mensal monitoramento ambiental (F)

Neste custo estão computadas as análises físico-químicas para acompanhamento da eficiência da ETE, segundo o plano de monitoramento apresentado. Estas análises poderão ser realizadas em laboratórios terceirizados devidamente creditados.

4.1.7 Margem de segurança para itens de consumo não previstos, dentre outros (G)

Previsto acréscimo de 10% na soma dos custos retro-elencados, para itens de consumo não previstos, tais como EPI, equipamentos de primeiros socorros, materiais de limpeza, substituição de equipamentos de processo tais como difusores de ar, etc.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

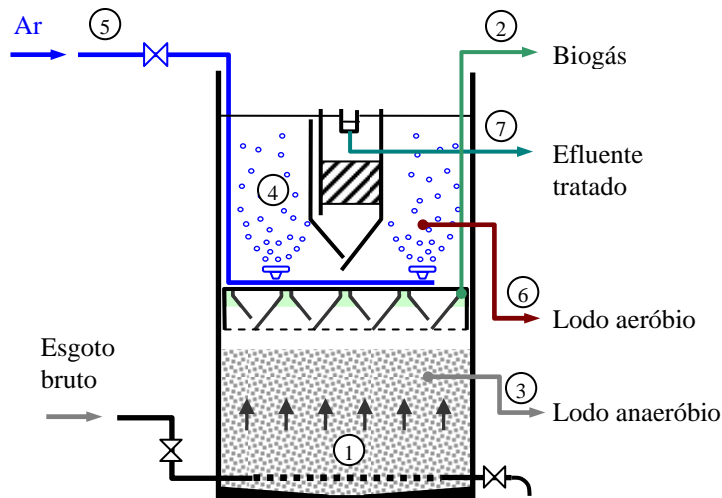
- ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. NBR 9.648 – Estudo de concepção de sistemas de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 1986.
- ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.208 – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.209 – Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

- ABNT. Associação brasileira de Normas Técnicas. NBR 9800 – Critérios para lançamentos de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.
- ALEM SOBRINHO, P. ; MUNOZ, R. M. . Contribuição ao projeto de sistemas de lagoas aeradas aeróbias para o tratamento de esgotos domésticos. Revista DAE, v. 128, 1982.
- BITTON, G.. Wastewater microbiology. Third Edition. Wiley series in ecological and applied microbiology. Wiley-Liss, 2005.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal, 2005.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 397, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal, 2005.
- DAEE. Departamento de águas e energia elétrica. Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo, 1994.
- CHERNICHARO, C.A.L. Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. PROSAB - Programa de pesquisas em saneamento básico. Edital 2, 2001.
- SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Decreto Estadual nº 8468, de 8 de setembro de 1976. Casa Civil, São Paulo, 1976.
- SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de Novembro de 1977. Casa Civil, São Paulo, 1976.
- PORTO, R.M. Hidráulica básica. 2ª edição, EESC-USP, 1999.
- TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. Coleta e transporte de esgoto sanitário. 1ª ed. São Paulo. Departamento de engenharia hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.
- TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F.L.; STENSEL, H.D. Wastewater engineering: treatment and reuse/ Metcalf & Eddy, Inc. 4ª ed. McGraw-Hill, New York, 2003.
- VAN HAANDEL, A. & MARAIS, G. O comportamento do sistema de lodo ativado. Campina Grande, Epgraf, 1999.
- VON SPERLING, M. Lodos ativados. Volume 4. 2ª Edição Ampliada - 3ª Reimpressão. Editora UFMG (publicação do DESA). Belo horizonte, 2008.
- JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

ANEXO I – MEMORIAL DE CÁLCULO - PRÉ-DIMENSIONAMENTO PARA REATOR MISTO ANAERÓBIO/AERÓBIO VERTICAL

Variáveis para um módulo de reator:

Carga orgânica afluente:	540 kg DBO _{5,20} /dia
	1.080 kg DQO/dia
Carga de nitrogênio afluente:	80 kg NTK/dia
Carga hidráulica afluente:	1.639 m ³ /dia (19,0 L/s) - média
	2.088 m ³ /dia (24,2 L/s) - operação do reator
Grau de tratamento:	secundário (remoção de DBO de 90%)



Parâmetros para um módulo de reator:

Estágio anaeróbio:

Volume do estágio anaeróbio:	435 m ³	(1)
Produção de biogás:	121,5 m ³ /d	(2)
Lodo excedente anaeróbio:	81 kg SST/d	(3)

Estágio aeróbio:

Volume útil do tanque de aeração:	363 m ³	(4)
Fornecimento de ar:	600 m ³ /h	(5)
Lodo excedente de descarte:	32 kg SST/d	(6)
Qualidade do efluente:	DBO ≈ 26,5 mg/l	(7)
	SST ≈ 20 mg/l	

(1) Volume do estágio anaeróbio:

Volume útil da seção anaeróbia:

$$V = 7,5 \times 14,5 \times 4,0 = 435 \text{ m}^3/\text{reator}$$

Tempo de detenção hidráulica no estágio anaeróbio:

Para a vazão média diária:

$$T_{d, \text{MEDIA}} = V / Q_{\text{med}}$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 435 / 1.639$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 0,265 \text{ dia} = 6,4 \text{ horas}$$

Para a vazão máxima de alimentação do reator:

$$T_{d, \text{MEDIA}} = V / Q_{\text{med}}$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 435 / 2.088$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 0,208 \text{ dia} = 5 \text{ horas}$$

Carga orgânica removida:

Eficiência esperada na degradação da DBO: 75%

Remoção de carga de DBO:

$$C_{\text{REMOVIDA}} = CO \times E$$

$$C_{\text{REMOVIDA}} = 540 \times 75\%$$

$$C_{\text{REMOVIDA}} = 405 \text{ kg DBO}_{5,20}/\text{dia}$$

Remoção de carga de DQO:

$$C_{\text{REMOVIDA}} = CO \times E$$

$$C_{\text{REMOVIDA}} = 1.080 \times 75\%$$

$$C_{\text{REMOVIDA}} = 810 \text{ kg DQO}/\text{dia}$$

(2) Produção de biogás:

Coeficiente de conversão de DQO: 0,15 m³ de biogás/kg DQO removida

$$V = 0,15 \times \text{DQO}_{\text{REMOVIDA}}$$

$$V = 0,15 \times 810$$

$$V = 121,5 \text{ m}^3/\text{dia. reator}$$

(3) Produção de lodo excedente:

Coeficiente de produção de lodo: 0,2 kg ST/kg DBO removida

*Inclui a fração de sólidos em suspensão afluentes retidos no processo anaeróbio.

$$P_{X,ANAERÓBIO} = C_{DBO} \times E\% \times Y_{ANAERÓBIO}$$

$$P_{X,ANAERÓBIO} = 540 \times 0,75 \times 0,2 = 81 \text{ Kg SST/dia (4,1 m}^3\text{/d a 2\% de sólidos)}$$

(4) Volume do estágio aeróbio:

Volume útil do estágio aeróbio:

$$V = C \times L \times H_{\text{útil}} - V_{\text{DECANTADOR}}$$

$$V = 7,5 \times 14,5 \times 4,0 - 11,5 \times 2,5 \times 2,5 = 363 \text{ m}^3\text{/ reator}$$

Tempo de detenção hidráulica no estágio aeróbio:

Para a vazão média diária:

$$T_{d, \text{MEDIA}} = V / Q_{\text{med}}$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 363 / 1.639$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 0,2215 \text{ dia} = 5,3 \text{ horas}$$

Para a vazão máxima de alimentação do reator:

$$T_{d, \text{MEDIA}} = V / Q_{\text{med}}$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 363 / 2.088$$

$$T_{d, \text{MEDIA}} = 0,174 \text{ dia} = 4,2 \text{ horas}$$

Verificação do volume do tanque de aeração:

Concentração de biomassa no reator: _____ $X_v = 2.300 \text{ mg SSV/L (3,3 kg SST/m}^3\text{)}$

Tempo de retenção de sólidos: _____ $\text{SRT} = 15 \text{ dias}$

Coeficiente de respiração endógena: _____ $k_d = 0,07 \text{ d}^{-1}$

Coeficiente de rendimento celular: _____ $Y = 0,6 \text{ kg SSV/kg DBO}_{\text{REMOVIDA}}$

Eficiência adicional na remoção de DBO: _____ 80%

Fator de carga:

$$\frac{A}{M} = \frac{C_{\text{DBO REMANESCENTE}}}{X_v \times V}$$

$$\frac{A}{M} = \frac{135}{2,3 \times 363}$$

$$\frac{A}{M} = 0,16 \text{ kg DBO}_{5,20} / \text{kg SSV.d}$$

Taxa de carregamento orgânico:

$$L_v = C_{\text{DBO,REMANESCENTE}} / V_{\text{ÚTIL}}$$

$$L_v = 135 / 363$$

$$L_v = 0,37 \text{ kg DBO}_{5,20}/\text{m}^3 \cdot \text{dia}$$

Verificação da idade do lodo:

$$SRT = \frac{V \times X}{\Delta X}$$

$$SRT = \frac{363 \times 3,4}{64,8}$$

$$SRT = 19,0 \text{ dias}$$

Onde ΔX corresponde à massa de lodo aeróbio descartada do tanque de aeração, por duas vias principais, sendo uma através do efluente tratado (concentração de sólidos da ordem de $0,02 \text{ kg/m}^3$) e outra através da operação de descarte de lodo excedente, por meio do qual se controla a idade do lodo. O volume de lodo de descarte é apresentado no item (6).

(5) Fornecimento de ar:

Demanda carbonácea:

$$D_{\text{CARBONACEA}} = 2,5 \text{ kg O}_2 \times C_{\text{DBO,REMANESCENTE}}$$

$$P_{XV} = 2,5 \times 540 \times 25\%$$

$$P_{XV} = 337,5 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

Dimensionamento do sistema de aeração:

Modalidade do sistema de aeração: Ar difuso – Bolhas finas

Taxa de transferência para C.N.T.P.: $n_o = 25\%$

Relação de transferência de O_2 do esgoto para a água limpa: $\alpha = 0,65$

Relação entre o OD de saturação do esgoto para a água limpa: $\beta = 0,90$

Concentração de O_2 a ser mantido no tanque de aeração: $C_L = 1,5 \text{ mg/L}$

Concentração de saturação do O_2 : $C_{w,\text{alt}} = 7,77 \text{ mg/L}$

(corrigido em função da temperatura no tanque de aeração (26°C) e altitude (**500 m**))

Fator de correção para as condições de campo:

$$\lambda = \left[\frac{\beta \cdot C_{w,\text{alt}} - C_L}{9,17} \right] 1,024^{T-20} \alpha$$

$$\lambda = \left[\frac{0,90 \cdot 7,77 - 1,5}{9,17} \right] 1,024^{26-20} 0,65$$

$$\lambda = 0,449$$

Taxa de transferência para condições de campo:

$$n = n_o \times \lambda$$

$$n = 25\% \times 0,449$$

$$n = 11,2\%$$

Volume de ar para o processo:

Densidade do ar: $1,18 \text{ kg/m}^3$

Volume de ar necessário ao processo:

$$V_{AR} = \frac{N_{O_2, TOTAL}}{n \times \% O_2 \times \rho_{ar}}$$

$$V_{AR} = \frac{337,5}{11,2\% \times 23\% \times 1,18}$$

$$V_{AR} = 11.103 \text{ Nm}^3/\text{dia} \text{ (462 Nm}^3/\text{hora)}$$

Adotado soprador com capacidade para $500 \text{ Nm}^3 \text{ ar/h}$.

(6) Lodo excedente do tratamento secundário:

A massa de lodo é descartada do tanque de aeração por duas vias principais, sendo uma através do efluente tratado (concentração efluente de sólidos da ordem de $0,02 \text{ kg SST/m}^3$) e outra através da operação de descarte de lodo excedente, o qual será encaminhado ao processo anaeróbio para adensamento e estabilização adicional.

Cálculo da massa total de lodo excedente aeróbio:

Coeficiente de rendimento celular = $0,60 \text{ kg SST/kg DBO removida}$

Eficiência na remoção da DBO = 80%

$$P_{X, AERÓBIO} = C_{DBO, REMANESCENTE} \times E\% \times Y_{AERÓBIO}$$

$$P_{X, AERÓBIO} = 135 \times 0,80 \times 0,60 = 64,8 \text{ Kg SST/dia}$$

Cálculo da massa de lodo que sai junto ao efluente tratado:

$$\Delta X_e = Q_{MED} \times X_e$$

$$\Delta X_e = 1.639 \times 0,02$$

$$\Delta X_e = 32,8 \text{ kg SST/d}$$

Cálculo da massa e volume de lodo descartado do tanque de aeração:

$$P_{X, AERÓBIO} = \Delta X_e + \Delta X_{LODO}$$

$$64,8 = 32,8 + \Delta X_{LODO}$$

$$\Delta X_{LODO} = 32 \text{ kg SST/d}$$

$$Q_{LODO} = 8 \text{ m}^3/\text{d de lodo a } 4 \text{ kg SST/m}^3$$

Destruição da fração volátil no reator anaeróbio:

O lodo aeróbio poderá ser descartado para retorno no início do reator, onde passará por estabilização adicional na seção anaeróbia. A fração volátil de lodo, correspondente a aproximadamente 70% , passará por estabilização adicional onde se prevê eficiência mínima de 50% na destruição dos sólidos voláteis.

$$P_{XV, \text{DESTRUÍDOS}} = \Delta X_{\text{LODO}} \times F_{\text{VOLÁTIL}} \% \times F_{\text{DESTRUÍDO}} \%$$

$$P_{XV, \text{DESTRUÍDOS}} = 32 \times 75\% \times 50\%$$

$$P_{XV, \text{DESTRUÍDOS}} = 12 \text{ kg SSV/d}$$

A massa total de lodo excedente a ser descartada a partir da seção anaeróbia corresponde a:

$$M_{\text{Lodo}} = P_{X, \text{ANAERÓBIO}} + P_{X, \text{AERÓBIO}} - \Delta X_e - P_{XV, \text{DESTRUÍDOS}}$$

$$M_{\text{Lodo}} = 81 + 64,8 - 32 - 12$$

$$M_{\text{Lodo}} = 101,8 \text{ Kg SST/dia}$$

Para concentração do lodo no valor de 20 Kg SST/m³ estima-se o volume de lodo excedente em 5,1 m³ lodo/dia. Este lodo, ao passar por processo de desaguamento mecanizado, terá seu teor de sólidos aumentado para 20%. Assim, será encaminhada ao aterro sanitário uma quantidade média em torno de 0,5 t/d.

(7) Qualidade do efluente final:

Estimativa da DBO efluente:

$$S_e = S_o \times (1 - E_{\text{ANAERÓBIO}}) \times (1 - E_{\text{AERÓBIO}}) + S_{\text{particulado}}$$

$$S_e = 330 \times (1 - 0,75) \times (1 - 0,8) + 10$$

$$S_e = 26,5 \text{ mg/l}$$

TRATAMENTO PRELIMINAR

Dimensões: _____ 1,2 x 8 m (largura x comprimento)

Calha Parshall: _____ garganta de 9"

Carga hidráulica afluyente: _____ 349 m³/h (97 L/s) – máxima horária

Determinação dos níveis de operação na calha Parshall:

Nível máximo:

$$H_{MAX} = \sqrt[1,53]{\frac{Q_{MAX}}{0,535}}$$

$$H_{MAX} = \sqrt[1,53]{\frac{0,097}{0,535}}$$

$$H_{MAX} = 0,33 \text{ m}$$

Nível mínimo:

$$H_{MIN} = \sqrt[1,53]{\frac{Q_{MIN}}{0,535}}$$

$$H_{MIN} = \sqrt[1,53]{\frac{0,0323}{0,535}}$$

$$H_{MIN} = 0,16 \text{ m}$$

Cálculo do rebaixo z:

$$Z = \frac{Q_{MIN} \cdot H_{MAX} - Q_{MAX} \cdot H_{MIN}}{Q_{MIN} - Q_{MAX}}$$

$$Z = \frac{0,032 \cdot 0,33 - 0,097 \cdot 0,16}{0,032 - 0,097}$$

$$Z = 0,076 \text{ m}$$

Adotado rebaixo z de 7,5 cm.

Lâmina líquida:

$$Y_{MAX} = H_{MAX} - z = 0,33 - 0,075 = 0,255 \text{ m}$$

Velocidade horizontal:

$$V_{HORIZONTAL} = \frac{Q_{MAX}}{B \cdot Y_{MAX}}$$

$$V_{HORIZONTAL} = \frac{0,097}{1,2 \times 0,255}$$

$$V_H = 0,32 \text{ m/s}$$

Taxa de aplicação superficial:

$$L_s = \frac{Q_{MAX}}{B \times L}$$

$$L_s = \frac{8,374}{1,2 \times 8,0}$$

$$L_s = 872 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \text{ com um canal em operação}$$

SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DO REATOR

Modalidade:	convencional de poço seco
Nº de cjts. Motor-bomba:	1 conjunto por reator
Vazão:	87 m ³ /h
Poço de sucção:	4,0 x 2,0 x 1,5 m (comp. x largura x alt. útil)

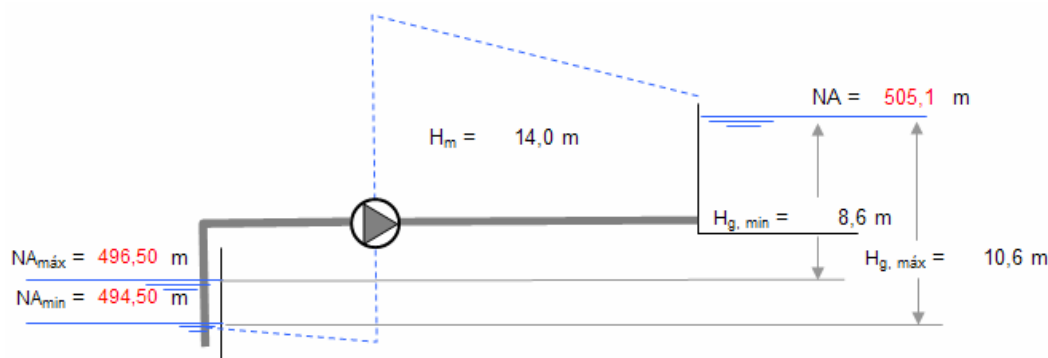


Figura 6: Perfil hidráulico do dimensionamento do sistema de alimentação do reator.

Cálculo da perda de carga:

A perda de carga no conjunto elevatório foi calculada com base na expressão de HAZEN-WILLIAMS e método dos comprimentos equivalentes.

Tabela 5: Acessórios do sistema de recalque.

	Ampliação gradual	Curva 90°	Entrada normal	Redução gradual	Registro gaveta	Tê	Válvula de retenção
Sucção		1	1	1			
Barrilete							
Tubulação recalque	1	6			1	1	1

Tabela 6: Planilha de cálculo da perda de carga.

			Sucção	Barrilete	Linha de recalque
Diâmetro da tubulação de sucção:	ϕ	mm	150	100	150
Coeficiente de Rugosidade HAZEN-WILLIAMS:	C		120	120	120
Comprimento da tubulação:	L	m	4,5	0,5	30
Comprimentos equivalentes dos acessórios:	$L_{eq} =$	m	7,95	0,0	48
Comprimento total:	$L_T = L + L_{eq} =$	m	12,45	0,5	78
Perda de carga unitária:	$j = 10,65 \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}}$	m/m	0,0165	0,119	0,0165
Perda de carga nos trechos:	$\Delta H = L_T \times j$	m	0,20	0,06	1,28
Velocidade de escoamento:	$v = Q / A_{seção}$	m/s	1,4	3,1	1,4

A perda de carga total corresponde a:

$$\Delta H_{TOTAL} = \Delta H_{SUCÇÃO} + \Delta H_{BARRILETE} + \Delta H_{RECALQUE}$$

$$\Delta H_{TOTAL} = 0,20 + 0,06 + 1,28$$

$$\Delta H_{TOTAL} = 1,54 \text{ m}$$

Desnível geométrico:

$$\Delta H_G = NA_{reator} + NA_{MÍNIMO}$$

$$\Delta H_G = 505,1 - 494,5$$

$$\Delta H_G = 10,6 \text{ m}$$

Altura manométrica total:

$$H_{MANOMETRICA} = \Delta H_{TOTAL} + \Delta H_G + H_{OPERAÇÃO REATOR}$$

$$H_{MANOMETRICA} = 1,54 + 10,6 + 2,0$$

$$H_{MANOMETRICA} = 14,1 \text{ m}$$

Potência estimada:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{MANOMETRICA}}{\phi}$$

$$P = \frac{10.00246 \cdot 14,1}{60\%}$$

$$P = 5,7 \text{ kwh} \approx 7,85 \text{ cv}$$

Verificação do NPSH:

Desnível geométrico na sucção:

$$H_{G,SUCÇÃO} = 497 - 494,5 = 2,5 \text{ m}$$

Pressão atmosférica a 500 m de altitude e 26°C:

$$P_a/\gamma = 9,78 \text{ t/m}^2$$

Pressão de vapor da água a 500 m de altitude e 26°C:

$$P_v/\gamma = 0,333 \text{ t/m}^2$$

Pressão de sucção positiva disponível:

$$NPSH_d = \frac{P_a - P_v}{\gamma} - H_G - \Delta H_{G,SUCÇÃO}$$

$$NPSH_d = 9,78 - 0,333 - 2,5 - 0,20$$

$$NPSH_d = 4,95 \text{ m} > 1,9 \text{ m (NPSH requerido pela bomba modelo Imbil EP 4)}$$

ANEXO II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS INTERNOS DO REATOR

ITEM Nº: II.01.**REATOR ANAERÓBIO.****QUANTIDADE:**

Três (03).

FUNÇÃO:

Promover a transformação da matéria orgânica presente no despejo em biogás e lodo excedente, diminuindo consideravelmente o poder de poluição.

DADOS TÉCNICOS:

Tipo:

Fluxo ascendente, com distribuidor de efluente na parte inferior e separadores sólido-líquido-gás na parte superior.

Material: Costado/fundo:

Concreto armado com revestimento anti-corrosivo.

. Separador sólido-líquido-gás:

Módulos em plástico de engenharia
Espessura mínima de 1 cm.

. Distribuidor efluente:

Tubos AISI-304/polietileno de alta densidade.

. Suportes internos:

Tubos em aço carbono com pintura epoxica.

OBS.: - Sistema de distribuição de esgoto no fundo do reator em PEAD.

- Sistema integrado com lavador de H₂S, baseado no princípio do arraste de gases.

ITEM NR: II.02.**FLARE.****QUANTIDADE:**

Um (01).

FUNÇÃO:

Queimar o biogás gerado no processo.

DADOS TÉCNICOS:

Tipo:

Atmosférico, com dispositivo anti-retorno de chama, válvula solenóide e transformador de ignição.

Material:

AISI-316.

Capacidade:

15 m³/hora.

Chama piloto: GLP

Tipo de chama:

Visível.

ITEM NR: II.03.**TANQUE DE AERAÇÃO.****QUANTIDADE:**

Três (03).

FUNÇÃO:No Tanque de Aeração tem lugar a agitação e aeração da alimentação do sistema. Os compostos biodegradáveis contidos nos despejos são metabolizados, na presença de oxigênio dissolvido, a compostos mais simples e estáveis (H_2O , CO_2 , NO_3 , PO_4 , SO_4 , etc), com conseqüente liberação de energia para síntese de novas células. A oxidação é realizada por uma cadeia de microrganismos, predominantemente aeróbios, que floculam agregando os sólidos presentes, e que são mantidos em suspensão, pela agitação promovido pelo sistema de aeração por difusores de membrana.

DADOS TÉCNICOS:

Tipo: Retangular, aberto, com difusores de membrana e decantador lamelar secundário interno.

Material de construção: Concreto armado.

Obs.: Inclui-se:

- Sistema de aeração por membranas de bolhas finais.
- Tubulações de distribuição de ar por tubos de PVC, com materiais de fixação em aço inoxidável.

ITEM NR: II.04.**DECANTADOR SECUNDÁRIO (INTERNO DO TANQUE DE AERAÇÃO)****QUANTIDADE:**

Três (03)

FUNÇÃO:

Permitir a sedimentação dos sólidos gerados no processo, buscando enquadrar o efluente tratado dentro das exigências do órgão do controle ambiental e promover a recirculação do lodo decantado para o Tanque de Aeração.

DADOS TÉCNICOS:

Tipo: Retangular com lamelas.

Remevedor de lodo: Placas Inclínadas

Tempo de retenção: 1,0 horas.

Material corpo e lamelas: Polipropileno.

Características Funcionais:

- Sistema de separação modular com placas inclinadas.
- Vertedouros ajustáveis.
- Zona de degaseificação.
- Sistema de fluxo de ar com difusor de bolhas grossas por meio de tubulações de aço inoxidável para limpeza.
- Suportes do decantador lamelar em aço pintado, apropriados para largura do decantador.

Obs.: O reator anaeróbio, tanque de aeração e decantador secundário lamelar, constituem-se de um sistema único, integrando todos estes equipamentos em um único tanque.

Inclui-se: escada marinheiro, guarda corpo metálico e passarela em aço carbono pintado.

ITEM NR.: II.05.**DIFUSORES DE AR****FUNÇÃO:**

Distribuir uniformemente o ar (oxigênio) introduzido no tanque de aeração.

DADOS TÉCNICOS:

Tipo:

Membrana elástica, perfurada com micro orifícios.

Material: membrana:
 suporte:

Borracha EPDM.
Material termoplástico.

ANEXO III – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS ELETROMECAÂNICOS DE PROCESSO

OBSERVAÇÃO: A APRESENTAÇÃO DESTES DOCUMENTOS TEM POR FINALIDADE SUBSIDIAR A ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA.

PENEIRA ROTATIVA DE FLUXO AXIAL OU INTERNO

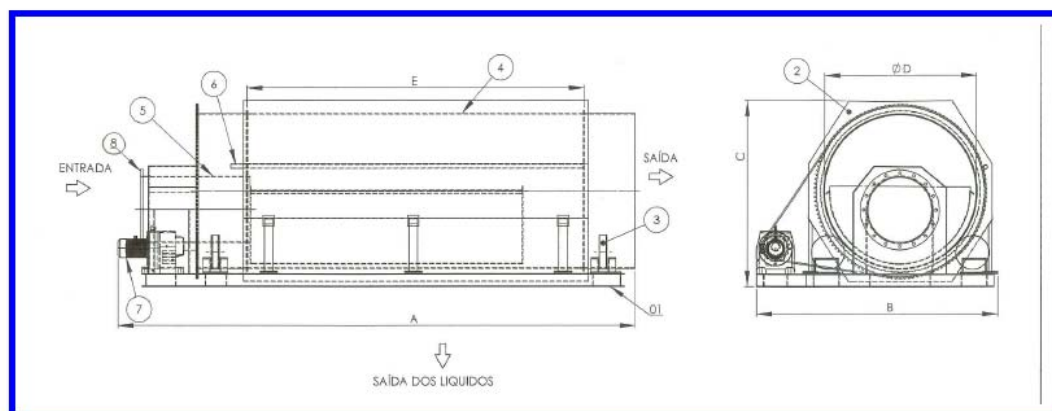
Modelo proposto: JSPR 6/10 (2 UNIDADES)



J.SCREENS

Engenharia e Comércio de filtros e Telas Ltda.

DESENHO ESQUEMÁTICO



TIPO	CAPACIDADE HIDRÁULICA (m³/h) *				DIMENSÕES (mm)					PESO ** Kg	FLANGE
	Abertura da Ranhura (mm)				A	B	C	D	E		ENTRADA
JSPR	0,25	0,50	1,00	1,50							ANSI B16
6/10	40	55	75	90	1730	990	850	600	1000	210	6"
6/12	60	90	120	140	1930	990	850	600	1200	270	6"
9/10	145	170	200	220	1800	1400	1200	900	1000	410	8"
9/20	250	350	450	450	2900	1400	1200	900	2000	620	12"
12/20	320	400	550	550	2960	1850	1510	1200	2000	870	14"
12/26	450	550	730	730	3870	1850	1510	1200	2600	1000	16"
15/25	600	740	960	950	4250	2150	1950	1500	2500	1550	18"
15/40	830	1000	1550	1550	5750	2150	1950	1500	4000	2220	24"
20/40	1000	1400	2100	2400	6400	2700	2500	2000	4000	2710	30"

* A vazão indicada é a nominal – como se o equipamento operasse com água limpa.

** O peso indicado se refere ao equipamento vazio.

Os dados e dimensões acima indicados são orientativos.
 Para uma especificação de projeto, favor consultar nosso departamento técnico.
 As capacidades nominais variam de acordo com o tipo e a concentração dos sólidos bem como com a concentração de gorduras e óleos.
 A **J SCREENS** reserva-se no direito de introduzir modificações sem aviso prévio.

SOPRADORES DE AR TIPO ROOTS

Modelo proposto: LRBS 45/3P

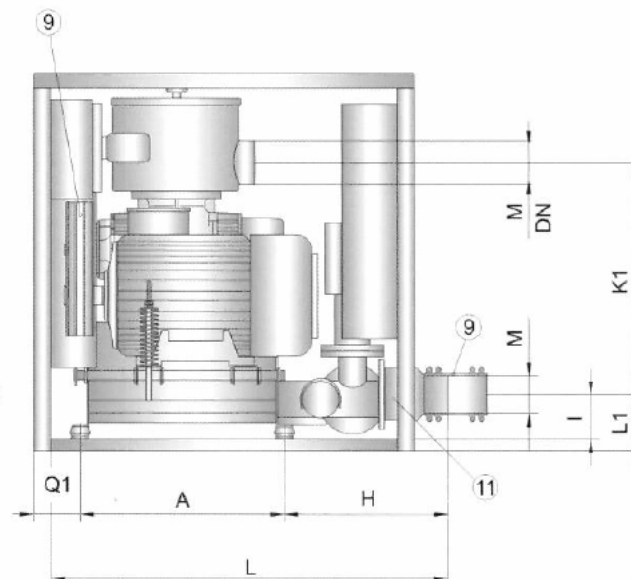
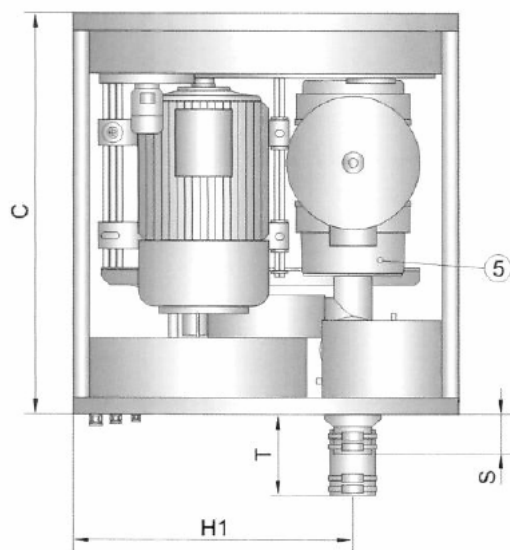
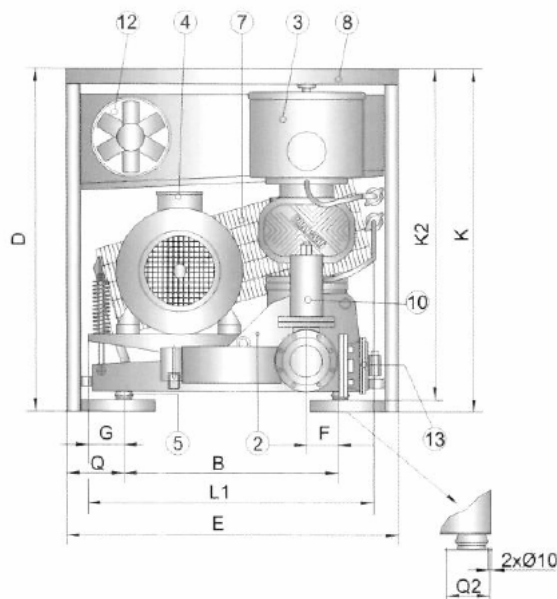
Tabela de Pressão**BLOWAIR**

Modelo	Pressão DP (mBar)										Pb - 1013 mBar ABS e T = 20°C																	
	200			300			400			500			600			700			800			900			1000			
	m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		m3/min.	CV		
15	1500	0,98	0,93	0,85	1,34		0,73	1,74		0,63	2,01																	
	2600	2,15	1,74	2,01	2,27		1,90	2,94		1,80	3,61		1,71	4,15		1,63	4,82											
	4000	3,63	2,88	3,50	3,61		3,38	4,55		3,28	5,49		3,20	6,43		3,11	7,37		3,03	8,30		2,96	9,24					
	5000	4,70	3,35	4,56	4,55		4,45	5,62		4,35	6,63		4,25	8,04		4,16	9,24		4,01	10,45		4,01	11,65					
25	1500	1,26	1,47	1,08	1,87		0,95	2,27																				
	2600	2,75	2,54	2,56	3,35		2,43	4,02		2,30	4,82		2,18	5,63														
	4000	4,63	4,15	4,47	5,36		4,32	6,43		4,20	7,84		4,08	8,84		3,97	10,05											
	5000	5,98	4,69	5,82	6,16		5,67	7,77		5,55	9,25		5,43	10,72		5,32	12,19											
35	1500	2,10	1,47	1,90	2,14		1,73	2,81		1,58	3,48		1,45	4,15		1,32	4,82											
	2700	4,50	2,81	4,30	4,02		4,13	5,23		3,98	6,43		3,85	7,64		3,72	8,84		3,62	10,05		3,50	11,26					
	3750	6,60	4,42	6,40	6,03		6,23	7,77		6,08	9,38		5,95	11,12		5,82	12,73		5,72	14,47		5,60	16,08		5,50	17,8		
	5000	9,10	7,00	8,90	9,2		8,73	11,4		8,58	13,7		8,45	15,9		8,32	18,1		8,22	20,4		8,10	22,6		8,00	24,8		
45	1500	3,10	2,50	2,85	3,5		2,55	4,4		2,47	5,4		2,30	6,3														
	2700	6,47	4,7	6,22	6,3		6,00	8,0		5,82	9,6		5,65	11,4		5,50	13,1		5,35	14,7		5,22	16,5					
	3750	9,40	6,4	9,15	8,8		8,95	11,1		8,77	13,5		8,60	15,8		8,43	18,2		8,30	20,5		8,17	22,9		8,03	25,2		
	5000	12,90	8,6	12,7	11,8		12,45	14,9		12,27	17,9		12,10	21,2		11,93	24,2		11,80	27,3		11,67	30,5		11,53	33,6		
46	1200	3,63	2,5	3,33	3,7		3,08	4,8		2,87	5,9		2,67	6,9														
	2700	9,83	6,8	9,53	9,4		9,28	11,8		9,10	14,3		8,87	16,7		8,68	19,3											
	3750	14,17	10,4	13,87	13,9		13,62	17,4		13,40	20,9		13,20	24,4		13,02	27,7											
	5000	19,33	15,5	19,03	20,2		18,78	24,8		18,57	29,4		18,37	34,0		18,18	38,6											
55	1000	2,90	1,8	2,63	2,8		2,42	3,75		2,22	4,5		2,03	5,5		1,87	6,4											
	2700	9,82	6,0	9,55	8,4		9,33	10,8		9,13	13,2		9,95	15,8		8,78	18,2		8,63	20,6		8,50	23,2		8,37	25,6		
	3750	14,0	10,8	13,82	14,9		13,60	16,4		13,40	19,8		13,23	23,3		13,07	26,6		12,92	30,1		12,77	33,5		12,63	36,8		
	4800	18,37	14,6	18,10	19,0		17,87	23,3		17,68	27,7		17,50	32,1		17,33	36,4		17,18	40,8		17,05	45,1		16,92	49,6		
65	1000	4,00	2,5	3,68	3,7		3,43	4,9		3,20	6,1		2,98	7,7														
	2700	13,18	9,0	12,87	12,2		12,60	15,4		12,37	18,6		12,17	21,7		12,00	25,0		11,78	28,1		11,67	31,5		11,47	34,7		
	3750	18,85	15,9	18,53	20,2		18,28	24,6		18,05	28,9		17,83	33,3		17,6	37,6		17,5	42,2		17,3	46,6		17,1	51,1		
	4800	24,5	19,0	24,2	24,8		23,9	30,5		23,7	36,3		23,5	42,0		23,3	47,9		23,1	53,7		22,9	59,5		22,8	65,3		
66	1000	5,3	3,5	4,8	5,2		4,3	7,0		3,9	8,7																	
	2700	18,4	11,4	17,9	15,9		17,4	20,5		17,0	25,2		16,6	29,9		16,3	34,4											
	3750	26,5	18,6	26,0	24,9		25,5	31,4		25,1	37,8		24,7	44,1		24,4	50,5											
	4800	34,6	28,5	34,0	36,7		33,6	44,8		33,2	52,9		32,8	61,1		32,5	69,3											
75	800	4,6	2,9	4,2	4,4		3,8	5,9		3,5	7,4		3,2	8,8		2,9	10,2											
	2100	15,2	8,1	14,7	12,9		14,4	16,8		14,0	20,5		13,8	24,3		13,5	28,1		13,2	31,9		13,0	35,6		12,8	39,5		
	3000	22,5	15,4	22,0	20,8		21,7	26,1		21,3	31,6		21,1	37,0		20,8	42,3		20,6	47,8		20,3	53,2		20,1	58,7		
	3800	29,0	22,9	28,5	29,7		28,2	36,6		27,8	43,4		27,6	50,3		27,3	57,1		27,0	63,9		26,8	70,8		26,6	77,6		
85	800	7,1	4,4	6,6	6,6		6,1	8,7		5,7	10,9		5,3	13,0														
	2100	22,7	14,1	22,2	19,6		21,7	25,2		21,3	30,8		20,9	38,3		20,5	41,9		20,2	47,6		19,9	53,2		19,6	58,7		
	3000	33,5	24,4	33,0	32,3		32,5	40,2		32,1	48,1		31,7	58,0		31,3	63,9		31,0	72,0		30,7	79,9		30,4	87,9		
	3800	43,1	37,4	42,6	47,3		42,1	57,2		41,7	67,1		41,3	77,2		40,9	87,2		40,6	97,3		40,3	107,3		40,0	117,4		
86	800	8,6	5,7	7,8	8,5		7,1	11,2		6,4	14,1																	
	2100	28,7	18,4	28,1	26,0		27,4	33,2		26,7	40,3		26,1	47,8		25,6	54,8											
	3000	42,9	33,5	42,1	43,7		41,4	53,7		40,8	63,9		40,2	74,2		39,7	84,4											
	3800	55,2	41,6	54,6	52,9		53,9	66,2		53,3	79,5		52,7	92,7		52,1	105,9											
95	800	10,3	6,2	9,6	9,1		9,0	12,2		8,5	15,1		8,0	18,1		7,6	21,2		7,2	24,1								
	1800	27,0	15,9	26,3	22,8		25,7	29,5		24,8	36,2		24,7	42,9		24,3	49,6		23,9	56,3		23,5	63,0		23,2	69,7		
	2400	37,0	24,0	36,3	33,0		35,7	41,9		35,2	50,9		34,7	59,8		34,3	68,7		33,9	77,7		33,5	86,7		33,2	95,7		
	3000	47,0	34,3	46,1	45,6		45,7	56,7		45,2	67,9		44,8	79,1		44,3	90,3		43,9	101,4		43,6	112,7		43,2	123,8		
105	1000	17,8	10,9	16,9	16,1		15,7	21,3		15,0	16,5		14,4	11,6		13,8	16,8		12,0									
	1600	30,8	18,6	29,9	27,0		29,2	35,3		28,5	43,6		27,9	51,9		27,4	60,2		26,8	68,5		26,4	76,9		25,9	85,2		
	2400	48,2	31,8	47,3	44,3		48,6	58,8		45,9	69,3		45,3	61,7		44,7	94,2		44,2	108,7		43,7	119,1		43,3	131,6		
	3000	61,2	44,7	60,3	60,2		60,6	75,8		58,9	91,5		58,3	107,0		57,8	122,6		57,3	138,2		56,8	153,7		56,3	169,1		

Grupo Eletrosoprador com Cabine Acústica
BLOWAIR

conjunto

ROBOX



Pos.	Descrição
1	Soprador
2	Silenciador de Descarga
3	Filtro / Silenciador
4	Motor Elétrico (somente forma construtiva B3-T)
5	Vibrachoc
6	Correias
7	Proteção das Polias
8	Cabine Acústica
9	Junta de Expansão
10	Válvula de Segurança
11	Válvula de Retenção
12	Exaustor da Cabine
13	Válvula de Partida (opcional)

MODELOS	S-15/1	S-25/1	S-36/2	S-46/2	S-49/2	S-55/2	S-65/2	S-66/3	S-69/3	S-75/3	S-85/3	S-96/3	S-95/3
DN	65	65	100	100	100	100	100	150	150	150	150	150	150
A	438	438	650	650	650	650	650	925	925	925	925	925	925
B	515	515	760	760	760	760	760	1120	1120	1120	1120	1120	1120
C	806	806	1206	1206	1206	1206	1206	1606	1606	1606	1606	1606	1606
D	806	806	1206	1206	1206	1206	1206	1656	1656	1656	1656	1656	1656
E	760	760	1160	1160	1160	1160	1160	1560	1560	1560	1560	1560	1560
F	75	75	120	120	120	120	120	193	193	193	193	193	193
G	75	75	125	125	125	125	125	130	130	130	130	130	130
H	315	315	498	498	498	498	498	660	660	660	660	660	660
H1	562	562	840	840	840	840	840	1147	1147	1147	1147	1147	1147
K	785	785	922	922	922	1162	1162	1640	1480	1560	1560	1560	1640
V	475	475	672	672	672	722	722		886	966	966	966	1046
C	485	485	687	687	687	737	737	1061	901	981	981	981	1061
K2	745	745	1070	1070	1070	1122	1122	1435	1435	1515	1515	1515	1595
I	117	117	140	140	140	140	140	180	180	180	180	180	180
H1	157	157	180	180	180	180	180	225	225	225	225	225	225
L	777	795	1150	1167	1200	1196	1235	1630	1630	1630	1630	1630	1630
L1	662	692	1010	1010	1010	1010	1010	1405	1405	1405	1405	1405	1405
M	76.1	76.1	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3	170	170	170	170	170	170
Q	122	122	200	200	200	200	200	220	220	220	220	220	220
Q1	126	126	148	148	148	148	148	162	162	162	162	162	162
S	88	88	110	110	110	110	110	124	124	124	124	124	124
Q2	73	73	85	85	85	85	85	140	140	140	140	140	140
T	235	235	240	240	240	240	240	310	310	310	310	310	310
Peso (Kg) sem motor	142	147	385	395	420	445	460	710	740	770	820	890	910

CONJUNTOS MOTOR-BOMBA RE-AUTOESCORVANTES

Modelo proposto: Imbil EP4

Bombas E/ EP

Re-autoescorvantes

IMBIL®
 Soluções em Bombeamento

EP4

CARACTERÍSTICAS DA BOMBA

Peso: 227 Kg

GD²: 1 (Kg.m²)

Ø Máximo de Sólidos: 1"

Ø da Flange de Sucção: 4" BSP

Ø da Flange de Recalque: 4" BSP

Ø do Rotor: 11"

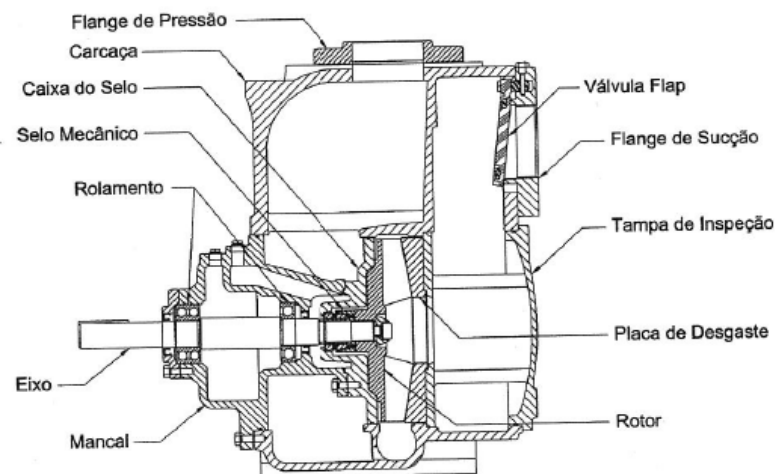
Ø da Conexão de Dreno: 1" BSP



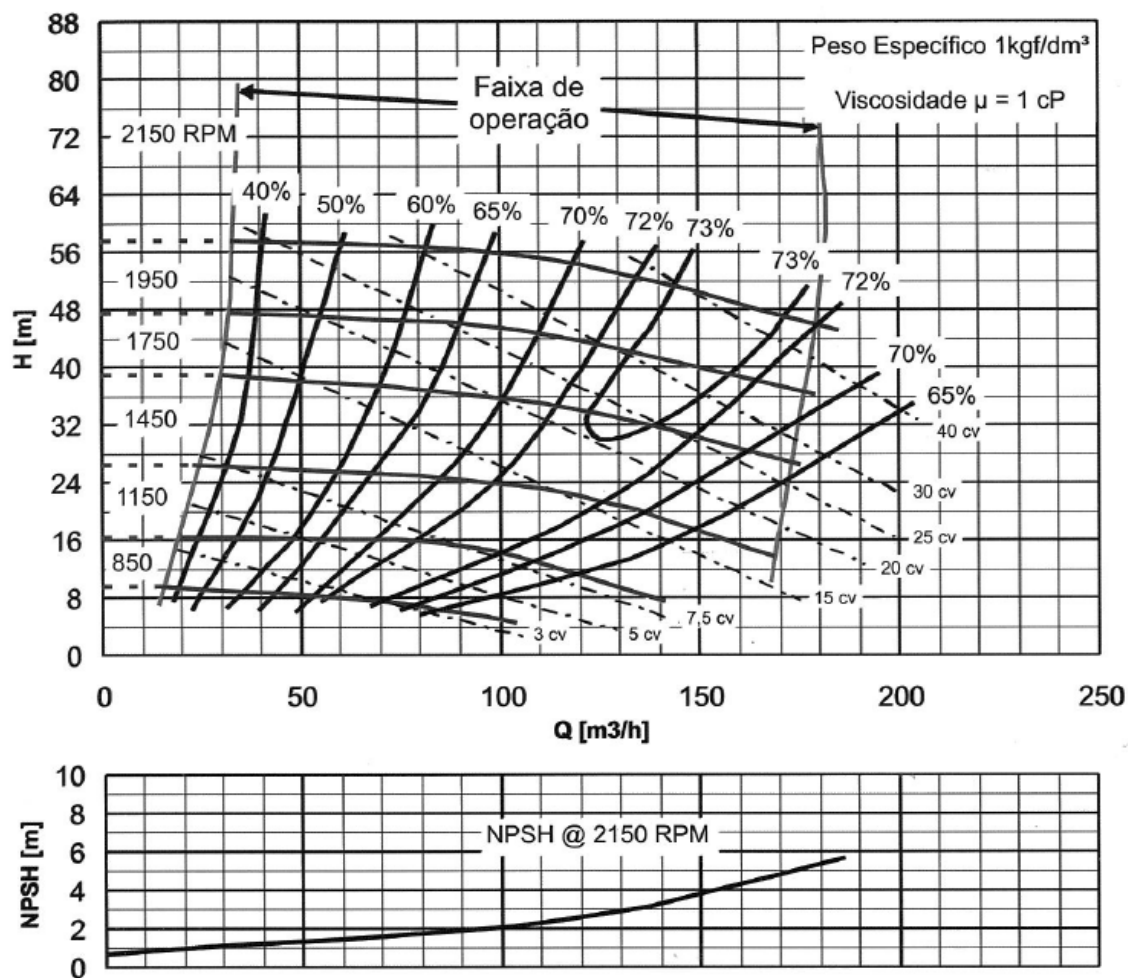
Alturas de Reescorvamento

850rpm-2.4m	1150rpm-3m	1450rpm-3.6m
1750rpm-3.9m	1950rpm-4.5m	2150rpm-5.2m

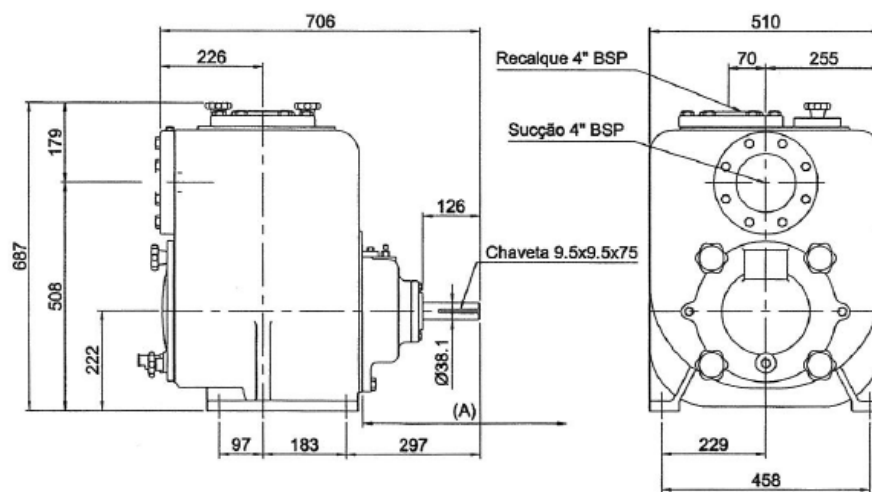
DESENHO EM CORTE BOMBA EP4



CURVA CARACTERÍSTICA EP 4



DESENHO DIMENSIONAL



ANEXO IV – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS

Fundações e responsabilidade técnica.

Conforme especificado, parte das obras terão como fundação estacas hélice contínua. A capacidade de carga das estacas hélice contínua bem como seus comprimentos deverão ser definidos por ocasião da execução.

A CONTRATADA deverá manter no canteiro de obras, um engenheiro residente (engenheiro civil) que será o responsável pelo desenvolvimento de todos os serviços e deverá prestar todas as informações necessárias ao corpo técnico da, quando solicitado.

Estruturas de concreto armado

Todas as estruturas de concreto armado deverão ser construídas de acordo com os respectivos projetos estruturais, atendendo às Normas Brasileiras atinentes, inclusive com relação aos agregados, cimento e água, além dos traços adotados.

As espessuras previstas nos projetos básicos deverão ser absolutamente obedecidas, sempre vedado o emprego de elementos passantes pelas estruturas para fixação de formas, sob qualquer pretexto, e os recobrimentos mínimos preconizados deverão ser atendidos fielmente.

Os concretos utilizados nas obras deverão ter resistências mínimas $F_{ck} = 30\text{Mpa}$ ou $F_{ck} = 25\text{Mpa}$, conforme especificado em projeto, que poderão ser bombeados ou não. Também serão empregados concretos não estruturais, para enchimento e lastro.

Formas para fundações e super estrutura - cimbramentos

As formas para estruturas aparentes, deverão ser executadas com chapas compensadas plastificadas.

As de fundações, poderão ser executadas com tábuas comum.

O tipo, formato, dimensão, qualidade e resistência de todos os materiais utilizados para o cimbramento das formas serão de responsabilidade do Executante, e estarão sujeitos à aprovação do **CONTRATANTE**. O cimbramento poderá ser metálico ajustável ou madeira encunhada, e deverá ter segurança a flambagem, sendo contraventado quando necessário, segundo a NBR-6118. As madeiras empregadas no cimbramento e nas adaptações para fixação das formas terão as mesmas características destas, com elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura.

Os cimbramentos das formas terão como características:

- a) dimensões indicadas no projeto e resistência necessária para não se deformarem sob a ação dos esforços que vão suportar;
- b) contra-flecha (prevista) nas peças de grande vão;
- c) contraventamentos adequados;
- d) apoios sobre estruturas de madeira ou placas metálicas adequadas para descarregamento dos esforços solicitantes;
- e) escadas de acesso para eventuais “janelas” de concretagem e para as áreas elevadas nas formas de pilares, paredes e vigas estreitas e profundas;
- f) madeira e demais materiais constituintes adequados ao tipo de esforços solicitantes previstos para a estrutura geral;
- g) sarrafos chanfrados de 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não devera ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planas e normais ao eixo comum deverão ser empregadas sobrejuntas em toda a volta das emendas. Deverão ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis. Caso o tempo entre a execução das formas e escoramentos, e a concretagem da estrutura ultrapasse 2 (dois) meses, deverão ser tomadas medidas construtivas para adequação das madeiras ao teor de umidade seja correspondente ao estado seco do ar. O cimbramento metálico constituído de tubos deve ser galvanizado imune de ação das intempéries cal e cimento. Deverá apresentar duplo sistema de

ajuste, sendo o graduado a cada 10 ou 15cm e o milimétrico por meio de rosca. Deverá ser resistente, tendo capacidade de carga de acordo com sua altura.

Formas de madeira para fundação

O tipo, formato, dimensão, qualidade e resistência de todos os materiais utilizados para as formas serão de responsabilidade do Executante, e estarão sujeitos à aprovação do **CONTRATANTE**. As madeiras para execução das formas terão, como características fundamentais, elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura, possuindo ainda:

- a) dimensões indicadas no projeto e resistência necessária para não se deformarem sob a ação dos esforços que vão suportar;
- b) contra-flecha (prevista) nas peças de grande vão;
- c) estanqueidade, com tábuas bem alinhadas;
- d) fendas cuidadosamente vedadas por papel ou fita adesiva;
- e) “janelas” próximas ao fundo nas formas de pilares, paredes e vigas estreitas e profundas;
- f) madeira adequada ao tipo de superfície desejada;
- g) sarrafos chanfrados de 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não devera ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planas e normais ao eixo comum deverão ser empregadas sobrejuntas em toda a volta das emendas. Deverão ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis, e deverão ser tomados os seguintes cuidados especiais:

- a) usar obrigatoriamente desmoldante em toda a superfície das formas em contato com o concreto;
- b) projetar e executar as formas de modo que permitam o maior número de utilização das mesmas peças;
- c) usar revestimento de tijolos ou concreto magro, como forma vertical, para estruturas abaixo do nível do solo ou contíguas a um parâmetro de terra em que, devido à consistência do terreno, haja risco de desmoronamento;
- d) sobrepor as formas remontadas ao concreto endurecido da camada anterior, pelo menos em 10cm, e apertá-las contra o mesmo de maneira que, ao ser lançado o concreto, as formas não cedam e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção;
- e) recobrir com papel, feltro, isopor, reboco fraco de cal e areia simples pintura com cal ou pintura com piche, a face de contato entre muros ou placas a construir com outros já existentes, a fim de impedir a ligação entre estes;
- f) em formas paralelas, se permitido pelo projeto, utilizar ferros redondos para unir as faces opostas das formas em sistemas especiais de travas, também usados como tirantes, dispensando cunhas, gravatas e escoras, como reforço à rigidez; se não for permitido o uso de ferros passantes, por razões técnicas, poderá ser adotado sistema de “porca perdida” ou outro que seja devidamente aprovado pela fiscalização;
- g) caso o tempo entre a execução das formas e escoramentos, e a concretagem da estrutura ultrapasse 2 (dois) meses, empregar madeira cujo teor de umidade seja correspondente ao estado seco do ar;
- h) remover os resíduos combustíveis, limitar o emprego de fontes de calor e ter cuidado com instalações elétricas como prevenção a incêndio.

Caso sejam empregadas formas metálicas, estas terão como características:

- a) leveza e resistência;
- b) alinhamento preciso do conjunto e rigidez ao receber esforços verticais e horizontais;
- c) tratamento anticorrosivo, suportando uso contínuo por prazo indefinido;
- d) Flexibilidade podendo ser utilizadas para concretagem de estruturas circulares, com raio mínimo de curvatura de 1,5m;
- e) painel de ajuste, a fim de complementar qualquer folga inferior a 150mm na estrutura das formas;

- f) cantos internos e externos, podendo executar estruturas de concreto formando ângulos de 90° e cantos chanfrados;
- g) possibilidade de executar o encontro de paredes em qualquer ângulo;
- h) uniformidade de textura das faces da forma.

Formas de madeira para estrutura

O tipo, formato, dimensão, qualidade e resistência de todos os materiais utilizados para as formas serão de responsabilidade do Executante, e estarão sujeitos à aprovação do **CONTRATANTE**. As madeiras para execução das formas terão, como características fundamentais, elevado módulo de elasticidade, pequeno peso específico, sem ser excessivamente dura, possuindo ainda:

- a) dimensões indicadas no projeto e resistência necessária para não se deformarem sob a ação dos esforços que vão suportar;
- b) contra-flecha (prevista) nas peças de grande vão;
- c) estanqueidade, com tábuas bem alinhadas;
- d) fendas cuidadosamente vedadas por papel ou fita adesiva;
- e) "janelas" próximas ao fundo nas formas de pilares, paredes e vigas estreitas e profundas;
- f) madeira adequada ao tipo de superfície desejada;
- g) sarrafos chanfrados de 25mm nos cantos.

Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda a qual não deverá ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planas e normais ao eixo comum deverão ser empregadas sobrejuntas em toda a volta das emendas. Deverão ser tomadas precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitida. Os escoramentos serão apoiados sobre cunhas, caixas areia ou outros dispositivos incompressíveis, e deverão ser tomados os seguintes cuidados especiais:

- a) usar obrigatoriamente desmoldante em toda a superfície das formas em contato com o concreto;
- b) projetar e executar as formas de modo que permita o maior número de utilização das mesmas peças;
- c) usar revestimento de tijolos ou concreto magro, como forma vertical, para estruturas abaixo do nível do solo ou contíguas a um parâmetro de terra em que, devido a consistência do terreno, haja risco de desmoronamento;
- d) sobrepor as formas remontadas ao concreto endurecido da camada anterior, pelo menos em 10cm, e apertá-las contra o mesmo de maneira que, ao ser lançado o concreto, as formas não cedam e não permitam desvios ou perda de argamassa nas juntas de construção;
- e) recobrir com papel, feltro, isopor, reboco fraco de cal e areia simples pintura com cal ou pintura com piche, a face de contato entre muros ou placas a construir com outros já existentes, a fim de impedir a ligação entre estes;
- f) em formas paralelas, se permitido pelo projeto, utilizar ferros redondos para unir as faces opostas das formas em sistemas especiais de travas, também usados como tirantes, dispensando cunhas, gravatas e escoras, como reforço à rigidez; se não for permitido o uso de ferros passantes, por razões técnicas, poderá ser adotado sistema de "porca perdida" ou outro que seja devidamente aprovado pela fiscalização;
- g) caso o tempo entre a execução das formas e escoramentos, e a concretagem da estrutura ultrapasse 2 (dois) meses, empregar madeira cujo teor de umidade seja correspondente ao estado seco do ar;
- h) remover os resíduos combustíveis, limitar o emprego de fontes de calor e ter cuidado com instalações elétricas como prevenção a incêndio.

Caso sejam empregadas formas metálicas, estas terão como características:

- a) leveza e resistência;
- b) alinhamento preciso do conjunto e rigidez ao receber esforços verticais e horizontais;
- c) tratamento anticorrosivo, suportando uso contínuo por prazo indefinido;

- d) Flexibilidade podendo ser utilizadas para concretagem de estruturas circulares, com raio mínimo de curvatura de 1,5m;
- e) painel de ajuste, a fim de complementar qualquer folga inferior a 150mm na estrutura das formas;
- f) cantos internos e externos, podendo executar estruturas de concreto formando ângulos de 90° e cantos chanfrados;
- g) possibilidade de executar o encontro de paredes em qualquer ângulo;
- h) uniformidade de textura das faces da forma.

Fornecimento, dobra e colocação de aço CA-50A e CA-60A

Correspondem ao fornecimento, transporte horizontal e vertical, cortes, ajustes, dobras e montagens de barras de aço para a formação das armaduras metálicas a serem instaladas no interior das formas para constituição das estruturas de concreto armado. A definição do aço é estabelecida pelo projeto estrutural e deve conter pelo menos as seguintes características, conforme expresso na NBR 7480:

- a) Categoria: Determinada através da resistência característica de escoamento, a tração (CA-25, CA-40, CA-50, CA-60);
- b) Classe: Relativa ao processo de conformação das barras de fios;
 - Classe A: Obtidos por laminação a quente. Apresentam patamar de escoamento bem definido no ensaio de tração;
 - Classe B: Obtidos por processo de encruamento a frio. Não apresentam patamar de escoamento definido no ensaio de tração;
- c) Coeficiente de conformação superficial: Estabelecido sempre que o seu valor for maior que o definido para a sua categoria.

Todas as barras de aço a serem empregadas nas obras deverão atender as especificações da NBR 6118 e NBR 7480, e antes de se iniciar o fornecimento deverão ser realizados ensaios de características das propriedades físicas e mecânicas do aço, conforme os métodos NBR 6152, NBR 6153 e NBR 7480. A critério da Fiscalização pode-se aceitar certificados de análise, fornecido pelo fabricante, que comprove o atendimento as especificações. Somente após análise dos valores encontrados nos ensaios de características e confrontados com os estabelecidos pela NBR 7480 é que se autorizará o fornecimento.

As partidas serão recebidas com a presença da Fiscalização, que executará inspeção visual de modo a verificar o aspecto e a homogeneidade da partida, devendo ser rejeitadas as partidas cujas barras apresentem falta de homogeneidade de características, escamas, oxidação, esfoliações, graxas e lama aderentes. A partida deve ser composta pelo fornecedor de forma a bem definir os lotes em toneladas, para amostragem de acordo com a TABELA 1, apresentada a seguir. O número de exemplares por lote para ensaio e contraprova, no caso de não se aprovar o lote, deve ser o prescrito no item 6.3 da NBR 7480, sendo que para os primeiros 5 lotes será adotado o Plano 2 de amostragem (item 6.3.2) NBR 7480, e os fios e barras, cordoalhas e telas soldadas devem atender às prescrições da NBR 7480 e NBR 7481, respectivamente.

TABELA - Lotes em toneladas para amostragem de Aço

BITOLA (mm)	CATEGORIA DO AÇO			
	CA-25	CA-40	CA-50	CA-60
3,2	--	--	--	1,6
4,0	--	--	--	2,0
5,0	6,3	4,0	3,2	2,5
6,3	8,0	5,0	4,0	3,2
8,0	10,0	6,3	5,0	4,0
10,0	12,5	8,0	6,3	5,0
12,5	16,0	10,0	8,0	6,3
16,0	20,0	12,5	10,0	--
20,0	25,0	16,0	12,5	--
25,0	31,5	20,0	16,0	--

BITOLA (mm)	CATEGORIA DO AÇO			
	CA-25	CA-40	CA-50	CA-60
32,0	40,0	25,0	20,0	--
40,0	50,0	31,5	25,0	--

A Fiscalização deve aprovar o local da descarga assegurando a separação dos lotes, de acordo com o plano de amostras definido na NBR 7480, para aquela partida, sendo importante que o depósito permita a fácil identificação dos lotes. Os lotes devem ser demarcados e sinalizados, seu lugar não pode ser alterado sem prévia autorização e presença da Fiscalização. As barras de aço devem ser depositadas sobre travessas de madeira para evitar o contato com o solo. O solo subjacente deve ser firme, com leve declividade e recoberto com uma camada de brita. É recomendável utilizar-se depósito coberto. Material depositado por longos períodos e sujeito a ação de intempéries deve ser inspecionado e se necessário submetido aos ensaios de caracterização, após se efetuar a limpeza das barras, eliminação de oxidação, carepas e outros materiais estranhos que possam comprometer a aderência da barra ao concreto. Para efeito de controle de Qualidade, para cada lote, de mesma categoria, classe, diâmetro e procedência, extrai-se uma amostra formada pelo número de exemplares determinados no plano de amostragem, definido pela NBR 7480. As amostras deverão ser compostas com exemplares de 2,20 m de comprimento, amarrados em feixes e perfeitamente identificados, contendo data da amostragem, categoria, classe, bitola e procedência do aço. Os exemplares serão submetidos aos ensaios estabelecidos pela NBR 7480 e os seus valores deverão atender aos limites especificados pela mesma, com relação a ensaio de desbitolagem (massa real), item 4.5, ensaio de tração (tensão de escoamento e ruptura, alongamento e de coeficiente de estricção), observando-se que as barras soldadas devem atender as mesmas exigências especificadas para as barras não soldadas e a ruptura deve ocorrer fora da seção soldada.

Não é permitido o uso, na obra, de aço diferentes daqueles especificados no projeto, sem aprovação prévia do projetista. Quando previsto o emprego de aço de diferentes especificações, deve-se tomar precauções necessárias para evitar a troca involuntária. Não é permitida a utilização de barras de aço que apresentem esfoliações, camadas ou fissuras, observadas principalmente nos locais de dobramento dos ganchos. As barras devem ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. Para proteger as barras de espera da corrosão, deve-se pintá-las com água de cal, nata de cimento ou polímero inibidor de corrosão. As armaduras devem ser isoladas de eletrodutos metálicos. e o dobramento deverá ter os raios de curvatura previstos no projeto, respeitados os mínimos dos itens 6.3.4.1 e 6.3.4.2 da NBR 6.118/80, devendo ser obedecido com extremo rigor os cobrimentos mínimos das armaduras estabelecidos na NBR 6.118/80 e nas especificações técnicas dos projetos estruturais. Deve ser feito sempre a frio e nunca junto às emendas com solda. As emendas e transpasses, devem ser feitas segundo as prescrições de 6.3.5 da NBR 6.118/80.

No caso de emendas soldadas, estas devem ser feitas por processos de eficiência garantida e controlada por ensaios de tração. As barras devem suportar tensão mínima igual ou superior a 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual características. Devem ser previstas plataformas de serviços nos locais de passagem de pessoal e carrinhos, com o fim de evitar deslocamento da armadura. O arame de amarração deve ser apropriado de modo a garantir rigidez à armaduras, sendo consagrado o uso do arame recozido no.18, em fio duplo. Não é permitido o uso de arames passantes em estruturas que se destinem ao armazenamento de líquidos em seu interior, tanto para água bruta, tratada quanto para efluentes líquidos de qualquer natureza. A armadura deverá ser colocada no interior das formas de modo que durante o lançamento se mantenha na posição indicada no projeto conservando-se inalteradas as distâncias entre si e as faces internas das formas. O concreto não poderá ser lançado antes que a Fiscalização tenha inspecionado e aprovado a colocação da armadura.

A colocação de pastilhas, calços, espaçadores e separadores necessários para manter a armadura em posição devem ser previamente aprovadas pela fiscalização. As pastilhas podem ser de argamassa forte de cimento e areia, desde que capazes de resistir ao esmagamento devido ao peso da armadura, terem superfícies rugosa, sem películas que dificultem a

aderência com o concreto. Podem ser obtidas em obra com o auxílio de formas de madeira, de isopor (caixas de ovos), de plástico (para fazer gelo), tubos de PVC, etc. Tratando-se de um material que deve proteger a armadura, garantindo um cobrimento mínimo a esta, a argamassa para sua confecção deve ser comparável em qualidade (resistência, permeabilidade, hidrosopia e dilatação térmica) ao concreto da obra, sendo destacado que têm-se conseguido pastilhas de argamassa de boa qualidade utilizando o mesmo traço do concreto, simplesmente tirando o agregado graúdo e parte da água amassamento. A qualidade final da pastilha deve ser obtida através de cura prolongada e adequada à sombra. As pastilhas, preferentemente, devem ser de plástico rígido, de superfície áspera e fixadas às barras da armadura por pressão.

As peças embutidas, tais como ancoragens, tubulações ou juntas de vedação devem estar convenientemente firmes a forma ou armadura, para não deslocarem na concretagem. Devem ser limpas de graxa, óleo e poeira para garantia de boa aderência ao concreto. As peças que atravessam paredes de reservatórios ou outras estruturas para as quais se deseja maior impermeabilidade, devem ter superfície áspera ou corrugada e deverá ser pintada com adesivo estrutural imediatamente antes da concretagem. As peças metálicas embutidas parcialmente e destinadas a fixação de equipamentos, devem ter a sua parte exposta protegida da corrosão, logo após a cura do concreto.

Concreto para fundações e super estrutura

O cimento a ser empregado em qualquer serviço ou item das unidades e nas estruturas deverá ser do tipo Portland comum (CP-II ou superior) de qualidade assegurada, devendo contar com aprovação prévia da fiscalização;

Para utilização de concreto usinado, deverá ser precedida a autorização de fiscalização com relação às características técnicas do mesmo; para qualquer unidade deverá ser feito controle tecnológico do concreto, prevendo-se que a resistência mínima seja igual ou superior a $f_{ck} > 30,0 \text{ MPa}$ ou $f_{ck} > 25,0$, conforme especificado em projeto.

As formas de concreto das paredes laterais, canais de distribuição e/ou outras em contato com líquidos não poderão ser executadas com arames de fixação passantes sob qualquer pretexto, e as concretagens das unidades somente poderão ser realizadas após devida autorização da fiscalização;

Todos os materiais e insumos (aços, arames, agregados, água, pregos, formas, aditivos e/ou outros) deverão obedecer às respectivas Normas Brasileiras, independentemente de total transcrição e/ou citação nos projetos;

Não serão realizados trabalhos de impermeabilização em áreas de concretagens que tenham resultado em falhas, nichos ou bicheiras, sem que haja expressa autorização da fiscalização e sempre após os devidos registros de ocorrências e reparos viáveis, conforme o

A(s) concretagem(ns) de laje(s) de fundo deverá(ão) ser feita em uma única jornada, preferencialmente com emprego de concreto usinado, não se admitindo juntas secas nas áreas de contato direto com líquidos de processo; estas áreas deverão, se e caso ocorrerem, ser devidamente tratadas com emprego de adesivo epoxílico, devidamente aprovado pela fiscalização.

Nos pisos de concreto simples e nas calçadas externas deverão ser empregados concreto simples de consumo mínimo 200 kg.cim/m^3 de concreto. Deverão ser previstas juntas de dilatação.

Fornecimento, transporte e lançamento de concreto

Para se obter um concreto dentro das especificações, levando-se em consideração a peça a concretar, o local de aplicação, os aspectos de estanqueidade e durabilidade frente aos agentes agressivos, os parâmetros: tipo de cimento, consumo mínimo de cimento e fator água/cimento máxima, deverão ser obedecidos os valores definidos nas respectivas Normas Técnicas Brasileiras.

Parâmetros estabelecidos em função das condições e local de exposição

LOCAL	CIMENTO	CONSUMO MÍNIMO	FATOR A/C MÁXIMO
-------	---------	-------------------	---------------------

Estrutura em contato com água bruta tratada e sem gases agressores e estruturas em contato com o solo	Todos os tipos, exceto o ARJ	350 kg/m ³	0,55 l/kg
Estrutura para tratamento de água	CP II CP III(AF) CPIV(POZ) CPV(RS) resistente a sulfatos (RS)	350 kg/m ³	0,50 l/kg
Estrutura em contato com esgoto e seus gases	CPII CP III(AF) CPIV(POZ) CPV(RS) resistentes a sulfatos (RS)	400 kg/m ³	0,45 l/kg
Parede diafragma	todos os tipos exceto em casos de lençol freático agressivo (considerar como esgoto)	400 kg/m ³	--
Tubulões (base concreto auto-adensável fgfgf concreto comum	todos os tipos	--	--
Outras estruturas	todos os tipos	270 kg/m ³	--

Outros parâmetros que devem ser levados em consideração na definição do concreto a ser utilizado:

- indicação da consistência do concreto conduza a uma trabalhabilidade adequada às condições de lançamento e adensamento disponíveis;
- fixação da impermeabilidade necessária às condições ambientais da estrutura;
- fixação da resistividade necessária às condições ambientais da estrutura;
- resistências mecânicas necessárias;
- resistência aos ataques químicos de água tratada clorada.

Após definição do tipo de concreto a execução do mesmo obedecerá a todas as condições gerais estabelecidas nas especificações e relacionadas a boa técnica de execução e ao atendimento das Normas Brasileiras NBR 6118, NBR 12654 e NBR 12655. Dever-se-á também obedecer as condições específicas, relativas à execução de estruturas hidráulicas bem como todas as estruturas auxiliares em contato permanente com a água, no tocante a absoluta estanqueidade. O executante deverá esmerar-se no que diz respeito à qualidade dos serviços e materiais empregados na obra, no sentido de construir uma estrutura de concreto impermeável, que independente da aplicação posterior de sistemas impermeabilizantes de qualquer natureza, se apresente sem vazamentos ou infiltrações de qualquer magnitude, como por exemplo, através de porosidade ou segregação no concreto, juntas de concretagem, trincas, interface entre concreto e tubulações, juntas de dilatação e durabilidade. A resistência do concreto armado ou protendido a ambientes agressivos está intimamente ligada aos principais fatores: cobrimento das armaduras com especial atenção para a face inferior da laje de cobertura, onde a agressividade do meio é maior; fator água/cimento. Quanto maior a quantidade de água, maior a porosidade do concreto; tipo de cimento e consumo mínimo por m³; qualidade dos agregados, sendo que os de origem cristalina são em geral, os mais resistentes; adensamento adequado; cura. Uma cura bem feita evita o fissuramento do concreto; qualidade da superfície e estanqueidade das formas. Formas lisas e estanques resultam numa superfície menos porosa do concreto; trabalhabilidade; indicar a consistência ideal do concreto para o tipo de peça a ser concretada, definida e controlada pelo ensaio de abatimento slump-test; indicar a dimensão máxima característica do agregado que deverá ser compatível com as dimensões das peças e com a disposição dos ferros da armadura além de obedecer a NBR 6118. A falta de trabalhabilidade provocada pela adoção de baixos fatores água/cimento poderá ser compensada com aprovação da Fiscalização e sem ônus para o **CONTRATANTE**, pelo uso de aditivos que após ensaios de desempenho fique comprovada esta característica e não se constate influência negativa do mesmo sobre a qualidade final do concreto. A qualidade do concreto deve estar sempre dentro das

especificações, podendo a Fiscalização exigir a demolição de partes já concretadas caso o concreto não atenda ao especificado.

O controle tecnológico será feito pelo Executante por um ou mais laboratórios idôneos, tendo a Fiscalização absoluta prioridade no exame dos relatórios de quaisquer ensaios efetuados, bem como trânsito livre para supervisionar a elaboração dos ensaios. A Fiscalização se reserva o direito de manter laboratório próprio de controle de qualidade da obra e de realizar ensaios adicionais sob sua própria responsabilidade e custo, quando julgar conveniente, obrigando-se o Executante a proporcionar todas as facilidades necessárias para a execução deste controle (inclusive controle de corpo de prova) sem que isto acrescente qualquer ônus a **CONTRATANTE**. A escolha dos laboratórios será em comum acordo entre o **CONTRATANTE** e o Executante. Serão efetuados, no mínimo, os seguintes ensaios:

- controle de resistência à compressão do concreto, em corpos de prova cilíndricos com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, moldados e ensaiados segundo NBR 5738, NBR 5739
- determinação do índice de consistência (slump-test) para cada coleta de amostras de concreto, destinada a ensaios de compressão, de acordo com a NBR 7223
- ensaios de caracterização dos constituintes do concreto, quando o mesmo for elaborado na obra obedecendo as recomendações de tipos e periodicidades citados nesta normalização e na NBR 12654
- o plano de amostragem do concreto para determinação da resistência a compressão e consistência obedecerá as recomendações contidas na NBR 12655

O Executante se encarregará dos ensaios de controle tecnológico com a finalidade de determinar propriedades e características dos materiais previstos para a preparação do concreto; executar durante o período de construção ensaios de rotina para controlar a qualidade do concreto e de seus componentes e a sua correspondência com as especificações e detalhes do projeto; providenciar assistência e consultoria técnica sempre que necessitada pela obra.

O estudo de dosagem será precedido pela análise dos constituintes do concreto de acordo com a NBR 12654, e a dosagem do concreto deverá atender as recomendações da NBR 12655. Em nenhuma hipótese será permitida dosagem empírica. No estudo de dosagem deverá sempre ser considerado os fatores: resistência, durabilidade, proteção as armaduras, estanqueidade e trabalhabilidade compatível com a aplicação do concreto. No cálculo da resistência de dosagem se levará em conta as condições de preparo do concreto, nível de controle, equipamentos e pessoal existente na obra, para definição de acordo com a NBR 12655 dos parâmetros de desvio-padrão a serem adotados no seu dimensionamento, conforme expressão a seguir:

$$fc_j = fck / 1,65 \cdot S_d \quad - \text{onde}$$

fc_j = resistência média do concreto a compressão, prevista para idade de j dias

fck = resistência característica do concreto a compressão

S_d = desvio-padrão da dosagem

O desvio-padrão da dosagem, quando desconhecido (início de obra) será definido em função das condições de preparo do concreto definidas a seguir:

- Condição A (aplicável as classes C10 até C80)

O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento e medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados → $SD = 4,0$ MPa

- Condição B (aplicável as classes C10 até C25)

O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em volume. A umidade do agregado é determinada pelo menos três vezes durante o serviço da mesma turma de concretagem. O volume de agregado miúdo é corrigido através de curva do inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado. → $SD = 5,5$ MPa

- Condição C (aplicável as classes C10 até C15)

O cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto.

NOTA Para os concretos da Classe C, enquanto não se conhece o desvio-padrão, adotar-se-á consumo mínimo de cimento de 350 kg/m^3

Quando o desvio-padrão de dosagem for conhecido, estabelecido em função da análise de 20 resultados consecutivos de um mesmo traço, será o mesmo adotado para cálculo de resistência de dosagem, porém, em nenhum caso, O valor do desvio-padrão (Sd) adotado poderá ser menor que 2 MPa. O estudo de dosagem deverá ser executado com antecedência de modo que, antes da data prevista para o início da concretagem, se possa preparar uma amassada de concreto na obra, para comprovação e eventual ajuste do traço experimental. O procedimento de ajuste do traço experimental é desnecessário quando se utilizar concreto produzido por empresas de serviços de concretagem ou quando já tenham sido, na obra elaborados concretos com os mesmos materiais e em condições semelhantes. O ajuste do traço experimental consiste na definição, nas condições de campo, da consistência e resistência real do concreto. O estudo de dosagem e o ajuste de traço deverão ser encaminhados a Fiscalização para aprovação final. Definido e aprovado o estudo de dosagem deverá o mesmo ser obedecido rigorosamente, podendo sofrer alterações somente após aprovação da Fiscalização. Sempre que se fizer necessárias alterações na dosagem, devido a mudanças nos materiais constituintes do concreto ajuste da consistência e resistência a compressão ou proporcionamento dos agregados, deverá ser efetuado novo estudo de dosagem e encaminhado a Fiscalização para nova aprovação.

O processo de mistura será definido em função das características peculiares de cada obras, tais como localização, dimensões do canteiro, volume de concreto e disponibilidades locais de mão de obra, materiais, equipamentos e suprimentos. Consideramos 3 processos gerais:

- mistura do concreto em betoneira estacionária na obra;
- mistura do concreto em central de concreto na obra;
- mistura do concreto em central de concreto fora da obra, por empresa prestadora de serviços de concretagem.

a) Operação de mistura com betoneira estacionária na obra deve obedecer as especificações da NBR 12655 e as descritas abaixo:

- no projeto do canteiro devem estar indicados os locais do equipamento de mistura do concreto, dos silos e depósitos de materiais que devem estar próximos entre si;
- este local deve ser escolhido de modo a tornar mínimo o momento de transporte do concreto aos diversos pontos de lançamento;
- antes de iniciar a operação de concretagem o tambor rotativo da betoneira deverá se encontrar perfeitamente limpo e sem resquícios de materiais das betoneiras anteriores;
- a ordem de operação de mistura é a seguinte:

- aferir e conferir os dispositivos de medição dos materiais;
- verificar a organização do pessoal se as funções estão bem definidas e se os operadores da betoneira e os encarregados da colocação dos materiais estão bem treinados.

- conferir ordem de colocação dos materiais na betoneira:

- 1: parte do agregado graúdo + parte da água;
- 2: cimento + parte da água + areia;
- 3: restante do agregado graúdo;

4: ajuste do abatimento adicionado no máximo o restante da água, operação executada antes de decorrer $\frac{1}{4}$ do tempo total da mistura.

OBS Em caso de utilização de aditivo deverá o mesmo ser adicionado previamente na água de amassamento.

- o tempo de duração mínimo da mistura após a última adição será de 60 segundos para betoneira com capacidade de até 1,0 m³, devendo este tempo ser aumentado em 15 segundos para cada acréscimo de 1,0 m³ na capacidade nominal da betoneira ou conforme especificação do fabricante;
 - o tempo mínimo de mistura somente poderá ser reduzido mediante ensaios de uniformidade e após aprovação da Fiscalização;
 - os ensaios de uniformidade serão feitos diretamente pela Fiscalização e o Executante deverá permitir o fácil acesso para retirada das amostras.
- b) Operação de mistura do concreto em central de concreto na obra, deve obedecer todas as especificações da NBR 7212 e as descritas abaixo:
- o funcionamento dos equipamentos da central, sua capacidade e seus profissionais de operação e controle do abastecimento serão vistoriados, avaliados e aprovados pela Fiscalização, que poderá mandar substituir qualquer equipamento julgado não satisfatório por outro em condições de preencher sua função.

Em princípio, a concretagem em camada ou estrutura deve ser contínua, devendo ser apresentado pela **CONTRATADA** um plano de concretagem indicando a ordem mais favorável das juntas de concretagem, a ordem de concretagem das partes da estrutura, o volume a concretar e duração da concretagem, os equipamentos de mistura, transporte, lançamento, adensamento e pessoal necessário, o traço mais adequado a cada parte da estrutura, assim como os traços especiais, como por exemplo, os destinados aos locais de armadura muito densa, as posições de janelas para concretagem em paredes e pilares, o intervalo mínimo entre duas concretagens de partes contíguas, e o plano de desforma da estrutura.

Nas concretagens demoradas em que haja risco de abalo e partes da estrutura com concreto em início de endurecimento, deve-se estudar a conveniência de usar aditivo retardador e pega ou interrupção da concretagem. Nas concretagens em geral, devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- a) intervalar as concretagens de partes contíguas de, no mínimo 24 horas;
- b) indicar a execução de forma de vigas e lajes, somente 24 horas após concretagem do pilar;
- c) concretar as vigas dentro de uma única jornada, em seção total, abrangendo, se possível, 1/3 do vão da laje;
- d) concretar as lajes de fundo a partir dos cantos;
- e) concretar as vigas em geral a partir dos apoios.

Alvenarias de elevação e embasamento

Alvenaria de tijolos comum para embasamento

Bloco de concreto para vedação esp=14cm

Bloco estrutural esp=19 cm (onde especificado em projeto)

Bloco de vidro 19x19x5cm (onde especificado em projeto)

Alvenaria de elevação executada com tijolos maciços comuns ou blocos de concreto (conforme projeto) assentes com argamassa de cimento e areia 1:3, não devendo as juntas exceder a 1,5 cm de espessura; As fiadas deverão ser assentes perfeitamente niveladas, aprumadas e alinhadas.

Alvenaria de embasamento executado com tijolos maciços comuns, assentes com argamassa 1:4/12, molhados na ocasião de seu emprego e não devendo as juntas exceder a 1,5 cm de espessuras. As duas últimas fiadas deverão ser assentes com argamassa de cimento e areia 1:3, com adição de impermeabilizante na proporção recomendada pelo fabricante;

Impermeabilização no respaldo do embasamento com argamassa de cimento e areia 1:3 com adição de hidrófugo (argamassa polimérica) conforme fabricante. Além do capeamento horizontal deverão ser capeadas as laterais por 20 cm, com a superfície desempenada e pintada com tinta betuminosa. Será tomada toda precaução contra infiltração de pontos de água na camada aplicada.

Alvenaria de elevação executada com blocos de concreto (conforme projeto) assentes com argamassa de cimento e areia 1:3, não devendo as juntas exceder a 1,5 cm de espessura; As fiadas deverão ser assentes perfeitamente niveladas, aprumadas e alinhadas

Revestimentos, impermeabilizações e pinturas.

Impermeabilização no respaldo do embasamento com argamassa de cimento e areia 1:3 com adição de hidrófugo (argamassa polimérica) conforme fabricante. Além do capeamento horizontal deverão ser capeadas as laterais por 20 cm, com a superfície desempenada e pintada com tinta betuminosa. Será tomada toda precaução contra infiltração de pontos de água na camada aplicada.

Deverão ser previstos impermeabilizações com cimento cristalizante de base acrílica, nas paredes internas do :

“Gradeamento e Elevatória EEE”, “Peneiramento”, “Caixa de Areia e Alimentador do Reator”, “Tanque de Contato”, “Bacia de Contenção do Hipoclorito”.

O *“Reator Anaeróbio/Aeróbio”* receber nas paredes internas, impermeabilização com elastomero bi componente, à base de poliuretano de origem vegetal, com limpeza através de hidrojateamento.

As paredes externas do *“Reator Anaeróbio/Aeróbio”* receberão revestimento com pintura a verniz poliuretano.

Todas as aplicações de impermeabilizantes e verniz, deverão ser obedecidas as especificações técnicas dos respectivos fabricantes para as condições de aplicação, situação construtiva e métodos de emprego.

Revestimentos de paredes e lajes

As paredes de alvenaria e laje de cobertura receberão revestimento de chapisco, emboço e reboco.

Chapisco com argamassa de cimento e areia traço 1:3

Emboço interno

Reboco interno

Reboco externo

Pisos e contra pisos

Contra piso de concreto esp = 7cm, com revestimento cerâmico (onde especificado em projeto)

Piso de concreto esp= 12cm, com tela eletrosoldada e acabamento desempenado.

Calçada lateral em concreto esp = 7cm

Pinturas de acabamento

Pintura com uma demão de selador e duas de látex acrílico em paredes internas e lajes.

Pintura com uma demão de selador e duas de látex acrílico em paredes externas.

Pintura esmalte, com uma demão de fundo e duas de acabamento em esquadrias metálicas

Pintura esmalte, com uma demão de fundo e duas de acabamento em estruturas metálicas e pingadeiras.

Estrutura metálica e cobertura

Estrutura metálica e cobertura com telha de fibrocimento na “Casa dos Sopradores”; Prédio Administração, Portaria e Laboratório” e “Casa de Lodo – Centrífuga”.

Instalações Águas Pluviais.

Calhas metálicas, rufos e pingadeiras com chapa #26, corte mínimo 60cm.

Condutores de águas pluviais com diâmetro mínimo de 75 mm.

Caixilhos metálicos

No Prédio Administração, Portaria e Laboratório”.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ETE.

INTRODUÇÃO:

A presente especificação refere-se ao fornecimento de quadro elétrico de comando e proteção, em baixa tensão, a serem utilizados na ETE .

Esta especificação procura estabelecer as características técnicas mínimas que os equipamentos devem apresentar.

No caso da impossibilidade do fornecedor atender todos os detalhes das especificações, devido às técnicas diferentes de fabricação, o mesmo deverá descrever completamente os aspectos que estão em desacordo com as especificações, as quais estarão sujeitas à aprovação única e exclusivamente do **CONTRATANTE**.

Os projetos foram elaborados dentro das Normas ABNT vigentes e informações fornecidas pelos fabricantes dos equipamentos.

ABRANGÊNCIAS DOS SERVIÇOS:

- 1- Execução do Sistema de Tomadas 220V e Telefonia;
- 2- Montagem e Instalação do Quadro de Comando dos Motores;
- 3- Montagem e Instalação do Quadro de Distribuição de Força e Luz;
- 4- Execução do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA e Aterramentos;
- 5- Iluminação externa.
- 6- Entrada de energia elétrica – Trafo 300KVA/380V – em plataforma
- 7- Unidade geradora.- Gerador 300KVA/380V

GENERALIDADES:

O Escopo deste memorial descritivo, visa descrever as soluções técnicas adotadas nos projetos, bem como complementa-los, definir as obrigações e garantias da **CONTRATADA**, objetivando uma execução em perfeitas condições com as técnicas de instalações elétricas

atuais, e em boa integração e harmonia com os elementos estruturais e equipamentos industriais utilizados.

Para os pontos que estejam omissos no presente memorial e projetos, os mesmos deverão ser elucidados a luz das especificações de fabricantes e levando-se em conta as Normas Brasileiras e da Concessionária de Energia Local.

A Localização do ramal de entrada de energia deverá ser confirmada junto ao Departamento Técnico do **CONTRATANTE**.

OBRIGAÇÕES GERAIS:

Será de obrigação da **CONTRATADA**, a elaboração e aprovação do projeto definitivo, bem como os recolhimentos legais, para execução do ramal de entrada de energia conforme norma da Concessionária de Energia Local - CPFL;

Será de obrigação da **CONTRATADA** o fornecimento de materiais e equipamentos que estejam certificados dentro da conformidade das Normas Técnicas Brasileiras, com garantia mínima de 12 meses.

Fica a **CONTRATADA** obrigada a executar os serviços conforme especificado em projeto, caso haja necessidade de qualquer alteração, deve-se contatar o **CONTRATANTE** para ser tomada as devidas providencias – Fica vedada a alteração sem previa comunicação;

Quaisquer serviços bem como materiais e equipamentos que estejam em desacordo com os solicitados em projeto, deverão ser substituídos imediatamente, sem ônus ao **CONTRATANTE**.

A contratada deverá emitir “ART” (Anotação de Responsabilidade Técnica) das instalações executadas, bem como laudo de aterramento dos equipamentos e do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS:

Sistema de Iluminação Interna:

Luminárias à prova de tempo, para lâmpadas incandescentes

Luminárias abertas, para lâmpadas fluorescentes, com reatores eletrônicos alto fator de potência / partida rápida e lâmpadas de 40W luz do dia.

Considerar índice de iluminamento mínimo de 300 lux/m².

Deverão ser utilizados eletrodutos de polietileno médio de bitola no mínimo de 3/4”, embutidos em alvenaria, ou metálicos externos, com condutores, para alimentação dos circuitos.

As luminárias deverão ser aterradas no barramento de terra do quadro de Distribuição de Força e Luz (QDFL) conectados a respectiva malha de aterramento, independente do aterramento do S.P.D.A.

Deverá ser instalada uma luminária de emergência com bateria selada e duas lâmpadas halógenas, no Prédio Administração, no laboratório e na área do CCM.

Execução do Sistema de Tomadas 220 Volts e Telefonia:

Todas as tomadas de força deverão ser do tipo 2P+T, com espelho, embutidas em alvenaria com caixas estampadas;

Deverão ser utilizados eletrodutos de polietileno médio de bitola no mínimo de 3/4", embutidos na alvenaria, ou metálicos externos, com condutores, para alimentação dos circuitos.

Os padrões de altura serão: Interruptores h= 1,15m ; Tomadas de Uso Geral h= 0,30m ; Tomada de Telefone h= 0,50m ;

Nos prédios, prever no mínimo de 1 tomada cada 10 m² (por compartimento).

Todos os circuitos deverão ser identificados com anilhas de marcação e etiqueta externa no espelho das tomadas, com a sigla de 220V.

A tubulação de Telefonia deverá chegar até o Rack de entrada aéreo na parte externa do prédio.

Considerar 2 pontos de telefone (na Portaria e no Laboratório).

Instalação elétrica – Força Motriz

Fiação de alimentação com cabos com capacidade de corrente adequada e isolamento para 1 KV, conforme previsto em projeto executivo.

Eletrocalhas externas, galvanizadas à fogo, com estruturas metálicas em cantoneiras para sua sustentação. Tubos Kanaflex para as instalações subterrâneas.

As derivações das eletrocalhas para motores, botoeiras e instrumentação de campo deverão ser feitas com eletrodutos galvanizados à fogo e estes devem se estender até próximo aos equipamentos. Neste ponto devem ser previstos suportes com cantoneiras para sustentação dos eletrodutos e estes devem estar interligados com os equipamentos finais através de condutores e conduítes flexíveis.

Montagem e Instalação dos Quadros.

Quadro de comando GeralCCM – componentes conforme relação anexo

Quadro de comando Flair – componentes conforme relação anexo.

Características Mínimas do Geral CCM.

O quadro de comando serão sempre construídos em estrutura de chapa de aço dobrada, de bitola mínima nº 12 – MSG, auto-suportante e inteiramente blindado em chapa nº 14 – MSG.

Terão acesso frontal, através de portas providas de trinco, de fecho rápido triangular, próprios para serem instalados em local abrigado e encostados em paredes.

Quando apoiados sobre o piso terão rodapé com estrutura de chapa de aço dobrada de bitola mínima nº 12 – MSG, em perfilado de ferro “U” de 3”x 1.1/2” x 3/16”, apropriada para fixação através de chumbadores adequados.

Os painéis serão próprios para instalação abrigada, grau de proteção IP-54.

O acesso a todos os equipamentos, dispositivos, fiação, cablagem de entrada e saída deverão ser pela porta frontal do painel.

Tratamento das Superfícies Metálicas:

Todas as partes metálicas do cubículo, tanto interna como externamente, receberão tratamento anti – corrosivo consistindo de desengorduramento, decapagem, fosfatização e neutralização, sendo logo após pintados com duas demãos de tinta-ferruginosa e finalmente recebendo duas demãos na cor cinza Mussell nº 6,5.

Barramento:

O barramento será construído em barras chatas de cobre eletrolítico de 99,9%, possuindo seção uniforme nas dimensões adequadas aos máximos esforços eletrodinâmicos de curto-circuito e possuindo superfícies pintadas conforme Norma ABNT.

Será montado em isoladores de epóxi ou de resina poliéster de alta rigidez dielétrica e elevada resistência aos esforços mecânicos dos efeitos dinâmicos da corrente de curto-circuito.

Cores: Fases R – Branca – Amarela, T – Violeta ou Marrom, Neutro – Azul Claro.

Barra de Terra:

Todas as partes metálicas serão ligadas a uma barra geral de cobre eletrolítico para aterramento, de capacidade adequada e disposta na parte inferior do quadro.

Cor: Verde.

Fiação:

A fiação será realizada em condutores flexíveis de cobre eletrolítico com isolamento termoplástico de classe de tensão de 600 V, não propagador de chamas, sem emendas, com bitola mínima, conforme especificado em projetos.

A fiação de comando será instalada em canaletas termoplásticas com tampa, sendo que as situações de fiações entre partes fixas e portas deverá ser reunida e devidamente fixada em forma de “chicote”, porém não sendo admitidos circuitos de força no mesmo.

Os cabos de circuitos de força deverão ser de bitola compatíveis com a aplicação e suas extremidades deverão sempre ser providas de terminal pré-isolado de compressão em latão ou cobre prateado.

As entradas e saídas serão pela parte inferior, sendo que deverão ser instalados bornes adequados para ligação dos cabos e o acesso será pela porta frontal.

Todos os condutores serão identificados pôr terminais plásticos gravados, obedecendo à identificação dos esquemas funcionais, a serem fornecidos junto com o quadro.

Terminais e Bornes:

A fiação de saída dos quadros deverá ser levada à régua de elementos terminais com capacidade de corrente adequada e isolamento para 600 V, numeradas conforme os esquemas funcionais, situadas na parte inferior do quadro.

Os bornes terão capacidade mínima de condução corrente de 25 A.

Acionamento e Sinalização:

Todos os acionamentos de chaves seccionadoras, seletoras e botoeiras bem como os instrumentos de medida e sinalizadores deverão ser externos ao quadro, situados na porta frontal e devidamente identificados pôr meio de etiquetas de acrílico.

Na porta não deverão ser instalados equipamentos do circuito de força, somente manoplas de seccionadoras e disjuntores.

Caso especificação contrária, todos os quadros elétricos deverão ser dotados de chaves comutadoras para acionamento automático /desligado/ manual.

Todos os quadros elétricos deverão portar botoeiras liga / desliga (BLD).

Os botões de comando e chaves quando existirem, deverão obedecer as seguintes cores:

FUNÇÃO	COR DISPOSITIVO
Partida, abrir, fechar	Verde
Parada, emergência	Vermelha
Rearme	Amarela
Teste de Sinalização	Preta

O botão de emergência deve ser do tipo soco ou cogumelo, com retenção do acionador de modo a distinguir quadro acionado.

As sinalizações deveram obedecer as seguintes cores:

FUNÇÃO	COR DO SINALIZADOR
Ligado, aberto	Vermelha
Desligado, fechado	Verde
Defeito	Amarela

Identificação dos Componentes:

Todos os equipamentos internos e externos inclusive o quadro em si, (potência, tensão, tipo de partida) deverão ser identificados interna e externamente com etiquetas auto-adesivas ou similares.

Fusíveis:

Os fusíveis DIAZED, deverão ser instalados em bases protegidas com tampa, parafuso de ajuste e anel de proteção, os mesmos poderão, a critério do fornecedor, serem substituídos pôr disjuntores termomagnéticos com capacidade de corrente compatível com sua aplicação.

Nos casos do uso de fusíveis NH, deverá ser fornecido um punho, com suporte interno no painel, para extração dos mesmos.

Amperímetro, Voltímetro e Horímetro:

Serão utilizados exclusivamente em Quadros Elétricos de Comando de potência igual ou superior a 5 CV.

O voltímetro e o amperímetro deverão ter dimensões de 72 x 72 mm. No caso de painel para mais de um motor será instalado apenas um voltímetro geral e um amperímetro para cada motor.

Os transformadores de corrente deverão ter capacidade térmica e mecânica para suportar correntes de curto-circuito.

O horímetro será eletromecânico com micromotor síncrono, com seis dígitos legíveis, indicando o tempo de trabalho em horas e décimos de horas. Serão instalados tantos horímetros quanto forem os motores.

Acessórios:

Os quadros deverão ser fornecidos com os seguintes acessórios:

- Chumbadores de aço galvanizado, completos para fixação do quadro;
- Olhais para suspensão;
- Porta desenho na parte interna de uma das portas.

Funcionamento:

O funcionamento deverá atender as condições específicas e os equipamentos serão de acordo com o diagrama e esquema funcional correspondente.

Os materiais de instalação externa ao quadro elétrico, necessários ao seu funcionamento deverão ser fornecidos e instalados juntamente com o mesmo e deverão ser de marca ou fabricante qualificado pela **CONTRATANTE** (ex: Eletrodos, Manômetros, Reguladores de Nível, Transdutores, etc.).

Informações técnicas a serem fornecidas:

O fornecedor deverá indicar obrigatoriamente, as dimensões do quadro ofertado. Deverá ainda, anexar catálogos, desenhos e outras informações que melhor os caracterizem.

Deverá indicar obrigatoriamente também as capacidades e marcas dos componentes do quadro elétrico (contatores, relés, etc).

Inspeção, testes e ensaios testemunhados;

Informações Gerais:

A **CONTRATANTE** designará um técnico devidamente qualificado, para acompanhar nos testes a serem realizados, bem como para liberar o equipamento após a inspeção final.

A inspeção do (s) equipamento (s) não isenta o fornecedor de total responsabilidade do fornecimento.

A **CONTRATANTE** ou o representante pór ela credenciada se reserva o direito de inspecionar, a qualquer tempo, as instalações de testes da proponente para a verificação das condições técnicas e operacionais das mesmas, bem como a ter acesso a todas as informações relativas ao fornecimento, inclusive desenhos de fabricação, memoriais técnicos, etc... representante deverá ser avisado com antecedência mínima de 5 dias da data marcada para a realização da inspeção e testes testemunhados.

Testes a serem realizados:

Os seguintes testes e ensaios deverão ser realizados pelo representante;

- Tensão aplicada.
- Resistência de isolamento.
- Testes de funcionamento.
- Verificação dos componentes.
- Dimensional.

Montagem e Instalação do Quadro de Distribuição de Força e Luz:

Deverão ser previstos Quadros de Distribuição de Força e Luz nos prédios Portaria/Laboratório; Centrífuga Desaguadora de Lodo; Sala dos Sopradores; Prédio de Cloro; Lavadores de Gases e Sala de Geradores.

O quadro do Prédio Portaria/Laboratório será do tipo sobrepor nas dimensões mínimas de 600x400x200, em chapa de aço tratada, com pintura em epoxi cinza, contendo placa de montagem na cor laranja e espelho em chapa recortada, para proteção do barramento, na cor cinza em epoxi; Os demais deverão ter dimensões mínimas de acordo com sua capacidade instalada.

Os barramentos deverão ser confeccionados para uma amperagem mínima de 150A em cobre eletrolítico com 99% de pureza, conforme projeto;

Os disjuntores deverão ser do padrão Europeu tipo Mini DIN, com as proteções especificadas em projeto;

Os Fios e cabos dos circuitos de distribuição terão isolamento para 750V;

Todos os circuitos deverão ser identificados com placas em acrílico no espelho do quadro bem como os fios com anilhas marcadoras, seguindo o padrão de cores abaixo:

Fase R: Preto;

Fase S: Vermelho;

Fase T: Branco;

Neutro: Azul;

Terra: Verde;

Retorno: Amarelo ou cinza.

Execução do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA e Aterramento:

Deverão ser executadas valetas na profundidade mínima de 0,40m, do piso para passagem dos cabos de cobre Nú # 35mm², conforme projeto;

Deverá ser executada a decida com cabo de cobre Nú # 35mm², a instalação de isoladores reforçados de porcelana e eletroduto de PVC rígido de 2" será conforme projeto;

Deverá ser instalado um captor tipo Franklin, com mastro galvanizado ou torre.

Deverá ser elaborada medição com apresentação de laudo técnico (Recolhimento da ART), do aterramento executado pela CONTRATADA, sendo que a resistência do aterramento deverá ser inferior à 10 Ohms, conforme norma NBR-5419, em qualquer época do ano;

Posto de Transformação

Será de responsabilidade da **CONTRATADA** a elaboração e a aprovação junto à Concessionária, do projeto de entrada de energia em alta tensão (11 KV) e o fornecimento e instalação de um posto de transformação e medição de 300KVA/380V, em plataforma.

ÁREA EXTERNA

As áreas de arruamento, entre as construções, deverão receber uma compactação final e a colocação de um lastro de pedra britada, com espessura mínima de 10 cm, para a circulação de pedestres e veículos

Serão executadas as guias e sarjetas extrusadas, com perfil 450 PMSP, com concreto de resistência mínima Fck 15 MPa (1.230 ml de guias-sarjetas)

Haverá um fechamento da área da ETE com alambrado, com tela galvanizada (altura 1,80m), malha 2 ½" x 2 ½" de arame galvanizado 12AWG e 3 fios 12 AWG de arame farpado galvanizado. Mourões de concreto 12x12cm, com 2,50m, espaçados a cada 2,50m, e baldrame de concreto 10x25cm. Prever um portão de entrada, em duas folhas de abrir, com largura de 4,50m.

Os taludes dos aterros verão ser revestidos com o plantio de grama em placas.

Será executada a drenagem superficial com tubos de concreto, canaletas, caixas de interligações e bueiros. Rede de água e esgoto para atendimento ao Prédio Administrativo, com instalação de uma caixa d'água metálica, com volume de 3.000 litros.

PIRACICABA, Outubro de 2009.

MARCELO OLIVEIRA SANTOS

BACCHI

CREA 605000492

Responsável Técnico

SEMAE

**SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E
ESGOTO DE PIRACICABA**

CPNJ: 50.853.555/0001-54

Requerente

ANEXO V – DESENHOS

Descrição	Código do Desenho
Layout	Folha 01
Localização	Folha 02
Fluxograma	Folha 03
Perfil Hidráulico da ETE	Folha 04
Plantas e cortes – Peneiramento	Folha 05
Plantas e cortes – Caixa de Areia e Alimentação dos Reatores	Folha 06
Plantas e cortes – Administração / Laboratório	Folha 07
Plantas e cortes – Sala de sopradores e cjto. do flare	Folha 08
Plantas e cortes – Reator Anaeróbio/Aeróbio	Folha 09