



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

**PROJETO BÁSICO
DA AMPLIAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS PIRACICAMIRIM**

VOLUME I

MEMORIAL DESCRITIVO

PROESPLAN
Engenharia

MAIO/2011

CTR-177/11

REV-0

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui o Projeto Básico da Ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos Piracicamirim, no âmbito do contrato firmado entre a Proesplan Engenharia Ltda. e o Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE).

Este trabalho é composto por 03 (três) volumes:

- Volume I: Memorial Descritivo;
- Volume II: Desenhos;
- Volume III: Especificações Técnicas.

ÍNDICE

<u>1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO</u>	<u>1.1</u>
1.1 - HISTÓRICO DO MUNICÍPIO	1.1
1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	1.1
1.3 - HIDROGRAFIA	1.3
1.4 - TOPOGRAFIA E GEOLOGIA	1.8
1.5 - CLIMA	1.9
1.6 - INFRAESTRUTURA DE ÁGUA E ESGOTOS	1.10
1.6.1 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	1.10
1.6.1.1 - SISTEMA PRODUTOR PIRACICABA	1.10
1.6.1.2 - SISTEMA PRODUTOR CORUMBATAÍ	1.11
1.6.1.3 - RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO	1.13
1.6.2 - SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS	1.16
<u>2 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO</u>	<u>2.1</u>
2.1 - HORIZONTE DE PROJETO	2.1
2.2 - COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO	2.1
2.3 - CONTRIBUIÇÃO “PER CAPITA”	2.1
2.4 - DEMAIS PARÂMETROS, ÍNDICES E COEFICIENTES	2.1
2.5 - POPULAÇÃO ATENDIDA	2.2
2.6 - VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS DE PROJETO	2.2
2.7 - PARÂMETROS DE PROJETO PARA O PROCESSO DE TRATAMENTO	2.3
2.8 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CANAIS E CONDUTOS LIVRES	2.3
2.9 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CONDUTOS FORÇADOS	2.4
2.10 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA EM CONDUTOS FORÇADOS	2.4
<u>3 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO</u>	<u>3.1</u>
3.1 - INTRODUÇÃO	3.1
3.2 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	3.1
3.2.1 - OPERAÇÃO BÁSICA DO SISTEMA DE TRATAMENTO	3.1
3.2.2 - CARACTERIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS	3.2
3.2.2.1 - REATOR ANAERÓBIO	3.2
3.2.2.2 - TANQUE DE AERAÇÃO	3.2
3.2.2.3 - DECANTADOR SECUNDÁRIO	3.2
3.2.2.4 - UNIDADE DE DESIDRATAÇÃO MECANIZADA DE LODO	3.3
<u>4 - ORÇAMENTO</u>	<u>4.1</u>

ANEXOS

**ANEXO I - MEMORIAL DE CÁLCULO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTOS**

A.1

1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

1.1- HISTÓRICO DO MUNICÍPIO¹

A região do Rio Piracicaba começou a ser percorrida com o movimento das entradas e bandeiras. Entre fins do século XVII e meados do XVIII, as terras próximas do salto do rio sofreram as primeiras intervenções, fossem por meio da abertura de caminhos e estradas, fossem associadas a pedidos e doações de sesmarias. Tratava-se, inicialmente, do trânsito e do consequente povoamento deflagrado pelas tentativas de melhor explorar as minas de ouro, em Cuiabá ou Minas Gerais. A parte do território paulista que viria a constituir o futuro município recebeu, portanto, suas primeiras demarcações em função desse processo. Entre as referências oficiais relativas à formação do povoado, propriamente dito, destaca-se a incumbência dada, em 1766, ao Cap. Antônio Corrêa Barbosa pelo Capitão-General D. Luís Antônio de Souza Botelho Mourão, para fundar uma povoação na foz do Rio Piracicaba. O local escolhido, no entanto, situava-se à margem direita do salto, distante 90 quilômetros da foz. Considerou-se o lugar mais apropriado, uma vez que o núcleo seria ponto de apoio para as embarcações que desciam o Rio Tietê, além de servir como retaguarda ao abastecimento do Forte Iguatemi (fronteira, na época, com o território do Paraguai). Sua fundação oficial ocorreu em 1º de agosto de 1767, no termo da Vila de Itu.

Em 21 de junho de 1774, a povoação foi elevada à categoria de freguesia do município de Itu e, em 7 de julho de 1784, transferida para a margem esquerda do Rio Piracicaba. Em 31 de outubro de 1821, quando foi erguida a vila, recebeu o nome Vila Nova da Constituição. A partir de 1836, a vila ganhou impulso, tornando-se importante centro abastecedor. Com o predomínio do sistema de pequenas propriedades, eram cultivados, além do café, arroz, feijão, milho, algodão e fumo. Ainda havia pastagens destinadas à criação de gado. Em 24 de abril de 1856, a vila recebeu foros de cidade, mas a denominação de Piracicaba (em tupi, “lugar onde ajunta peixe” ou “lugar onde o peixe pára”) apenas seria oficializada em 13 de abril de 1877. O município adquiriu novo estímulo quando, nesse mesmo ano, começou o tráfego no ramal da estrada de ferro que ligava Piracicaba a Itu.

1.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

Pertencente a Região Administrativa de Campinas, Piracicaba constitui um dos principais municípios da região, sendo, inclusive, sede de Região de Governo, a qual é composta pelos seguintes municípios:

- | | | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| - Águas de São Pedro; | - Mombuca; | - Saltinho; |
| - Capivari; | - Piracicaba; | - Santa Maria da Serra; |
| - Elias Fausto; | - Rafard; | - São Pedro. |
| - Charqueada; | - Rio das Pedras; | |

Localizado na porção leste do Estado de São Paulo e ocupando uma área de 1.353 km², o município de Piracicaba faz divisa com os seguintes municípios:

- Ao sul: Rio das Pedras, Saltinho, Laranjal Paulista e Conchas;

¹ Fonte: SEADE - Perfil Municipal

- Ao norte: São Pedro, Charqueada, Santa Maria da Serra e Rio Claro;
- A leste: Iracemápolis, Limeira e Santa Bárbara d'Oeste;
- A oeste: Anhembí.

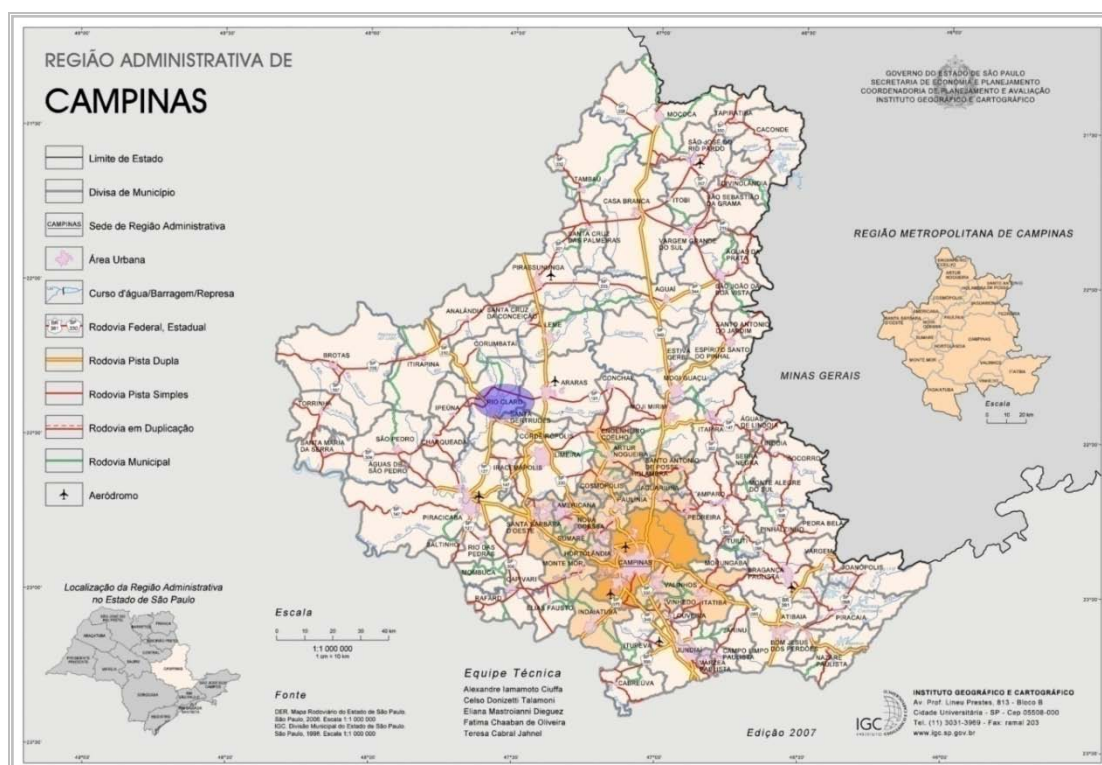


Figura 1 - Região Administrativa de Campinas - Principais vias de acesso.

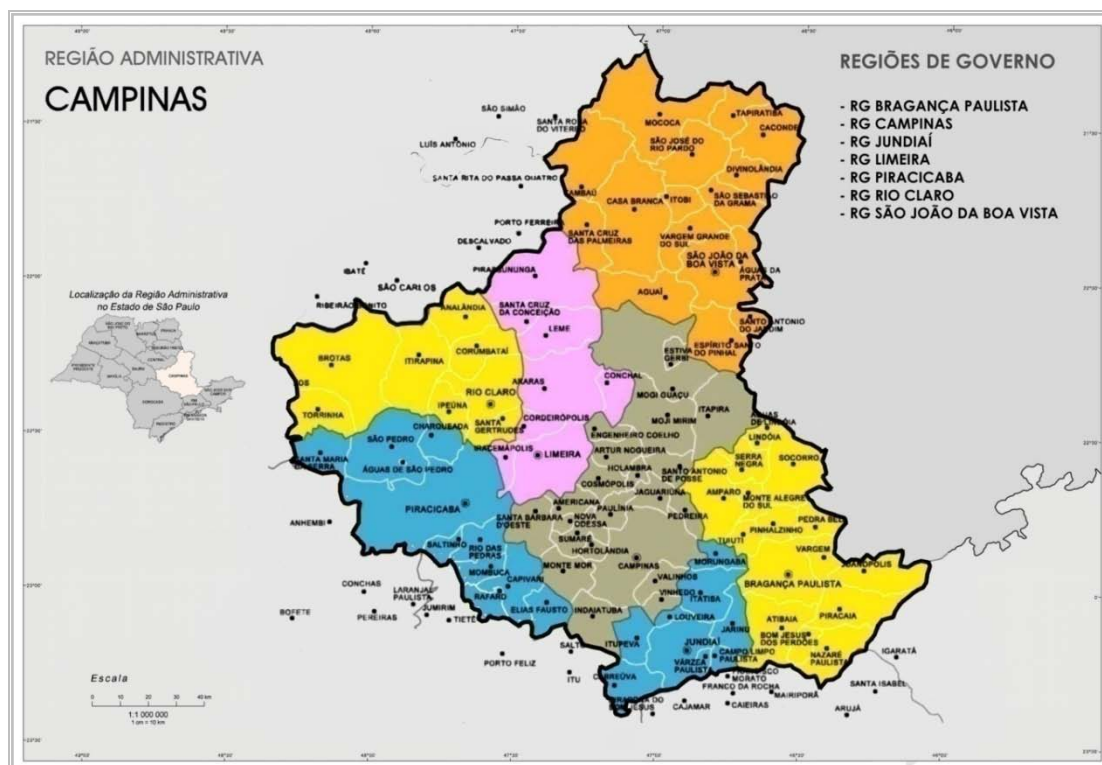


Figura 2 - Região Administrativa de Campinas - Regiões de Governo.

Distante cerca de 162 km da capital do Estado e à cerca de 71 km de Campinas, tem como principais vias de acesso: Rodovia Anhanguera (SP-330); Rodovia Luiz de Queiroz/Geraldo de Barros (SP-304); Rodovia Cornélio Pires (SP-127); Rodovia Deputado Laércio Corte (SP-147) e Rodovia do Açúcar (SP-308).

1.3 - HIDROGRAFIA

A sede do município de Piracicaba está inserida na UGRHI-5 - Piracicaba, Capivari e Jundiaí, localizada a leste do Estado de São Paulo. Esta UGRHI se estende desde a divisa com o Estado de Minas Gerais até o Reservatório Barra Bonita, localizado no Rio Tietê.

A bacia conjunta dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí estende-se por uma área de aproximadamente 14.000 km², no Estado de São Paulo, distribuída da seguinte forma:

- Bacia do Rio Piracicaba: 11.300 km²;
- Bacia do Rio Capivari: 1.600 km²;
- Bacia do Rio Jundiaí: 1.100 km².

Além dos rios supracitados, a UGRHI-5 é composta pelos seguintes cursos-d'água principais: Rio Jaguari, Rio Atibaia, Rio Camanducaia, Rio Corumbataí, Rio Passa Cinco, Ribeirão Anhumas, Ribeirão Pinheiros, Ribeirão Quilombo, Rio Capivari-Mirim, Córrego São Vicente e Rio Jundiaí-Mirim.

Desses cursos-d'água, o município de Piracicaba é drenado pelos rios Corumbataí e Piracicaba, os quais constituem os principais mananciais destinados ao abastecimento público de água da cidade.

Além de Piracicaba, a UGRHI-5 engloba os seguintes municípios:

- | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------------|
| - Águas de São Pedro; | - Iracemápolis; | - Piracaia; |
| - Americana; | - Itatiba; | - Piracicaba (parcial - parte |
| - Amparo (parcial); | - Itirapina; | do território inserido na |
| - Analândia (parcial); | - Itu; | UGRHI-10); |
| - Anhembi (parcial); | - Itupeva; | - Rafard (parcial); |
| - Artur Nogueira; | - Jaguariúna; | - Rio Claro (parcial); |
| - Atibaia; | - Jarinu; | - Rio das Pedras; |
| - Bom Jesus dos Perdões; | - Joanópolis; | - Saltinho (parcial); |
| - Bragança Paulista; | - Jundiaí; | - Salto (parcial); |
| - Cabreúva (parcial); | - Limeira (Parcial); | - Santa Bárbara d'Oeste; |
| - Campinas; | - Louveira; | - Santa Gertrudes; |
| - Campo Limpo Paulista; | - Mairiporã; | - Santa Maria da Serra; |
| - Capivari; | - Mineiros do Tietê; | - Santo Antônio da Posse; |
| - Charqueada; | - Mogi Mirim | - São Pedro; |
| - Cordeirópolis; | - Mombuca; | - Serra Negra; |
| - Corumbataí (Parcial); | - Monte Alegre do Sul; | - Socorro; |
| - Cosmópolis; | - Monte Mor; | - Sumaré; |

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|--------------------|
| - Dois Córregos; | - Morungaba; | - Tietê; |
| - Elias Fausto (parcial); | - Nazaré Paulista (parcial); | - Torrinha; |
| - Engenheiro Coelho; | - Nova Odessa; | - Tuiuti; |
| - Holambra; | - Paulínia; | - Valinhos; |
| - Hortolândia; | - Pedra Bela; | - Vargem; |
| - Indaiatuba (parcial); | - Pedreira; | - Várzea Paulista; |
| - Ipeúna; | - Pinhalzinho; | - Vinhedo. |

Conforme se pode constatar na figura 4, parte do município de Piracicaba está inserida na UGRHI-10 - Tietê/Sorocaba. Entretanto, a área em questão é constituída apenas pela zona rural do município, enquanto a área urbana se concentra totalmente na UGRHI-5.

Dentro do contexto municipal, os principais cursos de água que passam pela cidade de Piracicaba (vide figura 5) são:

- Rio Piracicaba;
- Ribeirão das Palmeiras;
- Ribeirão Cachoeira;
- Córrego Capim Fino;
- Ribeirão Guamium;
- Córrego Godinho;
- Rio Corumbataí;
- Córrego das Ondas;
- Córrego Itapocu;
- Ribeirão Tijuco Preto;
- Córrego Recanto;
- Ribeirão Dois Córregos;
- Córrego Figueira;
- Córrego Bela Vista;
- Ribeirão Piracicamirim;
- Ribeirão do Enxofre;
- Ribeirão dos Marins;
- Ribeirão Pau-d'Alhinho;
- Ribeirão Granal.

De acordo com o enquadramento dos corpos de água estabelecido pela legislação ambiental vigente, os cursos de água supracitados pertencem à Classe 2.

Nas figuras a seguir, apresenta-se a localização da UGRHI-5 em relação ao Estado de São Paulo, os municípios inseridos na mesma e os principais cursos de água que atravessam a cidade de Piracicaba.

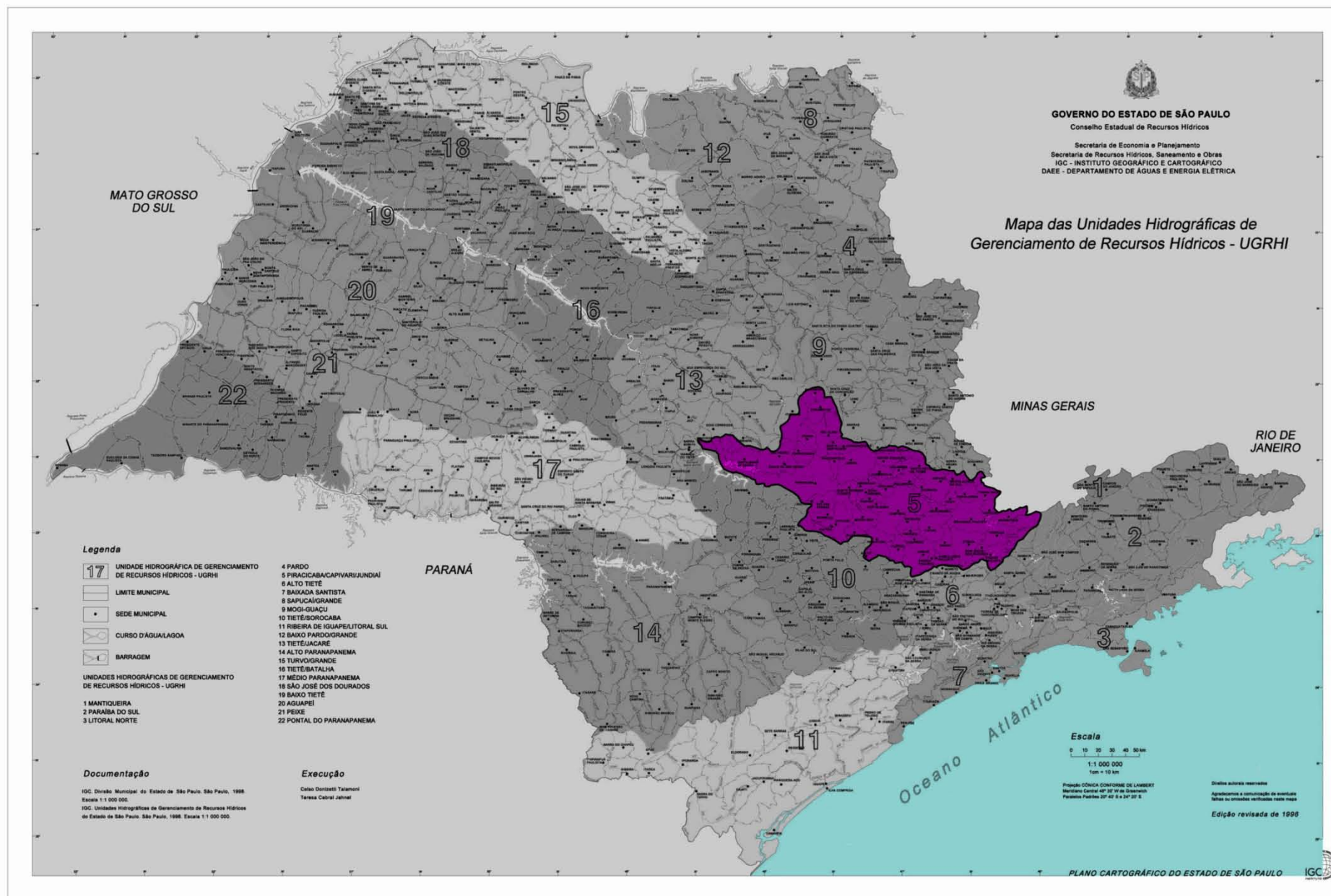


Figura 3 - Localização da UGRHI-5.

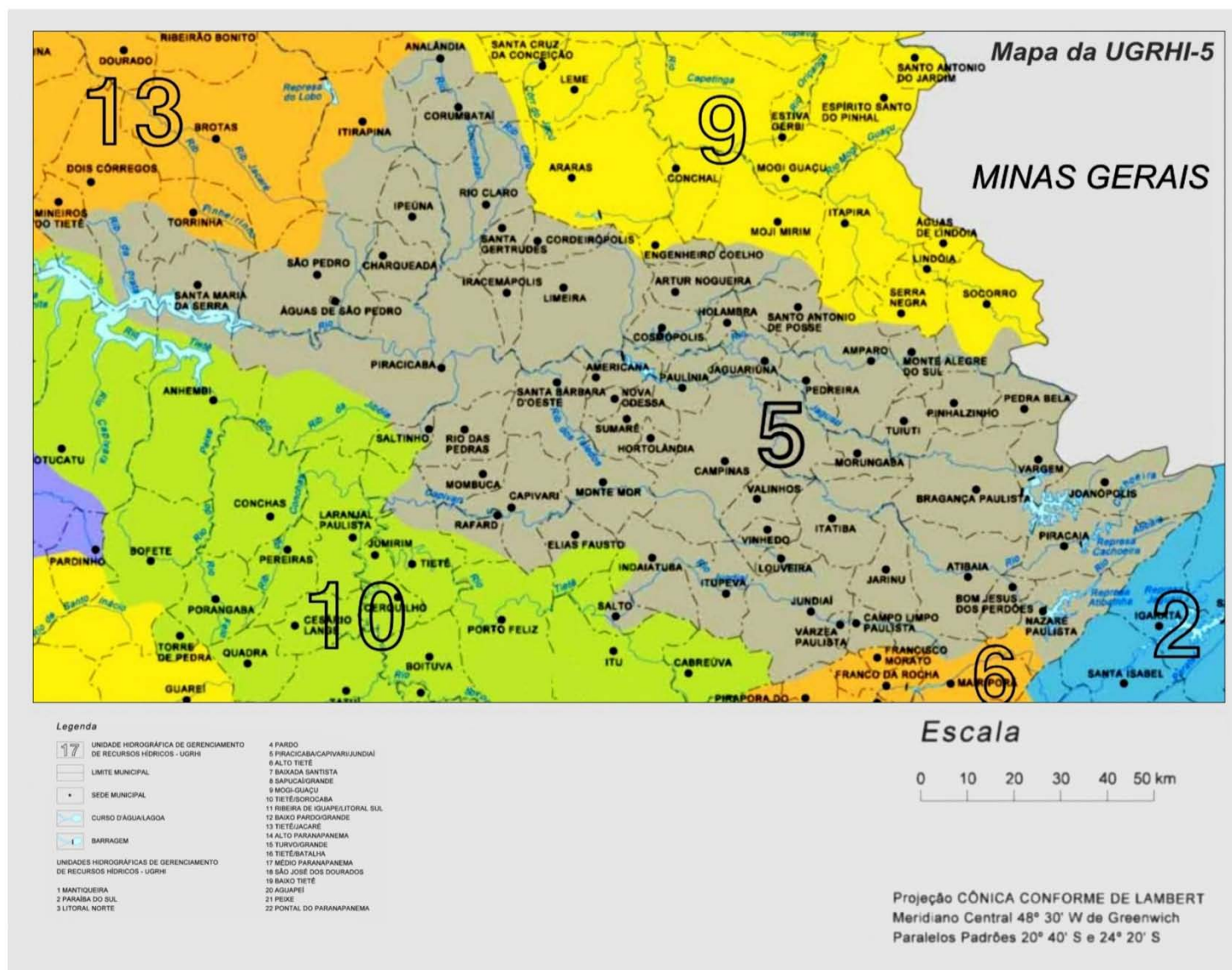


Figura 4 - Municípios inseridos na UGRHI-5.

Principais Cursos de Água



Figura 5 - Principais Cursos de Água de Piracicaba.

Sendo o Rio Piracicaba o corpo receptor de todos os efluentes do município e considerando sua importância como manancial e tributário da Represa de Barra Bonita, conclui-se que o equacionamento dos sistemas de esgotamento da cidade Piracicaba, bem como de outros grandes municípios da região (Campinas, Limeira, Americana, Sumaré, Santa Bárbara d'Oeste, Rio Claro entre outros) é de vital importância no contexto de saúde pública do Estado de São Paulo, especialmente no que tange a influência da UGRHI-5.

1.4 - TOPOGRAFIA E GEOLOGIA

Piracicaba localiza-se na Depressão Periférica, onde predominam colinas baixas, cujas cotas altimétricas oscilam entre 500 m (no vale do Piracicaba) e 680 a 700 m. no relevo predominam colinas de formas suavizadas, separadas por vales e sem planícies aluviais importantes.

O município, assim como toda UGRHI-5 onde se encontra, está localizado na borda centro leste da Bacia Sedimentar do Paraná, formada por grande variedade de litologias que podem ser classificadas em 4 grandes domínios geológicos: rochas metamórficas e graníticas; rochas sedimentares mesozóicas e paleozóicas; rochas efusivas e corpos intrusivos básicos; coberturas sedimentares Cenozóicas.

O grupo de rochas metamórficas e graníticas é caracterizado, em geral, por comportamento resistente e pela presença de estruturas orientadas (xistosas, migmatíticas e gnáissicas).

O grupo das rochas sedimentares constitui-se de rochas brandas, com baixa resistência mecânica. Entretanto, quando cimentadas, apresentam maior resistência.

O grupo de rochas efusivas e os corpos intrusivos possuem bom comportamento geomecânico, sendo homogêneas, maciças e isotrópicas e apresentando alta resistência mecânica e coesão.

As coberturas sedimentares Cenozóicas são constituídas por rochas brandas e sedimentos não consolidados. Incluem-se também neste grupo, as rochas cataclásticas antigas e mais jovens, formadas pelos esforços de cisalhamento em zonas de falhamentos.

O domínio do embasamento cristalino engloba os Metamorfitos do Grupo São Roque, Complexo Paraíba do Sul e Complexo Amparo.

No domínio das Rochas Sedimentares Mesozóica e Paleozóica destacam-se o Grupo Tubarão (Formação Itararé e Tatuí), Grupo Passa Dois (Formação Irati e Corumbataí), Grupo São Bento (Pirambóia e Botucatu) e sedimentos da Formação Itaqueri.

1.5 - CLIMA

O clima do município, segundo a classificação climática de Koeppen para o Estado de São Paulo, é do tipo Cwa, caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.

As temperaturas variam de 10,0° C (mínima média) a 30,0° C (máxima média), sendo a média anual de 21,6° C. No quadro a seguir apresenta-se o perfil de temperaturas médias ao longo do ano:

Mês	Temperatura do Ar (°C)		
	Mínima Média	Máxima Média	Média
Jan	19,0	30,0	25,0
Fev	19,0	30,0	25,0
Mar	18,0	30,0	24,0
Abr	15,0	28,0	22,0
Mai	12,0	26,0	19,0
Jun	10,0	25,0	18,0
Jul	10,0	25,0	17,0
Ago	11,0	27,0	19,0
Set	13,0	28,0	21,0
Out	16,0	29,0	22,0
Nov	17,0	30,0	23,0
Dez	18,0	30,0	24,0
Ano	14,8	28,2	21,6
Min	10,0	25,0	17,0
Max	19,0	30,0	25,0

Fonte: Cepagri UNICAMP.

A precipitação anual de Piracicaba é de 1.328,1 mm, com mínima mensal de 28,4 mm e máxima mensal de 229,7 mm, conforme pode ser observado no quadro a seguir:

Mês	Chuva (mm)		Mês	Chuva (mm)
Jan	229,7		Jul	30,1
Fev	200,2		Ago	28,4
Mar	150,6		Set	60,3
Abr	76,2		Out	121,5
Mai	61,7		Nov	125,9
Jun	45,0		Dez	198,5

Fonte: Cepagri UNICAMP.

1.6 - INFRAESTRUTURA DE ÁGUA E ESGOTOS

1.6.1 - Sistema de Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água de Piracicaba é composto por dois sistemas produtores principais: Piracicaba e Corumbataí.

1.6.1.1 - Sistema Produtor Piracicaba

Este subsistema conta com duas estações de tratamento de água, denominadas ETA-1 e ETA-2.

A ETA-1 é alimentada por duas captações. A primeira captação está localizada junto à margem esquerda do Rio Piracicaba, na Av. Bandeirantes, e é constituída por uma tomada de água direta no rio formada por canal e poço de reunião que alimenta uma estação elevatória. A adução para a ETA-1 é feita através de uma tubulação de ferro fundido com diâmetro de 700 mm. A segunda captação está localizada no Rio Corumbataí, sendo responsável também pela alimentação da ETA Capim Fino (Sistema Produtor Corumbataí) e cujas características são apresentadas no próximo capítulo.

A ETA-2, segundo informações do SEMAE, está parada há 9 anos. Entretanto, esta estação poderá entrar em operação se necessário. Neste caso, seria abastecida pelas captações do Rio Piracicaba e Rio Corumbataí.

A qualidade da água captada neste subsistema é analisada e controlada pelo SEMAE, em laboratório próprio.

As duas ETA's estão localizadas na mesma área, na Rua Luiz de Queiroz, porém com instalações independentes entre si, exceto quanto à casa de química que é comum às duas unidades. A capacidade da ETA-1 é de 500 l/s e da ETA-2, 350 l/s.

As ETA's são do tipo convencional, constituídas pelas seguintes unidades básicas:

- Calha Parshall;
- Floculadores;
- Decantadores;
- Filtros;
- Casa de Química (comum às duas ETA's).

1.6.1.2 - Sistema Produtor Corumbataí

Neste subsistema, como o próprio nome diz, a captação é feita no Rio Corumbataí, junto à margem esquerda do mesmo, nas coordenadas 7.494,75 km NS e 224,93 km EW, Meridiano Central 45°, em uma área de aproximadamente 10.000 m².

A bacia de contribuição no ponto de captação tem, aproximadamente, 1.650 km² e a precipitação pluviométrica média é de 1420 mm/ano. Pela metodologia de regionalização hidrológica do DAEE do Estado de São Paulo, a vazão mínima anual de 7 dias com período de retorno de 10 anos (Q7,10) nesse ponto é igual a 4,88 m³/s.

Em linhas gerais, a captação é composta pelas seguintes unidades principais:

- Barreira flutuante;
- Gradeamento;
- Caixas de areia;
- Poço de sucção;
- Estação elevatória de água bruta;
- Subestação de energia.

A água captada no Rio Corumbataí segue para a ETA Capim Fino, cuja capacidade nominal é de 1,50 m³/s.

A barreira flutuante, instalada na entrada da captação, tem como função evitar a entrada de detritos de grandes dimensões (galhos, garrafas plásticas, etc) no canal de gradeamento, reduzindo significativamente a quantidade de resíduos retida nas grades.

Esse dispositivo é composto basicamente por um tubo circular vedado nas suas extremidades, funcionando como flutuante, e por uma tela soldada na parte inferior, mergulhada na água, para evitar a passagem de detritos por baixo da barreira. Para mantê-la no lugar, a barreira é fixada em argolas que deslizam livremente através de duas colunas verticais instaladas nas extremidades do dispositivo. Tem aproximadamente 11 m de largura útil.

O gradeamento atual é composto por uma grade média, de limpeza manual, com espaçamento entre barras em torno de 20 mm. Essa grade tem uma largura útil de 3,00 m e altura total de 3,80 m.

Na entrada do canal da grade há três guias para a instalação de “stop-log” caso seja necessário fechar a entrada da captação. O canal tem 3,00 m de comprimento útil, sendo que a entrada possui um alargamento assimétrico junto à margem do rio com cerca de 5,00 m de largura e 2,30 m de comprimento.

A captação conta com três caixas de areia gravitacionais retangulares operando em paralelo, desprovidas de qualquer equipamento para retirada mecanizada de detritos.

Toda a retirada é feita mediante uso de uma draga de areia, levada ao local por ocasião da limpeza da unidade.

Cada caixa de areia possui as seguintes dimensões básicas:

- | | |
|-----------------------|----------|
| - Comprimento útil: | 18,00 m; |
| - Largura útil: | 2,50 m; |
| - Profundidade útil: | 4,20 m; |
| - Profundidade total: | 4,40 m. |

O isolamento das caixas de areia é feito por meio de comportas instaladas nas entradas e saídas das mesmas. O acionamento dessas comportas é manual e feito por meio de pedestais de haste ascendente.

As caixas de areia desembocam em um canal de largura variável, interligando-se ao poço de sucção da estação elevatória de água bruta.

O poço de sucção constitui-se basicamente de um canal retangular onde estão instaladas as sucções (oito ao todo) dos conjuntos de recalque da elevatória de água bruta. Tem as seguintes dimensões básicas:

- | | |
|-----------------------|----------|
| - Comprimento útil: | 32,00 m; |
| - Largura útil: | 2,50 m; |
| - Profundidade útil: | 4,70 m; |
| - Profundidade total: | 4,90 m. |

A entrada da água é feita pela parte central do poço, o qual pode ser isolado mediante a operação de duas comportas de acionamento manual instaladas em seu interior, dispostas em lados opostos da entrada. Com essa configuração é possível isolar uma das metades do poço de sucção por vez, evitando-se a parada total da elevatória de água bruta durante a operação de limpeza ou manutenção do mesmo.

A estação elevatória é do tipo poço seco com bombas centrífugas de eixo horizontal, bipartidas, com sucção acima do nível de captação. A estação possui 08 (oito) conjuntos de recalque que podem operar simultaneamente. As bombas estão instaladas em um poço de 5,20 m de largura, 34,00 m de comprimento e 8,00 m de profundidade. Este poço, por sua vez, está confinado em uma edificação de 7,80 m de largura, 34,00 m de comprimento e 3,50 m de altura útil. Anexa a edificação, mas com estrutura integrada a mesma, encontra-se a sala do operador com 3,00 m de largura, 5,80 m de comprimento e 3,50 m de altura útil.

Os barriletes de recalque das bombas são interligados a uma única tubulação de 800 mm, de onde saem 04 (quatro) adutoras que abastecem a ETA Capim Fino. As adutoras possuem as seguintes características:

- | | |
|-------------------|----------|
| - Adutoras 1 e 3: | |
| • Extensão: | 5.320 m; |

- Diâmetro: 600 mm;
- Material: ferro fundido.
- Adutora 2:
 - Trecho 1:
 - Extensão: 3.820 m;
 - Diâmetro: 700 mm;
 - Material: ferro fundido.
 - Trecho 2:
 - Extensão: 1.500 m;
 - Diâmetro: 500 mm;
 - Material: ferro fundido.
- Adutoras 4:
 - Extensão: 5.320 m;
 - Diâmetro: 700 mm;
 - Material: ferro fundido.

Segundo informações cadastrais, algumas dessas adutoras estão interligadas entre si ao longo do traçado das tubulações. Na chegada da ETA Capim Fino, todas as adutoras se interligam a uma única tubulação que segue para a entrada do tratamento (calha Parshall).

A ETA Capim Fino é do tipo convencional, constituída pelas seguintes unidades básicas:

- Calha Parshall;
- Floculadores;
- Decantadores;
- Filtros;
- Casa de Química.

1.6.1.3 - Reservação e Distribuição

Quanto à rede de distribuição de água potável, Piracicaba apresenta um índice de atendimento igual a 99,38% (ano 2000 - Fonte: SEADE) e os volumes de reservação de água potável são da ordem de 65.000 m³, distribuídos pelos seguintes centros de reservação:

Centro de Reservação	Tipo	Material	Volume (m³)
ANHUMAS	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	100
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	100
SANTANA	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	50
	ELEVADO	CHAPA DE AÇO	50
SANTA OLÍMPIA	APOIADO	CHAPA DE AÇO	50
MONTE ALEGRE	APOIADO	CONCRETO ARMADO	277,8
CONCEIÇÃO	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	50
BARTIRA	ELEVADO	CHAPA DE AÇO	100
PEÓRIA	APOIADO	FIBRA DE VIDRO	100
TANQUINHO	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	100
TUPI	APOIADO	CHAPA DE AÇO	10
VILA BRIEDA	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	50
VILA NOVA	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	20
AGRONOMIA	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
VILA REZENDE	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	550
LAGO AZUL	APOIADO	CONCRETO ARMADO	700
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	125
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	125
BALBO	ENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	ENTERRADO	CONCRETO ARMADO	2.300

Centro de Reservação	Tipo	Material	Volume (m³)
BOA ESPERANÇA	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
	APOIADO	CONCRETO ARMADO	4.800
C.L.Q	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
CAPIM FINO	ENTERRADO	CONCRETO ARMADO	2.000
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	2.000
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	2.000
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	11.000
CECAP	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
	N/I	N/I	250
NOVA SUIÇA 1 E 2	ELEVADO	CHAPA DE AÇO	50
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	50
PARK MOTEL	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	10
JUPIÁ	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
TAKAKI	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
SANTA TEREZINHA	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	500
DOIS CÓRREGOS	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
MARECHAL	APOIADO	CONCRETO ARMADO	4.200
	APOIADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	SEMIENTERRADO	ALVENARIA DE TIJOLOS	2.000
	SEMIENTERRADO	ALVENARIA DE TIJOLOS	1.100
PAULICÉIA	APOIADO	CONCRETO ARMADO	5.200
	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	550
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
TORRE DE TV	APOIADO	FIBRA DE VIDRO	100
	APOIADO	FIBRA DE VIDRO	100
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	200
UNIFICADA PAULICÉIA	ENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.250
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	3.000
UNILESTE	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.000
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	2.400

Centro de Reservação	Tipo	Material	Volume (m³)
XV DE NOVEMBRO	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	1.680
	SEMIENTERRADO	CONCRETO ARMADO	4.000
	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	550
CAMPESTRE	APOIADO	FIBRA DE VIDRO	100
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	100
KOBAYAT LÍBANO	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	250
NOVA REPÚBLICA	ELEVADO	CONCRETO ARMADO	50
PAU D'ALINHO	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	50
TIJUCO PRETO	ELEVADO	CHAPA DE AÇO	26
VEREDAS DE ARTEMIS	ELEVADO	FIBRA DE VIDRO	25
Total			64.948,8

1.6.2 - Sistema de Esgotos Sanitários

As condições atuais do sistema de esgotos de Piracicaba são bastante razoáveis ao que se refere à coleta e ao afastamento dos efluentes. Praticamente toda a cidade conta com rede coletora de esgotos e a maior parte dos fundos de vale já possui coletores-tronco, com exceção do próprio Rio Piracicaba, onde ainda falta construir quase todos os interceptores da margem direita. Os interceptores da margem esquerda do Rio Piracicaba, entretanto, já foram implantados.

Quanto ao tratamento de esgotos, a cidade conta com algumas ETE's de pequeno porte pulverizadas pelo sistema e uma de maior porte, a ETE Piracicamirim. Essas estações tratam cerca de 36% dos esgotos gerados. O restante permanece sendo lançado "in natura", no Rio Piracicaba e alguns afluentes. Atualmente, encontra-se em construção a ETE Ponte do Caixão, com capacidade para tratar os esgotos de 150.000 habitantes.

Em função das condições topográficas de Piracicaba foram identificadas 19 bacias de esgotamento, compreendendo a chamada sede do município, e mais quatro áreas isoladas a saber:

- Bacias de Esgotamento da Margem Esquerda do Rio Piracicaba:
 - Dois Córregos;
 - Cortume;
 - Figueira;
 - Bela Vista;
 - Piracicaba 1;
 - Monte Olimpo;
 - Piracicamirim;
 - Itapeva;
 - Enxofre;
 - Piracicaba 3;
 - Piracicaba 5;
 - Marins.

- Bacias de Esgotamento da Margem Direita do Rio Piracicaba:
 - Capim Fino;
 - Guamium;
 - Piracicaba 2;
 - Corumbataí;
 - Ondas;
 - Vale do Sol;
 - Gran Park.

- Áreas Isoladas:
 - Bartira/Tupi (margem esquerda do Rio Piracicaba);
 - Artemis (margem direita do Rio Piracicaba);
 - Tanquinho;
 - Ibitiruna/Anhumas.

2 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETOS

2 - CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO

2.1 - HORIZONTE DE PROJETO

O presente trabalho considera um horizonte de projeto compreendendo o período de 2010 a 2040.

2.2 - COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE CONSUMO

Os coeficientes de variação de consumo foram definidos junto com serviço de água e esgoto do município, tendo como base as normas da ABNT.

- Coeficiente de máxima vazão diária: $K1 = 1,20$;
- Coeficiente de máxima vazão horária: $K2 = 1,50$;
- Coeficiente de mínima vazão horária: $K3 = 0,50$;
- Coeficiente de retorno: $C = 0,80$.

2.3 - CONTRIBUIÇÃO “PER CAPITA”

A contribuição “per capita” de esgoto sanitário considerada é a mesma já estabelecida no Plano Diretor de Esgotos de Piracicaba e no Plano de Saneamento Básico do município, ou seja, 200 l/hab.dia.

2.4 - DEMAIS PARÂMETROS, ÍNDICES E COEFICIENTES

- Taxa de infiltração nos coletores: 0,10 a 0,20 l/s.km;
- Extensão de rede coletora, coletores-tronco, interceptores e emissários:
 - Ano 2010: 356 km;
 - Ano 2015: 369 km;
 - Ano 2020: 381 km;
 - Ano 2025: 382 km;
 - Ano 2030: 387 km;
 - Ano 2035: 391 km;
 - Ano 2040: 394 km.

2.5 - POPULAÇÃO ATENDIDA

A população a ser atendida pela estação de tratamento é a mesma estabelecida no Plano de Saneamento Básico de Piracicaba, desenvolvido em 2010.

A ETE Piracicamirim receberá e tratará os esgotos provenientes das seguintes bacias: Dois Córregos; Cortume; Figueira; Bela Vista, Piracicaba 1; Monte Olimpo e Piracicamirim.

O quadro a seguir resume a população a ser atendida pela estação de tratamento ao longo do horizonte de projeto:

Quadro 2.1 - População Atendida no Horizonte de Projeto

Ano	População Atendida (hab)
2010	106.720
2015	112.479
2020	118.100
2025	122.576
2030	126.992
2035	130.367
2040	133.658

2.6 - VAZÕES E CARGAS ORGÂNICAS DE PROJETO

Em função dos dados e parâmetros apresentados, a ETE Piracicamirim deverá atender ao perfil de vazões e cargas orgânicas apresentado no quadro a seguir:

Quadro 2.2 - Vazões e Cargas Orgânicas de Projeto

Ano	Contribuição Sanitária Domiciliar (l/s)				Vazão de Inf. (l/s)	Contribuição Sanitária Total (l/s)				Carga Orgânica (kg DBO ₅ /dia)
	Mínima	Média	Máx. Diária	Máx. Horária		Mínima	Média	Máx. Diária	Máx. Horária	
2010	123,50	247,04	370,55	444,67	40,08	163,58	287,12	410,63	484,75	5.763
2015	130,17	260,38	390,54	468,65	42,27	172,44	302,65	432,81	510,92	6.074
2020	136,68	273,39	410,07	492,10	44,37	181,05	317,76	454,44	536,47	6.377
2025	141,87	283,75	425,63	510,74	46,09	187,96	329,84	471,72	556,83	6.619
2030	146,99	293,96	440,95	529,15	46,47	193,46	340,43	487,42	575,62	6.858
2035	150,90	301,78	452,67	543,18	46,93	197,83	348,71	499,60	590,11	7.040
2040	154,71	309,39	464,10	556,90	47,32	202,03	356,71	511,42	604,22	7.218

2.7 - PARÂMETROS DE PROJETO PARA O PROCESSO DE TRATAMENTO

- Tempo de detenção hidráulica mínimo no UASB: 6 horas;
- Fator de carga no tanque de aeração (TA): 0,22 kg DBO/kg SS.dia;
- Concentração de sólidos em suspensão no TA: 2,5 kg/m³;
- Necessidade de oxigênio:
 - Demanda carbonácea: 1,60 kg O₂/kg DBO;
 - Demanda nitrogenada: 4,57 x (N NKTdisponível) kg O₂;
- Produção de excesso de lodo: 0,50 kg SS/ kg DBO;
- Teor de sólidos que entra no sistema de desidratação de lodo: 3,00%;
- Teor de sólidos na saída do sistema de desidratação de lodo: 18,0 a 20,0 %;
- Consumo de polieletrólito: 4,0 a 8,0 kg/t de sólido seco;
- Concentração da solução de polieletrólito: 0,1 %.

2.8 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CANAIS E CONDUTOS LIVRES

Para o cálculo de perda de carga em condutos livres e canais foi empregada a Fórmula de Chèzy:

$$Q = C \times S \times \sqrt{Rh \times I}$$

Onde:

Q = vazão de escoamento, em m³/s;

C = coeficiente de Chèzy;

S = área da seção transversal molhada do canal ou conduto, em m²;

Rh = raio hidráulico, em m;

I = declividade do canal, em m/m.

Sendo:

$$C = \frac{1}{n} \times Rh^{1/6} \text{ (Fórmula de Manning)}$$

Onde:

n = coeficiente de Ganguillet e Kutter.

Para o presente projeto adotou-se o valor de n igual a 0,015 (superfície de concreto com bom acabamento).

2.9 - PERDA DE CARGA DISTRIBUÍDA EM CONDUTOS FORÇADOS

Para o cálculo da perda de carga distribuída em condutos forçados foi utilizada a Fórmula Universal:

$$\Delta H_d = \frac{8 \times f \times L \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5}$$

Onde:

L = extensão da tubulação, em m;

Q = vazão, em m³/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

D = diâmetro da tubulação, em m;

f = coeficiente de perda de carga (adimensional).

O valor de “f” é dado pela equação de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \log \left(\frac{k}{3,7 \times D} + \frac{2,51}{\Re \times \sqrt{f}} \right)$$

Onde:

k = rugosidade uniforme equivalente, em m;

D = diâmetro da tubulação, em m;

℞ = número de Reynolds (adimensional).

2.10 - PERDA DE CARGA LOCALIZADA EM CONDUTOS FORÇADOS

Para a perda de carga localizada empregou-se a seguinte equação:

$$\lambda = \frac{8 \times K \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^4}$$

Onde:

K = coeficiente de perda de carga da singularidade (adimensional);

Q = vazão, em m³/s;

g = aceleração da gravidade, em m/s²;

D = diâmetro da tubulação, em m.

3 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

3 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

3.1 - INTRODUÇÃO

Atualmente esta estação já se encontra em operação e está localizada junto à Rodovia Luiz de Queiroz (SP-304), próximo à alça de acesso a Av. Prof. Alberto Vollet Sachs, nas coordenadas aproximadas 22°43'03" de latitude Sul e 47°37'16" de longitude Oeste.

Baseada em processo misto de tratamento (tratamento com reatores anaeróbios seguidos de sistema aeróbio lodos ativados), a estação de tratamento foi projetada para atender até cerca de 100.000 habitantes.

3.2 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

A estação de tratamento existente deverá ser ampliada para atender toda a população urbana das bacias de esgotamento supracitadas ao final de plano, ou seja, cerca de 133.000 habitantes no final de plano. Essa ampliação engloba as seguintes intervenções:

- Construção de mais um módulo de reator anaeróbio tipo UASB;
- Adequação do sistema de aeração do tanque de aeração (substituição de aeradores);
- Ampliação do decantador secundário;
- Adequação do sistema de desidratação de lodo, com substituição de bombas e centrífugas.

O efluente tratado continuará a ser lançado no atual corpo receptor da ETE, o Ribeirão Piracicamirim, enquanto os resíduos sólidos gerados no processo de tratamento (areia, detritos gradeados e lodo) serão encaminhados para disposição em aterro sanitário devidamente licenciado pelos órgãos ambientais competentes.

3.2.1 - Operação Básica do Sistema de Tratamento

As intervenções propostas não irão alterar o processo de tratamento existente, nem a forma de operação da atual estação.

Nos desenhos 177-HID-ETE-302 e 177-HID-ETE-303, apresentam-se os fluxogramas do processo de tratamento existente.

3.2.2 - Caracterização das Intervenções Propostas

3.2.2.1 - Reator Anaeróbio

Será implantado um novo reator com as mesmas características das unidades existentes (tipo UASB). Esse reator será construído no estacionamento localizado ao lado das unidades existentes e deverá ter as seguintes características básicas:

- Número de células do novo reator: 4 células;
- Dimensões de uma célula:
 - Largura útil: 14,00 m;
 - Comprimento útil: 9,00 m;
 - Profundidade útil: 5,50 m;
 - Volume útil: 693,00 m³.

Junto ao reator anaeróbio deverá ser instalado um sistema de tratamento de gases para atender ao mesmo.

3.2.2.2 - Tanque de Aeração

Basicamente a intervenção se resume a substituição dos atuais aeradores por novas unidades com as seguintes características:

- Tipo de aerador: superficial de baixa rotação;
- Tipo de fixação: com flutuantes fixados por meio de cabos;
- Potência de cada aerador: 50 cv;
- Número de aeradores a instalar: 10 un.

Em função da alteração da potência instalada, a subestação de energia deverá ser reformada conforme novo padrão de consumo e demanda.

3.2.2.3 - Decantador Secundário

Será necessária a implantação de um módulo adicional com as mesmas características dos três módulos existentes. Deverá ter as seguintes características básicas:

- Largura útil: 13,14 m;
- Comprimento útil: 13,18 m;
- Profundidade útil: 4,80 m;
- Volume útil: 831,29 m³.

3.2.2.4 - Unidade de Desidratação Mecanizada de Lodo

Em função do aumento da população atendida em relação ao projeto original da ETE, será necessária a troca dos equipamentos destinados a desidratação de lodo: bombas de alimentação das centrífugas; dosadoras de polieletrólito e centrífugas.

A seguir, apresentam-se as principais características que os novos equipamentos devem apresentar:

- Centrífuga:
 - Tipo: “decanter” centrífugo;
 - Número de equipamentos: 2 un;
 - Capacidade: 8,0 m³/h;
 - Teor de sólidos na entrada: 3% a 6%;
 - Teor de sólidos na saída (torta de lodo desidratado): 18% a 20%;
- Bombas de alimentação de lodo das centrífugas:
 - Tipo de bomba: bomba helicoidal de deslocamento positivo;
 - Número de bombas: 2 un;
 - Vazão unitária: 8,0 m³/h;
- Unidade dosadora de polieletrólito:
 - Tipo de bomba: bomba helicoidal de deslocamento positivo;
 - Número de bombas: 2 un;
 - Vazão unitária: 4,00 m³/h.

As instalações elétricas do processo de desidratação deverão ser reformadas para atender às novas demandas dos equipamentos a serem instalados.

As demais instalações da unidade de desidratação não exigirão intervenções, bem como o sistema de recirculação de lodo.

4 - ORÇAMENTO

As obras de ampliação da ETE Piracicamirim têm um custo previsto de **R\$ 5.550.000,00**, conforme planilha de orçamento apresentada nas próximas páginas.

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminaço	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	CANTEIRO DE OBRAS				56.385,25
2	SERVIÇOS TÉCNICOS				118.307,49
3	SERVIÇOS PRELIMINARES				1.208,00
4	MOVIMENTO DE TERRA				31.874,12
5	REATOR ANAERÓBIO UASB				1.424.706,77
6	DECANTADOR SECUNDÁRIO				360.545,59
7	ASSENTAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE INTERLIGAÇÃO				27.443,37
8	URBANIZAÇÃO				14.620,20
9	FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS, HIDROMECÂNICOS E DIVERSOS				2.434.240,99
10	FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS				705.583,36
11	MONTAGEM DE MATERIAS E EQUIPAMENTOS				375.084,86
TOTAL					5.550.000,00

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Canteiro de Obras				
1.1	Canteiro de Obras				
1.1.1	Canteiro de obras	inst	1,00	56.385,25	56.385,25
	Subtotal 1				56.385,25
2	Serviços Técnicos				
2.1	Locação e Cadastro				
2.1.1	Locação e acompanhamento topográfico de obras	dia	30,00	360,85	10.825,50
	Detalhamento de projetos executivos (hidráulico, estruturas e fundações, elétrico, automação, arquitetura e	proj	1,00	107.481,99	107.481,99
	Subtotal 2				118.307,49
3	Serviços Preliminares				
3.1	Trânsito e Segurança				
3.1.1	Sinalização de trânsito	m	100,00	1,68	168,00
3.1.2	Tapume contínuo em chapas de madeira ou de aço - com iluminação de segurança	m	100,00	4,80	480,00
3.2	Desmatamento e Limpeza				
3.2.1	Roçada e capina	m²	400,00	1,40	560,00
	Subtotal 3				1.208,00
4	Movimento de Terra				
4.1	Escavação em Geral				
4.1.1	Remoção de terra vegetal	m²	400,00	0,83	332,00
4.1.2	Escavação de áreas, mecanizada, qualquer terreno, exceto rocha	m³	1.000,00	4,22	4.220,00
4.1.3	Escavação em rocha dura com explosivos	m³	1,00	58,75	58,75
4.1.4	Escavação em rocha branda ou moleado a frio	m³	1,00	107,40	107,40
4.2	Escavação Mecânica, Qualquer Terreno, Exceto Rocha, de Poços e Cavas				
4.2.1	Até 2,00 m de profundidade	m³	200,00	4,62	924,00
4.3	Escavação de Valas, Qualquer Terreno Exceto Rocha				
4.3.1	Até 2,00 m de profundidade	m³	480,00	3,92	1.881,60
4.4	Aterros e Recobrimentos Especiais de Valas, Cavas e Poços				
4.4.1	Aterro compactado com CG maior ou igual a 97% PN	m³	1.596,00	11,48	18.322,08
4.5	Maciços Compactados e Compactação de Áreas				
4.5.1	Compactação mecanizada de áreas e maciços com CG maior ou igual a 97% PN	m³	200,00	3,97	794,00
4.6	Carga, Transporte e Descarga				
4.6.1	Carga e descarga de solo	m³	1.760,00	2,71	4.769,60
4.6.2	Transporte de material escavado - solo	m³.km	397,50	1,15	457,13
4.6.3	Carga e descarga de rocha	m³	2,00	3,26	6,52
4.6.4	Transporte de material escavado - rocha	m³.km	0,60	1,74	1,04
	Subtotal 4				31.874,12
5	Reator Anaeróbio UASB				
	Escoramentos				
	Cimbramento tubular	m³.m	7.560,00	10,17	76.885,20
5.1	Esgotamento				
5.1.1	Esgotamento de água superficial com bombas de superfície ou submersas	hp.h	480,00	1,31	628,80
5.2	Estruturas e Fundações				

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
5.2.1	Forma plana de madeira - estrutura aparente	m²	3.387,00	63,82	216.158,34
5.2.2	Armação em aço CA-50	kg	83.200,00	8,10	673.920,00
5.2.3	Concreto não estrutural - mínimo de 150 kg de cimento/m³	m³	33,25	334,10	11.108,83
5.2.4	Concreto estrutural para estruturas em contato com esgoto, gases agressivos, solo - fck 25 MPa, conforme especificação do projeto estrutural	m³	640,00	427,24	273.433,60
5.3	Estaca pre moldada de concreto capacidade 40 T	m	1.200,00	143,81	172.572,00
	Subtotal 5				1.424.706,77
6	Decantador Secundário				
6.1	Escoramentos				
6.1.1	Cimbramento tubular	m³.m	1.176,00	10,17	11.959,92
6.2	Esgotamento				
6.2.1	Esgotamento de água superficial com bombas de superfície ou submersas	hp.h	480,00	1,31	628,80
6.3	Fundações e Estruturas				
6.3.1	Forma plana de madeira - estrutura aparente	m²	754,40	63,82	48.145,81
6.3.2	Armação em aço CA-50	kg	19.252,80	8,10	155.947,68
6.3.3	Concreto não estrutural - mínimo de 150 kg de cimento/m³	m³	56,70	334,10	18.943,47
6.3.4	Concreto estrutural para estruturas em contato com esgoto, gases agressivos, solo - fck 30 MPa, conforme especificação do projeto estrutural	m³	160,44	427,24	68.546,39
6.3.5	Estaca pre moldada de concreto capacidade 40 T	m	392,00	143,81	56.373,52
	Subtotal 6				360.545,59
7	Assentamento das Tubulações de Interligação				
7.1	Tratamento Preliminar - Reator Anaeróbio UASB				
7.1.1	Tubulação diâmetro 400 mm, F°Fº	m	70,00	24,16	1.691,20
7.2	Reator Anaeróbio UASB -Tanque de Aeração				
7.2.1	Tubulação diâmetro 600 mm, F°Fº	m	20,00	34,11	682,20
7.3	Tanque de Aeração - Decantador Secundário				
7.3.1	Tubulação diâmetro 400 mm, F°Fº	m	15,00	24,16	362,40
7.4	Reator Anaeróbio UASB - Desidratação de Lodo				
7.4.1	Tubulação diâmetro 300 mm, F°Fº	m	25,00	20,10	502,50
7.5	Descarte de Lodo do Decantador Secundário				
7.5.1	Tubulação diâmetro 400 mm, F°Fº	m	30,00	24,16	724,80
7.6	Fundações e Estruturas				
7.6.1	Forma plana de madeira - estrutura	m²	40,00	63,82	2.552,80
7.6.2	Armação em aço CA-50	kg	255,00	8,10	2.065,50
7.6.3	Concreto não estrutural - mínimo de 150 kg de cimento/m³	m³	1,00	334,10	334,10
7.6.4	Concreto estrutural para estruturas em contato com esgoto, gases agressivos, solo - fck 30 MPa, conforme especificação do projeto estrutural	m³	3,00	427,24	1.281,72
7.7	Lastro para assentamento de tubos e peças				
7.7.1	Tubos e peças, diâmetro 300 mm	m	25,00	18,18	454,50
7.7.2	Tubos e peças, diâmetro 400 mm	m	115,00	21,67	2.492,05
7.7.3	Tubos e peças, diâmetro 600 mm	m	20,00	31,78	635,60

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
7.8	Escoramentos				
7.8.1	Escoramento contínuo	m²	640,00	21,35	13.664,00
	Subtotal 7				27.443,37
8	Urbanização				
8.1	Paisagismo				
8.1.1	Plantio de grama em placas	m²	150,00	5,37	805,50
8.1.2	Plantio de árvores (espécies regionais)	un	5,00	25,86	129,30
8.2	Sistema Viário da ETE				
8.2.1	Execução de via asfaltada	m²	180,00	64,64	11.635,20
8.2.2	Fornecimento de guias	m	60,00	15,04	902,40
8.2.3	Assentamento de guias	m	60,00	5,39	323,40
8.2.4	Construção de Sarjetas	m	60,00	13,74	824,40
	Subtotal 8				14.620,20
9	Fornecimento de Materiais e Equipamentos Hidráulicos, Hidromecânicos e Diversos				
9.1	<u>Reator Anaeróbio UASB</u>				
9.1.1	Tubulação de Ferro Fundido				
9.1.1.1	Válvula borboleta tipo wafer, com redutor e cabeçote, diâmetro 300 mm	pç	2,00	6.907,96	13.815,92
9.1.1.2	Válvula borboleta tipo wafer, acionamento direto e alavanca, diâmetro 150 mm	pç	20,00	5.128,03	102.560,60
9.1.1.3	Válvula borboleta tipo wafer, acionamento direto e alavanca, diâmetro 100 mm	pç	40,00	2.688,28	107.531,20
9.1.1.4	Acessórios para montagem de flange 300 mm	cj	2,00	180,48	360,96
9.1.2	Tubulação de PRFV				
9.1.2.1	Tubo ponta e bolsa, diâmetro 400 mm, l = 6,00 m	pç	2,00	2.467,92	4.935,84
9.1.2.2	Tubo com pontas, diâmetro 400 mm, l = 5,80 m	pç	2,00	2.385,66	4.771,32
9.1.2.3	Tubo com pontas, diâmetro 400 mm, l = 2,80 m	pç	2,00	1.151,70	2.303,40
9.1.2.4	Tubo com pontas, diâmetro 300 mm, l = 6,00 m	pç	2,00	1.766,90	3.533,80
9.1.2.5	Tubo com pontas, diâmetro 300 mm, l = 3,45 m	pç	4,00	1.015,97	4.063,88
9.1.2.6	Tubo com pontas, diâmetro 300 mm, l = 0,79 m	pç	4,00	232,64	930,56
9.1.2.7	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 400 mm, l = 1,30 m	pç	4,00	534,72	2.138,88
9.1.2.8	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 400 mm, l = 0,90 m	pç	4,00	370,19	1.480,76
9.1.2.9	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 250 mm, l = 30,00 m	pç	2,00	7.413,00	14.826,00
9.1.2.10	Tê 90° com pontas, diâmetro 400 mm x 400 mm	pç	1,00	1.449,25	1.449,25
9.1.2.11	Tê 90° com pontas, diâmetro 300 mm x 250 mm	pç	2,00	854,48	1.708,96
9.1.2.12	Redução normal com pontas, diâmetro 400 mm x 300 mm	pç	2,00	745,96	1.491,92
9.1.2.13	Redução normal com ponta e bolsa, diâmetro 300 mm x 250 mm	pç	2,00	488,73	977,46
9.1.2.14	Flange avulso, diâmetro 400 mm	pç	4,00	405,87	1.623,48
9.1.2.15	Curva 90° com pontas, diâmetro 400 mm	pç	13,00	2.557,51	33.247,63
9.1.2.16	Curva 90° com pontas, diâmetro 300 mm	pç	2,00	790,59	1.581,18
9.1.2.17	Curva 90° com pontas, diâmetro 250 mm	pç	2,00	511,91	1.023,82
9.1.2.18	Curva 90° com bolsas, diâmetro 400 mm	pç	5,00	2.557,51	12.787,55
9.1.2.19	Curva 45° com pontas, diâmetro 400 mm	pç	1,00	1.008,18	1.008,18
9.1.2.20	Curva 45° com pontas, diâmetro 250 mm	pç	4,00	372,53	1.490,12
9.1.3	Tubulação de PVC Soldável PBS				
9.1.3.1	Tubo com ponta e flange, soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 0,50 m	pç	20,00	20,49	409,80
9.1.3.2	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 20 mm, l = 4,00 m	pç	2,00	5,00	10,00

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
9.1.3.3	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 5,50 m	pç	4,00	225,43	901,72
9.1.3.4	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 4,50 m	pç	4,00	184,44	737,76
9.1.3.5	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 2,50 m	pç	8,00	102,47	819,76
9.1.3.6	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 0,80 m	pç	16,00	32,79	524,64
9.1.3.7	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 6,00 m	pç	32,00	142,38	4.556,16
9.1.3.8	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 6,00 m	pç	64,00	142,38	9.112,32
9.1.3.9	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 4,50 m	pç	32,00	106,79	3.417,28
9.1.3.10	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 2,00 m	pç	64,00	47,46	3.037,44
9.1.3.11	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 1,80 m	pç	32,00	42,71	1.366,72
9.1.3.12	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 1,80 m	pç	8,00	42,71	341,68
9.1.3.13	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 1,50 m	pç	8,00	35,60	284,80
9.1.3.14	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 1,00 m	pç	64,00	23,73	1.518,72
9.1.3.15	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 0,80 m	pç	32,00	18,98	607,36
9.1.3.16	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 0,50 m	pç	32,00	11,87	379,84
9.1.3.17	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 100 mm, l = 0,40 m	pç	32,00	9,49	303,68
9.1.3.18	Luva com bolsas soldável, diâmetro 150 mm	pç	56,00	29,70	1.663,20
9.1.3.19	Luva com bolsas soldável, diâmetro 100 mm	pç	170,00	25,00	4.250,00
9.1.3.20	Flange avulso para tubo soldável ponta e bolsa, diâmetro 150 mm	pç	20,00	78,25	1.565,00
9.1.3.21	Flange avulso para tubo soldável ponta e bolsa, diâmetro 100 mm	pç	32,00	64,12	2.051,84
9.1.3.22	Extremidade com pontas e aba de vedação, diâmetro 50 mm, l = 0,90 m	pç	12,00	23,73	284,76
9.1.3.23	Extremidade com pontas e aba de vedação, diâmetro 150 mm, l = 0,90 m	pç	20,00	47,46	949,20
9.1.3.24	Extremidade com pontas e aba de vedação, diâmetro 100 mm, l = 0,90 m	pç	40,00	47,46	1.898,40
9.1.3.25	Curva 45° ponta e bolsa soldável, diâmetro 100 mm	pç	64,00	56,40	3.609,60
9.1.3.26	Curva 45° com flanges, diâmetro 100 mm	pç	8,00	56,40	451,20
9.1.3.27	CAP para tubo ponta e bolsa soldável, diâmetro 100 mm	pç	64,00	92,94	5.948,16
9.1.3.28	Acessórios para montagem de flange 150 mm	pç	16,00	35,00	560,00
9.1.3.29	Acessórios para montagem de flange 100 mm	pç	72,00	31,23	2.248,56
9.1.4	Tubulação de PVC Roscável				
9.1.4.1	Tubo com pontas roscável, diâmetro 50 mm, l = 0,70 m	pç	96,00	6,30	604,80
9.1.4.2	Tubo com pontas roscável, diâmetro 50 mm	m	42,00	9,00	378,00
9.1.4.3	Tubo com pontas roscável, diâmetro 100 mm	m	216,00	19,06	4.116,96
9.1.4.4	União roscável, diâmetro 100 mm	pç	122,00	95,00	11.590,00
9.1.4.5	Tê 90° roscável, diâmetro 100 mm x 100 mm	pç	58,00	26,00	1.508,00
9.1.4.6	Niple duplo com roscas, diâmetro 50 mm	pç	12,00	24,56	294,72
9.1.4.7	Luva com roscas, diâmetro 50 mm	pç	12,00	6,55	78,60
9.1.4.8	Joelho 90° roscável, diâmetro 100 mm	pç	68,00	16,00	1.088,00
9.1.4.9	Joelho 45° roscável, diâmetro 100 mm	pç	2,00	10,00	20,00

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
9.1.4.10	Cotovelo 90° roscável, diâmetro 50 mm	pç	12,00	6,55	78,60
9.1.4.11	CAP roscável, diâmetro 100 mm	pç	2,00	7,00	14,00
9.1.5	Materiais de Fibra de Vidro				
9.1.5.1	Grade de 1 1/2" x 1 1/4" x 6", largura de 0,90 m, em módulos de 1,435 m	pç	40,00	696,43	27.857,20
9.1.5.2	Grade de 1" x 1" x 4", largura de 0,45 m, em módulos de 1,50 m	pç	54,00	363,99	19.655,46
9.1.5.3	Grade de 1 1/2" x 1 1/4" x 6", largura de 0,80 m, em módulos de 1,42 m	pç	12,00	612,58	7.350,96
9.1.5.4	Grade de 1 1/2" x 1 1/4" x 6", largura de 0,80 m, em módulos de 1,36 m	pç	7,00	586,69	4.106,83
9.1.5.5	Comporta de superfície, l = 0,35 m, h = 1,00 m	pç	8,00	2.500,00	20.000,00
9.1.5.6	Placa l = 0,40 m x h = 0,25 m	pç	4,00	53,92	215,68
9.1.6	Materiais Diversos				
9.1.6.1	Tubo com pontas, diâmetro 50 mm em aço galvanizado	m	580,00	17,78	10.312,40
9.1.6.2	Válvula de gaveta com roscas, haste não ascendente, acionamento direto com volante, diâmetro 50 mm, em bronze	pç	12,00	98,80	1.185,60
9.2	<u>Sistema de Tratamento de Gases</u>				
9.2.1	Equipamentos				
9.2.1.1	Sistema de tratamento de gases completo, conforme desenho de projeto 177-HID-ETE-310, incluindo tubulações de interligação ao reator anaeróbio	cj	1,00	55.000,00	55.000,00
9.3	<u>Tanques de Aeração</u>				
9.3.1	Equipamentos				
9.3.1.1	Aerador mecânico superficial de baixa rotação, com flutuantes, completo (incluindo cabos e acessórios), potência de 50 cv	cj	10,00	65.000,00	650.000,00
9.4	<u>Decantador Secundário</u>				
9.4.1	Tubulação de Ferro Fundido				
9.4.1.1	Luva com bolsas, diâmetro 150 mm	pç	6,00	257,18	1.543,08
9.4.1.2	Extremidade com pontas e aba de vedação, diâmetro 150 mm, l = 0,70 m	pç	6,00	515,42	3.092,52
9.4.1.3	Pedestal de suspensão simples	pç	1,00	7.117,74	7.117,74
9.4.1.4	Haste de prolongamento 3/4", l = 4,00 m	pç	1,00	1.500,00	1.500,00
9.4.1.5	Comporta quadrada com sentido único de fluxo, 600 mm x 600 mm	pç	1,00	41.242,05	41.242,05
9.4.2	Tubulação de PRFV				
9.4.2.1	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 400 mm, l = 6,00 m	pç	1,00	2.467,92	2.467,92
9.4.2.2	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 400 mm, l = 3,20 m	pç	2,00	1.316,22	2.632,44
9.4.2.3	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 300 mm, l = 2,00 m	pç	4,00	588,97	2.355,88
9.4.2.4	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 300 mm, l = 0,80 m	pç	2,00	235,59	471,18
9.4.2.5	Tubo com pontas, diâmetro 300 mm, l = 0,35 m	pç	1,00	103,07	103,07
9.4.2.6	Cap diâmetro 300 mm	pç	2,00	836,46	1.672,92
9.4.2.7	Tê 90° com ponta e bolsa, diâmetro 300 mm x 150 mm	pç	7,00	594,69	4.162,83
9.4.2.8	Cruzeta com pontas, diâmetro 400 mm x 400 mm	pç	3,00	2.810,14	8.430,42
9.4.3	Tubulação de PVC Soldável PBS				
9.4.3.1	Tubo com pontas soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 0,80 m	pç	7,00	32,79	229,53
9.4.3.2	Tubo com pontas soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 5,90 m	pç	7,00	241,78	1.692,46
9.4.3.3	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 6,00 m	pç	22,00	245,88	5.409,36
9.4.3.4	Tubo com ponta e bolsa soldável, classe 15, diâmetro 150 mm, l = 1,50 m	pç	8,00	61,47	491,76
9.4.3.5	Tê 90° com bolsas, diâmetro 150 mm	pç	1,00	135,29	135,29

SEMAE	SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PIRACICABA PLANILHA DE ORÇAMENTO			Data Io: Jan/2011	
OBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PIRACICAMIRIM				
Item	Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
9.4.3.6	Curva 45° com bolsas soldável, diâmetro 150 mm	pç	2,00	56,40	112,80
9.4.3.7	Curva 90° com bolsas soldável, diâmetro 150 mm	pç	1,00	83,53	83,53
9.4.3.8	Cap diâmetro 150 mm	pç	15,00	92,94	1.394,10
9.4.3.9	Adaptador PBS a bolsa de ferro fundido, diâmetro 150 mm	pç	7,00	26,97	188,79
9.4.4	Materiais de Fibra de Vidro				
9.4.4.1	Comporta de superfície, l = 0,30 m, h = 1,60 m	pç	1,00	3.500,00	3.500,00
9.4.4.2	Comporta de superfície, l = 1,10 m, h = 1,20 m	pç	1,00	4.000,00	4.000,00
9.4.4.3	Comporta de superfície, l = 0,80 m, h = 1,20 m	pç	2,00	3.500,00	7.000,00
9.4.4.4	Grade de 1 1/2" x 1 1/4" x 6", em módulos de 1,10 m x 1,60 m	pç	8,00	949,06	7.592,48
9.4.4.5	Grade de 1 1/2" x 1 1/4" x 6", em módulos de 0,65 m x 0,50 m	pç	3,00	175,26	525,77
9.4.5	Diversos				
9.4.5.1	Tubo com pontas, diâmetro 50 mm em aço galvanizado	m	155,00	17,78	2.755,90
9.5	<u>Unidade de Desidratação Mecanizada de Lodo</u>				
9.5.1	Equipamentos				
9.5.1.1	"Decanter" centrífugo, Q = 8 m³/h, para lodo com teor de sólidos de 4% a 6%, completo (incluindo quadros, acessórios, etc)	cj	2,00	431.740,63	863.481,26
9.5.1.2	Bomba helicoidal para lodo com teor de sólidos até 5%, velocidade variável, Q = 4 a 8 m³/h, Hman = 6,00 bar, completo (incluindo quadros, acessórios, manômetros, etc)	cj	2,00	20.560,02	41.120,04
9.5.1.3	Bomba helicoidal dosadora de polieletrólito, velocidade variável, Q = 2,00 a 4,00 m³/h, Hman = 6,00 bar, completa (incluindo quadros, acessórios, manômetros, etc)	cj	2,00	20.560,02	41.120,04
9.5.1.4	Medidor de vazão eletromagnético diâmetro 20mm	cj	2,00	14.406,48	28.812,96
9.5.1.5	Caçamba com capacidade para 4,5m³	cj	4,00	4.201,89	16.807,56
9.5.1.6	Carrinho para transporte de caçamba com rodízio giratório	cj	4,00	3.878,67	15.514,68
9.5.1.7	Medidor de vazão eletromagnético diâmetro 100mm	cj	2,00	15.006,75	30.013,50
9.6	<u>Tubulações de Interligação</u>				
9.6.1	Tubulação de Ferro Fundido				
9.6.1.1	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 300 mm	m	25,00	249,97	6.249,25
9.6.1.2	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 400 mm	m	115,00	587,60	67.574,00
9.6.1.3	Tubo com ponta e bolsa, diâmetro 600 mm	m	20,00	1.036,79	20.735,80
Subtotal 9					2.434.240,99
10	Fornecimento de Materiais e Equipamentos Elétricos				
10.1	Subestação de Energia de 1.000 kVA	cj	1,00	623.426,06	623.426,06
10.2	Tanque de Aeração	cj	1,00	13.629,45	13.629,45
10.3	Casa de Desidratação de Lodo - Força e Controle	cj	1,00	43.618,39	43.618,39
10.4	Aterramento Geral	cj	1,00	7.991,36	7.991,36
10.5	Automação e Instrumentação	cj	1,00	16.918,10	16.918,10
Subtotal 10					705.583,36
11	Montagem de Materias e Equipamentos				
11.1	Materiais e Equipamentos Hidráulicos e Hidromecânicos	cj	1,00	233.968,19	233.968,19
11.2	Materiais e Equipamentos Elétricos	cj	1,00	141.116,67	141.116,67
Subtotal 11					375.084,86
TOTAL					5.550.000,00

PROESPLAN
Engenharia

ANEXOS

**ANEXO I - MEMORIAL DE CÁLCULO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS**

**MEMORIAL DE CÁLCULO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTOS**

1 - Reator UASB

2.1 - Volume dos Reatores

$Td_{reator} = 6.000 \text{ h}$ (tempo de detenção hidráulico)

$Q_{máxd_f} = 511.420 \text{ l/s}$ (vazão máxima na etapa final)

$Vu_{reatores} := Td_{reator} \cdot Q_{máxd_f} \cdot 3.6$ (volume útil total dos reatores)

$Vu_{reatores} = 11046.672 \text{ m}^3$

2.2 - Dimensões dos Reatores

- Dimensões de 1 reator

$Hu_{reator} = 5.500 \text{ m}$ (profundidade útil do reator)

$L_{reator} = 28.000 \text{ m}$ (largura do reator)

$C_{reator} = 18.000 \text{ m}$ (comprimento do reator)

$E_{dec} = 0.600 \text{ m}$ (abertura da passagem para a zona de decantação)

$E_{ant} = 0.250 \text{ m}$ (espaçamento do anteparo, junto a superfície)

$E_{chapéu} = 0.600 \text{ m}$ (largura do topo do "chapéu")

- Volume Útil Projetado de 1 Reator (Vup_{reator})

$Vup_{reator} := Hu_{reator} \cdot L_{reator} \cdot C_{reator}$

$Vup_{reator} = 2772.000 \text{ m}^3$

- Volume Útil Projetado Total dos Reatores (Vupt reatores)

Nreator_f = 4.000 (número de reatores na etapa final)

$$Vupt_reatores := Nreator_f \cdot Vup_reator$$

$$Vupt_reatores = 11088.000 \text{ m}^3$$

2.3 - Verificações

- Tempo de Detenção Resultante (Td reator)

$$Td_reator := \frac{Vupt_reatores}{Qmáxd_f \cdot 3.6}$$

$$Td_reator = 6.022 \text{ h} \quad Td_reator > 6,0 \text{ h} \quad \therefore \text{OK!}$$

- Velocidade Ascensional na Zona de Manto de Lodo (Vasc)

$$Vasc := \frac{Qmáx_f \cdot 3.6}{(Nreator_f) \cdot (L_reator) \cdot (C_reator)}$$

$$Vasc = 1.1 \text{ m/h} \quad 0,70 \text{ m/h} < Vasc < 1,1 \text{ m/h} \quad \therefore \text{OK!}$$

- Velocidade de Passagem para a Zona de Decantação (Vpass)

$$Vpass := \frac{Qmáx_f \cdot 3.6}{(14 \cdot E_dec \cdot C_reator) \cdot Nreator_f}$$

$$Vpass = 3.597 \text{ m/h} \quad Vpass < 4,0 \text{ m/h} \quad \therefore \text{OK!}$$

- Taxa de Escoamento à Superfície da Zona de Decantação (qa)

$$qa := \frac{Qmáx_f \cdot 3.6}{Nreator_f \cdot C_reator \cdot (L_reator - 2 \cdot E_chapéu - 4 \cdot E_ant)}$$

$$qa = 1.171 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \quad qa < 1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \quad \therefore \text{OK!}$$

2 - Tanque de Aeração (TA)

2.1 - Determinação do Volume do Tanque de Aeração

- Carga orgânica afluyente ao tanque de aeração (DBO_{ta})

$$DBO_{ta} := DBO_f \cdot 0.5$$

$$DBO_{ta} = 3609.000 \text{ kg DBO/dia}$$

- Fator de Carga (f)

$$f = 0.220 \text{ kg DBO/kg SS.dia}$$

- Concentração de SS no tanque de aeração (X)

$$X_t = 2.500 \text{ kg/m}^3$$

- Volume do tanque de aeração (V_{ta})

Sabe-se que:

$$f = \frac{Q_{med} \cdot S_o}{V \cdot X_t} \quad \text{ou} \quad f = \frac{DBO_{ta}}{V_{ta} \cdot X_t}$$

Portanto:

$$V_{ta} := \frac{DBO_{ta}}{f \cdot X_t}$$

$$V_{ta} = 6561.818 \text{ m}^3 \text{ (volume total do tanque de aeração requerido)}$$

$$V_{tadisp} := 86.80 \cdot 26 \cdot 3$$

$$V_{tadisp} = 6770.400 \text{ m}^3 \text{ (volume total do tanque de aeração disponível > req. OK!)}$$

2.2 - Sistema de Aeração

- Necessidade de oxigênio ($NecO_2$)

$$DBO_f = 7218.000 \text{ kg DBO/dia}$$

$$DBO_{ta} = 3609.000 \text{ kg DBO/dia}$$

$$NecO_{2carb} := DBO_{ta} \cdot 1.6 \quad (\text{necessidade de } O_2 \text{ para demanda carbonácea})$$

$$NecO_{2carb} = 5774.400 \text{ kg } O_2/\text{dia}$$

$$NecO_{2nit} := DBO_f \cdot 0.85 \cdot \frac{4.57}{6} \quad (\text{necessidade de } O_2 \text{ para demanda nitrogenada})$$

$$NecO_{2nit} = 4673.053 \text{ kg } O_2/\text{dia}$$

$$NecO_{2total} := NecO_{2carb} + NecO_{2nit} \quad (\text{necessidade de } O_2 \text{ total diária})$$

$$NecO_{2total} = 10447.453 \text{ kg } O_2/\text{dia}$$

$$NechO_2 := \frac{NecO_{2total}}{24} \quad (\text{necessidade de } O_2 \text{ por hora})$$

$$NechO_2 = 435.311 \text{ kg } O_2/\text{h}$$

- Sistema de aeração com aeradores superficiais

Neste sistema serão empregados aeradores de baixa rotação.

Fator de correção da eficiência de transferência de oxigênio do equipamento (λ)

Sendo dados:

$\alpha = 0.800$ (relação entre a taxa de transferência de O_2 no esgotos e a taxa de transferência de O_2 na água limpa)

$\beta = 1.000$ (relação entre OD_{sat} no esgotos e OD_{sat} na água limpa)

$Cos = 7.020 \text{ mg/l}$ (ODsat para Temperatura = 30 °C e
Altitude = 1000 m)

$Cta = 2.000 \text{ mg/l}$ (concentração de OD no
TA)

$$\lambda := \left(\frac{\beta \cdot Cos - Cta}{9.17} \right) \cdot 1.024^{Temperatura-20} \cdot \alpha$$

Portanto:

$$\lambda = 0.555$$

Definição dos aeradores

- capacidade de transferência de O_2 de acordo com catálogo de fabricante
(No) - Aerador de Baixa Rotação

$$No = 2.200 \text{ kg } O_2/\text{kW.h}$$

ou

$$No = 1.641 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

- capacidade de transferência de O_2 em campo (N)

$$N := No \cdot \lambda$$

$$N = 0.911 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

- potência necessária (Pnec)

$$NechO_2 = 435.311 \text{ kg } O_2/\text{h}$$

$$N = 0.911 \text{ kg } O_2/\text{cv.h}$$

$$Pnec := \frac{NechO_2}{N}$$

$$Pnec = 477.949 \text{ cv (potência necessária total)}$$

Sendo

$N_{ta_f} = 1$ (número de tanques de aeração na etapa final)

$N_{aerador} = 10$ (número de aeradores por tanque, definido em função da potência e dimensões dos tanques recomendadas para aeradores existentes no mercado)

tem-se:

$$P_{nec_1ta} := \frac{P_{nec}}{N_{ta_f}}$$

$P_{nec_1ta} = 477.949 \text{ cv}$ (potência para 1 tanque de aeração)

$$P_{aerador} := \frac{P_{nec_1ta}}{N_{aerador}}$$

$P_{aerador} = 47.795 \text{ cv}$ (potência de 1 aerador)

Adota-se:

$P_{aerador} = 50.000 \text{ cv}$

2.3 - Verificação da Densidade de Potência (dP)

$N_{aerador} = 10.00$ (número de aeradores em 1 tanque de aeração)

$P_{aerador} = 50.00 \text{ cv}$ (potência de 1 aerador)

$l_a = 26.00 \text{ m}$ (largura de 1 tanque de aeração)

$ca = 86.80 \text{ m}$ (comprimento de 1 tanque de aeração)

$H_{u_aerador} = 3.000 \text{ m}$ (profundidade útil do tanque de aeração)

$$dP := \frac{N_{aerador} \cdot P_{aerador} \cdot 10^3}{1.341} \cdot \frac{1}{l_a \cdot ca \cdot H_{u_aerador}}$$

$dP = 55.071 \text{ W/m}^3$ (OK!)

2.4 - Verificação da 1ª Etapa

$DBO_{int} = 5763.00 \text{ kg DBO/dia}$ (carga orgânica da 1ª Etapa)

$DBO_{ta_int} := DBO_{int} \cdot 0.5$ (carga orgânica afluyente ao TA)

$DBO_{ta_int} = 2881.500 \text{ kg DBO/dia}$

- Verificação de f

$N_{ta_int} = 1$ tanques (número de tanques p/ atender a 1ª

$l_a = 26.00 \text{ m}$ (largura de 1 tanque de aeração)

$ca = 86.80 \text{ m}$ (comprimento de 1 tanque de aeração)

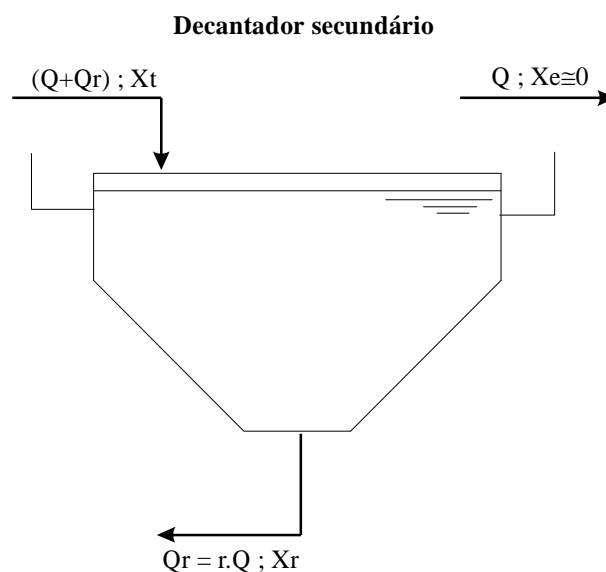
$Hu_{aerador} = 3.00 \text{ m}$ (profundidade útil de 1 tanque de aeração)

$X_t = 2.500 \text{ kg/m}^3$ (concentração de SS no tanque de aeração)

$$f := \frac{DBO_{ta_int}}{N_{ta_int} \cdot l_a \cdot ca \cdot Hu_{aerador} \cdot X_t}$$

$f = 0.170 \text{ kg DBO/kg SS.dia}$ (OK!)

3 - Retorno de Lodo



Sabe-se que:

$$Q \cdot (1 + r) \cdot X_t = X_r \cdot r \cdot Q$$

Logo:

$$r := \frac{X_t}{X_r - X_t}$$

$$X_t = 2.500 \text{ kg/m}^3 \text{ (concentração de SS no TA)}$$

$$X_r = 6.000 \text{ kg/m}^3 \text{ (concentração de SS que sai do decantador secundário)}$$

Portanto:

$$r = 0.714 \quad (\text{fator de recirculação})$$

A vazão de recirculação (Q_r) será:

$$Q_r := r \cdot Q_{\text{méd}_f}$$

$$Q_r = 254.793 \text{ l/s}$$

Adota-se:

$$Q_r = 255.000 \text{ l/s}$$

4 - Decantador Secundário

Sendo dados:

$$G_a = 8.000 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{h} \quad (\text{taxa de aplicação de SS})$$

$$N_{ds_f} = 4.000 \text{ (número de decantadores secundários de final de plano)}$$

$$A_{ds} := \frac{(Q_{\text{méd}_f} + Q_r) \cdot 3.6 \cdot X_t}{G_a}$$

Tem-se:

$$A_{ds} = 688.174 \text{ m}^2 \quad (\text{área total dos decantadores secundários requerida})$$

A área disponível será::

$$A_{dsdisp} := N_{ds_f} \cdot 13.14 \cdot 13.18$$

$$A_{dsdisp} = 692.741 \text{ m (área disponível > requerida OK!)}$$

5 - Excesso de Lodo

$$\Delta X = 0.50 \text{ kg SS/kg DBO (excesso de lodo)}$$

$$DBO_f = 7218.0 \text{ kg DBO/dia (carga orgânica)}$$

$$\Delta X_t := \Delta X \cdot DBO_f$$

$$\Delta X_t = 3609.0 \text{ kg SS/dia (excesso de lodo)}$$

- Idade do lodo (θ_c)

$$N_{ta_f} = 1.000 \text{ (número de TA no final de plano)}$$

$$l_a = 26.000 \text{ m (largura de 1 TA)}$$

$$c_a = 86.800 \text{ m (comprimento de 1 TA)}$$

$$H_{u_aerador} = 3.000 \text{ m (profundidade útil de 1 TA)}$$

$$Vol_d := N_{ta_f} \cdot l_a \cdot c_a \cdot H_{u_aerador}$$

$$Vol_d = 6770.400 \text{ m}^3 \text{ (volume total dos tanques de aeração)}$$

$$X_t = 2.500 \text{ kg/m}^3 \text{ (concentração de lodo no TA)}$$

Portanto:

$$\theta_c := \frac{Vol_d \cdot X_t}{\Delta X_t}$$

$$\theta_c = 4.690 \text{ dias (3 < } \theta_c < 18 \text{ dias } \therefore \text{OK!)}$$

- Vazão de Lodo Descartado (Q_1)

Sendo:

$$\Delta X_t = 3609.000 \text{ kg SS/dia}$$

$$\%SS_1 = 0.030 \text{ (teor de SS no lodo descartado)}$$

$$\rho_1 = 1030.000 \text{ kg/m}^3 \text{ (massa específica do lodo descartado)}$$

Tem-se que a vazão de lodo descartado é (Q_1) é:

$$Q_1 := \frac{\Delta X_t}{\%SS_1 \cdot \rho_1}$$

$$Q_1 = 116.796 \text{ m}^3/\text{dia}$$

6 - Sistema de Secagem de Lodo

6.1 - Centrífugas

$$Q_1 = 116.796 \text{ m}^3/\text{dia} \text{ (vazão de lodo que alimenta as centrífugas)}$$

$$N_{cent} = 2.000 \text{ (total de centrífugas operando no fim de plano)}$$

$$Q_{cent} = 8.000 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (vazão de alimentação de 1 centrífuga)}$$

$$\text{Operação} := \frac{Q_1}{Q_{cent} \cdot N_{cent}}$$

$$\text{Operação} = 7.300 \text{ horas/dia} \text{ (tempo de operação da(s) centrífuga(s) por dia)}$$

- Volume de lodo seco

Admitindo-se captura de sólidos da ordem de 10%, o volume de lodo seco será:

$$V_{lodo\ sec} := \frac{(1 - 0.1) \cdot \Delta X_t}{\%SS_s \cdot \rho_s}$$

Onde:

$$\%SSs = 0.200 \text{ (teor de SS no lodo "seco")}$$

$$\rho_s = 1060.000 \text{ kg /m}^3 \text{ (peso específico do lodo seco)}$$

Logo:

$$V_{lodo\ sec} = 15.321 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

- Condicionamento do lodo para secagem

Para condicionamento do lodo será empregado polieletrólito, cujo consumo será:

- máximo: 6 kg de polieletrólito/1000 kg de SS

- médio: 8 kg de polieletrólito / 1000 kg de SS

Portanto, os consumos diários serão:

$$\text{médio} := \frac{\Delta X_t}{1000} \cdot 6 \quad \text{médio} = 21.654 \text{ kg /dia}$$

$$\text{máximo} := \frac{\Delta X_t}{1000} \cdot 8 \quad \text{máximo} = 28.872 \text{ kg /dia}$$

- Vazão de recirculação de filtrado (Q_r)

A vazão de filtrado, resultante da secagem do lodo (Q_r) será:

$$Q_r := Q_1 - V_{lodo\ sec}$$

$$Q_r = 101.475 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

- Aplicação do polieletrólito

O polieletrólito será dosado na entrada da centrífuga ou na linha de sucção ou de recalque de alimentação da centrífuga.

Considerando-se a solução de polieletrólito preparada a 0,1% e tempo de Operação = 7.300 horas , a vazão máxima da solução será:

$$Q_{sol} := \frac{\text{máximo}}{1000 \cdot 0.001 \cdot \text{Operação}} \quad Q_{sol} = 3.96 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Deverá ser empregada bomba de deslocamento positivo tipo nemo ou similar, acoplopada a motor de rotação variável.

- Sistema de preparo de polieletrólito

O consumo médio esperado é de 6 kg de polieletrólito por 1000 kg de sólidos. Desta forma:

$$\text{Consumo} := \frac{\Delta X_t}{1000} \cdot 6 \quad \text{Consumo} = 21.65 \text{ kg de polieletrólito/dia}$$

$$V_{\text{sol}} := \frac{\text{Consumo}}{1000 \cdot 0.001}$$

$$V_{\text{sol}} = 21.65 \text{ m}^3/\text{dia} \text{ (volume diário de solução a 0,1\% - fim de plano)}$$