

# ASPECTOS CONSTRUTIVOS E OPERACIONAIS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA CIDADE DE ARARAQUARA

## **Paulo Sergio Scalize** (\*)

Graduado em Ciências Biológicas Modalidade Médica pela Faculdade Barão de Mauá – Rib. Preto. Doutorando em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Coordenador do Tratamento de Esgotos do Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara (DAAE-Araraquara/SP).

## **Wagner Sita**

Coordenador do Tratamento de Água do Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara (DAAE-Araraquara/SP).

## **Wellington Cyro de Almeida Leite**

Superintendente do Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara (DAAE-Araraquara/SP).

## **José Braz Scognamiglio**

Assessor de Planejamento do Departamento Autônomo de Água e Esgotos de Araraquara (DAAE-Araraquara/SP).

Endereço (\*): Rua Domingos Barbieri, 100 – Araraquara – SP – CEP 14802-510 – Brasil – Tel (16) 224-1555 – Fax: (16) 224-4571 – e-mail [info@daae-araraquara.com.br](mailto:info@daae-araraquara.com.br)

## RESUMO

O presente trabalho aborda como foi decidido e implantado o processo de tratamento de esgotos da cidade de Araraquara constituído por lagoas de aeração seguidas por lagoas de sedimentação, levando em consideração estudos de viabilização e aprovação pelos órgãos responsáveis, além dos custos envolvidos na execução das obras desde os emissários até a estação de tratamento de esgotos. Relata também as características técnicas, detalhes das fases do tratamento, dados de projeto e operacionais, mostrando gastos com energia elétrica e eficiência do tratamento, caracterizado pela remoção de DBO e DQO, que está acima de 80%, além do monitoramento de outros parâmetros, tais como nitrogênio total, oxigênio dissolvido, coliformes totais e *Escherichia coli*.

**Palavras-Chave:** Estação de tratamento de esgotos, Lagoas, Lagoas de sedimentação, Lagoas de aeração.

## HISTÓRICO

A Estação de Tratamento de Esgotos de Araraquara (ETE-Araraquara), cuja construção teve início em dezembro de 1998, iniciando sua operação em outubro de 1999, foi projetada para tratar 100% do esgoto coletado a partir de um Estudo de Concepção elaborado em julho de 1996, por empresa especializada, contratada por processo de licitação, que analisou a possibilidade de implantação de três processos de tratamento, Lagoas aeradas seguidas de lagoas de sedimentação; Lodos ativados na versão convencional; Reatores anaeróbios seguidos de filtros biológicos aeróbios. Além dos tipos de tratamentos o Estudo de Concepção levou em consideração alguns fatores tais como área de implantação, consumo de energia, custo de manutenção, dentre outros.

A conclusão do Estudo de Concepção viabilizou, técnica e financeiramente, a alternativa 1 - Lagoas aeradas seguidas de lagoas de sedimentação com a construção de uma única ETE e a execução de 14,9 km de interceptores, o que levou ao afastamento da estação em relação a área urbana do município.

A cidade de Araraquara conta com 185.000 habitantes, 62.167 ligações domiciliares de água e esgoto, 904 km de redes de água, 823 km de redes de esgoto, produção média de 70.000 m<sup>3</sup>/dia de água tratada para abastecimento público com capacidade para reservação de 44.100m<sup>3</sup> e tratamento médio de 45.000m<sup>3</sup>/dia de esgoto, correspondendo a 100% no abastecimento de água e 98% na coleta de esgoto (dados referentes a julho de 2001). A ETE trata 100% do esgoto coletado no município.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

**Objetivo:** Tratamento de esgotos domésticos municipais da cidade de Araraquara.

**Localização:** Bacia hidrográfica do Médio Tietê Inferior, UGRHI Tietê/Jacaré, tendo como corpo receptor o Ribeirão das Cruzes – enquadrado como rio classe 4.

**Processo de Tratamento:** O processo de tratamento adotado foi o de lagoas de aeração e de sedimentação, com eficiência igual ou superior a 80%, em termos remoção da DBO<sub>5</sub> dos esgotos afluentes, de acordo com a legislação ambiental vigente no estado de São Paulo.

**Módulos de tratamento:** Foram previstos 3 módulos de tratamento, cada um formado por uma lagoa aerada, uma lagoa de sedimentação e uma lagoa de lodo.

## FASES DO TRATAMENTO

O esgoto é enviado ao sistema de tratamento através de emissários com 1.000, 1.200 e 1.500 mm de diâmetro, entrando no sistema de tratamento através de um único emissário (ver figura 1). O sistema de tratamento é composto por um tratamento preliminar constituído por um sistema de gradeamento com espaçamento de 20mm e processo de remoção automática de detritos (ver figura 2), caixas de areia mecanizadas equipadas com raspador de fundo do tipo circular e remoção para caçambas externas através de roscas transportadoras helicoidais. Posteriormente passam por peneiras mecanizadas com espaçamento de 6 mm, sendo os resíduos lançados em uma caçamba através de esteira transportadora, também com funcionamento automático (ver figura 3). Em seguida os esgotos são encaminhadas para a caixa de distribuição de vazão, onde, são encaminhadas para as lagoas de aeração (ver figura 4), com volume útil da ordem de 103.700,0 m<sup>3</sup>, o suficiente para um tempo de detenção médio de 3 dias , considerando a vazão nominal média de cada módulo de 400,0 L/s. Em seguida são enviados para as Lagoas de Sedimentação (ver figura 5), com volume útil da ordem de 57.600,0 m<sup>3</sup>, o suficiente para proporcionar um tempo de detenção de 1,7 dia, considerando a vazão média nominal de 400,0 L/s por módulo, onde os sólidos sedimentáveis presentes no efluente das lagoas aeradas são sedimentados. O efluente das lagoas de sedimentação é enviado para o Ribeirão das Cruzes (ver figura 6) e o lodo sedimentado no fundo das lagoas será estabilizado por processos anaeróbios e deverá ser removido periodicamente. Na figura 7 é apresentado o fluxograma geral da ETE-Araraquara com as etapas do tratamento. Convém ressaltar que as lagoas de lodo não estão funcionando, pois não foi produzido lodo suficiente nas lagoas de sedimentação para remoção.



**Figura 1 - Foto ilustrando a chegada do esgoto bruto na ETE-Araraquara.**



**Figura 2 – Sistema de remoção automática do detritos removidos no gradeamento com espaçamento de 20 mm e canal de distribuição do esgoto bruto para as caixas de areia.**



**Figura 3 - Foto ilustrando a peneira para retenção de sólidos de 6 mm juntamente com a esteira para remoção automática dos detritos encaminhando para uma caçamba.**



**Foto 4 - Foto ilustrando a Lagoa de Aeração da ETE-Araraquara, constituída por aeradores superficiais com potência de 40 cv.**



**Figura 5 - Foto ilustrando as Lagoas de Aeração e de Sedimentação da ETE-Araraquara.**



**Figura 6 - Foto ilustrando o efluente final da ETE-Araraquara, sendo lançado no Ribeirão das Cruzes, classificado com rio classe 4.**

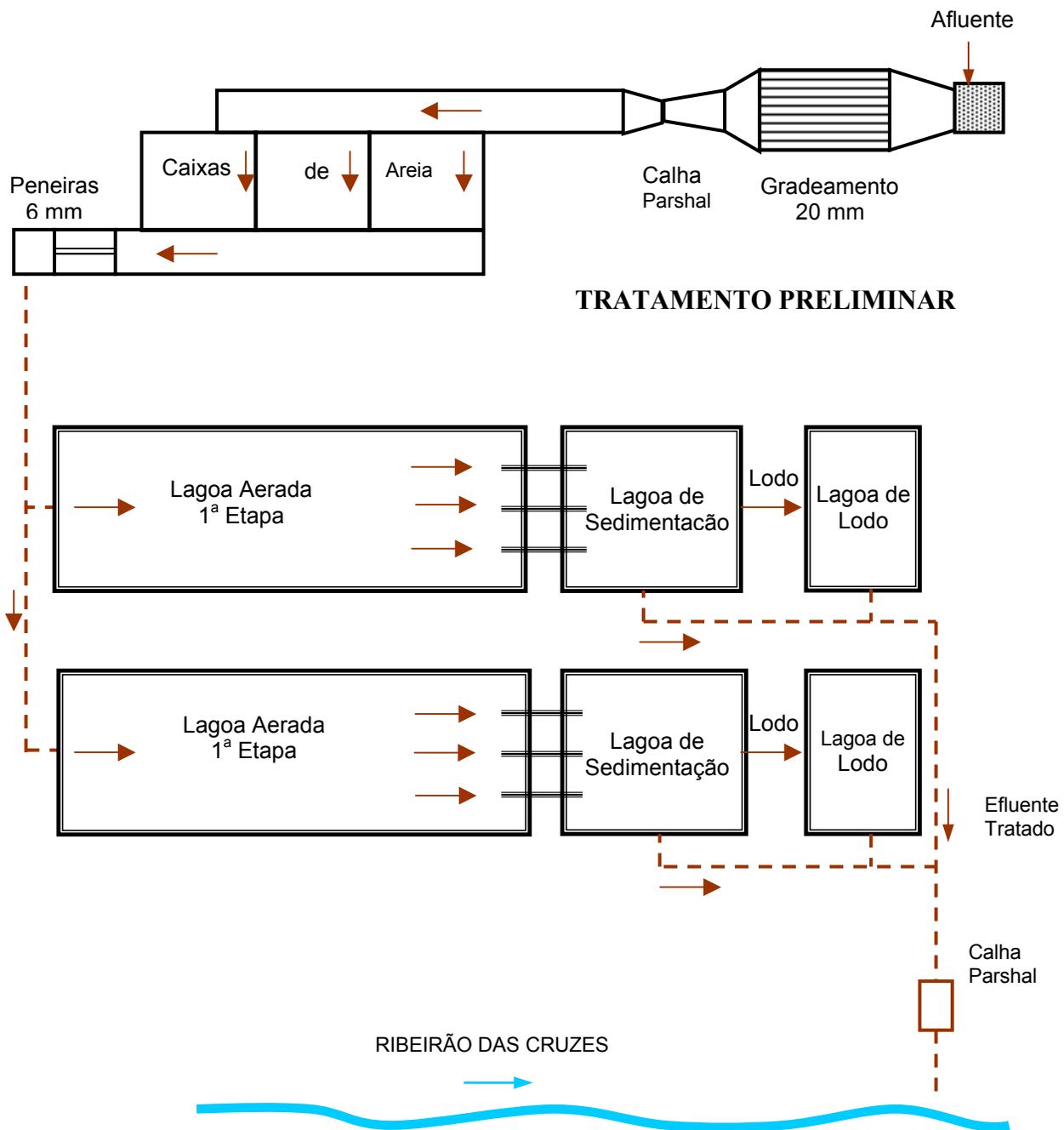


Figura 7 – Fluxograma da ETE-Araraquara

## DADOS DE PROJETO

Os dados de projeto dos módulos de tratamento da ETE-Araraquara estão contidos na tabela 1. Na Tabela 2 estão os custos envolvidos na construção da ETE-Araraquara.

**Tabela 1 – Dados de projeto de construção da ETE-Araraquara**

Módulo de Tratamento	Dimensões (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Tempo de Detenção
Lagoas de Aeração	240x125x4,7	103700	3 dias
Lagoas de Sedimentação	130x125x4,7	57600	1,7 dias
Lagoas de Lodo	60x125x2,7	23000	1 a 4 anos

**Tabela 2 – Valores gastos na construção da ETE-Araraquara e dos emissários.**

Obras	Valores gastos (US\$)
Custos para construção da ETE dos Emissários e equipamentos	14.247.214,42

## DADOS OPERACIONAIS

O volume médio de esgoto tratado pela ETE-Araraquara no ano de 2002 foi de 1.158.023,64 m<sup>3</sup>/mês, caracterizando um consumo médio de energia elétrica de 529720,92 kwh/mês, gerando um gasto de R\$67.054,55/mês, representando um custo de R\$0,057 o m<sup>3</sup> de esgoto tratado. Na tabela 3 estão contidos os valores mensais do consumo de energia elétrica, bem como o volume de esgoto tratado. Na figura 8 estão plotados os valores gastos de energia elétrica em função do volume de esgoto tratado.

Na tabela 4 estão contidos resultados médios das análises físico-químico e bacteriológico do afluente e efluente da ETE-Araraquara, realizadas no ano de 2002.

**Tabela 3 – Valor médio e mensal do consumo de energia elétrica no ano de 2002, bem como o volume de esgoto tratado.**

MÊS	VOLUME DE ESGOTO TRATADO (m <sup>3</sup> )	CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (Kwh/Kw)	CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA (R\$)	CUSTO ENERGIA ELÉTRICA/VOLUME DE ESGOTO TRATADO (R\$/m <sup>3</sup> )
Janeiro	1133360	620768	73012,73	0,064
Fevereiro	1239920	502128	66311,33	0,053
Março	1270710	512761	71558,85	0,056
Abril	1209130	567053	69394,01	0,057
Mai	1215000	513230	65823,23	0,054
Junho	1210000	485779	63675,73	0,053
Julho	1069500	604522	74104,68	0,069
Agosto	1038700	492913	64657,00	0,062
Setembro	1096190	582869	72050,74	0,066
Outubro	1157630	553178	69745,94	0,060
Novembro	1131990	391258	51321,32	0,045
Dezembro	1241216	530192	62999,07	0,051
Média	1167778,63	529720,92	67054,55	0,057

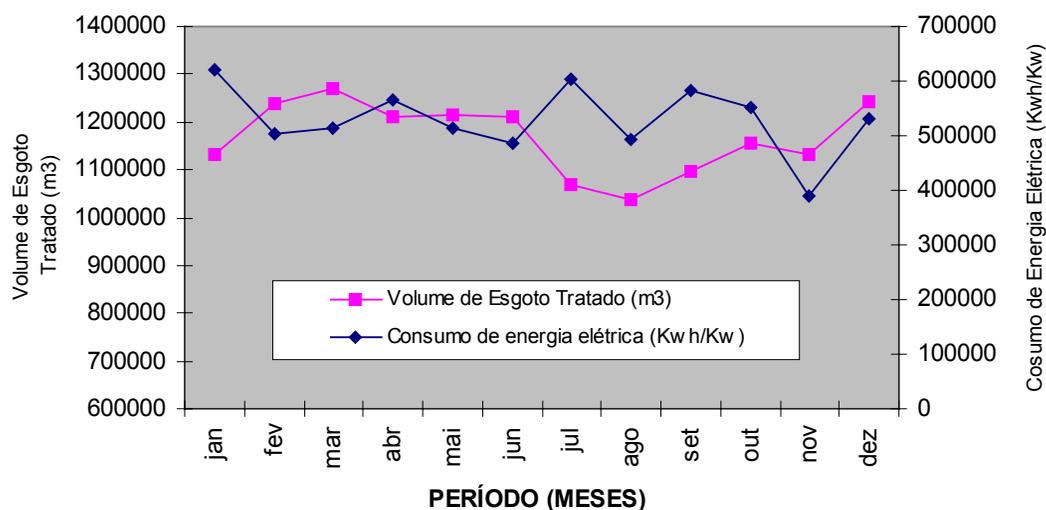


Figura 8 – Consumo de energia elétrica em função do volume de esgoto tratado pela ETE-Araraquara.

**Tabela 4 – Valores médios dos parâmetros analisados no ano de 2002 para o afluente e efluente da ETE-Araraquara.**

Parâmetros	Afluente	Efluente
DQO (mg/L)	729,7	141,3
DBO (mg/L)	327,2	63,4
Remoção carbono DQO (%)	-	80,6
Remoção carbono DBO (%)	-	80,6
PH	6,8	7,2
Condutividade (us/cm)	543,5	522,4
ST (mg/L)	646	363,3
STF (mg/L)	324,5	270,3
STV (mg/L)	321,5	93,0
SST (mg/L)	247,1	53,2
SSTF(mg/L)	62,3	18,6
SSTV (mg/L)	184,8	34,7
SDT (mg/L)	539,65	315,20
SDTF (mg/L)	262,2	251,7
SDTV (mg/L)	136,7	58,3
Sólidos Sedimentáveis Cone Imhoff 1 h (mL/L)	3,8	0,1
Substâncias solúveis em hexano (mg/L)	88,8	22,5
OD (mg/L)	-	5,6
Turbidez (NTU)	-	90,3
Cor (Hazen)	-	118,5
Cloreto (mg/L Cl <sup>-</sup> )	43,7	45,3
Nitrogênio Amoniacal (mg/L de N)	16,31	13,79
Nitrato (mg/L de N)	0,40	2,24
Nitrito (mg/L de N)	0,12	1,83
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L N)	34,00	20,60
Fosforo total (mg/L P)	8,00	6,30
Remoção Nitrogênio (%)	-	39,5
Remoção fósforo (%)	-	20,7
Coliformes Totais (NMP/100mL)	-	1,5 x 10 <sup>6</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	-	3,3 x 10 <sup>5</sup>
Temperatura da amostra no laboratório (°C)	25,0	24,9

## **CONCLUSÃO**

Através dos dados operacionais pode ser concluído que a ETE-Araraquara atende as necessidades da cidade de Araraquara, permitindo uma remoção de DBO e DQO acima de 80%, atendendo aos limites de lançamento estabelecidos no Decreto Estadual 8468, de 8 de setembro de 1976 do Estado de São Paulo, impondo como limite para DBO 5 dias, 20°C no máximo 60 mg/L ou que o sistema de tratamento de águas residuárias reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80%. Os demais parâmetros pesquisados, com exceção do nitrogênio amoniacal, estão dentro dos padrões de lançamento segundo as condições estabelecidas pela Resolução CONAMA 20, de 18 de junho de 1986 e Decreto Estadual 8468, de 8 de setembro de 1976 do Estado de São Paulo. Em relação a remoção de fósforo, METCALF & EDDY (1977), cita como remoção entre 10 e 25 %, estando este tipo tratamento acima desta faixa.

O custo da energia elétrica empregada neste tipo de tratamento sai relativamente baixo, em torno de R\$0,057 o m<sup>3</sup> de esgoto tratado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986.

Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976 – São Paulo.

Metcalf & Eddy (1977). Tratamiento y depuración de las aguas residuales, Madrid, Editorial labor, s.a.

Sperling M. V. (1997). Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais.