

**CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO POR
LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTO NO CAMPUS DA UNESP,
BUTUCATU, SP**

**QUALITY CHARACTERIZATION OF EFFLUENT TREATED BY SEWAGE
STABILIZATION PONDS AT UNESP CAMPUS IN BOTUCATU,SP.**

IVAN FERNANDES DE SOUZA¹

Recebido em Setembro de 2012. Aceito Outubro em 2012.

¹ Prof. Dr. Associado II. Faculdade de Tecnologia de Botucatu. e-mail: ivanfs@ymail.com

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO POR LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTO NO CAMPUS DA UNESP, BOTUCATU, SP

RESUMO

Nesta pesquisa, estudou-se a qualidade do efluente do Câmpus da UNESP em Botucatu, distrito de Rubião Junior, tratado através do sistema de lagoas de estabilização de esgoto sanitário. Foi analisada a qualidade do efluente tratado, através da determinação de parâmetros físico-químicos e espécies químicas. A qualidade do efluente tratado e amostras de resíduos foram estudadas durante nove meses (mar./04 a nov./04) com frequência mensal, abrangendo duas estações predominantes: a chuvosa e a seca, com o objetivo de detectar possíveis alterações no comportamento do sistema de tratamento. Foram amostradas as seguintes variáveis: temperatura do ar e do efluente, potencial hidrogeniônico, condutividade elétrica, turbidez, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, carbono orgânico total, nitrogênio amoniacal. Os resultados obtidos sugerem que não houve diferenças significativas no comportamento do sistema, entre os pontos de coleta e nos períodos de seca e de chuva. Os dados discutidos sobre temperatura, não exerceram restrições acentuadas aos processos metabólicos da lagoa, pois não atingiram temperaturas críticas, pH, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, turbidez, condutividade elétrica, carbono orgânico total e nitrogênio amoniacal, indicaram a eficiência do sistema e tendências. A demanda química e bioquímica de oxigênio indicou interferência da carga orgânica devido ao período atípico, apresentando possível relacionamento com o grau de atividades no Câmpus e as variações em função da biodegradabilidade da matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: COT, DBO, Efluente, Lagoa de estabilização, Pluviometria.

QUALITY CHARACTERIZATION OF EFFLUENT TREATED BY SEWAGE STABILIZATION PONDS AT UNESP CAMPUS IN BOTUCATU, SP.

ABSTRACT

This study observed effluent quality at UNESP, Botucatu campus, SP, Rubião Júnior District, treated by sewage stabilization pond system. Effluent quality was analysed by determining physico-chemical parameters as well as chemical species. Quality effluent and residue sampling were monthly observed from March, 2004 to November 2004, within rainy and dry seasons, aiming at detecting possible changes within treatment system. Air temperature and effluent temperatures, hydrogen potential, conductivity, turbidity, settleable solids, oil and grease, chemical and biochemical oxygen demands, total organic carbon, ammonia nitrogen were sampled. Results showed no significant differences in system behaviour between collecting points and dry or rainy periods. Data on temperature did not show sharp restrictions on pond metabolic processes for critical temperatures were not reached. pH, settleable solids, oil and grease, turbidity, conductivity, total organic carbon and ammonia nitrogen indicated the efficiency of the system as well as its trends. Chemical and biochemical oxygen interfered on organic load due to atypical period, showing possible relationship to Campus activities and variations due to biodegradability of organic matter

KEY WORDS: Stabilization pond. Effluent. Pluviometry. TOC.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da população mundial demorou 10.000 anos para atingir 1 bilhão de habitantes (de 8000 a.C. a 1850 d.C.), sendo que, em apenas 80 anos, o valor foi duplicado. Estima-se um crescimento anual de 43 milhões de pessoas ao ano, recentemente tendo atingido o valor total de 7 bilhões. O fato mais preocupante é que a maior percentagem de crescimento se dá nos países em desenvolvimento, onde a infraestrutura é deficiente. Os problemas causados pelo crescimento populacional e tecnológico produzem efeito na degradação ambiental (NUVOLARI, 2003).

É inegável a necessidade urgente de medidas de controle dos agentes poluidores resultantes das atividades econômicas atuais, assegurando mecanismos que impeçam a ocorrência de prejuízos irreparáveis ao meio ambiente, adaptado e adequado a nossa realidade econômica e tecnológica (BRAILE; CAVALCANTI, 1993).

Existem várias técnicas atualmente utilizadas para o tratamento de esgoto sanitário. As mais simples e comuns são lagoas de estabilização, havendo sofisticados sistemas de lodos ativados, por exemplo, RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e

manto de lodo) e FAFA (Filtros Anaeróbio de Fluxos Ascendentes) (NUVOLARI, 2003).

O esgoto sanitário *in natura* contribui no processo de fertilização das águas, gerando o efeito cumulativo de nutrientes. Substâncias como oxigênio, carbono, nitrogênio e fósforo, são introduzidas em reservatórios, ficando retidas nos vários níveis tróficos do ecossistema aquático. Em razão desse efeito cumulativo, o potencial de crescimento das algas aumenta gradativamente no decorrer do tempo, degradando-se em compostos orgânicos, aumentando assim, a quantidade de matéria orgânica igual que chega ao reservatório (VALENTE et al., 1997).

Segundo Reali (1999), a eutrofização causa diversos prejuízos devido ao desenvolvimento de plantas aquáticas: entram em decomposição quando morrem alguns tipos de algas tóxicas causam mau cheiro e alteram o sabor da água e dificultam a navegação.

De acordo com Cudmore e Tipler (1994), Menz (1995), Watts (1993) citados por Ribeiro (2003), o odor é “uma sensação associada a uma variedade de combinações que, quando presente em concentrações suficientemente altas no ar, provoca respostas nos indivíduos expostos”.

As alterações na água são causadas também por poluentes orgânicos que podem ser determinadas por avaliações físico-químicas, incluindo a DBO como um dos parâmetros estudado em diversas estações de tratamento de água (REALI, 1999).

Segundo Schierup et al. (1990), Verhoeven e Meuleman (1999) citados por Nogueira (2003), experiências com áreas alagadas construídas na Europa têm mostrado que sistemas com taxa de aplicação de $5 \text{ m}^2 \cdot \text{PE}^{-1}$ (1 PE = 150 L de esgoto por pessoa por dia) de esgoto doméstico possuem capacidade de remoção de 80-95% da demanda química de oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO_5 , 35% do nitrogênio (N); e 25% do fósforo (P), e ainda “que essa remoção de nutrientes pode ser otimizada para 50% para N e 40% para P sob estas mesmas taxas de aplicação”.

O uso da água em atividades agrícola ocupa lugar de destaque, representando atualmente, 66% do consumo total mundial. Viabiliza-se a utilização na agricultura de corpos d'água que recebem lançamento de esgoto sanitário não tratado, pois atendem exigências de padrões de qualidade, determinados pela legislação, e que em determinadas condições, pode

até promover a sua recuperação (TELLES, 2003).

De acordo com Braile & Cavalcanti (2003), a poluição patogênica das enfermidades veiculadas pela água, requer o uso de estação de tratamento.

A poluição química é cada dia maior, em função da quantidade de água retirada dos rios, sua reutilização e as diversas descargas geradas pelos sólidos dissolvidos, mostra a necessidade de tratamentos.

2 MÉTODO

O sistema de tratamento de esgoto é constituído por lagoas de estabilização, localizado ao lado do Câmpus da Unesp de Rubião Junior, Botucatu-SP, tem área total aproximada de $79.504,28 \text{ m}^2$, sendo as áreas das lagoas totalizadas em $47.849,56 \text{ m}^2$, e são compostas por uma lagoa anaeróbia e duas lagoas facultativas, todas de concreto.

2.1 Lagoa anaeróbia

O esgoto bruto coletado pela rede de esgoto do Câmpus da UNESP flui para o sistema de entrada da lagoa anaeróbia, onde o material grosseiro fica retido na grade e o particulado

grosso (areia) é decantado. A lagoa anaeróbia, caracterizada por receber carga orgânica maior, possui área menor e profundidade maior se comparada com as facultativas, favorece a eficiência da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias. Apresenta 3.628 m² de área e volume de 12.700 m³ (45,7 x 79,4 m por 3,5 m de profundidade), conforme Figura 1.

Figura 1 – Lagoa anaeróbia



2.2 Lagoa facultativa primária

O efluente da lagoa anaeróbia flui por gravidade para a lagoa facultativa primária, onde ocorrem os processos de decomposição da matéria orgânica, de predominância aeróbia. A lagoa facultativa primária, Figura 2, apresenta 9.021 m² de área e volume de 13.531 m³ (93,0 x 97,0 m por 1,5 m de profundidade).

Figura 2 – Vista da lagoa facultativa primária



2.3 Lagoa facultativa secundária

O efluente da lagoa facultativa primária flui por gravidade para a lagoa facultativa secundária, onde também, ocorrem os processos de decomposição da matéria orgânica, de predominância aeróbia. A lagoa facultativa secundária, Figura 9, apresenta 11.904 m² de área e volume de 17.856 m³ (93,0 x 128,0 m por 1,5 m de profundidade).

Figura 3 – Lagoa facultativa secundária (última lagoa)



2.4 Parâmetros físico-químicos e espécies químicas

As amostragens foram realizadas por um período de nove meses (março a novembro de 2004), com frequência mensal. As variáveis estudadas foram determinadas de acordo com metodologias propostas por (CETESB 1989; GOLTERMAN e CLYMO 1991; GREENBERG et al, 1995).

2.5 Odores

O método sensorial para medição de odores consiste na exposição de um grupo de pessoas a um painel de odores, que foi preparado com diluições de ar livre de odor e número de diluições suficientes para reduzir as concentrações mínimas detectáveis (CMD); quatro volumes de ar diluído, adicionado a um volume da unidade de ar amostrado, para reduzir o odorante às concentrações mínimas detectáveis (CMD), cujos detalhes podem ser vistos em ASTM E679-79, apud (RIBEIRO 2003). O método sensorial utilizado na detecção de odores, realizados na última lagoa, utilizou-se da primeira sensação detectada (por duas pessoas), em função das concentrações mínimas detectáveis (CMD) à diluição de ar local, denominadas de: sem odor, odor de

mofo e odor de ovo podre, perceptível no instante de chegada para as coletas.

2.6 Temperatura do efluente e do ar

As determinações das temperaturas em (°C) da superfície do efluente e do ar foram medidas no momento da coleta, através de um termômetro digital acoplado no pHmetro Digimed modelo DMPH-2, com eletrodo de vidro combinado, portátil, previamente calibrado com solução padrão no dia da coleta. Na determinação da temperatura do efluente, foram imersos o conjunto eletrodo termômetro de 4 a 5 cm abaixo da área espelhada, até a estabilização (feita a leitura) e na determinação da temperatura do ar, de 1,40 a 1.50 m acima da superfície da área espelhada, até a estabilização, com o termopar exposto à sombra e seco (feita a leitura).

2.7 Condutividade elétrica (CE)

A Condutividade Elétrica (CE) foi determinada no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, através do Condutivímetro digital, Tecnopon, modelo MCA-150, corrigida para a temperatura de 25°C com unidade em micro Siemens por centímetro ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

2.8 Medida do potencial hidrogeniônico (pH)

As leituras de pH nas amostras foram realizadas utilizando-se o pHmetro Digimed, modelo DMPH-2, com eletrodo de vidro combinado. Na determinação do pH do efluente, foram imersos o conjunto com eletrodo de vidro, de 4 a 5 cm abaixo da área espelhada, até a estabilização (feito a leitura).

2.9 Turbidez

A turbidez foi determinada no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, através do Turbidímetro, Turbiquant modelo 1500T cuja unidade é UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez) (GREENBERG et al, 1995).

2.10 Sólidos sedimentáveis

A composição de uma água em sólidos que sedimentam é variável, e substâncias cujo peso específico são maiores que o da água tendem a sedimentar. Estes sólidos são provenientes da natureza do terreno, do fluxo provocado por chuvas e dos resíduos lançados na água utilizada entropicamente. O processo usado na

determinação foi volumétrico, utilizado o cone Imhoff para sedimentação (GREENBERG et al., 1995).

2.11 Determinação de sólidos sedimentáveis

Completo-se o volume no cone Imhoff de 1 litro com o efluente bem homogeneizado. Deixou-se decantar durante uma hora. Após 45 minutos de decantação, remexeu-se lentamente o líquido com leve toque na parede lateral interna do cone. Foi registrada a quantidade de sólidos por litro obtidas de amostra em mL.

2.12 Óleos e graxas

Óleos e graxas dissolvidos ou emulsionados foram extraídos da amostra acidificada por contato com solvente orgânico, medidos após a evaporação do solvente. O método utilizado é o da extração em funil de separação (GREENBERG et al., 1995).

2.13 Demanda química de oxigênio (DQO)

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para que ocorra a oxidação (decomposição) química da matéria

orgânica presente na água. Neste estudo, foi utilizado o método de dicromato segundo Greenberg et al., (1995), em que a matéria orgânica é oxidada, sendo consumido o oxigênio equivalente ao dicromato. Após a reação, realizada leitura a 430 nm no espectrofotômetro Genesys. A demanda química de oxigênio (DQO) é expressa em mg.L^{-1} de oxigênio que seria gasto para oxidar a matéria orgânica presente na amostra, até 300 mg.L^{-1} de DQO (GRANER, ZUCCARI e PINHO, 1998)

2.14 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio no efluente foi determinada pelo método de Winkler modificado, conforme descrito por (CETESB 1989; GOLTERMAN et al., 1991 e GREENBERG et al, 1995). O método fundamenta-se em fornecer à amostra de efluente, um composto oxidável pelo oxigênio da mesma, o hidróxido manganoso, medindo-se a quantidade de composto oxidado. Quanto maior a quantidade de oxigênio na amostra, maior será a quantidade de composto oxidado.

2.15 Nitrogênio amoniacal

O nitrogênio amoniacal em amostras de água é determinado pelo método de Nessler após reação de degradação, destilação, e determinação espectrofotométrica com o reagente de Nessler, de acordo com (GREENBERG et al., 1995). Esta forma é determinada por digestão da amostra em solução alcalina, resultando amônia que é, então, removida por destilação, e posteriormente quantificada pelo reagente de Nessler espectrofotometricamente, com leitura a 420 nm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cor e Odor

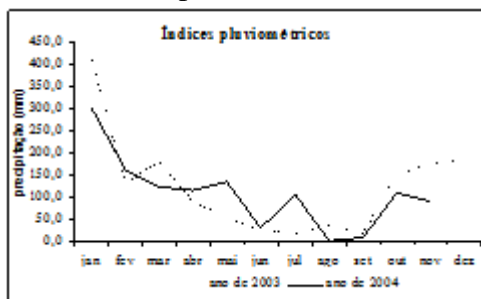
Não houve diferenças significativas com relação à cor e odor, mantendo-se mesmo padrão durante o período de análise. Com relação à cor, foram encontradas variações de tons turvos no período de chuva e seca, e concentração odorífica detectadas, de mofo, provavelmente provocados ainda por gases produzidos pelas atividades aeróbias e ou mistura de substâncias odoríferas (RIBEIRO, 2003).

3.2 Índices pluviométricos

De acordo com Sugahara (1997), citado por Emídio (2010), o período de seca é considerado de maio a setembro e o de chuva de outubro a abril. Os índices pluviométricos do ano de 2004 comparativamente ao ano de 2003 apresentam maiores máximas e menores mínimas no período de seca, conforme Figura 4.

No ano de 2003, o total de chuva em Botucatu foi de 1454,6 mm e no período de março a novembro de 2003 e 2004, o total acumulado foi respectivamente 731,1 e 708,9 mm.

Figura 4 – Comparação entre os índices pluviométricos mensais do ano de 2003 e 2004. Fonte: Departamento de Recursos Naturais da Fazenda Experimental Lageado – UNESP – Câmpus de Botucatu.



3.3 Temperatura do efluente

Analisando-se a temperatura do efluente, com mínima de 18,2 °C que ocorreu no mês de agosto, período de seca e a temperatura máxima 28,75 °C,

que ocorreu no mês de novembro, período de chuva, indicam dessa forma, uma consistência para o processo de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização (NUVOLARI, 2003).

3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores obtidos do pH, com repetições em duas extremidades da lagoa, indicaram não haver diferenças significativas ($P > 0,05$), com valor de mínimo de 7,09 em junho; valor de máximo de 10,13 em novembro; média de 8,47 e desvio padrão de 1,05.

3.5 Sólidos sedimentáveis (SS)

Analisando a variação das concentrações de sólidos sedimentáveis do efluente nos pontos de coleta, com repetições feitas em duas extremidades da lagoa, obteve-se valores de mínimo 0,02 mL.L⁻¹ em maio; valor de máximo 0,08 mL.L⁻¹ em novembro; média no período de 0,04 mL.L⁻¹ e desvio padrão de 0,02 mL.L⁻¹.

3.6 Óleos e graxas

Verifica-se nos valores obtidos de óleos e graxas, com repetições feitas em duas extremidades da lagoa, mínimo de 9,5 mg.L⁻¹ em março; máximo 76,0

mg.L⁻¹ em julho; média 37,8 mg.L⁻¹ e desvio padrão 21,3 mg.L⁻¹. Os valores das medidas descritivas, não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$). Observa-se também que o período de chuva e seca provavelmente não interferiu significativamente.

Os resultados obtidos estiveram todos dentro do limite de lançamento, estabelecido pela legislação, segundo Nuvolari (2003), referindo-se ao Decreto 8468/76, que é de 100 mg.L⁻¹.

3.7 Turbidez

Os valores obtidos de turbidez, em unidade nefelométrica de turbidez (UNT), com repetições em duas extremidades da lagoa, indicaram não haver diferenças significativas ($P > 0,05$), com valor de mínimo de 17,45 em setembro; valor de máximo de 113,15 em novembro e média de 43,97.

3.8 Condutividade elétrica (CE)

Os valores obtidos da condutividade elétrica, com repetições em duas extremidades da lagoa, indicaram não haver diferenças significativas ($P > 0,05$), com valores de mínimo de 343,07 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, no mês de março (período de chuva); valores de máximo de 568,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, no mês de

outubro (período de chuva); média de 440,42 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, mediana de 470,0 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ e desvio padrão de 77,85 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

3.9 Demanda química de oxigênio (DQO)

Obteve-se como resultados médios da demanda química de oxigênio, valor de mínimo 44,97 mg.L⁻¹ em junho, valor de máximo 215,67 mg.L⁻¹ em setembro, média e desvio padrão sendo respectivamente de 135,65 e 48,55 mg.L⁻¹.

3.10 Carbono orgânico total (COT)

Foram encontrados valores mínimos de 7,31 mg.L⁻¹ em julho e máximo 18,9 mg.L⁻¹ em novembro. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os pontos de coleta. Observa-se também que o período de chuva e seca não interferiram significativamente.

3.11 Nitrogênio amoniacal (N-NH₄)

Os resultados médios desse parâmetro foram: valor mínimo 0,15 mg.L⁻¹, em março (período de chuva), valor de máximo 0,19 mg.L⁻¹, em maio (período de seca) e novembro (período de chuva), mediana, média e desvio

padrão de 0,17; 0,17; 0,01 mg.L⁻¹, respectivamente. Com (P > 0,05), não há diferenças significativas entre os pontos de coleta, realizados com repetições nas duas extremidades da lagoa. Observa-se também que o período de chuva e seca provavelmente não interferiu significativamente.

3.12 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Os resultados médios obtidos da demanda bioquímica de oxigênio foram: valor de mínimo 35,50 mg.L⁻¹, valor de máximo 70,00 mg.L⁻¹, mediana, média e desvio padrão de 49,08; 49,05; 13,71 mg.L⁻¹, respectivamente. Com (P > 0,05), não há diferenças significativas entre os pontos de coleta, realizados com repetições nas duas extremidades da lagoa.

4 CONCLUSÃO

- Os resultados obtidos, no período de seca e de chuva, não produziram alterações significativas no comportamento do sistema.

- Todos os parâmetros estudados estão em conformidade com os padrões de lançamento exigidos pela legislação estadual e federal.

- A cor e odor mantiveram-se no mesmo padrão; cor verde e odor desagradável, o que caracteriza a presença da matéria orgânica.

- Os índices pluviométricos no período de março a novembro de 2004, foram de 708,9 mm, comparativamente, o período de chuva, foi 97,8% maior que no período de seca.

- A temperatura do ar em média foi de 23,63 °C e a do efluente de 22,39 °C, não exerceram restrições acentuadas aos processos metabólicos da lagoa, pois não atingiram temperaturas críticas.

- O potencial hidrogeniônico apresentou valores abaixo do exigido pela Legislação exceto em março pH 9,56 e em novembro pH 10,13.

- A média dos sólidos sedimentáveis foi de 0,05 mL.L⁻¹, valor abaixo do exigido pela legislação.

- A média dos óleos e graxas foi de 37,83 mg.L⁻¹.

- O valor médio da turbidez, foi de 43,98 (UNT), no período de chuva, com valores de tendência maior no período de seca.

- A condutividade elétrica foi em média de 444,93 μS.cm⁻¹, observou-se estabilização no período de seca e aumento no período chuvoso.

- A demanda química de oxigênio foi em média de 135,65 mg.L⁻¹, indicando não haver interferência dos períodos de

chuva e seca, exceto devido ao período atípico apresentado, relacionado com o grau de atividade do Câmpus.

- O carbono orgânico total com média de 7,84 mg.L⁻¹, indica a presença de moléculas orgânicas complexas.

- O nitrogênio amoniacal foi em média de 0,17 mg.L⁻¹, indicando não haver efeitos significativos devido do período de chuva e seca.

- A demanda bioquímica de oxigênio, foi de 49,05 mg.L⁻¹, apresentou um quadro onde o efeito do período chuvoso e de seca, não interferiu significativamente e sim a biodegradabilidade da carga orgânica.

REFERÊNCIAS

BRAILE, P.M; CAVALCANTI, J.E.W.A.O controle da poluição. In: CETESB. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo, 2003, p.1-106.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, **Determinação de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio: método Winkler modificado**. L5. 169, 1989.

EMÍDIO, Z. P. O. **Estações do ano**. Bauru: UNESP/Instituto de Pesquisas Meteorológicas, 2010. Disponível em: <<http://www.ipmet.unesp.br/4estacoes/#>>. Acesso em: 16 mar. 2012

GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R.S; OHNSTAD, M.A. **Methods for physical and chemical análises of freshwaters**, 3^a ed. Oxford. Blackwell Scientific Publications, 2178 p.1991.

GRANER, C. A. F., ZUCCARI, M. L. & PINHO, S. Z. Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons crômio (III) e dicromato. **Eclética Química**, 1998, vol.23, p.31-44.

GREENBERG, A.G; CLESCERI, L. S; EATON. A. D. CED. **Standard methods 19th edition**, Washington: American public health association, American water work association and water pollution control federation, 3125p. 1995.

NOGUEIRA. S.F. **Balanco de nutrientes e avaliação de parâmetros biogeoquímicos em áreas alagadas construídas para o tratamento de esgoto**. 2003. 120p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

NUVOLARI, A. **As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2003, 520p.

REALI, M.A.P. **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p.

RIBEIRO J.T., Controle de odores em sistemas de esgoto sanitário. In: **Esgoto Sanitário**, Coleta Transporte Tratamento e Reúso Agrícola , NUVOLARI, A. et al. Cap.11, São Paulo. Ed. Edgard Blücher, 2003, p.485-504.

TELLES, D.A, Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. In: **Esgoto Sanitário**, Coleta Transporte Tratamento e Reúso Agrícola, NUVOLARI, A. et al.

Cap.11, São Paulo. Ed. Edgard Blücher, 2003.

VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.;
SILVA, A.M.M. Contribuição da cidade
de Botucatu – SP com nutrientes
(fósforo e nitrogênio) na eutrofização da
represa de Barra Bonita. Revista
Eclética Química, vol.22, p.31-48,
1997.