

II-051 – AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE CÓRREGO FUNDO-MG

Liliane Cristina Arantes⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR).

Fernando Neris Rodrigues⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR), mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Christiane Pereira Rocha⁽³⁾

Engenheira Química pelo Centro Universitário do Sul de Minas. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Professora e coordenadora de cursos no Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

Endereço⁽³⁾: Rua Marechal Deodoro, 362 – Formiga - MG - CEP: 35570-000 - Brasil - Tel: (37) 3321-3661-
e-mail: chrispereirarocha@gmail.com

RESUMO

Este trabalho avaliou o desempenho de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, implantada em Córrego Fundo-MG, constituída de gradeamento, caixa de areia acoplada a calha Parshall, lagoa anaeróbia e lagoa facultativa. Levantaram-se as características da ETE implantada e estudou-se a constituição do esgoto a montante da estação e a jusante da mesma, por meio de análises das amostras recolhidas. O período de coleta foi de 09 a 23 de abril de 2013, e obteve-se os resultados para o esgoto bruto e efluente tratado referente ao potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), cor, turbidez, coliformes totais e coliformes fecais. Os resultados mostraram que o pH e o OD do efluente tratado atende aos limites estabelecidos pela legislação do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Os melhores resultados de remoção, apresentados foram: DBO 70,2%, DQO 82,8%, cor 77,8% e turbidez 52,3%. Na remoção de coliformes totais, a ETE obteve baixo desempenho, já na remoção dos coliformes fecais demonstrou-se totalmente satisfatória. Os modelos matemáticos gerados mostraram através da relação DQO/DBO, que o esgoto bruto possui elevada biodegradabilidade e o efluente encaminhado ao corpo receptor possui média biodegradabilidade. Os modelos matemáticos gerados para cor e turbidez também mostraram a correlação entre esses parâmetros. O resultado obtido após o tratamento de esgoto revela a preservação do corpo receptor, mostrando a eficiência do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto, Esgoto bruto, Efluente tratado.

INTRODUÇÃO

O esgoto sanitário é gerado a partir da água de abastecimento, e, portanto sua medida resulta da quantidade de água consumida, que é geralmente expressa pela taxa de consumo per capita, variável segundo hábitos e costumes de cada localidade. Em média, a composição do esgoto sanitário é de 99,9% de água e apenas 0,1% de sólidos, sendo que cerca de 75% desses sólidos são constituídos de matéria orgânica em processo de decomposição.

O lançamento indiscriminado dos esgotos sanitários nos corpos d'água, sem receber um prévio tratamento, pode causar vários inconvenientes, que se apresentam com maior ou menor importância de acordo com os efeitos adversos que podem causar aos usos benéficos da água.

Felizmente, do ponto de vista técnico, já são conhecidas inúmeras opções para fazer o tratamento dos esgotos onde cada uma delas possuem suas vantagens e/ou desvantagens, do ponto de vista da área necessária, eficiência obtida no tratamento, utilização ou não de equipamentos eletromecânicos, com consequente consumo ou não de energia, sofisticação ou não de implantação e operação, necessidade ou não de mão de obra especializada.

Diante deste cenário, cada cidade com suas características próprias de clima, topografia, preços dos terrenos, características do corpo d'água a ser utilizado para fazer os despejos tratados, irá ditar a técnica ou técnicas a serem escolhidas.

A solução de lagoas como forma de tratamento de esgoto é muito adequada para as condições do Brasil, com climas favoráveis e grande extensão de áreas planas e a experiência já alcançada, indica esta solução como plenamente aceitável.

No entanto, se o projeto não for criterioso, o tratamento adequado e se deixar de existir equilíbrio entre as condições locais e as cargas poluidoras, os inconvenientes certamente aparecerão, podendo ser: exalação de mau cheiro, estética desfavorável, efluente com DBO elevada, coliformes totais em excesso, insetos, etc.

É extremamente importante o conhecimento da eficiência do sistema de tratamento de esgoto e o atendimento aos padrões de lançamento, de uma maneira geral, através dos parâmetros de avaliação de desempenho.

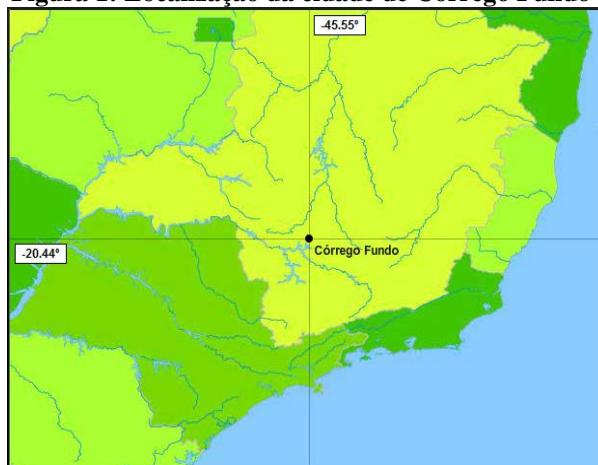
O objetivo geral do trabalho é avaliar o desempenho da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Córrego Fundo-MG. Para tanto, os objetivos específicos consistem em caracterizar o esgoto bruto e efluente tratado do sistema de tratamento e posteriormente comparar com a legislação federal do CONAMA, os parâmetros analisados foram: oxigênio, a taxa de eficiência da remoção da DBO, DQO, cor e turbidez, eficiência de remoção de coliformes totais e coliformes fecais, Verificar através de modelos matemáticos a correlação entre a DQO/DBO e entre a cor e a turbidez.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no sistema de tratamento de esgoto da cidade de Córrego Fundo – MG, onde o esgotamento sanitário é feito por meio de rede coletora e os esgotos são encaminhados à estação de tratamento, localizada em área rural próxima ao município.

Segundo o IBGE (2013) o município de Córrego Fundo conta com 101,112 km² de área, localiza-se na região Oeste do estado de Minas Gerais e situa-se na região Sudeste do Brasil. A sede municipal possui coordenada geográfica 20,44° de latitude sul e 45,55° de longitude oeste, como ilustrado na FIG. 1.

Figura 1: Localização da cidade de Córrego Fundo-MG



Fonte: IBGE, 2013.

Caracterização da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

Na ETE são realizadas diversas operações para reduzir as cargas poluidoras do esgoto sanitário. Pré-dimensionada para um período de 20 anos, possui capacidade para tratamento de esgoto com carga orgânica em torno de 253,8 kg/DBO por dia. A ETE entrou em funcionamento no início de fevereiro do ano de 2013 e possui as etapas de tratamento conforme a FIG. 2.

Figura 2: Etapas da Estação de Tratamento de Esgoto.



Fonte: Acervo pessoal, 2013.

Amostragens

Foram realizadas coletas de amostras durante três semanas, sendo feita coleta de esgoto bruto na montante da ETE e efluente tratado na jusante da ETE, no período de 09 a 23 de abril de 2013.

As amostras foram coletadas em recipientes de vidro âmbar com volume de 1 litro e em recipientes de vidro de 200 ml e encaminhadas ao laboratório do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto e ao laboratório CENAR (Centro de Análises de Água e Resíduos) do UNIFOR. As determinações realizadas foram:

- pH (Potencial Hidrogeniônico)
- Oxigênio Dissolvido (O.D.)
- DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)
- DQO (Demanda Química de Oxigênio)
- Cor
- Turbidez
- Coliformes Totais
- Coliformes Fecais.

As análises de pH, cor, turbidez, coliformes totais e coliformes fecais foram realizadas no laboratório do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) de Córrego Fundo e no laboratório CENAR (Centro de Análises de Água e Resíduos) do UNIFOR foram realizadas as análises de DBO, DQO, e OD. Os resultados foram comparados os padrões de lançamento de efluente da resolução do CONAMA nº 357/ 2005.

RESULTADOS

Uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é o conjunto de técnicas associadas a unidades de tratamento, cuja finalidade é reduzir as cargas poluidoras do esgoto sanitário, as quais viriam a causar alterações na qualidade dos corpos d'água.

Na avaliação da eficiência do sistema de tratamento em relação à sustentabilidade ambiental, necessita-se da utilização de parâmetros comumente analisados disponíveis nas normas de controle ambiental do CONAMA. Os resultados das amostras analisadas e suas respectivas comparações estão descritos especificadamente nas tabelas baixo.

A TAB. 1 mostra os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos dos efluentes da estação de tratamento de esgoto (ETE) e indica a eficiência do processo de tratamento dos processos.

Tabela 1: Resultados das análises de eficiência do tratamento dos parâmetros físicos e químicos da ETE.

Data	Esgoto bruto	Efluente tratado	Eficiência de remoção (%)	VMP*
	Concentração de DBO (mg/L)			
09/04/2013	50,3	15	70,2	Remoção de \geq 60%
16/04/2013	89,3	32,5	63,6	Remoção de \geq 60%
23/04/2013	137	52,7	61,6	Remoção de \geq 60%
Concentração de DQO (mg/L)				
09/04/2013	89,3	15,4	82,8	-
16/04/2013	90,2	30,82	65,8	-
23/04/2013	149	27,5	81,5	-
Cor (uH)				
09/04/2013	140,1	67,4	52	75
16/04/2013	153,7	42,4	72,4	75
23/04/2013	160,6	35,7	77,8	75
Turbidez (NTU)				
09/04/2013	60,9	34,8	42,9	100
16/04/2013	63,5	31,9	49,8	100
23/04/2013	65,4	31,2	52,3	100

VMP: *Valor máximo de permitido lançamento efluente; **classe 2 da conama 357/2005.

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

De acordo com Resolução N°430, de 11 de maio de 2011 do CONAMA, para efluentes oriundos dos sistemas de tratamento de esgoto sanitário o máximo valor para as amostras de DBO é de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

As análises de DBO realizadas nos dias 09/04/2013, 16/04/2013 e 23/04/2013, o esgoto bruto possuía os seguintes valores 50,3, 89,3 e 137 mg/L, e o efluente tratado de 15, 32,5 e 52,7 mg/L sendo a eficiência de remoção de 70,2%, 63,6% e 61,6% respectivamente, o que atende a exigência da Resolução N° 357 do CONAMA, onde estabelece que deve ocorreu uma redução de no mínimo de 60% de DBO.

Através das amostras analisadas, pode-se observar que os resultados obtidos neste trabalho foram satisfatórios, para efluentes oriundos de sistemas de tratamento biológico e que serão lançados em um rio classificado como classe 2 de acordo com o CONAMA.

Oliveira (2006) avaliando diversas modalidades de tratamento de esgoto dos estados de Minas Gerais e São Paulo obteve para o sistema de tratamento de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa taxas de eficiência de remoção de DBO que variam entre 5 a 70%.

Segundo Jordão e Pessôa (2011), tipicamente a DQO varia entre 200 e 800 mg/L nos esgotos domésticos, com valor médio no entorno de 400 mg/L. A legislação federal do CONAMA não relaciona a DQO como um parâmetro de controle nos corpos d'água.

As análises de DQO realizadas nos dias 09/04/2013, 16/04/2013 e 23/04/2013, o esgoto bruto possuía os seguintes valores 89,3, 90,2 e 149 mg/L, e o efluente tratado de 15,4, 30,82 e 27,5 mg/L sendo a eficiência de remoção de 82,8%, 65,8% e 81,5% respectivamente.

Como pode-se observar a DQO é, em geral, mais alta do que a DBO, em virtude da maior facilidade com que os compostos em sua maior parte podem ser oxidado por via química do que por via biológica e também foram oxidadas, tanto a fração biodegradável, quanto a fração inerte do efluente, o que leva a uma superestimação do oxigênio consumido. E através dos valores obtidos na eficiência de remoção de DQO pode-se considerar que o sistema de tratamento de esgoto de Córrego Fundo é eficaz.

Segundo Silva e Roston (2010), avaliando a eficiência do sistema composto de lagoas anaeróbias e facultativas, que trata efluentes gerados na bovinocultura de leite da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes – MG obtiveram resultados do sistema como um todo, que atingiu eficiência de remoção média de 89,27% para a DQO.

De acordo com Medeiros (2009) considerando um sistema de tratamento de esgoto na cidade de Natal-RN, composto por duas lagoas anaeróbias, uma facultativa e uma de maturação, apontaram resultados significativos para remoção de DQO em torno de 88,93%.

Evidentemente, os esgotos sempre apresentam cor, que é indicativa da condição de chegada dos esgotos à ETE, que pode ser de tonalidade marrom ou cinza no esgoto fresco e cor negra no esgoto em estado séptico. A Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, permite que rios enquadrados na classe 2 possuam até 75 uH de cor.

As análises de cor realizadas nos dias 09/04/2013, 16/04/2013 e 23/04/2013, o esgoto bruto possuía os seguintes valores 140,1, a 153,7 e 160,7 uH, e o efluente tratado de 67,4, 42,4 e 35,7 uH sendo a eficiência de remoção de 52%, 72,4% e 77,8% respectivamente.

A estação de tratamento de esgoto de Córrego Fundo objeto de estudo desse trabalho, tem se mostrado objetiva em relação à remoção da cor, bem como a produção de um efluente tratado do ponto de vista químico e em conformidade com a legislação.

Silva et al. (2000) observaram através de análises realizadas com efluente bruto e tratado de um sistema de tratamento compostos por lagoas aeradas, localizado em Fortaleza, médias de remoção de cor que variaram entre 59 a 92%.

A turbidez não é usada como forma de controle do esgoto bruto, mas pode ser medida para caracterizar a eficiência do sistema, principalmente os que incluem tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada à concentração de sólidos em suspensão. Segundo a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, o nível de turbidez precisa ser de até 100 NTU, para rios enquadrados na classe 2.

As análises de turbidez realizadas nos dias 09/04/2013, 16/04/2013 e 23/04/2013, o esgoto bruto possuía os seguintes valores 60,9, 63,5 e 65,4 NTU, e o efluente tratado de 34,8, 31,9 e 31,2 NTU, sendo a eficiência de remoção de 42,9%, 49,8% e 52,3% respectivamente.

Em todo o período analisado não se observou resultados superiores a 52,3% de eficiência de remoção. Os resultados não se mostraram mais eficientes, provavelmente, devido à presença relativamente baixa de algas que foram formadas na lagoa facultativa e que saem junto ao efluente tratado.

Nirenberg e Ferreira (2005) estudaram amostras que foram extraídas na entrada na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) composta por lagoas de estabilização, e após o sistema de tratamento da indústria de laticínio Nestlé Industrial e Comercial LTDA, unidade instalada em Goiânia - Goiás e obteve eficiência de remoção de turbidez de 99,53%.

A TAB. 2 mostra os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos dos efluentes da estação de tratamento de esgoto (ETE) e indica a eficiência do processo de tratamento dos processos.

Tabela 2: Resultados das análises de eficiência do tratamento dos parâmetros biológicos e químicos da ETE.

Data	Esgoto bruto	Efluente tratado	VMP
	PH	OD	
09/04/2013	7,98	6,35	6 - 9
16/04/2013	7,94	7,41	6 - 9
23/04/2013	8,27	7,65	6 - 9
Coliformes Totais			
09/04/2013	Presença	Presença	-
16/04/2013	Presença	Presença	-
23/04/2013	Presença	Presença	-
Coliformes Fecais (<i>E. Coli</i>)			NMP/100 ml
09/04/2013	Presença	Ausência	1.000
16/04/2013	Presença	Ausência	1.000
23/04/2013	Presença	Ausência	1.000

VMP: Valor máximo de permitido na classe 2 da conama 357/2005.

Fonte: Dados da pesquisa, 2013.

Em todas as análises houve redução no valor do pH, pois em geral os processos de oxidação biológica tendem a reduzir o pH, mantendo-se nos níveis ideais para as bactérias responsáveis pelo tratamento de água residiária.

Os valores obtidos neste trabalho para o pH do efluente tratado oscilaram entre 6,35 e 7,65, o que caracteriza o efluente tratado como praticamente neutro, não trazendo consequências para o corpo d'água receptor. Todos resultados de pH se enquadram nos padrões da resolução do conama 357/2005.

Segundo Destro e Amorim (2006), avaliando uma ETE constituída de uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação em Cuiabá/MT, encontraram valores médios de pH variando de 6,86 a 7,09 para efluentes na saída da lagoa facultativa.

Já Teixeira (2003) estudou a variação do pH em efluente tratado de um sistema de tratamento composto por lagoas anaeróbias seguidas de lagoas facultativas e lagoa de maturação e obteve resultados para o efluente da lagoa facultativa que varia entre 6,99 a 8,72, no município de Porto Alegre-RS.

Observou-se que durante o período analisado, o efluente tratado apresentou um índice de oxigênio dissolvido favorável para ser lançado no corpo receptor, o qual pode conter ainda substâncias que podem ser decompostas, através do consumo de oxigênio dissolvido das águas. Os valores de OD encontrados no efluente tratado foram de 13,5 mg/L, 8,1 mg/L e 7,8 mg/L, valores que se enquadram nos padrões da resolução do conama 357/2005.

Segundo Medeiros (2009), avaliando o teor de oxigênio dissolvido de efluente tratado por sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e lagoa de maturação obteve resultados que variam 0,9 mg/L a 12,8 mg/L.

O método utilizado para as análises microbiológicas foram qualitativos, e em todas as análises de coliformes totais do esgoto bruto e do efluente tratado foram identificados a presença de micro organismos, já para as análises de *E. Coli* não foram encontrado a presença destes micro organismos nas amostras do efluente tratado, indicando a eficiência dos processos de tratamento da ETE.

Segundo Destro e Amorim (2006), avaliando um sistema de tratamento de esgotos que atende diversos bairros em Cuiabá/MT, constituído de uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação, indicaram uma boa eficiência de remoção de coliformes totais e coliformes fecais, entretanto foi observado que a concentração de coliformes totais no efluente do sistema é ainda bastante elevada.

Fontes (2008) mostra, através de estudos realizados, a existência de uma redução gradual, de modo geral, no número de coliformes totais ao longo dos pontos analisados na ETE composta por uma lagoa facultativa, uma lagoa facultativa aerada, uma lagoa de polimento e uma lagoa de decantação, em Ilhéus-BA, em diversas épocas estudadas.

CONCLUSÕES

Para a avaliação da eficiência da ETE de Córrego Fundo-MG considerou-se o sistema de tratamento como um todo, através dos aspectos qualitativos relativos às características físicas, químicas e biológicas do esgoto bruto e tratado, utilizando unidades relativas indicadoras de eficiência em termos de porcentagem de remoção de carga do esgoto.

A média do pH do efluente tratado ficou em torno de 7,14. Tanto a média quanto os valores nominais de todas as amostras ficaram dentro dos padrões para lançamentos de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, de acordo com CONAMA (2011), que estabelece pH entre 5 e 9 e mantendo-se nos níveis ideais para as bactérias responsáveis pelo tratamento de água resíduária.

O oxigênio dissolvido é um parâmetro para controle dos níveis de poluição das águas, ele é fundamental para manter e verificar as condições aeróbias num corpo d'água que recebe material poluidor. Verificou- se através das análises, que o corpo d'água tem a capacidade de suportar o efluente tratado, pois em média ele possui teor de 9,8 mg O₂/L.

Embora não seja de real importância para o tratamento de águas resíduárias, a cor e a turbidez obtiveram eficiência remoção de 77,8 e 52,3%, respectivamente, que é considerado em se tratando de efluente oriundo de tratamento secundário, satisfatório.

Os valores de eficiência demonstrados no presente trabalho, para os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 70,2% e Demanda Química de Oxigênio (DQO) 82,8%, possibilitaram avaliar o sistema de tratamento de esgotos de Córrego Fundo, qualificando-o como eficaz.

Através das análises de coliformes totais pode-se concluir que a ETE pode melhorar o desempenho de remoção, conclui-se também, que, somente a análise de presença e ausência para esse parâmetro não é satisfatório, necessitando de análises que permitam estimar a quantidade de coliformes totais presentes e se está de acordo com a legislação vigente. E na situação de remoção dos coliformes fecais conclui-se que o sistema de tratamento demonstrou-se satisfatório, pois em nenhuma das amostras do efluente tratado constatou-se a presença de coliformes fecais.

A ETE implantada em Córrego Fundo, é um projeto que atende à legislação ambiental, possui baixo custo, boas eficiências, operação e manutenção simples, e baixo consumo de energia elétrica e necessita-se de monitoramento constante que é fundamental para a sua boa operação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 3. ed. Brasília, 2006.
2. CAMMAROTA, M.C.; Notas de aula-Tratamento de Efluentes Líquidos. Rio de Janeiro, RJ. UFRJ, 2011.
3. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA Nº 357/2005. Brasília: DOU nº 53, 18 de março de 2005.
4. DESTRO, C. A. M.; AMORIM, R. Avaliação do desempenho do sistema de lagoas de estabilização do bairro CPA III em Cuiabá/MT, a partir de variáveis físico-químicas e biológicas. 2006. I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá/MT.
5. FONTES, I. B. M. Eficiência na remoção de coliformes na estação de tratamento de esgoto de Ilhéus (Bahia). 2008. v. 17, n. 1, jan./jun. 2008 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências. 2008.
6. MACÊDO, J.A.B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 2 ed. Belo Horizonte, MG. 2005.
7. MEDEIROS; D.D.V. Avaliação da eficiência de lagoas de estabilização no tratamento de resíduos esgotados de fossa séptica. 2009. Dissertação – Pós Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 2009.
8. NIRENBERG, L. P.; FERREIRA, O.M.; Tratamento de águas residuárias de indústria de laticínios: eficiência e análise de modelos matemáticos do projeto da Nestlé. Goiânia, GO. UCG, 2011.
9. NUVOLARI, A. et al.; Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2.ed. São Paulo: 2009.
10. OLIVEIRA, S.M.A.; Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de tratamento de esgotos. 2006. 232f. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte MG, 2006.
11. SILVA, E. M.; ROSTON, D. M.; Tratamento de efluentes de sala de ordenha de bovinocultura: lagoas de estabilização seguidas de leito cultivado. 2010. Eng. Agric., Jaboticabal, v.30, n.1, p.67-73, jan./fev. 2010.
12. TEIXEIRA, L.M.F. Utilização de substrato artificial para colonização perifítica: subsídio à remoção de microrganismos e nutrientes na estação de tratamento de esgoto, Lami, Porto Alegre - RS. 2003. Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ecologia. UFRG. Porto Alegre-RS. 2003.
13. JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. Tratamento de Esgoto Domésticos. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2011.