

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA BIORREMEDIAÇÃO NA REDUÇÃO DA CARGA ORGÂNICA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO: O CASO DA ETE NEBLINA EM ARAGUAÍNA/TO

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF BIOREMEDIATION IN THE REDUCTION OF ORGANIC LOAD IN WASTEWATER TREATMENT PLANT: THE CASE OF STUDY OF WWTP NEBLINA IN ARAGUAÍNA/TO

Vinicius do Carmo Terra (UFT) – viniusterracarmo@gmail.com

Resumo: O acelerado crescimento urbano, associado ao aumento na geração de resíduos, tem causado sérios impactos na qualidade da água. A descarga de efluente doméstico sem o devido tratamento é responsável pelo aumento considerável da concentração de matéria orgânica (DBO) nos corpos hídricos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, a eficiência da biorremediação (Biorremediador Embralm), no tratamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Neblina, na cidade de Araguaína/TO, especialmente na remoção de matéria orgânica.

Palavras-chave: biorremediação, DBO, matéria orgânica, esgoto doméstico.

Abstract: Rapid urban growth, combined with the increase in waste generation, has caused serious impacts on water quality. The wastewater discharge without proper treatment, is responsible for the considerable increase in the concentration of organic matter (BOD) in water bodies. This study aimed to evaluate, through physical, chemical and biological parameters, the efficiency of a bioremediation system (Bioremediation system Embralm) in the treatment of effluents from Wastewater Treatment Plant (WWTP) Neblina in the city of Araguaína/TO, especially in the removal of higher organic matter content.

Keywords: Bioremediation, DBO, Organic matter, domestic sewage.

INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento urbano observado nos últimos anos vem causando inúmeros impactos sobre os recursos hídricos, refletindo diretamente na qualidade da água. Esse crescimento está associado ao aumento da geração de resíduos que, se não forem corretamente tratados e/ou dispostos, podem causar graves problemas ao meio ambiente, entre os quais a poluição dos corpos d'água tem se destacado cada vez mais, devido a sua importância para a manutenção da vida e dos

processos produtivos (BRAGA; HESPANHO, 2005). A Poluição das águas superficiais é causada principalmente pelo lançamento direto ou indireto de efluentes domésticos e industriais, não tratados ou insuficientemente tratados.

A descarga de efluente doméstico sem o devido tratamento é responsável pelo aumento considerável da concentração de matéria orgânica (DBO) nos corpos hídricos, redução da concentração de oxigênio dissolvido (OD) disponível para a manutenção da vida dos seres aquáticos e eutrofização por excesso de nutrientes (N e P). Além da

elevada carga orgânica, o esgoto sanitário representa a maior fonte de várias classes de contaminantes químicos (ex. fármacos) encontrados nos corpos receptores (BILOTTA et al., 2012).

Portanto, as estações de tratamento de esgoto possuem papel fundamental na manutenção da qualidade dos corpos hídricos. Existem diversos processos para o tratamento de águas residuárias, e a associação dos diferentes tipos de tecnologias garantem uma melhor eficiência no tratamento. No Brasil, as Resoluções CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) e 430/2011 (CONAMA, 2011) dispõem sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes no corpo receptor de modo a controlar e garantir a qualidade da água dos corpos hídricos.

O método de tratamento mais utilizado no Brasil é o tratamento biológico, com destaque para os reatores anaeróbios (UASB, RALF, RAFA), as lagoas de estabilização (aeróbia, anaeróbia, mistura completa, australiana) e os filtros (alta taxa, baixa taxa, aeróbio, anaeróbio), conforme Tchobanoglous e co-autores (2004). Os processos de tratamento biológico de efluentes ganham destaque devido ao seu baixo custo operacional (ROLÔ, 2003) e as condições climáticas existentes no Brasil. Entretanto, muitas vezes esses tipos de tratamento produzem efluentes com qualidade inferior aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, tornando-se necessário o uso de outras tecnologias ou até unidades de pós-tratamento para incrementar os sistemas de modo a adequar os efluentes aos padrões estabelecidos pela legislação (BELLONI, 2011).

Dentro das tecnologias de tratamento biológico de efluentes, a biorremediação tem ocupado posição de destaque como tecnologia no tratamento de ambientes

contaminados incluindo seu uso em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) doméstico e industrial (OLIVEIRA NETTO et al., 2015). Segundo Gaylarde e co-autores (2005), biorremediação é um processo no qual organismos vivos, normalmente plantas ou microrganismos, são utilizados tecnologicamente para remover ou reduzir (remediar) poluentes no ambiente. Também é chamada de biotecnologia ambiental, por usar, de forma controlada, processos microbiológicos que ocorrem normalmente na natureza para remover poluentes.

No Brasil, já estão registrados no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) mais de 40 biorremediadores com uso exclusivo para o tratamento de esgoto doméstico e industrial (IBAMA, 2013). O objetivo principal no uso de biorremediadores em ETEs é aumentar a eficiência na remoção da carga orgânica de modo que o efluente atenda os padrões de lançamento exigidos pelo órgão ambiental. Alguns estudos recentes já têm demonstrando a eficiência desta tecnologia no tratamento de esgoto como o estudo realizado por Oliveira Netto e co-autores (2015), onde a biorremediação vegetal aplicada à pequenas comunidades foi capaz de remover aproximadamente 38% da Demanda Bioquímica de Oxigênio somente na primeira camada de suporte.

Face ao exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da biorremediação na redução da carga orgânica de uma ETE composta por reator anaeróbio tipo UASB seguido de um filtro biológico aerado. Pretendeu-se ainda verificar de que forma a biorremediação contribuiu para a eficiência global do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área de estudo

O trabalho foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto Neblina, localizada na Avenida Filadélfia, esquina com Rua "C", Setor Esplanada, em Araguaína/TO, que é operada pela empresa Odebrecht Ambiental – Saneatins, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 48° 13' 25,36" e longitude 07° 12' 10,56".

A estação de tratamento de esgoto (ETE) e a estação elevatória (EEE) Neblina, ambas localizadas na área urbana de Araguaína/TO, foram projetadas e construídas visando a melhoria das condições de saúde da população e a proteção ao meio ambiente. Entretanto, a relação entre estas unidades e a comunidade não estava harmônica, devido aos odores gerados nesses sistemas durante o processo de remoção de poluentes. O problema se agravou ainda mais quando, devido à ampliação do sistema

de esgotamento sanitário do município, o volume de esgoto recebido ultrapassou a vazão de projeto, afetando assim a eficiência da estação e gerando uma não conformidade junto ao órgão ambiental estadual.

Descrição da ETE Neblina

O sistema de tratamento da ETE Neblina é composto por: tratamento preliminar (gradeamento mecanizado, peneira rotativa e canais desarenadores), tratamento primário (composto por Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente – RAFA, do tipo UASB), e tratamento secundário (composto por Filtro Biológico Aeróbio e Decantador Lamelar), conforme pode ser observado na figura 01. A ETE Neblina possui capacidade para tratar até 32 l/s (115,2 m³/h) de esgoto, atualmente está operando com a vazão de 50 l/s, ou seja, acima da vazão de projeto e o efluente tratado é lançado no Rio Lontra.

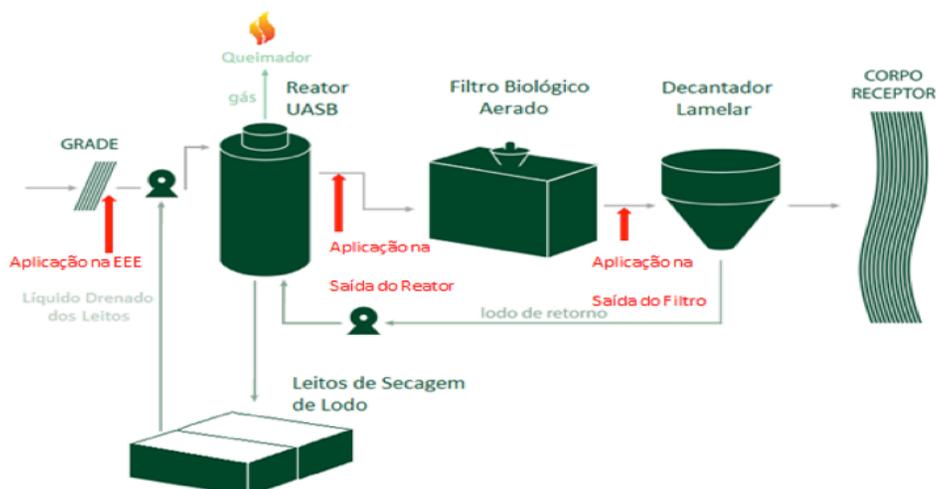


Figura 01 – Pontos de aplicação do Produto Biorremediador Embralm

Descrição do Sistema de Biorremediação

Visando manter a estabilização do sistema dentro dos padrões de lançamento exigidos pelos órgãos ambientais, tem-se aplicado nas referidas unidades o biorremediador Embralm, um produto de utilização simples, de baixo custo e que tem demonstrado alta eficiência.

Este produto é natural, não tóxico, não corrosivo, derivado de uma matriz energética. É uma solução líquida, com propriedades estruturais e funcionais para sintetizar novos produtos no campo da Biotecnologia Mineral, com altas repercussões em vários campos da bioengenharia. Contém diferentes substâncias dissolvidas tanto orgânicas e inorgânicas com elevada solubilidade em solventes polares, parcialmente solúveis e em solventes apolares. Possui alta concentração de espécies cromóforas como reagente específico para degradar a matéria orgânica e reduzir odores. Sua composição é essencialmente matéria orgânica, elaborada via fermentação/respiração através da utilização de catalisadores a partir de enzimas (amilase, lipase, protease, oxidase, redutase, etc.), coenzimas, cofatores e bactérias.

Em relação aos seus constituintes básicos podemos enfatizar os seguintes aspectos físico-químicos:

Composição do Remediador Embralm	
<i>Bacillus subtilis</i>	4,3 x 10 ⁶ UFC/g
<i>Bacillus licheniformis</i>	4,3 x 10 ⁶ UFC/g
Outros ingredientes.....	11,2 g/L
Água q.s.p.	1 L

Os microrganismos utilizados na composição do Remediador Embralm não são patogênicos. Já foram amplamente estudados e fazem parte do Biotechnology Program under the Toxic Substances Control Act, da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e também já passaram pelo processo de registro junto ao IBAMA.

Esta tecnologia é de fácil manuseio e não exige sofisticação em sua aplicação. O produto já vem pronto e ativado do laboratório. As dosagens e pontos de aplicação do produto estão descritos a seguir e demonstrados na Figura 01.

Tratamento Preliminar: a aplicação se dá por gotejamento, após o medidor de vazão, sendo utilizado uma caixa de 500 litros para preparação da solução diária com 60 litros de produto e 440 litros de água, aplicados com bomba dosadora para dar vazão de solução em 24 horas, com reabastecimento diário.

Saída do Reator UASB: a aplicação nesta unidade também ocorre por gotejamento, na calha de saída do efluente do reator, sendo utilizado um tambor de 200 litros para preparação diária com 20 litros de produto e 180 litros de água.

Saída do Filtro Aerado: a aplicação por gotejamento ocorre na calha de saída do efluente do reator, sendo utilizado um tambor de 200 litros para preparação da solução diária com 30 litros de produto e 170 litros de água, aplicados por meio de gotejamento de bomba dosadora, com uma vazão de gotejamento regulada para 340 ml/min para dar vazão de solução em 24 horas, com reabastecimento diário.

MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Com o objetivo de verificar a eficiência do biorremediador na remoção da matéria orgânica, a ETE Neblina foi monitorada entre os meses de outubro de 2014 a outubro de 2015, período anterior e posterior a

instalação do biorremediador. Durante esse período amostras mensais do esgoto bruto e do efluente final foram coletadas e foram avaliados os parâmetros (DBO, DQO, Materiais Sedimentáveis, pH e Temperatura) conforme tabela 1, de acordo com os métodos descritos no “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2012).

As amostras foram coletadas em Araguaína e analisadas no Laboratório de Efluentes da empresa Odebrecht Ambiental|Saneatins, localizado nas instalações da Estação de Tratamento de Esgoto Norte, em Palmas/TO.

Tabela 1 – Parâmetros e Métodos utilizados em análises de amostras.

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA (APHA, 2012)
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Digestão com refluxo fechado/colorimétrico	SMEWW 5220D
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Digestão com refluxo fechado/colorimétrico	SMEWW 5220D
Materiais Sedimentáveis	Sedimentação em cone Imhoff	SMEWW 2540F
pH	Eletrométrico	SMEWW 4500H ⁺
Temperatura	Leitura direta	SMEWW 2550B

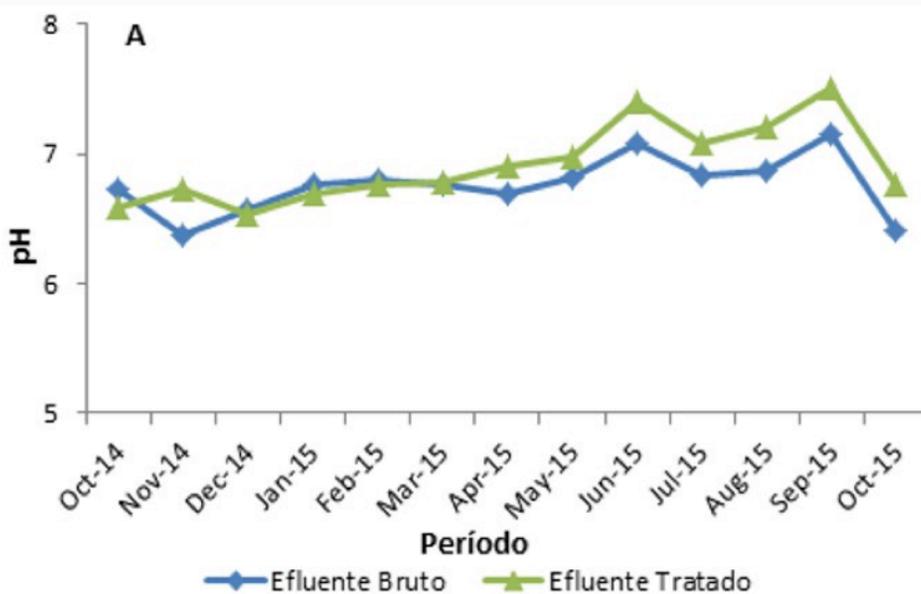


Figura 02 – Valores de pH obtidos durante a realização do estudo.

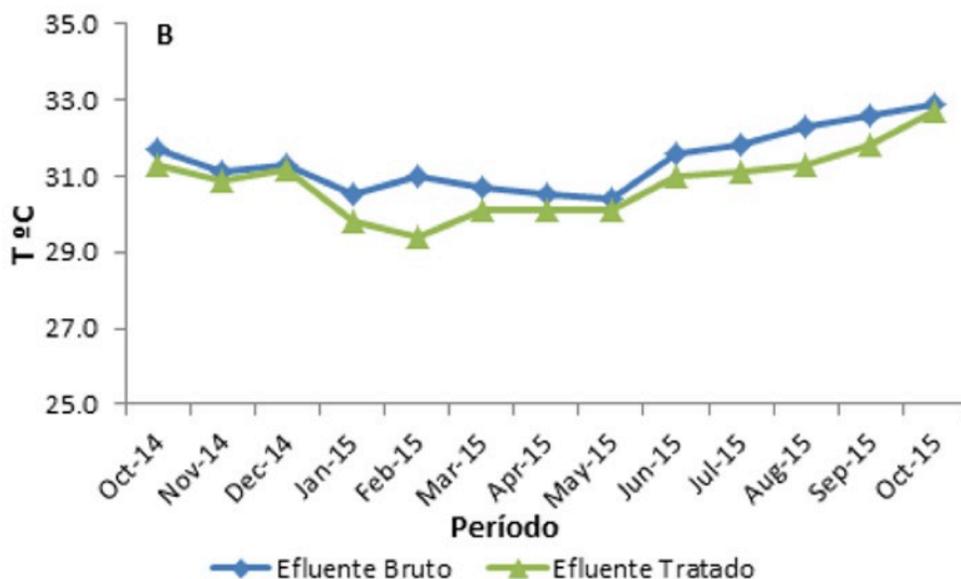


Figura 03 – Variação dos valores temperatura do esgoto bruto e do efluente final durante o período de avaliação do sistema.

Em relação a carga orgânica, a Figura 04 apresenta as variações na DBO, DQO e materiais sedimentáveis da ETE Neblina para o período estudado. De acordo com Von Sperling (2005), a DBO5 a 20°C, chamada simplesmente de DBO, varia no esgoto doméstico bruto em concentrações de 200 a 500 mg/L. Entretanto, a DBO do esgoto bruto da ETE Neblina apresentou picos de DBO com valores próximos a 700 mg/L (Figura 04).

Como pode ser visualizado na figura 04, comparando os resultados obtidos para as amostras nos meses de outubro a dezembro de 2014 com os valores máximos permitidos pelo CONAMA n. 430/2011, podemos observar que no efluente final o parâmetro DBO não satisfaz o limite preconizado pela legislação, ou seja, remoção mínima de 60% de DBO. Com o início da aplicação do produto biorremediador em meados de janeiro de 2015 já foi possível verificar uma melhoria na remoção de DBO, alcançando uma eficiência de 63% de remoção

da matéria orgânica. Nos demais meses, o percentual de remoção se manteve superior a 62%, alcançando um máximo de 84% no mês de março de 2015.

Considerando o período de janeiro a outubro de 2015, que coincide com a aplicação do biorremediador, o sistema atendeu a legislação no que se refere à remoção mínima da matéria orgânica, durante todo este período a eficiência ficou acima de 60% de remoção de DBO, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA n. 430/2011.

No que diz respeito a remoção de sólidos sedimentáveis, a Resolução CONAMA n. 430/2011 estabelece que o limite para Sólidos Sedimentáveis não poderá ultrapassar 1 mL/L no efluente final. A Figura 05 apresenta os valores de sólidos sedimentáveis para o esgoto bruto e efluente tratado da ETE Neblina. Como pode ser visualizado no gráfico, comparando os resultados obtidos para as amostras nos meses de outubro a dezembro

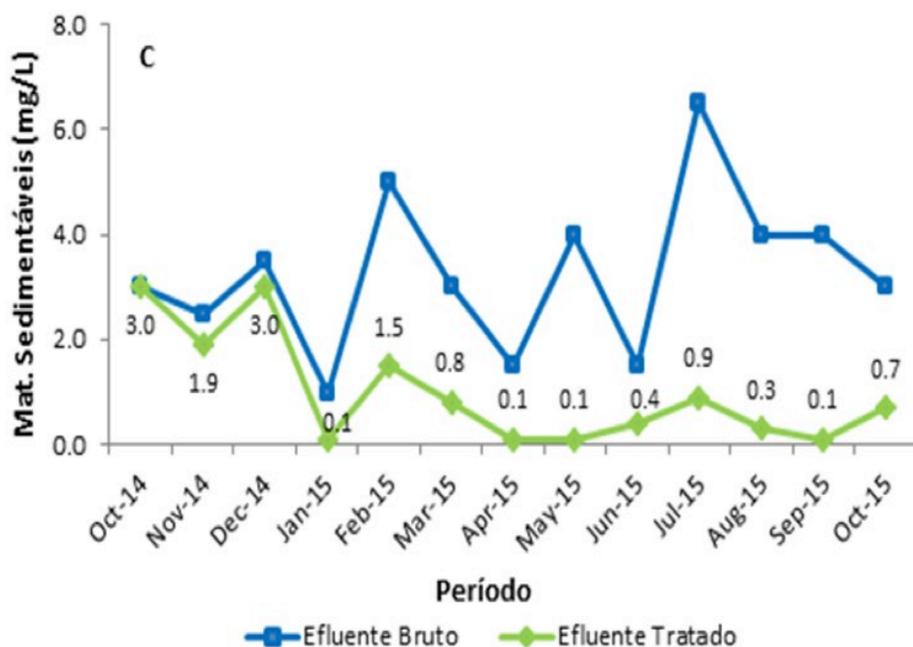


Figura 05 – Variação nas concentrações de materiais sedimentáveis durante o período estudado.

de 2014 com os valores máximos permitidos pelo CONAMA n. 430/2011, podemos observar que no efluente final o parâmetro Sólidos Sedimentáveis não satisfaz o limite preconizado pela legislação, ou seja, resultado abaixo de 1,0 mg/L. Com o início da aplicação do biorremediador no sistema da ETE Neblina em meados de janeiro de 2015 e consequente melhoria na eficiência geral do sistema houve também excelentes resultados referente a remoção dos Sólidos Sedimentáveis, sendo que no período de janeiro a outubro de 2015, com exceção do mês de fevereiro que ficou um pouco acima do limite, a legislação foi atendida.

CONCLUSÕES

A aplicação do biorremediador na entrada do sistema (EEE), na saída do reator e na saída do Filtro da ETE Neblina ocasionou o aumento na eficiência e estabilização do sistema, além da redução na formação de espuma nos reatores.

Apesar da ETE Neblina no período do estudo ter recebido uma vazão maior que sua capacidade de tratamento, a partir de janeiro de 2015 quando foi iniciado a aplicação do biorremediador da EMBRALM houve uma significativa melhoria da capacidade de remoção da matéria orgânica (DBO), atendendo a legislação em todos os meses do período de estudo.

A elevada eficiência do biorremediador, associada a outras vantagens como fácil aplicação e baixo custo (dados não apresentados), tornam a biorremediação uma excelente alternativa para aumentar a eficiência de sistemas de tratamento biológicos, como é o caso da ETE Neblina. Esse processo pode ser replicado de forma eficaz em unidades de tratamento que visam cumulativamente ao controle na emissão de odores e ao aumento do desempenho global da estação. Entretanto, mais estudos precisam ser executados para confirmar a eficiência e a relação custo versus benefício deste tipo sistema.

REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22nd Edition, 2012.
- BILOTTA, P.; Lima, A. B. B. V.; Daniel L. A. (2012). Análise de desempenho do carvão ativado e anéis de polietileno em biofiltro aerado para o pós-tratamento de esgoto sanitário. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**. v.5, n. 2, p. 37-44, México DF Del. Coyoacán, México.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CONAMA, Resolução 357 (2005). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília/Brasil. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em: 10 fev. 2015.
- CONAMA, Resolução 430 (2011). Dispõe sobre as condições e padrão de lançamento de efluentes complementa e altera a Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília/Brasil. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646. Acesso em: 10 fev. 2015.
- COPAM/CERH – MG, Deliberação Normativa Conjunta n. 1, 5 de Maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de efluentes, e dá outras providências. www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646. Acesso em: 10 fev. 2015.
- GAYLARD, C. C., et al. Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Brasília/DF, n.34, p. 36-43, 2005.
- IBAMA. **Remediadores Ambientais**. http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Qualidade_Ambiental/remediadores_produtos_registrados_outubro_2013.pdf.
- OLIVEIRA NETTO, A.P.; GUERRA, L.R.M.; SILVA, M.R.P; SILVA R.F. Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar: o caso da fossa verde em comunidades rurais do alto sertão alagoano. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.1, n.3, p.103-113, set./dez., 2015. Disponível em: <http://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento>. Acesso em: 10 fev. 2015.
- TCHOBANOGLIOUS, G.; Burton, F. L.; Stensel, H. D. **Wastewater engineering, treatment and reuse**. 4 ed. New York: Ed. Metcalf & Eddy, McGraw Hill, 2004.
- VON SPERLING, M. **Princípio do Tratamento Biológicos de Águas Residuárias**. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.

Recebido em: 27/06/2016

Aceito em: 12/09/2016