

II-476 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE BIOAUMENTADOR PARA REDUÇÃO DE CARGA ORGÂNICA E SULFETOS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Karina Kriguel⁽¹⁾

Mestre pelo Programa Internacional de Mestrado Profissional Meio Ambiente Urbano e Industrial (MAUI) pela UFPR, em parceria com o SENAI e a Universidade de Stuttgart. Graduada em Tecnologia em Processos Ambientais pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pós-graduanda em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual do Norte do Paraná. Técnica Química da Gerência de Pesquisa e Inovação da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar).

Ana Paola Sottomaio Hor

Especialista em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Graduada em Química pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-graduanda em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual do Norte do Paraná. Técnica Química da Gerência de Pesquisa e Inovação da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar).

Anne Caroline Weber de Queiroz

Estudante de Química Bacharel e Licenciatura pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Já atuou como estagiária na Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Atualmente, atua como estagiária na empresa Novozymes Latin America Ltda.

André Luiz de Faria

Funcionário da Sanepar desde 1978, atuando na área de controle de qualidade de água e esgoto em Londrina e Curitiba. Licenciado em Química, Físico e Matemático pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Arapongas, 1984, compõe equipe na Gerência de Pesquisa e Inovação/GPIN, atua como químico em pesquisas voltadas a bioenergia, eficiência energética de processos de tratamento de esgoto, integra o grupo de analista da gerência na área de instrumentação analítica aplicada a processos físicos e químicos de tecnologia de processos de água e esgoto e medições de biogás.

Endereço⁽¹⁾: Rua Engenheiro Antônio Batista Ribas, 151 - Tarumã – Curitiba-PR - CEP: 82.800-130 - Brasil - Tel: (41) 3777-7311 - e-mail: karinak@sanepar.com.br

RESUMO

A estação de tratamento de esgoto (ETE) tem a finalidade de remover as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental. A ETE anaeróbia analisada, possui capacidade para tratamento de 210 L/s, por meio de três reatores e pós-tratamento com lagoa aerada seguido de lagoa de decantação. Para melhorar a eficiência do processo de tratamento de esgoto e redução de odores proveniente do gás sulfídrico (H_2S) foi avaliado um bioaumentador cuja finalidade é a redução da carga orgânica na saída do reator e diminuição de odores. O bioaumentador é composto por um pool bacteriano de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* que visam aumentar a população microbiana e assim permitir uma maior degradação dos compostos orgânicos presentes no esgoto doméstico. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do bioaumentador na redução da carga orgânica e sulfetos em um reator anaeróbio de uma estação de tratamento de esgoto doméstico. Para acompanhamento da ETE, foram realizadas coletas compostas por meio de amostradores automáticos, em três pontos da ETE, sendo um amostrador no afluente, antes do desarenador; o segundo amostrador na saída da linha dos dois reatores que não receberam o bioaumentador, e; o terceiro na saída do reator que recebeu aplicação do bioaumentador. Os parâmetros analisados foram DQO, DBO, sólidos suspensos totais e sulfetos em meio líquido. Para os resultados de remoção de DQO verificou-se que antes da aplicação do produto, o reator com bioaumentador apresentou eficiência de 63,39%, durante a aplicação 63,07% e depois da aplicação 63,97%, enquanto que para a remoção de DBO, os resultados foram de 69,69%, 62,70% e 65,42% para antes, durante e depois da dosagem, respectivamente. Sendo assim não houve melhora significativa para a remoção de carga orgânica do reator avaliado. Com relação aos sólidos suspensos, os resultados não foram satisfatórios considerando que as médias foram de 79 mg/L para antes, 91 mg/L durante e 88 mg/L após a dosagem. Já para o odor proveniente do H_2S , foi observado que o produto não foi efetivo para esta finalidade pois apresentou fortes odores proveniente do reator com a dosagem de bioaumentador.

PALAVRAS-CHAVE: Estação de Tratamento de Esgoto, Reator anaeróbio, Bioaumentador, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*.

INTRODUÇÃO

O esgoto doméstico é constituído majoritariamente por despejos domiciliares, e, em menor proporção, por águas pluviais, águas de infiltração e, eventualmente, por despejos industriais, formado por matéria orgânica e inorgânica. Os compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e nitrogênio, oriundas principalmente de proteínas, carboidratos, gorduras, óleos, ureia, surfactantes, fenóis, dentre outros. A matéria inorgânica é composta por areia e substâncias minerais dissolvidas (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Assim, as estações de tratamento de esgoto (ETEs) têm a finalidade de tratar o esgoto de forma adequada e produzir um efluente com características que respeitem a qualidade do corpo receptor, a capacidade de autodepuração do rio e os requisitos legais exigidos para o lançamento do efluente (ANDRADE; NETO; CAMPOS, 1999).

O tratamento de esgoto pode abranger tratamento primário, secundário (biológico) ou terciário. Em uma ETE convencional, o tratamento primário envolve o gradeamento, desarenadores e caixa de gordura para remoção de sólidos grosseiros, areia e gorduras, respectivamente. No tratamento secundário ocorre a degradação biológica da matéria orgânica formando o lodo biológico e no tratamento terciário o objetivo é a remoção de nitrogênio e fósforo (ANDRADE NETO; CAMPOS, 1999).

O tratamento biológico via processo anaeróbio ocorre na ausência de oxigênio sendo a matéria orgânica transformada em biogás, água e lodo. Esse processo necessita de menor consumo de energia, produz biogás, gera menor quantidade de lodo biológico, demanda menor volume dos reatores, porém apresenta dificuldade em atender aos padrões de lançamento restritivo (JORDÃO; PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2005). O reator anaeróbio de leito fluidizado (RALF) possui limitações para a remoção de DQO e DBO, sendo a eficiência de remoção entre 55 a 70% e 60 a 75% de DQO e DBO, respectivamente. (CHERNICHARO, 1997).

Para melhorar a eficiência de um processo biológico pode-se utilizar a técnica de bioaumentação que é definida como a suplementação de microrganismos externos de ocorrência natural, em uma estação de tratamento de esgoto na unidade de tratamento biológico. Os aditivos bioquímicos para a bioaumentação são produtos biotecnológicos compostos por misturas de bactérias saprófitas de ocorrência natural, não patogênicas, além de enzimas e nutrientes necessários a uma ótima atividade degradativa desses microrganismos que permitirá adequar um efluente às exigências legais para seu lançamento em um recurso hídrico ou até mesmo permitir o reuso do efluente tratado (ROSA, 1995). Portanto, essa técnica consiste na adição de microrganismos especificamente selecionados que visam aumentar a população microbiana e assim permitir uma maior degradação dos compostos orgânicos presentes no esgoto doméstico (JONES, 2012). Segundo Rosa (1995) os principais resultados utilizando bioaumentadores são: a eliminação de acúmulo de camadas de gordura; aumento na remoção de DQO e DBO, maximização do desempenho e performance de ETEs, biodegradação de compostos orgânicos recalcitrantes, redução e eliminação de odores, dentre outros.

Diante do exposto, a presente pesquisa visa avaliar a eficiência de um bioaumentador, composto por um pool bacteriano de *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, aplicado em um reator de escala plena objetivando a redução de carga orgânica na saída do reator anaeróbio e a redução de odores proveniente do H₂S.

OBJETIVO

Avaliar a eficiência do bioaumentador na redução da carga orgânica e sulfetos em um reator anaeróbio de uma estação de tratamento de esgoto doméstico.

METODOLOGIA

A ETE avaliada possui três reatores tipo UASB para o tratamento do efluente, no entanto o bioaumentador foi utilizado em apenas um dos reatores. O produto foi aplicado na forma líquida, na caixa distribuidora de vazão para os reatores, sendo dosado na comporta que envia o esgoto ao reator 3. A aplicação foi realizada uma vez por dia na forma de batelada, por um período de 108 dias consecutivos, sendo aplicada uma dosagem de 1,5 kg/dia do produto (Figura 1).



Figura 1- Dosagem do produto

Para visualizar a eficiência do bioaumentador, o monitoramento e acompanhamento da ETE iniciou-se um mês antes da aplicação do produto, sendo realizado 8 amostragens sem aplicação do produto, 26 amostragens durante a aplicação e 10 amostragens após o término da dosagem. Assim, foram instalados amostradores automáticos (Figura 2) em três pontos da ETE, sendo um amostrador no afluente, antes do desarenador; o segundo amostrador na saída da linha dos dois reatores que não receberam o bioaumentador, e; o terceiro na saída do reator que recebeu aplicação do bioaumentador. Os amostradores realizaram coletas durante o período de 24 horas e a frequência de coletas aconteceram duas vezes por semana. A linha de reatores sem bioaumentador (reator s/ bio) foi utilizada para comparação ao reator com bioaumentador (reator c/ bio) e assim foram denominados ao longo do trabalho.



Figura 2 – Amostradores automáticos

Os parâmetros avaliados foram demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos totais (SST) e sulfetos em meio líquido. Todos os procedimentos analíticos foram realizados de acordo com APHA (2012) e os dados obtidos experimentalmente foram tratados no programa OriginPro[®], versão 8.0, a partir do qual foram gerados os gráficos.

Os Gráficos apresentam os resultados do afluente, reator sem bioaumentador e reator com bioaumentador, onde os dados constantes antes da primeira linha vertical verde representam as amostragens realizadas antes da aplicação do produto. Os resultados constantes entre as duas linhas verdes indicam as amostragens realizadas durante a aplicação do produto e os resultados após a segunda linha vertical verde demonstram os valores obtidos após a aplicação do produto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 apresenta os resultados da DQO e a remoção da DQO, onde verificou-se que durante o período de dosagem do produto, as quatro primeiras amostragens apresentaram resultados melhores para o reator c/ bio, porém essa melhora não foi observada nas amostragens subsequentes, ocasionando períodos em que o reator s/ bio apresentava resultados melhores que o reator c/ bio e períodos onde o reator c/ bio estava com melhores resultados que o reator s/ bio. A média de DQO para o reator s/ bio foi 216 mg/L antes, 229 mg/L durante e 294 mg/L após a aplicação, enquanto que o reator c/ bio apresentou médias de 221 mg/L, 198 mg/L e 213 mg/L para antes, durante e depois da dosagem do produto, respectivamente.

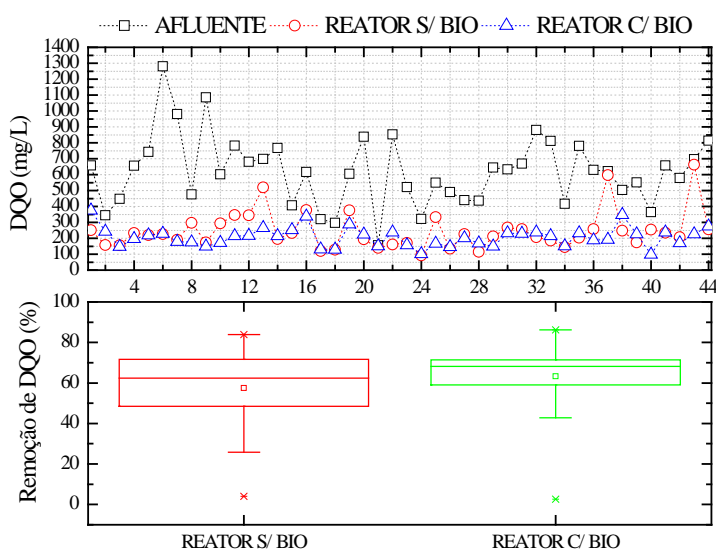


Figura 3 - Resultados de DQO e remoção para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio

Foi observado que a média da remoção de DQO para o reator c/ bio foi de 63,39%, 63,07% e 63,97% para antes, durante e depois da aplicação, respectivamente, enquanto para o reator s/ bio as médias foram de 64,68% para antes, 58,67 % durante e 50,37% após a aplicação do produto, ou seja, não foi observado um elevado aumento da remoção de DQO ou melhora significativa para o reator c/ bio.

Para o parâmetro de DBO, a Figura 4 apresenta os resultados onde observa-se a variação da DBO no afluente. Essa variação é comum ocorrer, devido a períodos chuvosos, com entrada de esgoto diluído, e períodos de alta carga, como no ponto 6 e 7 provenientes de retorno do lodo do processo de centrifugação. Verifica-se que a média do reator s/ bio foi de 94 mg/L, 110 mg/L e 129 mg/L, para antes, durante e depois da aplicação, respectivamente. Já o reator c/ bio apresentou média de 99 mg/L para antes da aplicação, 95 mg/L para durante e 103 mg/L para depois da dosagem.

A média de remoção de DBO para o reator c/ bio foi de 69,70%, 62,70% e 67,71% para antes, durante e depois da aplicação do produto, respectivamente. Já a reator s/ bio a remoção foi de 72,73%, 59,63% e 61,27%, para antes, durante e depois da dosagem do bioaumentador, respectivamente. Assim, houve uma pequena melhora na remoção de DBO, porém deve-se considerar os demais parâmetros avaliados.

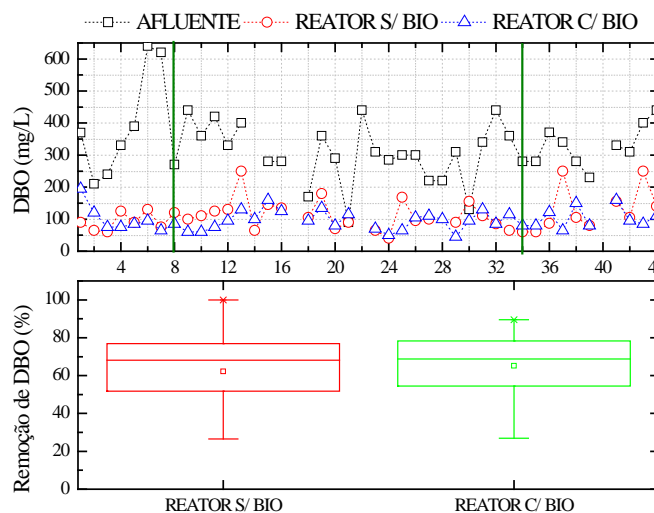


Figura 4 - Resultados de DBO e remoção para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio

A Figura 5 demonstra os dados de vazão e os resultados de sólidos totais para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio, onde verifica-se que para a amostragem 16 a 26 ocorreu período de fortes chuvas, pois a vazão estava acima de 160 L/s, porém não ocorreram perdas significativas de sólidos. Observa-se que a amostragem 9 até a 13, o reator c/ bio estava com valores menores que o reator s/ bio, porém a partir da amostragem 14 os resultados demonstraram variações para ambos os pontos e para as coletas 30 à 36 o reator s/ bio apresentou melhores resultados que o reator c/ bio. Porém a partir da amostragem 37 ocorreram novamente as variações para ambos os pontos.

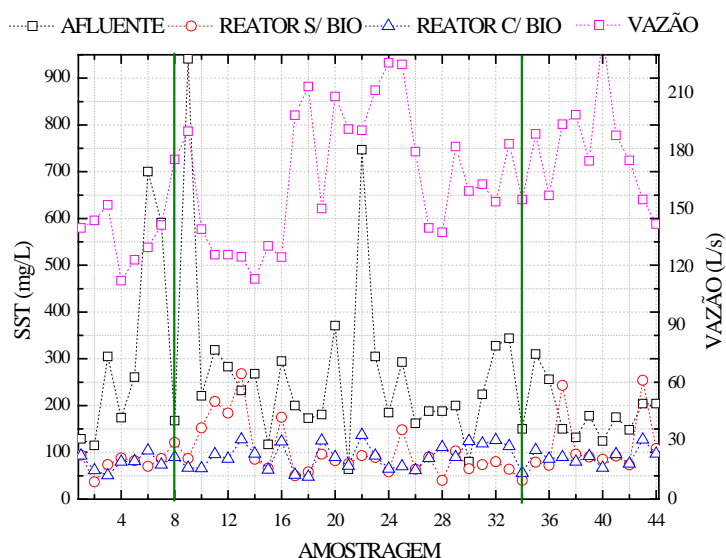


Figura 5- Resultados de vazão e sólidos para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio

Observou-se que a média dos resultados de sólidos suspensos para o reator s/ bio foi 82 mg/L, 100 mg/L e 112 mg/L para antes, durante e depois da aplicação do produto, respectivamente. Enquanto que o reator c/ bio apresentou médias de 79 mg/L para antes, 91 mg/L durante e 88 mg/L após a dosagem. Sendo assim, verificou-se que houve arraste de sólidos em todos os reatores e visualmente foi verificado sólidos em suspensão, demonstrando que o bioaumentador não foi eficiente para a diminuição de sólidos suspensos.

Um dos subprodutos do tratamento anaeróbio é o gás sulfídrico (H_2S) sendo proveniente da redução do sulfato à sulfeto no reator anaeróbio. Para minimização do odor proveniente do H_2S , é dosado peróxido de hidrogênio (H_2O_2) na saída das linhas, no entanto para os testes com o produto não foi aplicado H_2O_2 no reator c/ bio durante todo o experimento, a fim de verificar se o produto poderia atuar na redução de odores.

A Figura 6 apresenta os resultados de sulfetos em meio líquido para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio, onde nas primeiras oito amostragens, ou seja, antes da dosagem do produto, não foi aplicado H_2O_2 no reator s/ bio e no reator c/ bio. Sendo assim, verificou-se resultados muito próximos entre os dois pontos de amostragem, reator s/ bio e reator c/ bio, sendo os resultados acima de 7 mg/L, e resultados inferiores a 4,5 mg/L para o afluente, esse já esperado devido ao enxofre estar na forma de sulfato.

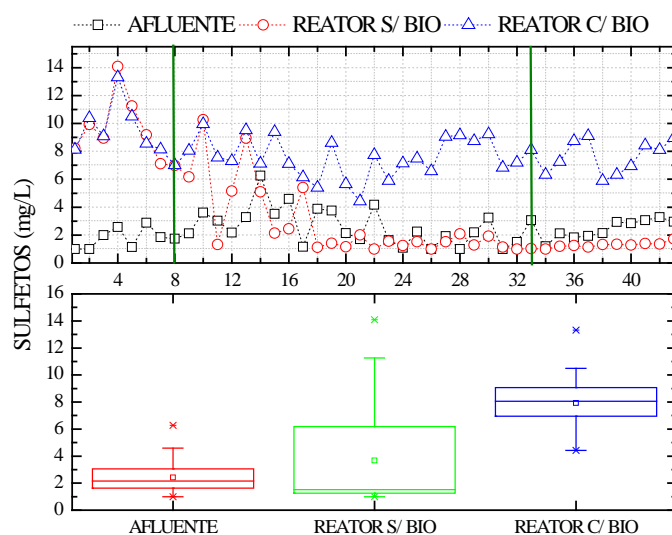


Figura 6- Sulfetos para o afluente, reator s/ bio e reator c/ bio

Para os resultados de sulfeto do reator s/ bio, onde foi aplicado peróxido a partir da amostragem 9, observou-se valores reduzidos, sendo, na maior parte das amostragens, resultados abaixo de 2 mg/L, exceto nos pontos 10 e 13, onde ocorreu os maiores valores, pois neste período não foi aplicado o H_2O_2 . As médias de valores antes, durante e depois da aplicação foi de 9,46 mg/L, 2,76 mg/L e 1,30 mg/L, respectivamente. Enquanto que o reator c/ bio foi de 9,39 mg/L antes, 7,58 mg/L durante e 7,62 mg/L após a aplicação de bioaumentador.

Durante as amostragens, também verificou-se fortes odores proveniente do reator c/ bio e tal situação não foi observada no reator s/ bio. Sendo assim o bioaumentador não foi eficiente para a diminuição de odores. Caso fosse continuada a aplicação, seria necessária adição de outro produto específico para a redução do H_2S proveniente dos reatores anaeróbios.

A partir dos resultados apresentados, verifica-se que a aplicação do bioaumentador para remoção de carga orgânica no reator c/ bio não foi eficiente, pois não observa-se melhora significativa nos resultados de DQO, DBO e SST e, também, constatou-se que o produto não foi eficiente para a redução de odores proveniente do H_2S . Resultados semelhantes foi reportado por Rodrigues (2005), o qual utilizou culturas de microrganismos com o intuito de aumentar a eficiência dos processos biológicos, porém as reduções de DQO e DBO permaneceram praticamente iguais, com um pequeno aumento na redução da DQO, durante a aplicação do aditivo. No entanto, Terra (2016) utilizou um bioaumentador composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* no Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – RAFA, do tipo UASB e obteve significativa melhoria da capacidade de remoção da matéria orgânica da ETE. Sendo assim, a utilização de bioaumentador depende de característica de cada ETE, não sendo eficiente o bioaumentador composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* para a ETE avaliada no presente trabalho.

CONCLUSÕES

Após 165 dias de experimento, sendo 108 dias de aplicação do bioaumentador, observou-se que os resultados não apresentaram melhora para o efluente do reator c/ bio. Para a remoção de DQO verificou-se que antes da aplicação do produto, o reator c/ bio apresentou eficiência de 63,39%, durante a aplicação 63,07% e depois da aplicação 63,97%, enquanto que para a remoção de DBO, os resultados foram de 69,69%, 62,70% e 65,42% para antes, durante e depois da dosagem, respectivamente. Sendo assim não houve melhora significativa para a remoção de carga orgânica do reator avaliado. Com relação aos sólidos suspensos, os resultados não foram satisfatórios considerando que as médias foram de 79 mg/L para antes, 91 mg/L durante e 88 mg/L após a dosagem.

Em relação ao odor proveniente do H₂S, foi observado que o produto não foi efetivo para esta finalidade, pois apresentou fortes odores proveniente do reator c/ bio e os resultados mostraram média de 7,58 mg/L de sulfeto em meio líquido. Sendo assim seria necessária a aplicação de outro produto específico para a redução do H₂S proveniente dos reatores anaeróbios simultaneamente à dosagem do bioaumentador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE NETO, Cícero O.; CAMPOS, José R. Introdução. In: CAMPOS, José R. (coord.) Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: Prosab, 1999.
2. APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WEF (Water Environment Federation) Standard methods for examination of water and wastewater, 22. ed. Washington: Publication Office American Public Health Association, APHA, AWWA, WEF, 2012.
3. CHERNICHARO, C. A. L., Reatores anaeróbios. 2ª edição, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1997.
4. JONES, C. M., A utilização da bioaumentação para combater os problemas de saneamento no Brasil. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/265878210> >. 2012.
5. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.
6. RODRIGUES, F.P., Utilização da biorremediação em sistemas de esgotamento sanitário. Aplicação na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará. Dissertação, 2005.
7. ROSA, J. Programa de bioaumentação para aplicação em processos biológicos de tratamento de águas e resíduos orgânicos em geral, Revista Nacional da Carne, 1995.
8. TERRA, V. C. Avaliação da eficiência da biorremediação na redução da carga orgânica de estações de tratamento de esgoto: o caso da ETE Neblina em Araguaína/TO. Revista EIXO, Brasília – DF, v. 5, n. 2, 2016.
9. VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ª edição, V. 1, Belo Horizonte: SEGRAC, 2005.