

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA CIDADE DE SANTA FÉ DO SUL – SP

Caio Fernando DIAS*

Érick Vinícius Leonel PEREIRA**

Vinicius Marcolino DIAS***

Andreia Estela Moreira de SOUZA****

RESUMO

A qualidade e eficácia de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) é regulamentada de acordo com parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. A qualidade do efluente final deve passar por um controle rigoroso quanto aos padrões pré-estabelecidos, diminuindo os riscos ambientais. Embora a ETE de Santa Fé do Sul seja monitorada pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), um estudo científico sobre sua eficácia nunca foi realizado. O presente trabalho objetivou avaliar a eficácia do tratamento de esgoto de uma Estação de Tratamento de Santa Fé do Sul/ SP como forma de analisar impactos resultantes no ambiente. Para isso, foram analisadas amostras de três pontos da ETE: chegada do esgoto, lagoa de depuração e efluente. Verificou-se a contaminação microbiológica pela análise das unidades formadoras de colônias (UFC) em meio de cultura, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e condições físicas do local. Em relação a DBO, o esgoto recebido é classificado como forte (DBO maior que 400 mg/L). O efluente (tratado) apresentou DBO 210 mg/L, com redução inferior a 60 mg/L ou inferior a 80% em relação ao inicial, sendo inapto para lançamento no ambiente. O pH variou entre 7 e 9, estando dentro dos valores permitidos pela legislação vigente. A contaminação microbiana apresentou índices maiores do que o permitido pela legislação (acima de 500 UFC/mL). As bactérias predominantes foram principalmente bacilos gram-negativos. Os resultados indicam que o efluente da ETE analisada não está apto para lançamento, devendo o seu tratamento ser adaptado a fim de evitar impactos ambientais.

Palavras-chave: Análise microbiológica. Estação de tratamento. Esgoto. Efluente.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2004), saneamento refere-se ao controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o seu bem-estar físico, mental e social. Ao longo de muitas décadas efetuou-se evacuação rápida de excretas derivadas de esgotos sanitários em córregos e ribeirões, sem qualquer preocupação com o impacto ambiental (VON SPERLING, 1996).

*Graduado em Ciências Biológicas pelas Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul, SP – FUNEC, caio.fernandosfs@gmail.com

**Graduado em Ciências Biológicas pelas Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul, SP – FUNEC, erickvini95@gmail.com

***Graduado em Ciências Biológicas pelas Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul, SP – FUNEC, viniciusdias_ferpa@hotmail.com

****Docente das Faculdades Integradas de Santa Fé do Sul, SP – FUNEC, ae_moreira@yahoo.com.br

As moradias localizadas próximas a cursos d'água contaminados expõem os indivíduos residentes a agentes causadores de doenças. Diversas doenças infecciosas são veiculadas pela água contaminada com excretas de animais homeotérmicos, tais como, febre tifoide e paratifoide, esquistossomose, hepatite, disenteria, cólera, dentre outras (BARROS et al., 1995). A implantação de sistemas de tratamento de esgoto interfere nesse ciclo evitando a transmissão de doenças e melhorando a saúde pública, além de reduzir impactos ambientais.

A qualidade e desempenho de uma estação de tratamento de água ou esgoto (ETE) pode ser mensurada e regulamentada de acordo com os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos estabelecidos pela Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011). Em termos de qualidade e desempenho, uma ETE de total confiança deve operar sem falhas, respeitando o tempo mínimo de tratamento e os padrões do efluente final dentro dos parâmetros pré-estabelecidos (OLIVEIRA; VON SPERLING, 2007).

Com base nos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, o Brasil tem 61,4% (6.046) dos seus distritos municipais abastecidos com água tratada, sendo a captação em corpos de água superficial a principal fonte de abastecimento (43,0%). No entanto, apenas uma pequena parte desses corpos d'água (32,3%) não possui alguma fonte de contaminação ou poluição advinda de esgoto sanitário, lançamento industrial, metais pesados, lixo, agrotóxicos e outras intervenções, enquanto que 58,4% (5.751) dos distritos municipais do Brasil não possuem rede coletora de esgoto. Nesses, o esgoto é lançado diretamente nos cursos d'água, principalmente nos rios (OMS, 2004).

Em relação a eficácia do tratamento de esgoto pelas ETE's, a qualidade do efluente final após todo o ciclo de tratamento, descartado nos córregos e rios, deve passar por um controle rigoroso quanto aos seus padrões de qualidade pré-estabelecidos, diminuindo assim os riscos ambientais ou violação (OLIVEIRA; VON SPERLING, 2007).

De acordo com o supracitado, a realização de testes indicadores da qualidade da água de estações de água e esgoto é de grande importância social e científica, uma vez que, de acordo com a literatura, a ineficácia do processo pode ocasionar danos ao ecossistema e à saúde da população devido ao lançamento de microrganismos em corpos de água. Embora a estação de tratamento de esgoto da cidade de Santa Fé do Sul seja monitorada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), um estudo científico sobre a qualidade e eficácia desse tratamento nunca foi realizado. Além disso, as lagoas presentes na ETE foram construídas em 2001 e, após esta data, nunca foram restauradas, possivelmente

comprometendo o tratamento devido ao assoreamento pelo longo período de lançamento de dejetos.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a eficácia do tratamento de esgoto de uma Estação de Tratamento de Esgotos de Santa Fé do Sul – SP como forma de analisar a qualidade e impactos do efluente, cujo destino final é o rio Paraná que abastece o município.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa descritiva de campo, com abordagem qualitativa e quantitativa, pela observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no ambiente, a coleta de dados referentes a eles e, finalmente, a análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente a fim de compreender e explicar o problema pesquisado.

2.2 Local e coletas das amostras

A Estação de Tratamento de Esgoto estudada situa-se nas coordenadas 20°10'55.2"S e 50°57'16.2"W e localiza-se às margens da Rodovia Vicinal, entre os Municípios de Santa Fé do Sul e Rubinéia (Figura 1). Foram analisadas amostras de três pontos dentro da ETE: chegada do esgoto, lagoa anaeróbica e lagoa de depuração, para avaliar a eficácia do processo. Além disso, o efluente foi analisado no lançamento ao córrego da Mula e no lançamento final no Rio Paraná, local avaliado pela CETESB, que dista aproximadamente três quilômetros do lançamento no meio ambiente. Como controle negativo, foi utilizada amostra de água da torneira, monitorada constantemente pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto do abastecimento Municipal (SAAE).

Para a coleta das amostras de água, os intervenientes utilizaram luvas e jalecos limpos. Os recipientes de coleta foram previamente esterilizados por autoclavação e mantidos fechados até o momento da coleta. Após coleta, os recipientes foram rotulados e mantidos numa bolsa térmica com gelo para que a amostra não sofresse alterações microbiológicas, realizando a inoculação em meio de cultura, até duas horas após a coleta.

Figura 1 - Lagoa de tratamento de esgoto - visão panorâmica



Fonte: Google Earth, 2017.

2.3 Meio de cultura e cultivo microbiano

Os meios de culturas utilizados para análise de contaminação microbiológica foram o Agar Ensina Azul de Metileno (EMB) e Infusão de Cérebro e Coração Bovino (BHI), ambos meios sólidos. O EMB é um meio de cultura diferencial utilizado para isolar e quantificar coliformes fecais. Foram utilizados 37,5g de EMB em pó dissolvido em 1 litro de água destilada. Já o BHI é um meio que seleciona bactérias e fungos não fermentadores, sendo utilizado em 53g por litro de água. A dissolução foi realizada sob aquecimento e agitação. Depois de diluídos, os meios foram autoclavados a aproximadamente 121°C e pressão de 120 ATM por trinta minutos. A distribuição do meio em placas de Petri, previamente autoclavadas, foi feita em Fluxo Laminar para evitar contaminação externa.

As amostras de água coletadas foram inoculadas nos meios de cultura supracitados, sob condições assépticas (Fluxo Laminar). Em cada placa, foram colocados 0,5 ml de amostras, espalhadas com swabs estéreis. As amostras inoculadas foram coletadas em três diferentes períodos: manhã (8 horas), tarde (13 horas) e noite (19 horas) para verificar a influência da quantidade de esgoto lançado. Para cada amostra, em cada período, foram inoculadas em 4 placas de cultura. Após inoculação, as placas foram armazenadas em estufa bacteriológica a 37°C/ 48 horas para crescimento microbiano.

2.4 Contagem das unidades formadoras de colônias e coloração de Gram

As unidades formadoras de colônias (UFC) foram quantificadas utilizando um aparelho contador de colônias, estimando-se o valor presente em 100 ml de amostra. Em seguida, colônias bacterianas selecionadas aleatoriamente nas placas foram utilizadas para a realização da coloração de Gram. Para isso, foi realizado o esfregaço da colônia em lâmina histológica. Em seguida, o esfregaço foi corado com violeta-de-metila por aproximadamente 60 segundos e lavado com água destilada para retirar o excesso. Após a coloração, foi aplicado o mordente lugol, deixando agir por mais 60 segundos e que, posteriormente, foi retirado por lavagem em água destilada. Procedeu-se então à lavagem do esfregaço com álcool etílico (99,5° GL) sobre a lâmina, retirado por um filete de água corrente e aplicação do contra corante Fucsina, deixando agir por aproximadamente 45 segundos. Após nova lavagem com água destilada, a lâmina foi colocada para secar ao ar livre e observada ao microscópio óptico em aumento de 1000X com a aplicação de óleo de imersão.

2.5 Variáveis físico-químicas: pH, temperatura e DBO

A quantificação do pH e temperatura da água foi obtida por medidor portátil (Kit ACQUA combo) no local, em três períodos (manhã, tarde e noite), por dois dias consecutivos, para observar a variação, de acordo com o lançamento de esgoto.

Para análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), foi utilizada metodologia descrita no “Standard Methods”, 21th Edition: 2005, sendo realizada por laboratório particular.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Estação de Tratamento de Esgotos de Santa Fé do Sul - SP, analisada neste trabalho, atua com três lagoas de tratamento, sendo elas a lagoa anaeróbica, a lagoa facultativa e a lagoa de depuração. O local não tem vigilância e nem restrição ao acesso e está em estado de abandono e deterioração (Figura 2). Os laboratórios do entorno encontram-se abandonados e as lagoas estão praticamente se intercomunicando, o que ocorre em dias de chuva, devido à redução da profundidade advinda da matéria orgânica acumulada e ao fluxo de esgoto que chega ao local nos horários de pico.

Figura 2 - Entrada com portões abertos e laboratórios abandonados da Estação de Tratamento de Esgotos analisada



Fonte: Dos próprios autores.

As análises de pH mostraram uma variação entre 7.15 a 8.25, sendo que, no ponto de encontro com o Rio Paraná, o pH apresentou valor aproximado de 8,20, independentemente do horário de coleta e temperatura (TABELA 1). Esse valor está apto para lançamento em corpos d'água de acordo com a Resolução nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011), que preconiza que efluentes de ETE devem apresentar pH na faixa de 5 e 9 para lançamento.

Tabela 1 - Valores de pH em três pontos de coleta da Estação de Tratamento de Esgoto, no período da manhã, tarde e noite

Local de Análise	pH /Manhã (8h, 21°C)	pH/Tarde (13h,25°C)	pH/Noite (19h, 25°C)
ENTRADA	7.20	7.21	7.15
LAGOA DE DEPURAÇÃO	7.61	7.85	8.10
CÓRREGO (CETESB)	8.20	8.20	8.25

Fonte: Dos próprios autores.

Em relação aos padrões de qualidade, o esgoto recebido pela ETE é classificado como forte, pois apresentou DBO de 497 mgL⁻¹, ou seja, superior a 400 mgL⁻¹ (TCHOBANOGLOUS; BURTON; STENSEL, 1991). A DBO foi reduzida com o tratamento das lagoas a um valor de 238 mgL⁻¹ (Tabela 2). Isso mostra uma redução de 53% no ponto no qual esse efluente é lançado ao meio ambiente. Segundo legislação vigente (BRASIL, 2011), esse valor não está adequado para lançamento em corpos d'água, uma vez que seria necessário DBO inferior a 60 mgL⁻¹ ou 60% de redução em relação ao valor obtido na

entrada do esgoto. No ponto de coleta da CETESB, que dista 3 km do ponto de deságue no ambiente, o efluente apresentou uma redução de 58% no valor da DBO, o que está próximo, mas ainda não adequado para o lançamento, havendo necessidade de melhorias no tratamento.

Há que se ressaltar que o ponto de análise da CETESB dista 3 km do ponto de lançamento no ambiente, ou seja, o efluente sai para o ambiente com uma DBO igual àquela da lagoa de depuração, ou seja, 238 mgL⁻¹. Infere-se, portanto, que ocorre uma contaminação ambiental no percurso pelo qual passa esse efluente antes de desembocar no Rio Paraná. Nesse percurso, ele passa poluindo solo e lençóis freáticos, podendo veicular doenças. Ainda ocorre redução da DBO, pois o ambiente está executando a depuração.

Tabela 2 - Valores de DBO obtidos na chegada do esgoto à ETE, lagoa de depuração e descarga do efluente no Rio Paraná. A lagoa de depuração lança o esgoto no meio ambiente

LOCAL	DBO
ENTRADA DO ESGOTO	497 mgL ⁻¹
LAGOA DE DEPURAÇÃO	238 mgL ⁻¹
CÓRREGO (CETESB)	210 mgL ⁻¹

Fonte: Dos próprios autores.

A análise da contaminação microbiana mostrou uma alta quantidade de unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias e presença de contaminação por fungos (Figura 3). A amostra está diluída em 1:1 em água destilada, sendo utilizado apenas 0,5 mL para inoculação. Era esperada contaminação nas lagoas, uma vez que faz parte do processo de depuração. No entanto, o efluente deveria apresentar valores adequados para lançamento no ambiente, o que não foi observado.

Figura 3 - Contaminação microbiológica do efluente, coletado no ponto de deságue no meio ambiente, semeado no meio (BHI), evidenciando UFCs de bactérias e uma colônia de fungo



Fonte: Dos próprios autores.

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores de UFC de coliformes fecais obtidos na entrada do esgoto, na lagoa anaeróbica e na lagoa de depuração, a qual libera o efluente nos dois meios de cultivo utilizados. Observou-se que a quantidade de UFC por ml ainda é muito alta na lagoa de depuração, de onde é lançado o efluente, atingindo valores médios diários entre 626 e 586,66 UFC/ml, podendo, no entanto, atingir 800 UFC/ml (Tabelas 3 e 4). Os maiores valores foram observados no período da noite e podem estar relacionados ao maior fluxo de esgoto nesse período.

Tabela 3 - Valores obtidos com relação à contagem de UFC/ml utilizando o meio (BHI)

PONTOS DE COLETA	DE	Coleta Manhã UFC /ml	Coleta Tarde UFC/ml	Coleta Noite UFC/ml	Média Diária
ENTRADA DO ESGOTO		1.120	1.180	7.680	3.326,66
LAGOA ANAERÓBICA		1.000	720	2.480	2.546,66
LAGOA FACULTATIVA		800	160	1.920	960,00
LAGOA DE DEPURAÇÃO		800	160	800	586,66

Fonte: Dos próprios autores.

Tabela 4 - Valores obtidos com relação à contagem de UFC/ml utilizando o meio EMB

PONTOS DE COLETA	DE	Coleta Manhã UFC /100 ml	Coleta Tarde UFC/100ml	Coleta Noite UFC/100ml	Média Diária
ENTRADA DO ESGOTO		1.120	1.120	1.960	1.400
LAGOA ANAERÓBICA		800	1.120	1.680	1.200
LAGOA FACULTATIVA		720	840	1.600	1.053
LAGOA DE DEPURAÇÃO		160	800	920	626

Fonte: Dos próprios autores.

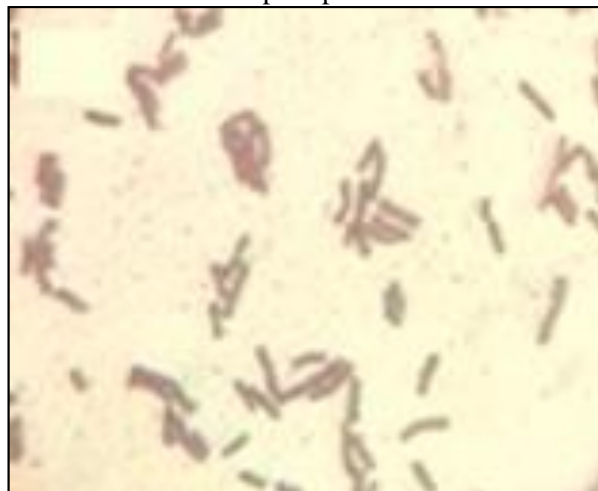
De acordo com a Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2012), o padrão de potabilidade recomenda que a quantidade de bactérias heterotróficas não ultrapasse o valor de 500 UFC por ml. Embora se trate de um efluente, essa quantidade de bactérias

observadas evidencia um tratamento irregular, com baixa redução microbiana e, além disso, evidencia a presença de coliformes fecais detectados no meio EMB.

Na tabela 3 (BHI), no período da manhã, a redução microbiológica foi de 28,6%, no período da tarde, chegou a 86,5% e, no período da noite, a redução foi de 89,4%. Na tabela 4 (EMB), no período da manhã, a taxa de redução microbiológica foi de 85,8%, no período da tarde, foi 28,6% e, no período da noite, a taxa de redução é de 53,1%. Embora a redução microbiológica possa chegar a 86,5%, a concentração de coliformes fecais é alta para descarga no ambiente (BRASIL, 2012).

Em relação à coloração de Gram, observou-se a presença de bactérias gram negativas com formato de cocos e bastonetes. Nesse grupo, encontram-se as bactérias *Escherichia coli*, *Enterobacter* *Klebsiella*, presente no intestino dos animais homeotérmicos e que estão associados a doenças quando ingeridos junto com água ou alimentos e que também são indicadores de contaminação por parasitas (MASCARENHAS; MARTINS; NEVES, 2002).

Figura 4 - Bactérias Gram negativas com formato de cocos e bastonetes, visualizadas ao microscópio óptico. Aumento: 1000X



Fonte: Dos próprios autores.

Com base na legislação, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, desde que obedeçam às condições, padrões e exigências previstos nos artigos 32 a 34 da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005) e a RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, 2011 (BRASIL, 2011), que altera e complementa a primeira. Desta forma, nota-se que, de modo geral, são necessárias adequações na ETE de Santa Fé do Sul para melhoria no processo de tratamento e nas condições locais.

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que a Estação de Tratamento de Esgoto de Santa Fé do Sul – SP está fora dos padrões aceitáveis em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio e a redução de coliformes fecais, podendo contaminar corpos d'água e veicular doenças. A análise feita pelos órgãos responsáveis dista cerca de 3 quilômetros do ponto de deságue, em uma área de livre acesso e próxima a moradias, podendo constituir um sério problema de saúde pública. Além disso, nota-se a necessidade de melhorias no local, uma vez que o acesso à ETE não é controlado e não há vigilância, podendo ser alvo de acidentes. Em relação ao pH, encontra-se dentro dos parâmetros normais de lançamento estabelecidos pelo CONAMA.

MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF A SEWAGE TREATMENT STATION OF THE CITY OF SANTA FÉ DO SUL - SP

ABSTRACT

The quality and efficiency of a sewage treatment station (S.T.S.) is evaluated and regulated according with the physicist's parameters, chemical and microbiological. The quality of final effluent must go through a rigorous control as the standards of quality pre-established, decreasing the environmental risks. Although the sewage treatment station of Santa Fé do Sul is monitored for the Environmental Company the State of São Paulo (CETESB), a scientific study about its efficiency never was accomplished. This study aimed to evaluate the efficiency about the treatment of a sewage station in Santa Fé do Sul, in order to evaluate the environmental impacts resulting in the environment. So, they were analyzed samples of three points in the station: sewer entrance, lagoons anaerobic, depuration pond and effluent. The microbiological contamination was verified by the analysis of colony forming units (CFU) in culture medium, pH, biochemical oxygen demand (B.O.D.) and physical location conditions. Besides that biochemical oxygen demand, the received sewage is rated as strong (B.O.D. bigger than 400 mg/L). The effluent (treated) presented B.O.D. 210 mg/L (reduction less as 60 mg/L or 80%) in relation to the initial, being unfit for launching in the environment. The pH varied between 7 and 9, being within the limits permitted by current legislation. Microbiological contamination presented index bigger than allowed through the legislation (above 500 UFC/mL). The predominant bacteria were identified mainly gram-negative bacilli. The results showed that the effluent of S.T.S. analyzed is not appropriate to release in environment, must being the treatment suitable in order to avoid environmental impacts.

Keywords: microbiological analysis. Sewage treatment station. Sewer. Effluent.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, 04 de janeiro de 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, De 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, Complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de Maio. 2011.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995.

MASCARENHAS, A.; MARTINS, J.; NEVES, M. Avaliação de tratamento de águas superficiais efectuado na ETA de Alcantarilha com base na análise de indicadores de poluição. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL PORTO ALEGRE/RS, 6., 2015. Portugal. **Anais...** Portugal: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais fecal, 2002. Universidade do Algarve. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Faro, junho, 2002.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. “**Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse**”. New York: McGraw-Hill International, 1991.

OLIVEIRA, S. C.; VON SPERLING, M. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 389-98, dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000400005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 06 Mar. 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522007000400005>>.

OMS. **Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde: Declaração de Alma-Ata**, 1978. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).

Recebido em: 24 de abril de 2017.

Aprovado em: 09 de novembro de 2017.