

II-356 - AVALIAÇÃO DA SEDIMENTABILIDADE DO LODO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO TIPO LODO ATIVADO EM VALO DE OXIDAÇÃO

Flaviane de Oliveira Silva Magalhães Ferraz ⁽¹⁾

Tecnóloga em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Técnica em Controle Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Técnica de Saneamento da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade do Rio Grande do Norte (ETE-UFRN).

Iagê Terra Guedes de Oliveira ⁽¹⁾

Técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Bacharel em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Técnico de Laboratório / Meio Ambiente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (ETE-UFRN).

José Wagner Alves Garrido ⁽¹⁾

Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Especialista em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Mestre e Doutorando em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Técnico de Laboratório / Meio Ambiente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (ETE-UFRN).

Josicleide de Moura Pereira ⁽¹⁾

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela UFERSA. Graduanda em Engenharia Ambiental pela UFRN. Bolsista de Apoio Técnico na Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (ETE-UFRN).

Johnatan Lima Nascimento ⁽¹⁾

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela UFRN. Bacharel em Engenharia Ambiental pela UFRN.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970. Tel: (84) 3342-2399/ 9474-6788 - e-mail: flaviane_oliveira@hotmail.com.

RESUMO

Segundo Sant'anna Junior (2013), a sedimentabilidade do lodo é um parâmetro de suma importância no funcionamento do processo de lodos ativados. Entretanto, diversos parâmetros do processo afetam a capacidade de sedimentação dos flocos do lodo, acarretando problemas operacionais. Nesse sentido, o presente trabalho propõe-se a realizar uma avaliação da sedimentabilidade do lodo ativado da ETE do campus central da UFRN, uma vez que a mesma tem se mostrado como um dos principais problemas operacionais enfrentados nos dois últimos anos, embora não comprometa a eficiência do sistema. A sedimentabilidade foi avaliada em relação aos testes do Índice Volumétrico do Lodo (IVL), que é definido como o volume ocupado por 1 grama de lodo após decantação de 30 minutos (Jordão e Pessoa, 2009). Segundo Von Sperling (2002), quanto maior o valor do IVL, pior a sedimentabilidade do lodo, ou seja, o lodo ocupa um maior volume no decantador secundário. Durante o período de estudo, o IVL variou de 83,7 ml/g até 707,7 ml/g, apresentando-se como péssima (>300 ml/g) em quase 65%. O IVL apresentou forte correlação com os sólidos sedimentáveis ($R^2 = 0,75$). Ressalta-se que, apesar da péssima sedimentabilidade do lodo, a eficiência de remoção de matéria orgânica manteve-se, em mais de três quartos dos casos, acima de 95% de eficiência. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o lodo analisado apresenta sedimentabilidade péssima, o que pode estar associado à predominância de organismos filamentosos, condições de sub-carga do reator e a presença de resíduos químicos.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias filamentosas, IVL, Intumescimento, Relação A/M, Decantação secundária.

INTRODUÇÃO

A definição do tipo de tratamento de esgoto a ser adotada requer a análise das vantagens e desvantagens das alternativas existentes. O tratamento do tipo lodos ativados destaca-se, principalmente, em razão da pequena área exigida e elevada eficiência na remoção de matéria orgânica. Baseando-se nesses critérios, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no início da década de 80, implantou uma estação de tratamento de esgotos (ETE) do tipo lodo ativado em valo de oxidação com decantação secundária.

Jordão e Pessoa (2009) definem o sistema de lodos ativados como sendo um processo biológico no qual o esgoto afluente e o lodo ativado (flocos biológicos) são intimamente misturados, agitados e aerados, para logo após se separar os lodos ativados por sedimentação. A maior parte do lodo ativado assim separado retorna para o processo, enquanto uma parcela menor é retirada para tratamento específico ou destino final, o chamado lodo em excesso. O esgoto tratado verte pela canaleta vertedora do decantador no qual ocorreu a separação, caracterizando o efluente final.

De acordo com Von Sperling (2002), os decantadores secundários exercem um papel fundamental no processo de lodos ativados por ser responsável pelos seguintes fenômenos: separação dos sólidos em suspensão presentes no reator, permitindo a saída de um efluente clarificado; adensamento dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo com concentração mais elevada e armazenamento dos sólidos em suspensão no decantador, complementando o armazenamento realizado no reator. Assim, a sedimentabilidade do lodo é um parâmetro de suma importância no funcionamento do processo de lodos ativados (Sant'anna Junior, 2013).

Segundo Cordi et al (2007), vários parâmetros do processo afetam a capacidade de sedimentação dos flocos do lodo, tais como: carga orgânica do efluente a ser tratado, concentração de oxigênio dissolvido, tempo de retenção dos sólidos e presença de cátions no efluente.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe-se a realizar uma avaliação da sedimentabilidade do lodo ativado da ETE do campus central da UFRN, uma vez que a mesma tem se mostrado como um dos principais problemas operacionais enfrentados nos dois últimos anos, embora não comprometa a eficiência do sistema.

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETE do campus central da UFRN situa-se na zona sul da cidade do Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, na latitude 5°55" Sul e longitude de 35°12". Foi projetada no início da década de 80 para tratar uma vazão média de 700 m³/dia, provenientes dos diversos setores do campus central (restaurantes, residências, setores de aulas, reitoria, laboratórios etc.).

O sistema é do tipo lodo ativado em valo de oxidação com decantação secundária. Quanto à idade do lodo, classifica-se como aeração prolongada (fluxo contínuo), haja vista que a biomassa permanece no sistema por um período mais longo, da ordem de 18 a 30 dias. Compreende as seguintes operações e processos unitários: gradeamento, desarenador, medição de vazão, bombeamento de esgoto bruto (e recirculação de lodo), adução de esgoto bruto, tratamento biológico em valo de oxidação, decantação secundária, filtro biológico, desinfecção, adução para o reservatório do efluente tratado, bombeamento para o sistema de irrigação e leito de secagem do lodo.

A etapa de sedimentação, foco desse trabalho, ocorre em decantador secundário tipo Dortmund, com as seguintes características de projeto: estrutura em concreto armado, período de detenção de 2,5 horas, taxa de aplicação superficial de 25 m²/dia, diâmetro de 8 metros, profundidade de 4,77 metros e tubulação de descarga hidráulica do lodo de 150 mm de diâmetro. Ressalta-se que o dimensionamento foi efetuado para 1,5 vezes a vazão média.

A Figura 1 a seguir apresenta um fluxograma simplificado do sistema.

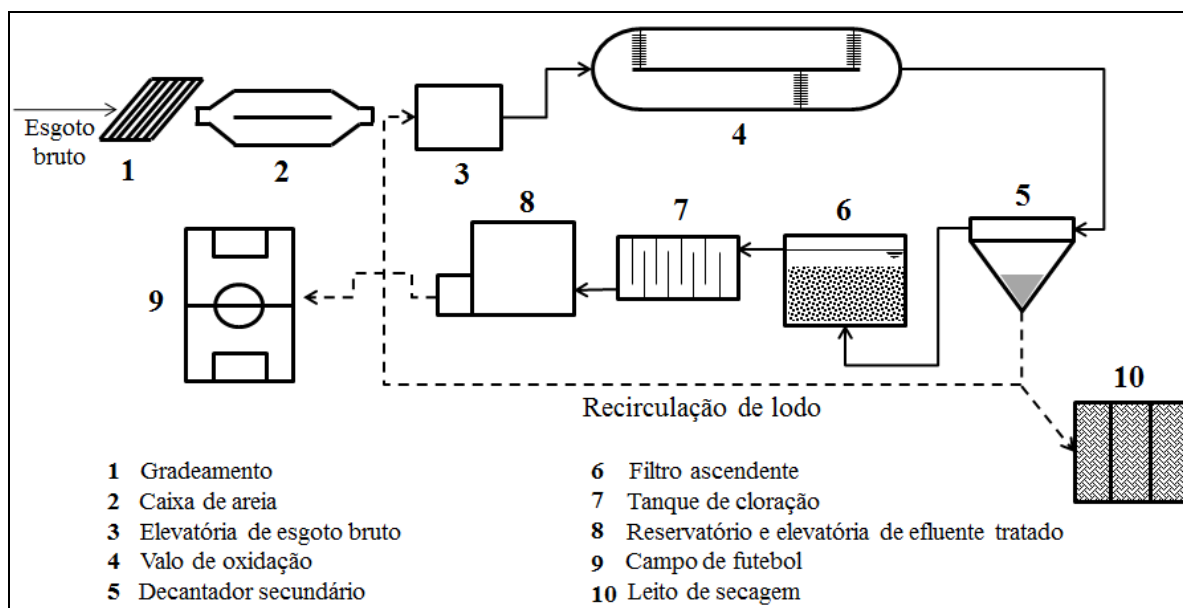


Figura 1: Fluxograma simplificado do sistema de tratamento.

A sedimentabilidade foi avaliada em relação aos testes do Índice Volumétrico do Lodo (IVL), que é definido como o volume ocupado por 1 grama de lodo após decantação de 30 minutos (Jordão e Pessoa, 2009). O IVL é calculado através da seguinte equação:

$$IVL = (H_{30} * 10^6) / (H_0 * SS)$$

Equação (1)

Onde:

IVL: Índice Volumétrico do Lodo (ml/g);

H30: Altura da interface após 30 min de sedimentação (m);

H0: Altura da interface no instante 0 (m);

SS: Concentração de sólidos em suspensão (mg/L);

106: Conversão de mg em g, e de L em ml.

Segundo Von Sperling (2002), quanto maior o valor do IVL, pior a sedimentabilidade do lodo, ou seja, o lodo ocupa um maior volume no decantador secundário.

Tabela 1: Interpretação aproximada do resultado do Índice Volumétrico do Lodo.

IVL (ml/g)	Sedimentabilidade
0 - 50	Ótima
50 - 100	Boa
100 - 200	Média
200 - 300	Ruim
> 300	Péssima

Fonte: Von Sperling, 2002.

O período de estudo foi compreendido entre Fevereiro de 2017 e março de 2019, com amostragem em sua maioria semanal, totalizando 74 coletas ao longo desse período.

Os parâmetros obtidos foram: Sólidos em Suspensão Total no Tanque de Aeração (SSTA) por gravimetria, Sólidos Sedimentáveis (SS) através de cone Imhof após 30 minutos (Figura 2), Carga Orgânica (CO) através da equação $[DBO_{entrada} * vazão_{de entrada} / 1000]$, Relação Alimento-Microorganismos (A/M) através do cálculo $[CO / Sólidos Suspensos Voláteis * Volume do Tanque de Aeração]$.



Figura 2: Medição dos sólidos sedimentáveis através do cone Imhof, ocorrida na ETE estudada. À esquerda temos um registro de julho/2018 e a direita um registro de março de 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, o IVL variou de 83,7 ml/g até 707,7 ml/g. Dos 74 dados obtidos, a sedimentabilidade apresentou-se como: boa em 1 caso, média em 11 casos, ruim em 14 casos e péssima em 48 casos.

Assim, a sedimentabilidade mostrou-se como péssima em quase 65% dos casos (Figura 3, Tabela 2). Diante dos resultados obtidos, pode-se classificar a sedimentabilidade do lodo analisado como péssima, no período estudado.

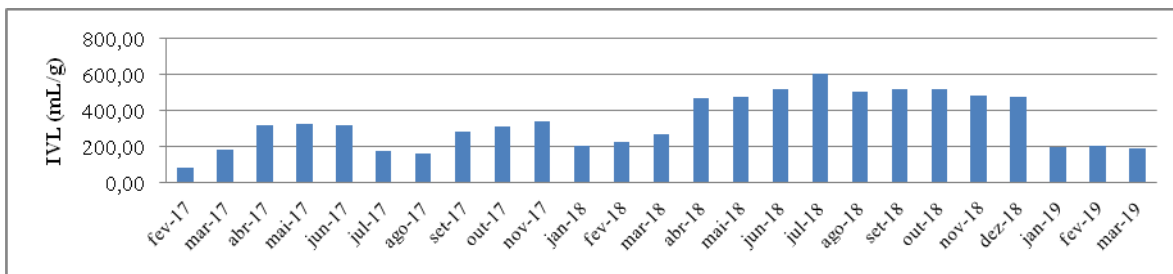


Figura 3: Variação do IVL ao longo dos anos do período estudado.

Tabela 2: Interpretação aproximada do resultado do Índice Volumétrico do Lodo.

Sedimentabilidade	GERAL	2019
0 - 50 (ótima)	0%	0%
50 - 100 (boa)	1%	0%
100 - 200 (média)	15%	5%
200 - 300 (ruim)	19%	7%
> 300 (péssima)	65%	0%

Observou-se uma diminuição considerável no IVL a partir de meados do mês de dezembro de 2018 até o final do período analisado, quando foi inserida na rotina operacional a remoção periódica de espumas do valo de oxidação. Segundo Abreu (2004), no tratamento por lodo ativado é frequente a formação de espumas originadas pelo crescimento excessivo de certos microorganismos filamentosos (“foaming”), que são estáveis, densas, espessas e de cor acastanhada, aparecendo tanto na superfície do reator biológico como no decantador secundário. As causas da ocorrência e “foaming” filamentosos parecem estar associadas à hidrofobicidade da parede celular desses microorganismos, causando a flutuação das lamas quando sujeitas à aeração.



Figura 3: Presença de espumas no valo de oxidação.

O IVL apresentou forte correlação com os sólidos sedimentáveis ($R^2 = 0,75$) (Figura 4). Tal relação mostra que a variação do IVL pode se dar pela variação dos sólidos sedimentáveis, não importando a variação dos sólidos suspensos totais no reator.

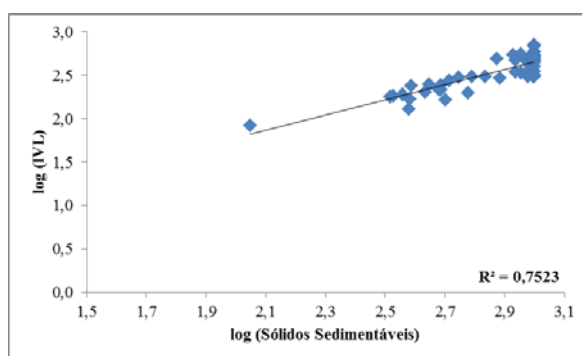


Figura 4: Relação do IVL com os Sólidos Sedimentáveis (à direita).

Embora o objetivo desse trabalho não seja analisar as causas de tais resultados, é bem provável que estejam associados à predominância de organismos filamentosos no lodo ativado, o que já foi constatado em análise de microscopia. Pujol e Canler (1992) apud Santos et al (2014), reportam que quando os organismos filamentosos dominam a competição entre espécies, forma-se uma macroestrutura filamentosa que prejudica a sedimentabilidade dos flocos. Esse fenômeno é conhecido como intumescimento ou “bulking” e é um problema complexo, que atinge de 20 a 40% das estações de tratamento. No período estudado, foi constatada a ocorrência do intumescimento do lodo no decantador secundário (Figura 5), principalmente nos períodos de pico da vazão afluente, corroborando com a possível dominância dos organismos filamentosos no reator.



Figura 5: Intumescimento ocorrido no decantador secundário.

A ETE em questão foi projetada para uma Carga Orgânica (CO) de 210 kg DBO/dia. Atualmente, encontra-se abaixo do projetado com média de 110,9 kg DBO/dia. A relação alimento-microorganismos (A/M) apresentou média de 0,073 kg DBO/d.kg SSTA (Figura 6). Quando a relação A/M encontra-se abaixo de 0,08 kg DBO/d.kg SSTA num reator de aeração prolongada representa uma condição de sub-carga (Jordão e Pessoa, 2009; Von Sperling, 2002). Assim outro fator que pode explicar os altos valores de IVL, dizem respeito a essa sub-carga apresentada no valo de oxidação, caracterizada pela baixa CO e A/M. Tais características produzem flocos de lodo menos densos, fazendo com que o IVL se eleve (Jordão e Pessoa, 2009).

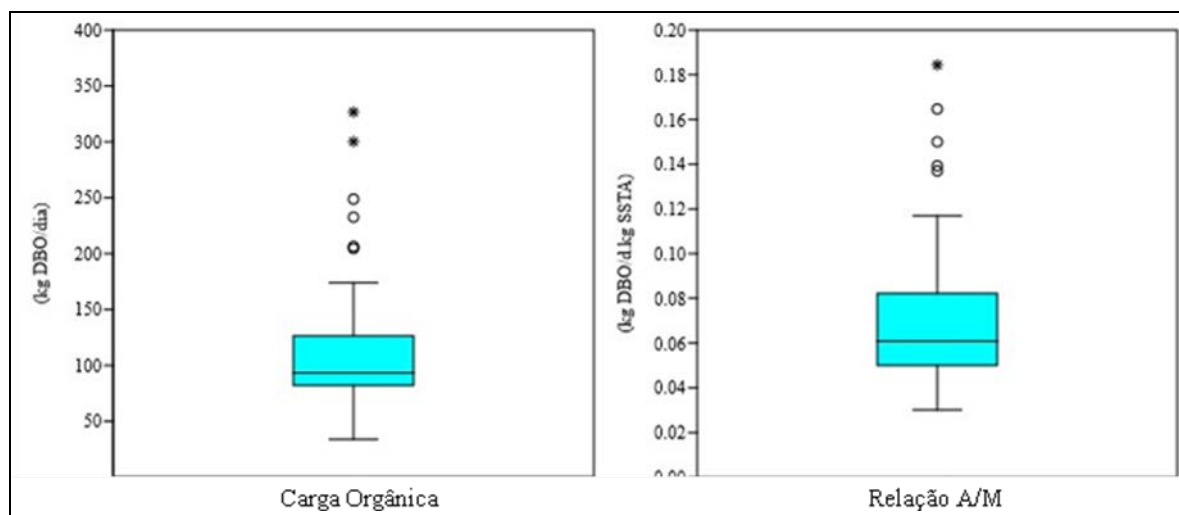


Figura 6: Box-plot da Carga orgânica à esquerda e Relação Alimento-Microorganismos (A/M) à direita.

É importante ressaltar que, apesar da baixa qualidade do lodo, não houve interferência direta do IVL na eficiência de remoção de matéria orgânica no tratamento como um todo, mantendo-se em mais de três quartos dos casos acima de 95% de eficiência (Figura 7).

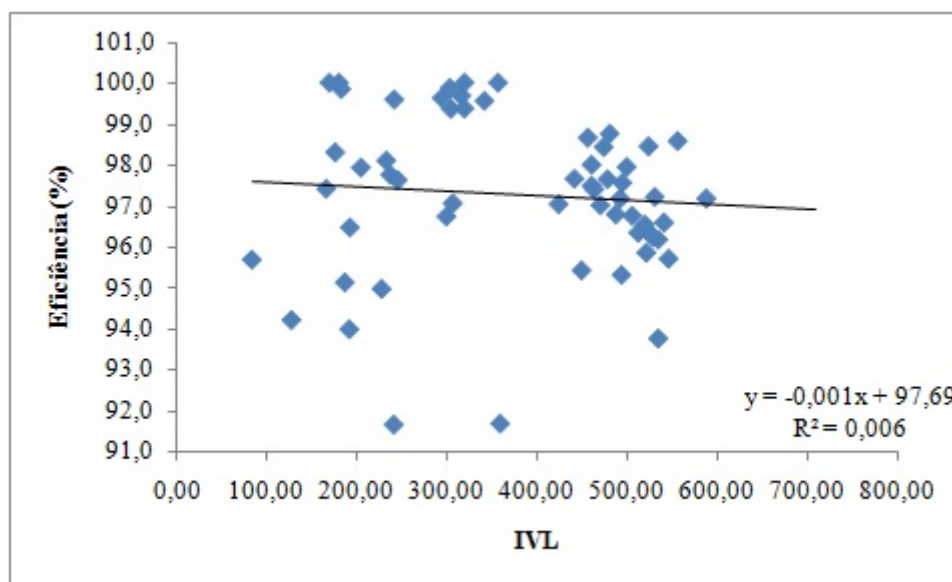


Figura 7: Relação do IVL com a Eficiência de remoção da matéria orgânica do sistema de tratamento.

A elevada eficiência do sistema, mesmo diante a péssima sedimentabilidade do lodo, pode ser explicada pelo controle da recirculação e descarte do lodo, a fim de evitar o arraste de sólidos no efluente tratado.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o lodo analisado apresentou, no período estudado, sedimentabilidade de média à péssima segundo a interpretação do teste de Índice Volumétrico do Lodo (IVL), o que pode estar associado à predominância de organismos filamentosos, diante das condições favoráveis a sua dominância na microbiota no valo de oxidação.

Outro fator a ser considerado é a influência da entrada no sistema de resíduos químicos advindo das atividades laboratoriais. Mesmo a Universidade já tendo um programa de tratamento desses resíduos, lançamentos pontuais de alguns laboratórios ainda são feitos e são de difícil identificação. Ainda que em pequenas concentrações, tais produtos podem interferir na formação e na alteração dos flocos microbianos (Sant'anna Junior, 2013), afetando assim a sedimentabilidade.

Frisa-se aqui a necessidade de futuros estudos sobre a variação das populações de microorganismos no reator da ETE em estudo, ao longo do ano, a fim de atestar com exatidão a dominância das bactérias filamentosas, como também a investigação de outros fatores que influenciam na formação dos flocos, tais como a idade do lodo, concentração de nutrientes no esgoto e a concentração de oxigênio dissolvido..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, A.A.V. Identificação de bactérias filamentosas em processos de lamas activadas através da técnica de hibridização in-situ de fluorescência (FISH). Braga, 2004. Dissertação de Mestrado – Universidade do Minho, 2004. Acessível em <https://core.ac.uk/download/pdf/55602198.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2019.
2. CORDI, L., ALMEIDA, E. dos S., ASSALIN, M.R., DURAN, N. Intumescimento filamentoso no processo de lodos ativados aplicado ao tratamento de soro de queijo: caracterização e uso de floculantes para melhorar a sedimentabilidade. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v.4, n. 2, p. 026 a 037, jul/dez 2007.
3. JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 942p. 2009.
4. SANT'ANNA JUNIOR, G. L. . Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações (2a. Edição). 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013. v. 1. 418p.
5. SANTOS, L.F., PAIVA, T.C.B e SILVA, F.T. Microrganismos encontrados no sistema de Lodos ativados aplicado ao tratamento do licor negro. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis, 2014.
6. SPERLING, M.V. Lodos ativados. 2.ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.