

# VIABILIDADE ECONÔMICO-OPERACIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO

Marcelo Tsuyoshi Haraguchi  
Fernando Ernesto Ucker  
Marcos Vinícius Meireles Andrade  
Hudson Peterson Cançado Toniato

## RESUMO

A implantação de um sistema de tratamento de esgoto é um processo minucioso, pois devem ser observados todos os fatores do determinado local a ser instalado. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise do sistema proposto para solucionar o tratamento de efluentes. Propõe-se neste estudo de campo tentar encontrar a melhor opção, levando em conta o custo benefício do sistema compostos para o tratamento de efluentes oriundos do Residencial Scala, no município de Trindade, com população prevista de 4.800 habitantes. Com este trabalho se tem uma noção concreta se realmente a escolha desse tipo de tratamento da estação compacta foi a melhor opção para aquela localidade específica.

**Palavras - chave:** ETE Compacta, Fossa Séptica, Eficiência, Economia

## INTRODUÇÃO

A falta de tratamento de efluentes é um problema existente em todo país. O governo só libera novos loteamentos se houver algum tipo de tratamento aprovado pela concessionária de sua região, tendo em vista esse objetivo foram lançados alguns projetos em função dessa melhoria e um deles foi o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC).

Através do PAC foi proposta a obra do Residencial Jardim Scala, executada pela JM Construtora e Incorporadora. Segundo o Atestado de Viabilidade Técnica Operacional (AVTO). nº 12281/2009 expedido pela Saneago, não haveria viabilidade técnica para o recebimento dos esgotos no sistema de tratamento existente, pois a obra está localizada em área não dotada de sistema público de coleta de esgoto sanitário. Com isso, propôs-se duas alternativa, adotar o sistema individual de tratamento de esgotos , fossa séptica e sumidouro, desde que obedeça as prescrições da norma NBR 7229 (ABNT, 1993), fundamentado em teste de permeabilidade do solo assinado pelo engenheiro responsável; ou poderia optar-se por um sistema de tratamento independente de coleta e tratamento.

No local foi adotado a instalação de Estação de tratamento de esgoto (ETE), que foi implantada em área da Prefeitura Municipal de Trindade, localizada estrategicamente a uma distância mínima de cem metros das unidades habitacionais. Devido a proximidade da ETE com a área urbana, e considerando o espaço físico disponível, foi necessário a adoção de uma estação compacta.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil, de 9.848 distritos apenas 4097 possuem coleta de esgoto sanitário, onde é atendida 42% da população. São ao todo 71 milhões de brasileiros que produzem, diariamente, 15 milhões de metros cúbicos de esgoto. Deste total, apenas 35% são tratados, ou seja, apenas 5,25 milhões de metros cúbicos, segundo dados da SANEAGO, 76% da população goiana tem serviço de rede coletora de esgoto

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise do sistema proposto para solucionar o tratamento de efluentes. Propõe-se neste estudo de campo tentar encontrar a melhor opção, levando em conta o custo benefício do sistema compostos para o tratamento de efluentes oriundos do Residencial Scala, no município de Trindade, com população prevista de 4.800 habitantes.

## METODOLOGIA

### *Análise dos projetos e levantamento de informações*

Para obtenção de indicadores de projetos propostos neste trabalho, foram realizadas visitas ao Residencial Jardim Scala, localizado no município de Trindade - GO que disponibilizou dados nos projetos e orçamentário para a realização do sistema de esgoto sanitário adotado naquela localidade. Os dados levantados foram fornecidos pela SANEAGO a empresa JM Construtora Incorporadora e a SANEVIX.

### *População segundo ocupação total e vazão calculada*

A população estimada e a vazão do esgoto sanitário total no local foi calculada a partir da NBR 9649 (ABNT, 1986), com base no AVTO n° 12281/2009:

- População

$$P = n. \text{ de lotes} \times i \quad \text{Eq (1)}$$

$$P = 1.200 \times 4. \quad \mathbf{P = 4.800 \text{ Habitantes}}$$

Onde: P = População; n°. de lotes = Número de lotes; i = Número de habitantes por lote;

- Vazão de infiltração

$$Q_i = i \times L \quad \text{Eq (2)}$$

$$Q_i = 0,00005 \text{ m/m} \times 15.658 \text{ m} . \quad \mathbf{Q_i = 0,78 \text{ L/s}}$$

Onde:  $Q_i$  = Vazão de infiltração;  $I$  = Taxa de infiltração (NBR-9679);  $L$  = Comprimento da rede

- Vazão de esgotos

$$Q_{\text{esg}} = P \times q \times K_1 \times K_2 \times C / 86400 \quad \text{Eq (3)}$$

$$Q = 4800 \text{ hab} \times 150 \text{ l/hab. Dia} \times 1,20 \times 1,5 \times 0,80 / 86400$$

$$\mathbf{Q_{\text{esg}} = 12,00 \text{ L/s}}$$

Onde:  $Q_{\text{esg}}$  = Vazão de esgotos;  $P$  = População;  $q$  = Consumo médio por habitante por dia;  $K_1$  = Coeficiente de máxima vazão diária;  $K_2$  = Coeficiente de máxima vazão horária;  $c$  = Coeficiente de retorno

- Vazão total

$$Q_t = Q_i + Q_{\text{esg}} \quad \text{Eq (4)}$$

$$\mathbf{Q_t = 12,78 \text{ L/s}}$$

Onde:  $Q_t$  = Vazão total;  $Q_{\text{esg}}$  = Vazão de esgotos;  $Q_i$  = Vazão de infiltração

#### *Características do corpo receptor*

A partir dos dados levantados pela firma HIDROSERV (Tabela 1), verificou-se que o Córrego Arrozal encontra-se atualmente na classe 1, em termos de DBO e OD e na classe 2 sob o ponto de vista de coliformes termotolerantes, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA N°357/2005 conforme a Tabela 2.

**Tabela 1** - Características do Corpo Receptor, HIDROSERV (2011).

| <b>Características</b>   | <b>Córrego Arrozal</b> |
|--------------------------|------------------------|
| Vazão=                   | 0,28 m <sup>3</sup> /s |
| Largura=                 | 3 m                    |
| Área=                    | 0,643 m <sup>2</sup>   |
| Profundidade Média=      | 0,214 m                |
| Velocidade Média=        | 0,41 m/s               |
| Oxigênio Dissolvido=     | 6,8 mg/l               |
| DBO5=                    | 1 mg/l                 |
| Coliformes Totais=       | 2.100,00 NMP/100 ml    |
| Coliformes Fecais=       | 750,00 NMP/100 ml      |
| Temperatura do ambiente= | 28,0 °C                |
| Temperatura da amostra=  | 26,0 °C                |

**Tabela 2** – Classificação das águas, CONAMA 357/2005.

| <b>EXAME</b>                            | <b>CLASSE I</b> | <b>CLASSE II</b> | <b>CLASSE III</b> |
|---|-----------------|------------------|-------------------|
| Ph                                      | 6,0 a 9,0       | 6,0 a 9,0        | 6,0 a 9,0         |
| OD                                      | 6,0             | 5,0              | 4,0               |
| DBO 5 dias                              | 3,0             | 5,0              | 10,0              |
| Coliformes Termotolerantes (NMP/100 MI) | 200,0           | 1000,0           | 4000,0            |

*Resumo das eficiências necessárias*

De acordo com o projeto calculado pela empresa SANEVIX as concentração de limites na etapa final deverá ser de acordo com a tabela 3.

**Tabela 3 – Concentrações Limites para Etapa final**

| Parâmetro | Concentração no corpo receptor antes da mistura | Concentração do esgoto bruto | Concentração mínima/máxima desejada após a mistura | Concentração necessária no esgoto tratado | Remoção Necessária |
|-----------|---|------------------------------|--|---|--------------------|
| DBO5      | 1   | 336                          | < 5,00   | < 156,4                                   | 53,41%             |
| CF        | 750   | 1,00E + 07                   | < 1,00E + 03                                       | < 1,05E + 04                              | 99,90%             |
| OD        | 6,8   | 0                            | >5,00  | > 0                                       |                    |

*Dimensionamento fossa séptica*

As fossas deverão ser dimensionadas de maneira que atenda a quatro pessoas por residência de baixo padrão, de acordo com o A.V.T.O. n. 12281/2009 . A norma NBR 7229 (ABNT,1993) permite o cálculo do **Volume Útil** das fossas sépticas através da seguinte expressão:

$$V_u = 1000 + N \times (C \times T + k \times L_f) \quad \text{Eq (5)}$$

Onde:

N = número de contribuintes

C = Contribuição de despejos em litros/pessoa dia

T = período de detenção, em dias

Lf = contribuição de lodo fresco em litros/pessoa

K= taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação do lodo fresco.

Para o projeto, deverão ser ainda observados os seguintes valores mínimos de acordo com NBR 7229 (ABNT, 1993):

$$V = 1000 + N ( C \times T + K \times L_f ); N = 4 \text{ pessoas}; C = 100 \text{ litros} \times 4 \text{ pessoas}; T = 1; K = 57; L_f = 1 \text{ dia}$$

$$V = 1000 + 4 ( 100 \times 1 + 57 \times 1 )$$

$$V = 1.628 \text{ l ou } V = 1,628 \text{ m}^3$$

$$\text{ÁREA: } 0,74 \text{ m}^2$$

DIÂMETRO: 0,94 m

VOLUME: 1.628 litros

*Dimensionamento sumidouro NBR 13969 (ABNT,1997):*

O sumidouro pode ser calculado de acordo com a equação 6.

$$A=NC/k \quad \text{Eq (6)}$$

$$A= 5,71 \text{ m}^2$$

Onde:

A = área superficial necessária em m<sup>2</sup>;

N = 4, representa o número de pessoas a serem atendidas

C = 100 L/ pessoa, representa a contribuição diária de despejos em litros/pessoa;

K = 0,07, é a taxa máxima de aplicação diária, em m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*dia

*Orçamento da ETE compacta*

Segundo A.V.T.O. n° 12281/2009 expedido pela Saneago o orçamento final da Estação de Tratamento de Esgoto Compacta é (Quadro 1):

**Quadro 1** – Orçamento e detalhamento dos componentes para instalação de uma ETE compacta.

|              |  |            |                     |
|--------------|--|------------|---------------------|
| <b>GERAL</b> | <b>SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO</b>     | <b>R\$</b> | <b>2.827.836,55</b> |
| <b>A</b>     | <b>PARTE CIVIL</b>                     | <b>R\$</b> | <b>1.296.528,08</b> |
| I            | CANTEIRO DE OBRAS – GERAL              | R\$        | 19.160,51           |
| II           | REDE COLETROA                          | R\$        | 680.574,04          |
| III          | LIGAÇÃO DOMICILIARES                   | R\$        | 88.193,50           |
| IV           | E.E.E.1 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO | R\$        | 86.880,45           |
| V            | E.E.E.1 - CASA DE CONTROLE             | R\$        | 25.491,63           |

|          |   |            |                   |
|----------|---|------------|-------------------|
| VI       | E.E.E.1 - ESXTRAVASOR E DISSIPADOR                | R\$        | 3.844,32          |
| VII      | LINHA DE RECALQUE                                 | R\$        | 3.642,55          |
| VIII     | E.T.E. - CAIXA DE AREIA                           | R\$        | 46.683,64         |
| IX       | E.T.E. - CAIXA DE GORDURA                         | R\$        | 33.167,18         |
| X        | E.T.E. - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO<br>2        | R\$        | 34.705,39         |
| XI       | E.T.E. - UASB+BF+DS                               | R\$        | 88.592,12         |
| XII      | E.T.E. - LEITOS DE SECAGEM                        | R\$        | 75.232,56         |
| XIII     | E.T.E. - REATOR UV                                | R\$        | 14.174,78         |
| XIV      | E.T.E. - CASA DE CONTROLE                         | R\$        | 22.411,63         |
| XV       | E.T.E. - MEDIDOR FINAL                            | R\$        | 5.510,77          |
| XVI      | E.T.E. - INTERLIGAÇÕES GERAIS                     | R\$        | 13.350,70         |
| XVII     | E.T.E. - URBANIZAÇÃO E SERVIÇOS<br>COMPLEMENTARES | R\$        | 50.991,70         |
| XVIII    | E.T.E. - EXTRAVASOR E DISSIPADOR                  | R\$        | 3.920,61          |
| <b>B</b> | <b>MATERIAL HIDRÁULICO</b>                        | <b>R\$</b> | <b>433.979,63</b> |
| I        | REDE COLETORA                                     | R\$        | 178.157,88        |
| II       | LIGAÇÕES DOMICILIARES                             | R\$        | 174.849,69        |
| III      | E.E.E.1 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE<br>ESGOTO 1       | R\$        | 19.148,33         |
| IV       | E.E.E.1 - TORNEIRAS DE JARDIM                     | R\$        | 120,10            |
| V        | E.E.E.1 - CASA DE CONTROLE                        | R\$        | 332,20            |
| VI       | E.E.E.1 - ESXTRAVASOR E DISSIPADOR                | R\$        | 1.406,19          |
| VII      | LINHA DE RECALQUE                                 | R\$        | 8.059,73          |
| VIII     | E.T.E. - CAIXA DE AREIA                           | R\$        | 4.263,43          |
| IX       | E.T.E. - CAIXA DE GORDURA                         | R\$        | 13.829,62         |
| X        | E.T.E. - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO<br>2        | R\$        | 17.148,58         |
| XI       | E.T.E. - CASA DE CONTROLE                         | R\$        | 332,20            |
| XII      | E.T.E. - INTERLIGAÇÕES GERAIS                     | R\$        | 14.351,27         |

|   |   |     |            |
|---|---|-----|------------|
| XIII                                      | E.T.E. - TORNEIRAS DE JARDIM                                    | R\$ | 426,20     |
| XIV                                       | E.T.E.- EXTRAVASOR E DISSIPADOR                                 | R\$ | 1.554,21   |
| <b>C EQUIPAMENTOS R\$ 979.402,68</b>      |   |     |            |
| I   | E.T.E. - CAIXA DE AREIA   | R\$ | 15.570,00  |
| II  | E.E.E.1 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO 1                        | R\$ | 33.941,88  |
| III                                       | E.T.E. - E.E.E.2 + UASB+BF+DS+UV+MEDIDOR FINAL                  | R\$ | 923.290,80 |
| IV  | E.T.E. - RESERVATÓRIO ELEVADO METÁLICO CAP. 5,00 M <sup>3</sup> | R\$ | 6.600,00   |
| <b>D MATERIAL ELÉTRICO R\$ 117.926,16</b> |   |     |            |
| I   | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DA ÁREA DA E.E.E. 1                | R\$ | 28.136,42  |
| II  | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DO QCM E.E.E.1                     | R\$ | 26.235,10  |
| III                                       | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DA CASA DE CONTROLE DA E.E.E.1     | R\$ | 661,89     |
| IV  | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DA ÁREA DA E.T.E.                  | R\$ | 32.688,12  |
| V   | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DO QCM E.T.E.                      | R\$ | 27.030,17  |
| VI  | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS GERAIS DA CASA DE CONTROLE DA E.T.E.      | R\$ | 719,92     |
| VII                                       | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS ABRIGO REATOR UV                          | R\$ | 96,86      |
| VIII                                      | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS QCM SOPRADOR                              | R\$ | 2.357,68   |

O valor total da instalação da ETE Compacta do Loteamento Jardim Scala composto por 1200 unidades unifamiliares, seria de R\$ 2 827.836,55 (dois milhões e oitocentos e vinte e sete mil e oitocentos e trinta e seis reais e cinquenta e cinco centavos).



### *Orçamento fossa séptica*

De acordo com a tabela sinapi março/2013 o valor individual de cada fossa séptica seria de (Quadro 2):

**Quadro 2** – Levantamento do preço de instalação de uma fossa séptica.

| Descrição   | Unidade | Custo Total (R\$) |
|---|---------|-------------------|
| Fossa Séptica em alvenaria de tijolo cerâmico maciço dimensões externas 1,90 x 1,10 x 1,40 m, revestida internamente com barra lisa, com tampa em concreto armado com espessura de 8 cm | unidade | 699,46            |
| Sumidouro h=5,0 m com tijolos maciços a crivo argamassados  | unidade | 877,81            |
| Total   |         | 1577,27           |

Sendo que o residencial Jardim Scala será para 1200 unidades uni familiares então o orçamento total será R\$ 1.577,27 (mil e quinhentos reais e vinte e sete centavos) x 1200 (unidades uni familiares)= R\$1.892.724,00 (um milhão e oitocentos e noventa e dois mil e setecentos e vinte e quatro reais)

## **RESULTADO E DISCUSSÕES**

### *Análise operacional da ETE compacta com reator UASB + bio filtro + decantador secundário*

Pelo tipo de tratamento propostos naquela região as eficiências esperadas pela empresa construtora serão as seguintes:

Redução de DBO: > 95 %

Sólidos Sedimentáveis: < 1,0 ml/l (1 h cone Inhoff)

pH: 6,8 < pH < 8,0

Temperatura: < 30°C

Por projeto o tratamento pela ETE Compacta com reator UASB + BF + DS possui características que o torna compatível com o grau de eficiência necessário para atendimento da Resolução Conama 430/2011 para lançamentos de efluentes em corpos receptores, mas os

resultados de eficiência verificado in loco pela SANEAGO ainda não atendem os resultados esperados..

#### *Análise orçamentaria da fossa séptica com sumidouro e ETE compacta UASB + BF + DS*

O orçamento da Fossa séptica com sumidouro é mais viável em relação ao da ETE Compacta com reator UASB, em relação apenas economicamente verifica - se que a instalação da fossa séptica com sumidouro seria a melhor opção a se adotar neste caso.

#### *Motivo da utilização da ETE compacta UASB + BF + DS*

Segundo o A.V.T.O. n° 12281/2009 expedido pela Saneago não há viabilidade técnica para recebimento dos esgotos deste empreendimento, visto o mesmo estar localizado em área ainda não dotada de sistema público de coleta de esgoto sanitário. Assim o interessado deveria optar por um sistema individual de tratamento de esgotos, fossa séptica com sumidouro, ou por um sistema independente de coleta e tratamento, que no caso foi o adotado.

Um dos principais motivos para a adoção da ETE compacta seria que a Saneago teria um maior controle no tratamento de esgoto e com isso evitaria alguns danos futuros que a utilização da fossa séptica poderia ocasionar ou por questões ambientais o prejuízo da utilização da fossa seria mais prejudicial ao meio ambiente.

#### *Alternativas para ineficiência da ETE compacta UASB + BF + DS*

Algumas das alternativas proposta para o local, já que observamos que ele ainda não esta conseguindo atingir a sua eficiência necessária seria reavaliar o projeto e verificar se a vazão realmente foi calculada para o fim do plano não esta baixa e não condiz com a realidade observada in loco e com isso teria que refazer todo o projeto e buscar onde está o erro nos dimensionamentos calculados, mas essa seria de um custo muito alto cm isso não seria viável. Outra opção que pode adotar no local seria utilizar como ajuda para o tratamento algumas plantas que diminuí o lodo ativado e os sólidos suspensos como o bambu entre outras, seria uma solução mais rápida e de um custo não tão caro.

## CONCLUSÃO

Inicialmente pode verificar-se que adoção da ETE Compacta seria um tratamento operacional mais viável em relação à fossa séptica com sumidouro, conforme observado. Porém, após a execução sua eficiência observada in loco não foram como esperado, sendo assim a Saneago está tentando encontrar soluções para as falhas que estão ocorrendo em relação a sua eficiência. Existem algumas alternativas para solucionar este problema e umas delas que pode ser a mais viável seria a utilização de mais um tratamento com raízes como a gramínea, conhecida como *Zizanopsis bonariensis*.

Já pelo lado econômico os valores para a instalação da ETE compacta seriam de R\$ 2.827.836,55 (dois milhões e oitocentos e vinte e sete mil e oitocentos e trinta e seis reais e cinquenta e cinco centavos) de acordo com AVTO nº 12281/2009 é maior do que o da instalação da fossa séptica que seria de R\$ 1.577,27 (mil e quinhentos reais e vinte e sete centavos) x 1200 (unidades uni familiares)= 1.892.724,00 (um milhão e oitocentos e noventa e dois mil e setecentos e vinte e quatro reais) de acordo com a tabela sinapi, março/2013, com isso se observa que o valor da ETE compacta é maior do que a fossa séptica com sumidouro, sendo então a fossa séptica mais viável economicamente.

Pode-se observar que a ETE compacta teria mais benefícios operacionalmente se tivesse ocorrido uma análise melhor em relação ao seu projeto e toda a sua etapa construtiva já prevendo alguns erros que poderiam ocorrer, então pode verificar-se que essas análises em anexo não condizem com o que projeto inicialmente propunha tornando o sistema inviável opcionalmente em relação ao projeto e as normas.

Tendo em vista este caso específico a ETE compacta foi à melhor escolha para o tipo de tratamento para o local, pois apesar de seu valor ser mais elevado do que o da fossa séptica isso compensaria em sua eficiência operacional, mas como não ocorreu uma fiscalização de todas as etapas desse processo e nem uma estudo melhor sobre este tipo de tratamento ocorreram erros que ocasionaram a inviabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969** Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229** Projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

CAESB –COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Manual CAESB**, Brasília, 2005.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 357**, de 17 de março de 2005.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 430**, de 13 de maio de 2011.

FUNASA. **Saneamento para promoção da saúde**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/internet/SanPromSau.asp>>. Acesso em: 2012.

GONÇALVES, R. F. **Desinfecção de efluentes sanitários**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003.

MELLO, E. J. R. **Tratamento de esgoto sanitário**: avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG. 2007. 99 f. Monografia (Pós-Graduação lato sensu), UNIMINAS, Uberlândia.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. Edgard Blucher: São Paulo, 2003.

SANEAGO - (SANEAMENTO DE GOIAS). **AVTO (ATESTADO DE VIABILIDADE TÉCNICA OPERACIONAL) 12281/2009** Residencial Jardim Scala. Trindade, 2011.

SANEAGO. **O esgoto em Goiânia**. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/novasan/index.php?id=esgoto6&tit=esgoto>>. Acesso em: 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v.1. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v.2. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

Recebido em 19 de julho de 2013.

Aprovado em 26 de julho de 2013.