

## II-460 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA FÍSICO-QUÍMICA DO REATOR ANAERÓBICO DE FLUXO ASCENDENTE (UASB) DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES BUENA VISTA EM GOIÂNIA-GOIÁS

**Suzane Emanuele Carvalho de Moraes** <sup>(1)</sup>

Formanda em Engenharia Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. E-mail: suzaneengambiental@hotmail.com – Telefone: (62) 9101-5582.

**Antônio Pasqualetto** <sup>(2)</sup>

Orientador Professor da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. profpasqualetto@gmail.com

**Adriana de Souza Ribeiro Feitosa** <sup>(3)</sup>

Co-orientadora Especialista em Gestão e Química do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás. E-mail: adrianafarmacia@gmail.com – Tel: (62) 9282-7665.

**Endereço:** Pontifícia Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental  
Endereço: Avenida Universitária 1440, Setor Universitário, Goiânia-GO – telefone:  
(62) 3946-1000 CEP: 74605-010

### RESUMO

Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar a eficiência físico-química da Estação de Tratamento de Efluentes Buena Vista em Goiânia-Goiás. A pesquisa foi efetuada através de análises físico-químicas realizadas mensalmente pelo Laboratório Central da Saneamento de Goiás S/A e cálculo percentual da eficiência para DBO e Sólidos Suspensos. Os resultados foram válidos para mostrar que a ETE precisa de um período de adaptação e de uma adequação operacional diária para obter a eficiência exigida pelas legislações pertinentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência, tratamento e esgoto doméstico.

### ABSTRACT

This study was write for the purpose of to evaluate the physico-chemical efficiency of Seawater Effluent Treatment Buena Vista in Goiânia, Goiás. The research was accomplished by physical-chemical analyzes performed monthly by the Central Laboratory of Sanitation Goiás S / A and percentage calculation of efficiency for Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Suspended Solids (SS). The results were valid showing that the ETE need a period of adjustment and suitable for daily operation efficiency required by the relevant legislation.

**KEYWORDS:** Efficiency, treatment and domestic sewage.

### 1 INTRODUÇÃO

Efluente é o termo usado para caracterizar os resíduos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos. Os mesmos podem ser oriundos de fontes, como por exemplo: domésticas, industriais, agrícolas, pluviais urbanos e de depósitos de resíduos sólidos.

Segundo Sperling (1996, p.59):

Os esgotos domésticos contém aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como micro-organismos. Portanto, é devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar os esgotos. A característica dos esgotos é função dos usos à qual a água foi submetida (SPERLING, 1996, p.59).

O lançamento de efluentes domésticos em cursos hídricos sem qualquer tipo de tratamento acarreta uma série de impactos negativos ao meio ambiente natural. A resolução CONAMA nº430/2011, que “dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17

de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA”, sendo necessária adequação das empresas de saneamento quanto ao lançamento de efluentes domésticos.

A tecnologia UASB (a *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, ou Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente em Manto de Lodo) é um dos tratamentos utilizados para águas residuárias domésticas indicados para vazões de até 100m<sup>3</sup>/h e com uma expectativa de eficiência acima de 80%, atendendo os padrões exigidos pela resolução CONAMA n°430/2011 (ACQUA ENGENHARIA, 2010).

Fatores como a flexibilidade de implantação das estações UASB, os baixos custos de implantação e operação, o pouco espaço que ocupa, tolerância a elevadas cargas orgânicas, são algumas das vantagens de se instalar o sistema UASB (CHERNICHARO, 1997).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a eficiência do sistema de tratamento de esgoto no setor Buena Vista, Goiânia, GO, analisando para tal as características do efluente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos Legais

Faz-se necessário o conhecimento da legislação que norteia a realização de qualquer atividade potencialmente poluidora. Desta forma não é diferente quando se trata de efluentes, já que, os mesmos possuem alta concentração de matéria orgânica.

No artigo 225 da Constituição Federal de 1988 descreve que: “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para às presentes e futuras gerações”.

A peça fundamental, no âmbito federal, no Brasil, é a lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, que “dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”, e o Decreto 99.274, de 6 de junho de 1990 que a regulamenta. A lei n° 6.938 /81 destaca:

Art. 3° - III – poluição a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta e indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV – poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V - recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora (Redação dada pela Lei n° 7.804, de 1989) (BRASIL, 1981, p.2).

Já, a resolução CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986, “dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental”, e define impacto ambiental:

Art. 1° - [...] para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1986, p.1).

A Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição

Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 e deixa claro em sua seção II o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água.

Em respaldo às demais leis vigentes, a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, aborda os crimes ambientais e “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências”.

A legislação federal aplicável para classificação de lançamentos de efluentes em corpos d’água alicerça-se na Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Que “dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA”.

A Lei Estadual nº 8.544 (Controle de Poluição) de 17 de outubro de 1978 “dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente”. E, o Decreto Estadual nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979 que a regulamenta. A lei nº 8.544 /78 destaca em seus artigos:

Art. 2º - Considera-se poluição do meio ambiente a presença, o lançamento ou a liberação nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo:

I – impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;

II - inconvenientes ao bem-estar público;

III - danosos aos materiais, à fauna e à flora;

IV - prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Art. 3º - Fica proibido o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo.

Parágrafo Único – Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição do meio ambiente (MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS, 1978, p.1).

Na Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, “institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.” Em seu Art. 3º destaca-se algumas definições em seus incisos, mas, para análise deste, será destacado o inciso:

XVI - [...] resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 1998, p.2).

## 2.2 Técnicas de Tratamento de Efluente

Uma das principais razões para implantação de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) é o impacto ambiental positivo no meio ao qual ela está inserida. Os aspectos positivos são resultantes do objetivo da ETE, seja o de proteger o meio ambiente ao reduzir ou remover as substâncias nocivas presentes nos esgotos, aspectos sanitários prejudiciais à saúde humana, matéria sólida que assoreia os cursos d’água, aspectos de depleção da flora e da fauna aquáticas (LA ROVERE, 2002).

Dentre as técnicas mais empregadas no tratamento de efluentes estão: Lagoa de Estabilização, Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente em Manto de Lodo (UASB), Sistema FAS – Filtro Aerado Submerso e Decantador Secundário.

### 2.2.1 Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente em Manto de Lodo (UASB)

Através do conhecimento que vem sendo adquirido na área de saneamento, os sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos, principalmente os reatores UASB, passou a ocupar uma posição de destaque em nosso país em virtude de nossas favoráveis condições ambientais de temperatura (CHERNICHARO, 1997).

O aspecto essencial do processo de tratamento de esgotos que utiliza reator UASB é a natureza da biomassa ativa (QUARMBY e FORSTER, 1995).

De acordo com Mortari (2005, p.22) o reator UASB, conceituado como:

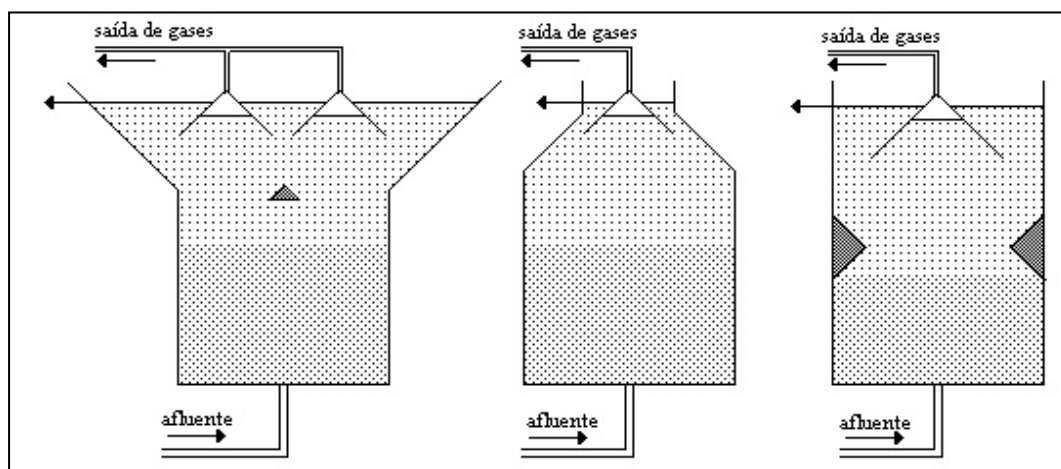
[...] é uma unidade de fluxo ascendente, que possibilita o transporte das águas residuárias através de uma região que apresenta elevada concentração de micro-organismos. Na sua parte superior, possui um dispositivo destinado a favorecer a separação das fases sólida, líquida e gasosa, com os gases sendo direcionado para o topo e os sólidos e líquidos direcionados para as partes inferiores do reator (MORTARI, 2005, p.22).

Normalmente o reator UASB não alcança os padrões de lançamento exigidos pela legislação ambiental, sendo assim, faz-se necessário a implantação de um tratamento complementar (GONÇALVES *et al*, 1997).

O pós-tratamento tem por objetivo suprir as deficiências do sistema anaeróbio, complementando a remoção de matéria orgânica, sólidos suspensos, nutrientes e coliformes fecais (CHERNICHARO, 2001).

Na figura 1 são apresentados modelos de reatores anaeróbios (SPERLING, 1996).

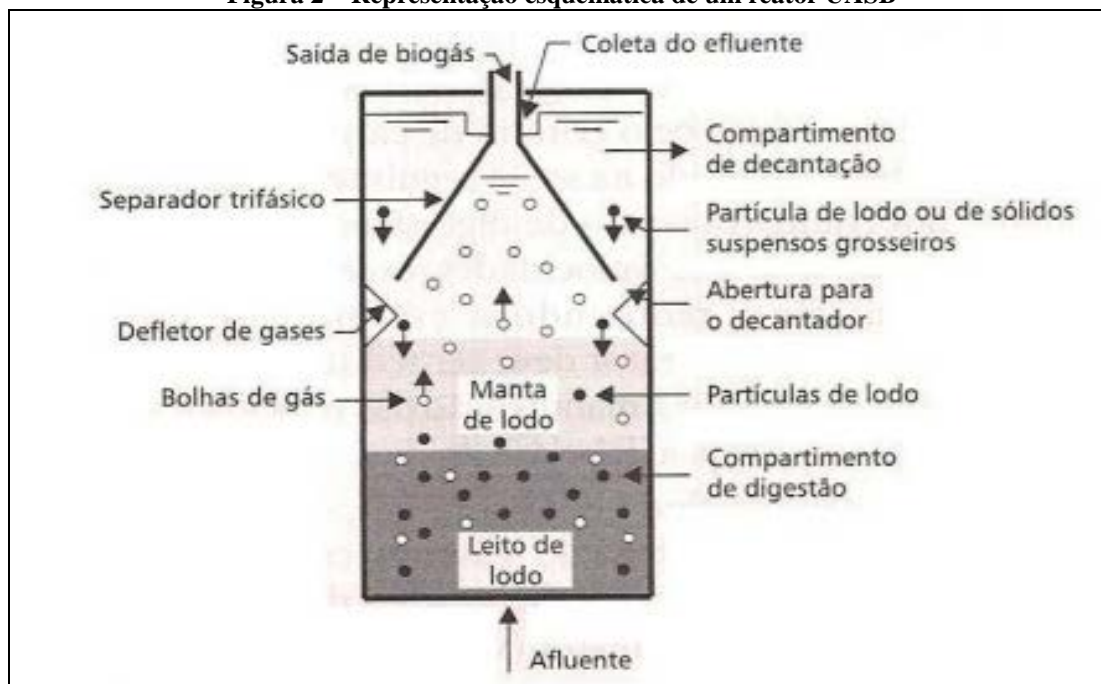
**Figura 1 - Modelos de reatores anaeróbios**



Fonte: Sperling (1996)

A figura 2 mostra a representação esquemática de um reator UASB (TEIXEIRA, 2009).

Figura 2 – Representação esquemática de um reator UASB



Fonte: Teixeira (2009)

Segundo Jordão e Pessôa (2011) os reatores UASB, ou Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente (DAFA), ou Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA), são os tipos mais utilizados e constituídos por suas partes principais: câmaras de digestão, separador de fases, zona de transição, zona de sedimentação e zona de acumulação de gás.

#### 2.2.2 Filtro Aeróbio Submerso

O Filtro Aerado Submerso (FAS) “constitui uma unidade de filtração biológica aerada com eliminação biológica e oxidação de poluentes” (MIZUMO, 2013).

Portanto Chernicharo (2001, p. 209) relata que:

[...] é constituído por um tanque preenchido com um material poroso, através do qual o esgoto e ar fluem permanentemente. Na quase totalidade dos processos existentes, o meio poroso é mantido sob total imersão do fluxo hidráulico, caracterizando-os como reatores trifásicos compostos por: - fase sólida: constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microrganismos que nele se desenvolvem, sob a forma de um filme biológico (biofilme); - fase líquida: composta pelo líquido em permanente escoamento através do meio poroso; - fase gasosa: formada pela aeração artificial e, em reduzida escala, pelos gases subprodutos da atividade biológica (CHERNICHARO, 2001, p.209).

Os Filtros aerados submersos produzem bolhas que asseguram um melhor contato entre micro-organismos e substratos (RUSTEN, 1984).

Esta tecnologia é utilizada como unidade principal no tratamento de efluentes, para tratar esgotos concentrados ou diluídos, mas, a sua principal indicação é para o pós-tratamento e polimento de efluentes (ANDRADE NETO, 2002).



### 2.2.3 Decantador Secundário

É no decantador secundário que ocorre a separação sólido/líquido do efluente do reator biológico, de modo que os flocos de lodo biológico se sedimentem no fundo do tanque e o efluente clarificado seja lançado ao corpo receptor, segundo a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA, 2014).

Segundo Nuvolari *et al.* (2003, p.303):

Nas regiões de clima quente (temperaturas acima de 20 °C), os decantadores secundários têm de cumprir dupla finalidade: separar os sólidos para permitir uma clarificação eficiente do efluente final e facilitar o adensamento do lodo, permitindo que o seu retorno ao tanque de aeração, com concentração mais elevada do que a existente no reator. Quanto à função de clarificar o efluente, deve-se ressaltar que disso depende a eficiência global do processo, uma vez que essa última unidade pela qual passa o esgoto, em se tratando de tratamento secundário. Uma eventual falha nessa unidade comprometerá todo o tratamento, podendo ocasionar como resultado de uma DBO solúvel baixa (decorrente de uma boa eficiência do reator), porém uma DBO total alta, em função de alta concentração de sólidos no efluente do decantador secundário, numa eventual falha de projeto ou de operação dessa unidade (NUVOLARI *et al.*, 2003, p.303).

Portanto, trata-se de uma unidade responsável pelo polimento final do efluente tratado, que proporciona a remoção de DBO, DQO, nutrientes e sólidos em suspensão (SANEVIX, 2014).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE

No quadro 1 são apresentadas as características químicas e físicas dos esgotos domésticos, juntamente com suas respectivas descrições.

Quadro 1 – Características físicas e químicas dos esgotos domésticos.

Características Químicas	Descrição
SS (Sólidos em Suspensão)	- Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que não são filtráveis.
DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	- Medida a 5 dias, 20 °C. Está associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. É uma medida do oxigênio consumido após 5 dias pelos micro-organismos na estabilização da matéria orgânica.
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	- Representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea. Utiliza - se fortes agentes oxidantes em condições ácidas.
pH (potencial Hidrogeniônico)	- Indicador das características ácidas ou básicas do esgoto.
Característica Física	Descrição
Temperatura	- Ligeiramente superior à da água de abastecimento; - variação conforme às estações do ano (mais estável que a temperatura do ar); - influência na atividade microbiana; - influência na solubilidade dos gases; - influência na viscosidade do líquido.

Fonte: Sperling (1996)

Os SS possuem esta nomenclatura por serem partículas sólidas que ficam retidas em uma membrana filtrante. A variação da DQO dos esgotos domésticos varia entre 200 e 800 mg/L enquanto a DBO varia entre 100 e 400 mg/L com tratamento secundário almeja-se alcançar uma faixa de 20 a 30 mg/L. É de extrema importância medir a DBO dos esgotos porque ela indica: o grau de poluição do efluente tratado, a quantidade de matéria orgânica presente nos esgotos e mede a eficiência de uma ETE, ao contrário do pH que influencia nos processos oxidativos e na digestão anaeróbia. Dentre outras características físicas existentes (cor, odor e turbidez) a mais importante a ser considerada é a temperatura visto que a mesma influência nas taxas das reações: químicas, biológicas e na saturação de Oxigênio Dissolvido (O.D). Temperaturas elevadas causa diminuição na concentração de saturação de O.D e aumenta a atividade biológica (JORDÃO E PESSÔA, 2011).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área

O município de Goiânia está localizado na região Centro Oeste do Brasil, situa-se na latitude 16°40' S, longitude 49°15' O, altitude 749 m, possui uma área de 732,802 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 1.412.364 habitantes para o ano de 2014 de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). A figura 3 mostra a delimitação da área do bairro Buena Vista:

**Figura 3: Residencial Buena Vista, Goiânia, GO.**



Fonte: Google Earth (30/07/2014).

- Residencial Buena Vista
- ETE Buena Vista

O residencial Buena Vista que se localiza à margem direita da BR-060, saída para Rio Verde, foi criado com recursos do Orçamento geral da União que está inserido no PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e conta infraestrutura, como: parque, praça, parques esportivos, área de lazer, escola, posto de saúde, creche energia elétrica, água tratada, galerias pluviais, rede coletora de esgotos, estação de tratamento de efluentes do bairro, etc (REAL NEGÓCIOS, 2014).

### 3.2 Procedimentos

O estudo foi realizado entre abril e setembro de 2014, com coletas mensais, do tipo composta de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011).

Foram avaliados os parâmetros conforme Plano de Controle de Qualidade de Esgoto da Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO, 2014): Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Potencial Hidrogênio (pH), Sólidos Suspensos (SS) e Temperatura. Os parâmetros (Materiais Sedimentáveis, Óleos minerais, Óleos vegetais e gorduras animais, Substâncias solúveis em hexano - óleos e graxas, e Materiais Flutuantes) não foram analisados mensalmente, pois, os mesmos são analisados semestralmente de acordo com o Plano de Controle de Qualidade do Esgoto da empresa SANEAGO S/A, não sendo, portanto, objeto de estudo.

O potencial Hidrogeniônico (pH) das amostras de efluentes é aferido através do método eletroanalítico (potenciométrico). O princípio do método de realização de ensaios para amostragem de DBO, se baseia no consumo de oxigênio que é consumido pelos micro-organismos para decompor a matéria orgânica biodegradável em um período de 5 dias e temperatura de 20°C. As amostragens de Demanda Química de Oxigênio (DQO) são realizadas utilizando o método colorimétrico. A determinação dos Sólidos Suspensos (SS) ocorre através da diferença de peso inicial e final da membrana de fibra de vidro que possui uma porosidade de 45µm de diâmetro que é utilizado no processo de filtração dos SS.

De acordo com a CETESB (2011, p.78):

[...] a temperatura das amostras deve ser avaliada no momento de chegada ao laboratório pela medida da temperatura do frasco controle ou registros do datalog e o valor obtido deve ser relacionado à temperatura da água e do ambiente no momento da coleta (CETESB, 2011, P.78).

Os métodos de amostragem utilizados pelo Laboratório central de esgoto da Saneago estão de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).

As tabulações dos dados, foram comparadas com os padrões de lançamento de efluentes das Resoluções CONAMA nº357 de 17 de março de 2005, CONAMA nº430 de 13 de maio de 2011 e Decreto Estadual nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, e apresentados no Quadro 2.



**Quadro 2 – Limites estabelecidos pelas resoluções CONAMA n°357/2005 e n°430/2011 e Decreto Estadual n° 1.745/1979 para um lançamento eficiente.**

Parâmetros de lançamento	CONAMA n°357/2005	CONAMA n°430/2011	Decreto Estadual n° 1.745/1979
<b>Temperatura</b>	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura no corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura.	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura no corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura.	Inferior a 40°C.
<b>DBO</b>	N.R	DBO 5 dias, 20°C no máximo de 120 mg/L e remoção mínima de 60%.	DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60mg/L e remoção mínima de 80%.
<b>DQO</b>	N.R	N.R	N.R
<b>pH</b>	Entre 5 e 9.	Entre 5 e 9.	Entre 5 e 9.
<b>Sólidos Suspensos</b>	N.R	N.R	N.R
<b>Turbidez</b>	N.R	N.R	N.R
<b>Materiais Sedimentáveis</b>	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff.	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff.	Até 1 mL/L, em teste de uma hora em cone Imhoff.
<b>Regime de Lançamento</b>	Vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor.	N.R	Regime de lançamento contínuo de 24 (vinte e quatro) horas por dia, com variação máxima de vazão de cinquenta por cento da vazão horária média.
<b>Óleos minerais</b>	Até 20mg/L.	N.R	N.R
<b>Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas).</b>	N.R	Até 100 mg/L.	Até 100mg/L.
<b>Materiais Flutuantes</b>	Ausência de materiais flutuantes.	Ausência de materiais flutuantes.	N.R
<b>Óleos vegetais e gorduras animais.</b>	Até 50mg/L.	N.R	N.R

**Fonte: CONAMA n°357/2005, CONAMA 430/2011 e Decreto Estadual 1.745/1979.**

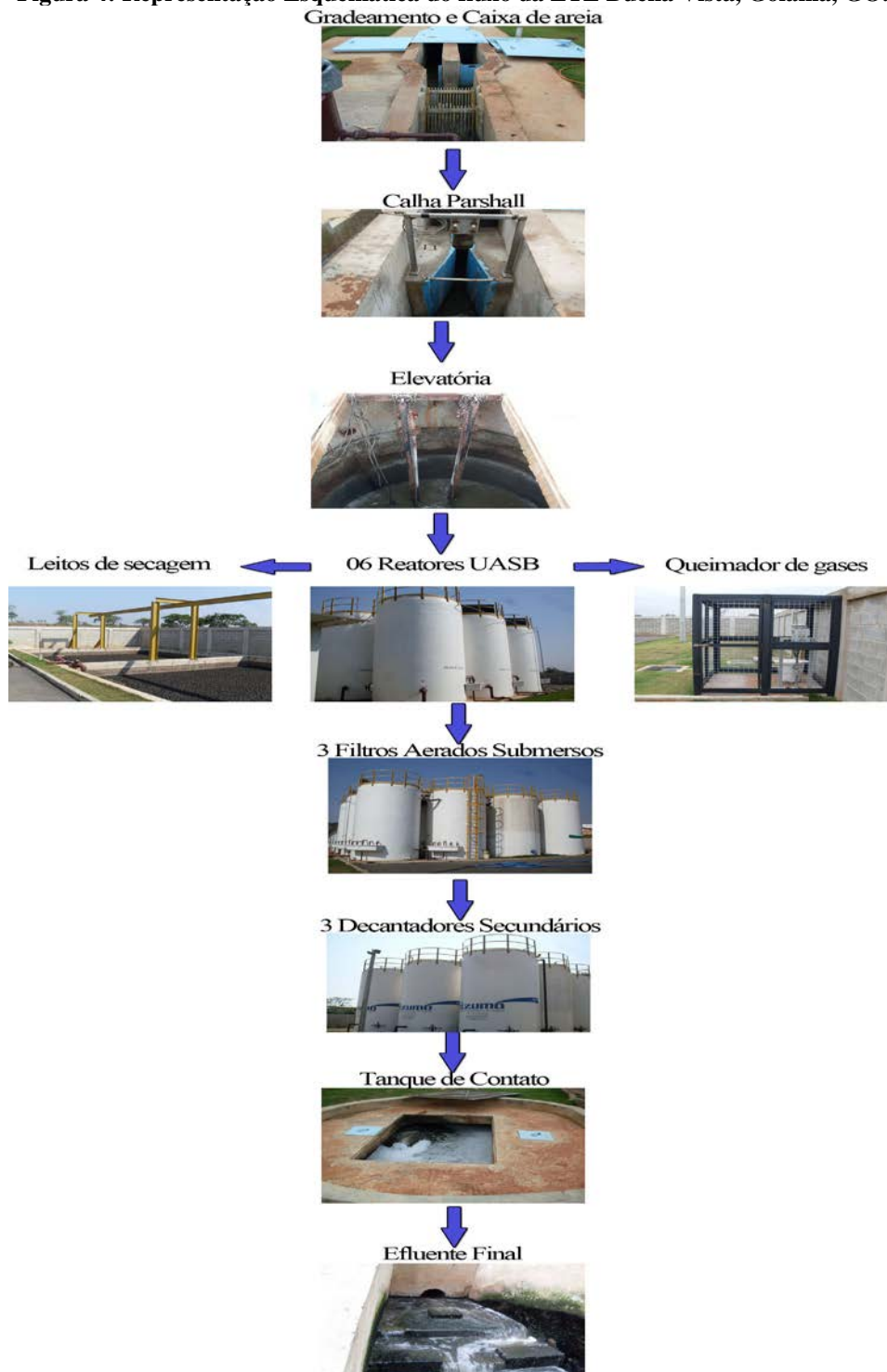
Legenda: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO – Demanda Química de Oxigênio  
N.R – Não Regulamentado

Para avaliação das características do efluente utilizou-se o cálculo percentual da eficiência, sendo este:  $E = \{(S_0 - S) / S_0\} * 100$ , conforme Sperling (1996, p.58), para DBO e Sólidos Suspensos. Os dados foram apresentados em quadros e figuras para melhor visualização.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor avaliação dos resultados e discussões, o fluxograma (figura 4) mostra a sequência do processo de funcionamento da ETE Buena Vista, Goiânia, GO.

Figura 4: Representação Esquemática do fluxo da ETE Buena Vista, Goiânia, GO.



A ETE Buena Vista, Goiânia, GO é composta por três fases de tratamento, sendo elas: pré-tratamento ou tratamento preliminar, composta por gradeamento e caixa desarenadora que removem sólidos grosseiros e areia; tratamento secundário que sua eficiência pode atingir 95% ou mais de remoção de carga orgânica (DBO), composta por 6 reatores anaeróbios (UASB), 3 Filtros Aerados Submersos e 3 Decantadores Secundários; tratamento terciário com desinfecção por cloração (representado na figura 4 pelo tanque de contato) e leitos de secagem (CAERN, 2014).

Os resultados das análises das características do efluente da ETE Buena Vista, Goiânia, GO, realizadas no Laboratório Central de Esgoto da Saneago, dos meses de abril a setembro de 2014 foram compilados no quadro 3 para melhor interpretação.

**Quadro 3 – Resultados das análises de afluente e efluente da ETE Buena Vista do mês de abril a setembro de 2014 confrontado com o limite legal: Decreto Estadual nº 1.745/1979.**

2014		pH	Temperatura (°C)	DBO (mg/L)	Eficiência (%)	DQO (mg/L)	Eficiência (%)	Sólidos Suspensos (SS)	Eficiência (%)
ABRIL	Afluente	7,13	28,50	345,00	77,39	918,00	57,84	419,00	53,94
	Efluente	7,17	29,00	78,00		387,00		193,00	
MAIO	Afluente	7,48	26,00	380,00	84,21	1048,00	68,89	443,00	42,44
	Efluente	7,26	26,00	60,00		326,00		255,00	
JUNHO	Afluente	7,32	26,00	540,00	84,44	1036,00	65,73	380,00	25,00
	Efluente	7,66	26,00	84,00		355,00		285,00	
JULHO	Afluente	7,42	31,50	540,00	88,89	1049,00	77,88	429,00	67,13
	Efluente	7,66	26,00	60,00		232,00		141,00	
AGOSTO	Afluente	7,06	24,50	330,00	78,18	1016,00	66,34	395,00	49,87
	Efluente	7,48	26,00	72,00		342,00		198,00	
SETEMBRO	Afluente	7,29	26,50	390,00	90,00	1106,00	78,48	414,00	68,60
	Efluente	7,54	27,00	39,00		238,00		130,00	
MÉDIA	Afluente	7,28	27,17	420,83	83,85	1028,83	69,20	413,33	51,16
	Efluente	7,46	26,67	65,50		313,33		200,33	
CONAMA nº430/2011	*	5,0- 9,0	40,00	120,00	60,00	N.R	N.R	N.R	N.R
Decreto Estadual nº 1.745/79	*	5,0- 9,0	40,00	60,00	80,00	N.R	N.R	N.R	N.R
MÁXIMO	Afluente	7,48	*	540,00	*	1049,00	*	443,00	*
	Efluente	7,66	*	84,00	*	387,00	*	285,00	*
MÍNIMO	Afluente	7,06	*	330,00	*	918,00	*	380,00	*
	Efluente	7,17	*	60,00	*	232,00	*	141,00	*
D.P	Afluente	0,16	2,48	94,89	*	62,01	*	22,83	*
	Efluente	0,19	1,11	14,74	*	58,36	*	55,80	*
C.V	Afluente	2,23	9,14	22,55	*	6,03	*	5,52	*
	Efluente	2,51	4,15	22,50	*	18,63	*	27,85	*

Legenda: DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

N.R – Não Regulamentado

D.P – Desvio Padrão

C.V – Coeficiente de Variação

Comparando os resultados de análises do mês de abril de 2014 ao Quadro 1, que se refere aos limites de lançamento estabelecidos pelas resoluções CONAMA nº357/2005 e nº430/2011 e Decreto Estadual nº 1.745/1979, evidencia-se que o resultado de remoção de DBO não atingiu o valor regulamentado pelas resoluções e Decreto Estadual pertinentes. Para reatores anaeróbios Chenicharo *et al.* (1997, p.307), recomenda que alguns procedimentos sejam realizados para partida e operação dos mesmos, como: “(i) inoculação, (ii) alimentação com esgotos e (iii) monitoramento do processo.” O processo de inoculação proporciona a formação da manta de lodo e sem a utilização do mesmo, a formação ocorrerá através de pequenas concentrações de micro-organismos contidos no esgoto afluente e geralmente há demanda de um período de 4 a 6 meses (CHERNICHARO, 1997). O mesmo ainda ressalta que a temperatura ideal para o crescimento dos micro-organismos no interior de reatores anaeróbios deve estar na faixa de 30 a 35 °C, mas, temperaturas como estas são mais difíceis de se alcançar em esgotos domésticos. Desta forma, percebe-se que a temperatura e a não utilização do lodo de inóculo, parecem ser as causas de não se atingir os 80% de

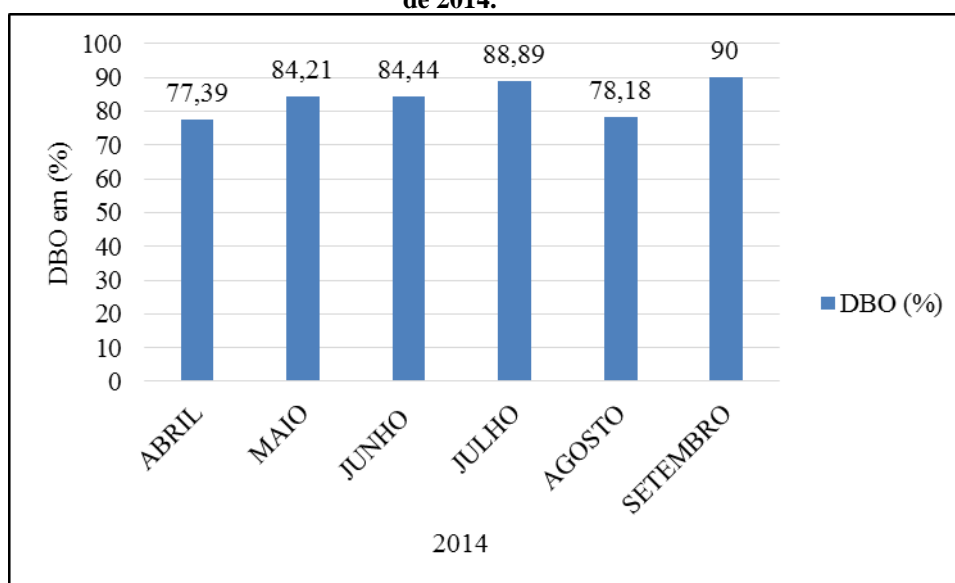
eficiência de remoção de DBO exigidos pelas Resoluções CONAMA n°357/2005 e 430/2011 e Decreto Estadual acima citado, pois, as temperaturas afluente e efluente do mês de abril ficaram entre 28 a 29 °C e a ETE se encontra em início de operação (em fase de adaptação).

Nos meses de maio, junho e julho de 2014, após o sistema ser alimentado com esgoto por um mês, houve a multiplicação da biomassa ativa, portanto, observa-se que ocorreu um enquadramento das características do efluente com a legislação vigente, pois, a eficiência de remoção de DBO nos respectivos meses ultrapassou o mínimo de 80% de remoção de carga orgânica (DBO).

Analisando a figura 5, observa-se que a DBO se manteve praticamente estável nos meses de maio, junho, julho e setembro comprovando a eficiência de remoção de carga orgânica (DBO) da ETE Buena Vista nestes quatro meses.

A figura 5 mostra a variação da eficiência de carga orgânica (DBO) ao longo dos meses avaliados.

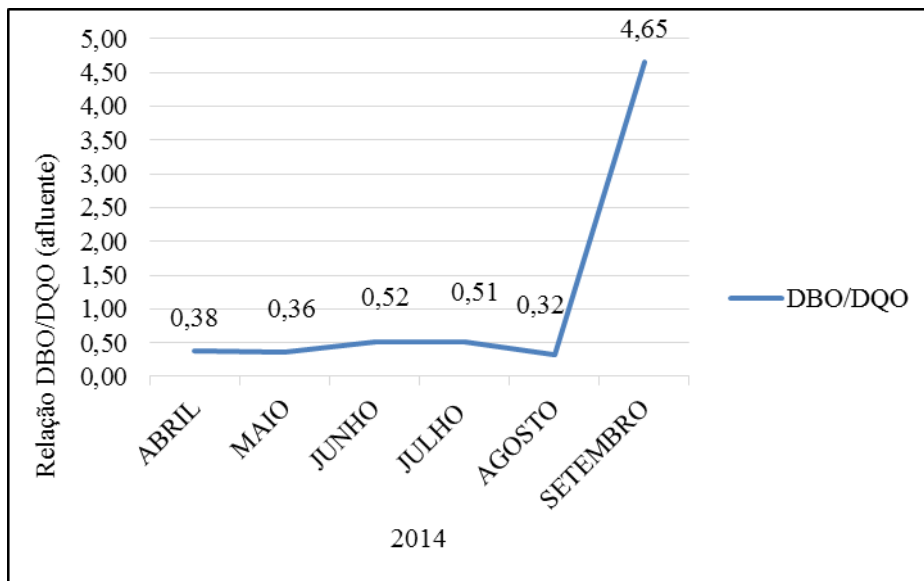
**Figura 5 – Variação da eficiência de DBO da ETE Buena Vista, Goiânia, GO do mês de abril a setembro de 2014.**



A relação DBO/DQO é utilizada para indicar o grau de biodegradabilidade dos efluentes. Valores de DBO/DQO  $\geq 0,4$  indicam maior biodegradabilidade do efluente, ao contrário dos valores de DBO/DQO  $< 0,4$  que indicam menor facilidade de biodegradação dos efluentes. O esgoto doméstico possui valores aproximados de  $\pm 0,6$  de grau de biodegradabilidade (FERREIRA, 2014). A figura 6, demonstra os valores da relação DBO/DQO afluente da ETE Buena Vista. Observa-se que os meses de abril, maio e agosto, possuem valores  $< 0,4$  que indicam uma maior dificuldade na tratabilidade do efluente, ao contrário dos meses de junho, julho e setembro que obtiveram valores  $\geq 0,4$  que indicam melhor biodegradabilidade do efluente.

Se comparado a eficiência de remoção de DBO do quadro 3 com a figura 6, nota-se que há uma relação entre eles, pois, o mês de agosto obteve valor de remoção de carga orgânica DBO (78,18%) menor que o exigido pela legislação, sendo assim, sugere-se que fatores operacionais do sistema, a temperatura do afluente (24,5°C) contrariando o que CHERNICHARO (1997) diz ser condições ótimas de temperatura e a relação de DBO/DQO (de biodegradabilidade) afluente do mês de agosto tenham influenciado na eficiência do tratamento de efluente da ETE Buena Vista.

Figura 6 – Relação DBO/DQO afluente da ETE Buena Vista, Goiânia, GO.



O mês de setembro apresentou uma eficiência satisfatória de 90% de remoção de carga orgânica (DBO). Segundo Francisqueto (2007, p.35), “a eficiência do tratamento anaeróbio é baseada em dois fatores, a saber: 1) O sistema deve conter uma grande massa bacteriana anaeróbia; 2) O material orgânico do esgoto afluente necessita de um intenso contato com o lodo contido no sistema de tratamento.” Portanto, sugere-se que a boa eficiência do mês de setembro no reator, se deve ao fato de que o mesmo tenha se estabilizado, pois, possui seis meses de operação e os dois fatores citados Francisqueto (2007). Conforme Brasil Escola (2014):

O coeficiente de variação fornece a variação dos dados obtidos em relação à média. Quanto menor for o seu valor, mais homogêneos serão seus dados (BRASIL ESCOLA, 2014, p.1).

Os coeficientes de variação das características do efluente foram avaliados e podem ser classificados como baixos ( $CV < 10\%$ ), médios ( $10\% < CV < 20\%$ ), altos ( $20\% < CV < 30\%$ ) e muito altos ( $CV > 30\%$ ) (GOMES, 1985). Desta forma, nota-se pH (afluente = 2,23 e efluente = 2,51), temperatura (afluente = 9,14 e efluente = 4,15), DQO (afluente = 6,03) e Sólidos Suspensos (afluente = 5,52) são considerados valores baixos de coeficiente de variação, o que implica dizer que os dados da ETE Buena Vista são homogêneos. Ao contrário dos dados de: DQO (efluente = 18,63) que foi classificado como médio ou de média dispersão, DBO (afluente = 22,55 e efluente = 22,50) e Sólidos Suspensos (efluente = 27,85) foram os parâmetros que apresentaram alta dispersão (altos), ou seja, menor homogeneidade.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Portanto, através dos resultados obtidos, conclui-se que:

- a fase inicial de operação do reator UASB requer inoculação, alimentação com esgotos e monitoramento do processo que nem sempre é convertido na eficiência desejável para os padrões legais requeridos;
- a temperatura e as demais características químicas do afluente, bem como as condições operacionais determinam a eficiência do tratamento;
- há necessidade de um período de funcionamento do reator UASB para que as eficiências sejam normalizadas;



- d) Os meses de abril, maio e agosto obtiveram valores de DBO/DQO < 4 que indicam uma maior dificuldade de biodegradabilidade do efluente, sendo assim, sugere-se que este fator tenha influenciado na eficiência de remoção de carga orgânica (DBO) dos respectivos meses.
- e) Exceto na fase inicial (abril) e no mês de agosto, comprovou-se eficiência de remoção de carga orgânica (DBO) acima de 80% atendendo aos padrões legais;
- f) A maioria dos coeficientes de variação das características do efluente foram considerados baixos indicando que os dados da ETE são homogêneos apesar de o período de amostragem e avaliação serem apenas de 6 meses.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACQUA ENGENHARIA. **Um sistema de tratamento de efluentes de baixo custo**. Disponível em: <<http://www.acquaeng.com.br/wp-content/uploads/2010/01/stbc.pdf>> Acessado em 10 de março de 2014 às 19:23.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1998.
3. ANDRADE NETO, C.O.; VAN HAANDEL A.C.; MELO, H.N.S. **O Uso do Filtro Anaeróbio para Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios no Brasil**. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 10. 2002, Braga, Portugal. **Anais**. Braga: APESB/APRH/ABES, 2002. CD-ROM.
4. BRASIL ESCOLA. **Coeficiente de Variação**. Disponível em: <<http://www.brasilescola.com/matematica/coeficiente-variacao.htm>> Acessado em 29 de setembro de 2014 às 23:07.
5. BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)> Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:15.
6. \_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:46.
7. \_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:55.
8. \_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Política Nacional de Meio Ambiente**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)> Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:20.
9. \_\_\_\_\_. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)> Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:30.
10. CAERN. **Tratamento de Esgoto**. Disponível em: <<http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=12037&ACT=null&PAGE=0&PARM=null&LBL=null>> Acessado em 11 de novembro de 2014 às 17:56.
11. CETESB. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>> Acessado em 23 de setembro de 2014 às 10:53.
12. CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1997. 380p.
13. CHERNICHARO, C. A. L. (coord.). **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: Projeto PROSAB. 2001.544 p.
14. COPASA. **ETE Arrudas**. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=470&sid=31&tpl=printerview>> Acessado em: 22 de abril de 2014 às 19:27.
15. FERREIRA, O. M. **Águas Residuárias**. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/10762/material/1%20-%20INTRODU%20C3%87%20C3%83O%20%20TRATAMENTO%20DE%20RESIDUOS%20LIQUIDOS%20%20I.pdf>> Acessado em 27 de novembro de 2014 às 00:15.
16. FRANCISQUETO, L. O. S. **Comportamento de Reatores UASB Frente a Variações Horárias de Vazão de Esgoto Sanitário**. Disponível em:

- [http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Let%C3%ADcia%20Oliveira.pdf](http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Let%C3%ADcia%20Oliveira.pdf)  
Acessado em 30 de novembro de 2014 às 21:44.
17. GONÇALVES, R.F.; ARAÚJO, V.L.; CHERNICHARO, C.A. **Tratamento secundário de esgoto doméstico sanitário através da associação em série de reatores UASB e biofiltros aerados submersos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, Foz do Iguaçu, 1997. Anais, Rio de Janeiro, ABES. p. 450-61, 1997.
  18. GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba-SP. ESALQ/USP. 1985.
  19. IBGE. **Goiás – Goiânia**. Disponível: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=520870>> Acessado em: 22 de abril de 2014 às 20:34.
  20. JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. – **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1050 p.
  21. LA ROVERE, E. L.; D' AVIGOONON, A; PIERRE C. V; KLIGERMAN, D. C; SILVA, H. V. O; BARATA, M. M. L. E MALHEIROS, T. M. M. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 145p. 2002.
  22. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acessado em 02 de abril de 2014 às 01:00.
  23. \_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 357/2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acessado em 25 de março de 2013 às 19:30.
  24. \_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 430/2011**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acessado em 25 de março de 2013 às 20:21.
  25. MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **Decreto nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979**. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/nat\\_sucroalcooleiro/Documentos/legislacao/especifica/03.pdf](http://www.mp.go.gov.br/nat_sucroalcooleiro/Documentos/legislacao/especifica/03.pdf)> Acessado em 08 de abril de 2014 às 20:25.
  26. MINISTÉRIO PÚBLICO. **Lei Estadual nº 8544 (Controle de Poluição) de 17 de outubro de 1978**. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/lei\\_estadual\\_8.544\\_78\\_poluicao.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/lei_estadual_8.544_78_poluicao.pdf)> Acessado em 02 de abril de 2014 às 00:55.
  27. MIZUMO. **Tecnologias MIZUMO para o tratamento de esgoto**. Pompéia: Mizumo, 2013.
  28. MORTARI, R. **Estação de Tratamento de Esgoto do Sistema Imbu Guaçu**. Disponível em: <<http://engenharia.anhembib.br/tcc-05/civil-26.pdf>>. Acessado em 16 de abril de 2014 às 22:59.
  29. NUVOLARI, A. (coord.). **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. São Paulo: Edgar Blucher, 2003.
  30. QUARMBY, J., FORSTER, C. F. An examination of the structure of uasb granules, **Water Science Tech.**, 29, 2449-2454. 1995.
  31. REAL NEGÓCIOS. **Loteamento Residencial Buena Vista**. Disponível em: <<http://www.realnegocios.com.br/loteamento/loteamento-residencial-buena-vista>> Acessado em 25 de março de 2014 às 21:00.
  32. RUSTEN, B. 'Wastewater treatment with arranged submerged biological filters', **Journal Water Pollution Control Federation**, 56, 424-436. 1984.
  33. SANEVIX. **ETE Residencial Escala Trindade/GO – UASB + BFN + DS +UV**. Serra-ES: 2014.
  34. SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 1996. 243p.
  35. SPERLING, M. V. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 1996. 211p.
  36. TEIXEIRA, M. B. **Manejo de Esgotos Sanitários: Alternativas para Loteamento Popular em Porto Alegre**. Disponível em:
  37. <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24121/000741857.pdf>> Acessado em 23 de setembro de 2014 às 23:31.