

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS SERTÃO
EIXO TECNOLÓGICO
ENGENHARIA CIVIL

JEFERSON LIMA DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO
DE PAULO AFONSO – BA**

Delmiro Gouveia

2016

JEFERSON LIMA DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO MUNICÍPIO
DE PAULO AFONSO – BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto.

Delmiro Gouveia

2016

JEFERSON LIMA DE ARAÚJO

AValiação das Estações de Tratamento de Esgoto do Município
de Paulo Afonso - BA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal de Alagoas - UFAL,
como requisito parcial para obtenção do título
de bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto.

A663a Araújo, Jeferson Lima de

**Avaliação das estações de tratamento de esgoto do município
de Paulo Afonso - BA / Jeferson Lima de Araújo. - 2016.
57f.: il.**

**Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de
Alagoas, Delmiro Gouveia, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto.**

**1. Esgotamento Doméstico. 2. Reatores UASB. 3. Paulo
Afonso.**

CDU 628

FOLHA DE APROVAÇÃO

JEFERSON LIMA DE ARAÚJO

Avaliação das estações de tratamento de esgoto do município de Paulo Afonso - BA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas - Campus Sertão e aprovado em 19 / 05 / 2016.

Banca Examinadora:

Antonio Netto

Orientador (a): Drº Antonio Pedro de Oliveira Netto.

Rafaela Faciola Coelho de Souza

Avaliador (2): Drª Rafaela Faciola Coelho de Souza.

Diogo Carlos Henrique

Avaliador (3): Eng. Diogo Carlos Henrique.

Aos meus pais,
pelo carinho, estímulo e incentivo aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me iluminado e auxiliado enquanto a superação das dificuldades encontradas ao longo do curso.

Aos meus pais, José Pinto de Araújo e Jeonice Maria Lima de Araújo pelo carinho, estímulo e incentivo aos estudos. Às minhas irmãs, Josenice e Joice, pelo afago e apoio em todas as ocasiões.

À minha amada Graciele, pelos momentos de alegria e descontração, que tornaram estes anos ainda mais agradáveis, além da paciência ao longo desse tempo, pelos instantes em que tive que ausentar-me em virtude das atividades da graduação.

Aos amigos que estiveram presentes em todas as situações, em especial ao Filipe Amaro, Israel Lemos e Osvaldo Nogueira, amizades da graduação que certamente levarei para a vida, serão excelentes profissionais.

Ao meu orientador, professor Dr^o Antonio Pedro de Oliveira Netto, pela paciência, compreensão e confiança em mim depositados.

À EMBASA, pela disponibilização dos dados analisados no trabalho.

RESUMO

A ausência de tratamento do esgoto sanitário é considerada uma enorme problemática para a população, uma vez que contribui para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além de causar degradação do corpo da água. Sendo assim, as ETE's (Estação de Tratamento de Esgoto) têm como objetivo o controle dos parâmetros poluidores. Este trabalho avaliou o desempenho das duas estações de tratamento de esgoto pertencentes ao município de Paulo Afonso – BA, as quais têm como tecnologia aplicada os reatores UASB. Para isto, foram levantadas as localizações, características e peculiaridades das ETE's, bem como a constituição do efluente a montante e jusante da estação, obtidas através de análises laboratoriais. De modo geral, as ETE's apresentaram eficiências acima das estimadas pela bibliografia, apresentando reduções médias de 87%, 78% e 94% respectivamente para Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Sedimentáveis (SS). Assim, foi possível estimar a eficiência do processo adotado, além do atendimento aos padrões de lançamento e metas de qualidade para o efluente de descarte regulamentado pelo CONAMA.

Palavras chaves: Esgotamento doméstico. Resoluções CONAMA. Reatores UASB.

ABSTRACT

The absence of sewage treatment is considered a huge problem for the population, since it contributes to the spread of many infectious and parasitic diseases and cause degradation of the water body. Thus, the WWTPs (Wastewater Treatment Plants) aim to control the polluting parameters. This study evaluated the performance of the two sewage treatment plants belonging to the city of Paulo Afonso - BA, which have the technology applied the UASB reactors. For this, the locations were raised, features and peculiarities of WWTPs, as well as the constitution of the effluent upstream and downstream of the treatment, obtained by laboratory analysis. Overall, the WWTPs presented efficiencies above of the estimated by bibliography, with average reductions of 87%, 78% and 94% respectively for Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) and Solid Sedimentable (SS). Thus, it was possible to estimate the efficiency of the process adopted, in addition to meeting the discharge standards and quality targets for effluent disposal regulated by CONAMA.

Keywords: domestic sewage. CONAMA Resolutions. UASB reactors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista geral do posicionamento da ETE 01 - Centro	34
Figura 2 - Vista geral do posicionamento da ETE 02 - BTN.....	35
Figura 3 - Fluxuograma: Tratamento preliminar seguido por RAFA's.	36
Figura 4 - Grades após realização da limpeza.	37
Figura 5 - Desarenadores, ETE 01 - Centro.....	38
Figura 6 - Calha Parshall, ETE 01 - Centro.....	39
Figura 7 - Reatores anaeróbios de fluxo ascendente, ETE 01 - Centro.	40
Figura 8 – Leitões de secagem, ETE 01 – CENTRO.	41
Figura 9 - Emissário, ETE 01 - Centro.	42
Figura 10 - Eficiências médias, ETE 01 - Centro.....	48
Figura 11 - Eficiências médias, ETE 02 - BTN.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição típica de esgotos sanitários.	24
Tabela 2 - Eficiências estimadas, desejadas nos diversos níveis de tratamento.	26
Tabela 3 - Espaçamento ou abertura e espessuras.	27
Tabela 4 - Retenção de sólidos suspensos pelo sistema de gradeamento.	27
Tabela 5 - Dimensões, gradeamento.	37
Tabela 6 - Dimensões, desarenadores.	38
Tabela 7 - Dimensões, RAFA's.	40
Tabela 8 - Dimensões, leitos de secagem.	41
Tabela 9 - Dimensões, emissário.	42
Tabela 10 - Faixa de eficiência esperadas para níveis de tratamentos.	44
Tabela 11 - Características de esgotos sanitários.	44
Tabela 12 - Padrões de lançamento conforme CONAMA, resolução 430/11.	45
Tabela 13 - Análise de parâmetros considerando efluente de característica forte. ...	46
Tabela 14 - Análise de parâmetros considerando efluente de característica fraca. ...	46
Tabela 15 - Parâmetros ETE 01 - Centro.	47
Tabela 16 - Parâmetros ETE 02 - BTN.	49
Tabela 17 - Parâmetros analisados: Valores teóricos e reais.	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DAFA	Digestores Anaeróbios de Fluxo Ascendente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NH_4^+	Amônia ionizada
NH_3	Amônia livre
NO_2^-	Nitrito
NO_3^-	Nitrato
N_2	Nitrogênio molecular
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RAFA	Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente
SS	Sólidos Sedimentáveis
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Geral	16
2.2 Específicos.....	16
3 REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1 Considerações Gerais.....	17
3.2 Definição de Esgoto	17
3.3 Caracterização da Qualidade dos Esgotos	18
3.3.1 Características físicas dos esgotos domésticos.....	18
▪ Temperatura	18
▪ Cor	19
▪ Odor.....	19
▪ Turbidez	19
3.3.2 Características químicas dos esgotos domésticos	20
▪ pH	20
▪ Cloreto	20
▪ Nitrogênio.....	21
▪ Fósforo.....	21
▪ Oxigênio dissolvido (OD)	21
▪ Óleo	21
▪ Ferro e manganês.....	22
▪ Matéria orgânica carbonácea.....	22
▪ Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	22
▪ Demanda química de oxigênio (DQO)	23
3.3.3 Parâmetros biológicos	23
3.4 Composição do Esgoto	24

3.5 Processos de Tratamento de Esgotos	25
3.6 Fases de Tratamento	26
3.6.1 Tratamento preliminar	26
▪ Gradeamento	26
▪ Caixa de areia ou desarenador	27
3.6.2 Tratamento primário	28
▪ Decantadores primário	29
3.6.3 Tratamento secundário	29
▪ Sistemas anaeróbios	31
▪ Reatores anaeróbios de manta de lodo	32
4 METODOLOGIA	34
4.1 Área de Estudo	34
4.2 Descrição da Estação de Tratamento de Esgoto	35
4.2.1 Tratamento preliminar	36
▪ Gradeamento	36
▪ Unidade de desarenação	37
▪ Calha Parshall	38
4.2.2 Tratamento secundário	39
▪ Reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA/DAFA/UASB)	39
4.2.3 Estruturas acessórias ao tratamento	41
▪ Leitões de secagem	41
▪ Emissário	42
4.3 Caracterização do Estudo	42
4.4 Método de Pesquisa	43
4.5 Instrumento de Coleta de Dados	43
4.5.1 Observação direta	43
4.5.2 Análise documental	44

4.6 Tratamento dos dados	44
4.7 Avaliação dos dados	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6 CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	55

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a manutenção da vida e está presente em abundância na Terra, cobrindo 4/5 da superfície terrestre. Entretanto, apenas 0,8% podem ser utilizados mais facilmente para abastecimento público, sendo que desta fração, 97% apresenta-se da forma de água subterrânea e os 3% restantes na forma de água superficial, sendo de extração mais fácil. Com tais valores pode-se perceber a importância de fazer o uso consciente e preservar os recursos hídricos na Terra. (VON SPERLING, 2005).

Paralelo ao aumento da população mundial a demanda por água e a geração de esgoto crescem, ou seja, cada vez mais são retirados volumes maiores de água dos recursos hídricos e como consequência, a produção de resíduos líquidos que posteriormente são despejados e, se não forem tratados da maneira correta, poluem cada vez mais os corpos d'água.

Em termos de qualidade de vida, é essencial considerar como fator a oferta de saneamento básico, pois sua ausência implica na poluição dos recursos hídricos, acarretando diversos prejuízos à saúde da população, principalmente o aumento da mortalidade infantil. (PNSB, 2008).

Desta forma a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) se apresenta como a principal ferramenta de controle dos parâmetros poluidores dos corpos d'água, desde que seja respeitada a eficiência de cada tratamento e operadas em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental.

São diversas as configurações e tecnologias utilizadas para o tratamento de esgoto, podendo ser individuais ou combinadas. A escolha do processo que será utilizado deve, principalmente, levar em consideração as condições do corpo d'água receptor, bem como o estudo das características do esgoto bruto gerado. Sendo, portanto, necessário certificar-se a eficiência de cada etapa do processo unitário e seu custo e também uma análise de disponibilidade de área. (IMHOFF; IMHOFF, 1996).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008), o contingente de municípios com ampliações ou melhorias no serviço de coleta de esgoto sanitário vem aumentando. Até o ano da pesquisa em questão, 79,9% dos

municípios com coleta de esgoto estavam ampliando ou melhorando seu serviço, contra 58,0%, em 2000. A região Nordeste apresenta-se como destaque, passando de 47,6% para 73,1% no período. Desta região, 341 municípios tem tratamento de esgoto (representando 19,0% do total da mesma), isto, corresponde a menos da metade dos que possuíam coleta de esgoto (819, representando 45,7% do total da região).

A distribuição de água bem como o tratamento do esgoto, no município de Paulo Afonso, é realizado pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. – EMBASA. Segundo dados da mesma, referente ao ano de 2015, o índice de domicílios com rede pública de coleta de esgoto na sede do município corresponde a 36%. Enquanto nos Bairro Tancredo Neves (I, II e III) o percentual de coleta é estimado em 90% a 95%. Do total do efluente coletado 99,35% é tratado. Em geral as ETE's adotam em sua configuração, como processo de tratamento, os digestores anaeróbios de fluxo ascendente (DAFA).

Este tipo de sistema destaca-se por demandar áreas menores, em contrapartida apresenta uma limitação na remoção de DBO, situando-se em média, em torno de 70%, inferior à maioria de outros processos de tratamento (VON SPERLING, 2005).

Desta maneira, este trabalho tem como principal objetivo analisar e apresentar a atual situação das estações de tratamento do município de Paulo Afonso - Bahia. Para isto, são descritos os seus processos, características e os resultados obtidos durante o período de estudo. Deste modo, antes de descrever acerca das ETE's em questão, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o assunto, para fundamentar a avaliação realizada, a conclusão e as recomendações apresentadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar uma análise da situação das duas estações de tratamento existentes do município de Paulo Afonso – BA, localizadas no bairro Vila Nobre e bairro Tancredo Neves.

2.2 Específicos

- Realizar uma avaliação teórica individual sobre as estações de tratamento, considerando o atendimento aos padrões de lançamento e metas de qualidade para o efluente;
- Apresentar as fases do tratamento e as unidades que compõe as ETE's;
- Avaliar as condições operacionais do sistema de tratamento de esgoto.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Considerações Gerais

O crescimento populacional e o desenvolvimento de novas tecnologias proporcionam entre algumas das suas consequências: uma maior demanda por água e conseqüentemente a maior geração de esgoto. Esta por sua vez, com a ausência do tratamento adequado, irá poluir e/ou degradar as áreas receptoras, causando a destruição de recursos naturais e desequilíbrios ecológicos.

3.2 Definição de Esgoto

A NBR 9648 (ABNT, 1986), conceitua esgoto sanitário como o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. A depender de sua origem, os esgotos podem ser classificados em:

- Esgoto sanitário ou doméstico ou comum: Despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas;
- Esgoto industrial: Despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos;
- Água de infiltração: Toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações.

Segundo Von Sperling (2005), o esgoto sanitário é formado por esgoto doméstico, águas de infiltração e despejos industriais, sendo que:

- O esgoto doméstico é proveniente das residências, do comércio e das repartições públicas. A taxa de retorno é de 80% da vazão da água distribuída;
- As águas de infiltração são as que penetram na rede coletora de esgoto através de juntas defeituosas das tubulações, paredes de poços de visita, etc. A taxa de infiltração depende muito das juntas das tubulações, do tipo de elementos de inspeção, do tipo de solo e da posição do lençol freático. Os valores médios são de 0,3 a 0,5 L/s.km;
- Os despejos industriais são efluentes de indústrias que, devido às características favoráveis, são admitidos na rede de esgoto. Os esgotos

industriais ocorrem em pontos específicos da rede coletora e suas características dependem da indústria.

3.3 Caracterização da Qualidade dos Esgotos

Os esgotos domésticos são constituídos em 99,9% de água, sendo assim, apenas 0,1% é de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos, deve-se, portanto a essa fração a necessidade de realizar o tratamento adequado a este efluente (VON SPERLING, 2005).

3.3.1 Características físicas dos esgotos domésticos

Segundo Von Sperling (2005), as principais características físicas dos esgotos são temperatura, cor, odor e turbidez.

- **Temperatura**

Em geral, é pouco superior à das águas de abastecimento. A velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura (FUNASA, 2004).

De acordo com Von Sperling (2005), a temperatura do efluente, em geral, é ligeiramente superior à da água de abastecimento, apresentando variações de acordo com as estações do ano, sendo mais estável que a temperatura do ar.

Conforme o mesmo autor, tais variações causam influências na atividade microbiana, na solubilidade dos gases, na velocidade de reações químicas e na viscosidade do líquido. Logo, temperaturas mais elevadas implicarão em um aumento na taxa das reações físicas, químicas e biológicas, como afirma Von Sperling (2005).

Assim, temperaturas elevadas, diminuem a solubilidade dos gases (por exemplo, oxigênio dissolvido). Provoca também o aumento na taxa de transferência dos mesmos (podendo gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis), consoante o último autor.

- **Cor**

A cor será consequência dos sólidos dissolvidos presente. O esgoto fresco irá apresentar apresenta cor ligeiramente cinza, enquanto o esgoto séptico irá apresentar coloração cinza escura ou preta (VON SPERLING, 2005).

- **Odor**

Os odores são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico de esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico (FUNASA, 2004).

Odor é uma sensação olfativa, não representa risco à saúde e é o maior causador de reclamações por parte dos consumidores. O esgoto fresco possui odor oleoso, relativamente desagradável. O esgoto séptico apresenta odor fétido (desagradável), devido ao gás sulfídrico e a outros produtos de decomposição. Despejos industriais têm odor característico. (VON SPERLING, 2005).

- **Turbidez**

A turbidez representa o grau de interferência com a passagem de luz através de água, conferindo uma aparência turva a mesma (VON SPERLING, 2005).

Como afirma Piveli e Kato, (2006), *apud* SILVA (2011):

“Embora não seja muito frequente o emprego da turbidez na caracterização de esgotos, é comum dizer-se, por exemplo, que uma água residuária tratada por processo anaeróbio apresenta turbidez mais elevada do que se o fosse por processo aeróbio, devido principalmente ao arraste de sólidos provocado pela subida das bolhas de gases resultantes da fermentação. Também para processos aeróbios, um aumento na turbidez do esgoto tratado é indicativo de problemas no reator biológico onde ocorre a floculação” (PIVELI E KATO, 2006, p.6)

Conforme Von Sperling (2005), este parâmetro é causado por uma grande variedade de sólidos em suspensão. Esgotos mais frescos ou mais concentrados, geralmente apresentam maior turbidez.

3.3.2 Características químicas dos esgotos domésticos

As principais características químicas dos esgotos domésticos são: pH, cloreto, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, óleo, metais, matéria orgânica carbonácea demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio.

- **pH**

O pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 2005).

Conforme o mesmo autor, a característica pH é utilizada nas estações de tratamento de esgoto para o controle das operações da mesma (digestão anaeróbia). Em termos de tratamento de águas residuárias:

- Valores de pH afastados da neutralidade tendem a afetar as taxas de crescimento dos microorganismos;
- A variação de pH influencia no equilíbrio de compostos químicos;
- Valores de pH elevados possibilitam a precipitação de metais.

De acordo com Pessoa e Jordão (2009), o pH do esgoto, em geral, varia entre 6,5 e 7,5. Esgotos velhos ou sépticos têm pH inferior a 6,0. A vida aquática requer um faixa de pH de 6 a 9.

- **Cloreto**

Podem ser originados pela dissolução de minerais e do solo, por intrusão de águas salinas, por despejos industriais ou lixiviação de áreas agrícolas. Os cloretos sempre estão presentes no esgoto, pela contribuição das excretas humanas. A remoção de cloretos é quase insignificante nos tratamentos convencionais (JORDÃO e PESSOA, 2009).

Von Sperling (2005), afirma que, todas as águas naturais, em maior ou menor escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. É utilizado como parâmetro frequente quando o esgoto tratado for destinado para irrigações.

- **Nitrogênio**

O nitrogênio é encontrado comumente na natureza, em várias formas e estado de oxidação. Em meio aquático, este gás pode ser encontrado nas seguintes formas: (a) nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera, (b) nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), (c) amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), (d) nitrito (NO_2^-) e (e) nitrato NO_3^- (VON SPERLING, 2005).

- **Fósforo**

Em relação às fontes naturais de fósforos, as principais são a dissolução de compostos do solo e decomposição das matérias orgânicas. Tratando-se das origens artificiais, são despejos de esgotos domésticos, despejos de esgotos industriais, excrementos de animais, fertilizantes e detergentes. É válido ressaltar que este é um dos principais responsáveis pela introdução de fosfato nas águas (VON SPERLING, 2005).

- **Oxigênio dissolvido (OD)**

Este parâmetro é o que melhor qualifica os efeitos do despejo orgânicos em corpos d'água. É de fundamental importância para a vida de seres aquáticos aeróbios. Um corpo d'água que apresente redução na concentração de oxigênio dissolvido (OD), a depender da magnitude deste fenômeno, poderá acarretar na morte de diversos seres aquáticos, inclusive peixes. Em casos mais extremos, com consumo total do oxigênio, têm-se condições de anaerobiose (ausência do oxigênio), gerando possivelmente mau odor.

- **Óleo**

É uma substância comumente encontrada nos esgotos domésticos, uma vez que se apresenta de diversas formas, seja quanto alimento e sua preparação, como também na forma de óleos minerais derivados do petróleo. Nos esgotos domésticos, a faixa de óleos e graxas encontradas é de 55 a 170 mg de óleos e graxas/L, com valor médio de 110 mg/L, conforme menciona Von Sperling (2005).

- **Ferro e manganês**

Estes metais são encontrados na natureza em grandes quantidades de solos. Pode ter sua origem devido aos despejos industriais em um corpo de água qualquer. Em pequenas quantidades, tornam-se indispensáveis para a maioria dos organismos vivos (VON SPERLING, 2005).

- **Matéria orgânica carbonácea**

É a principal causadora de problemas de poluição para os corpos d'água, tornando-se assim uma característica de primordial importância, na qualificação destes. As substâncias orgânicas constituintes nos esgotos são compostas de proteína (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gordura e óleos (8% a 12%) e ureia, surfactantes, fenóis, pesticidas, metais e outros (em menor quantidade). Em termos práticos, usualmente não há necessidade de se caracterizar a matéria orgânica em termos de proteínas, gorduras e carboidratos. Visto que há uma grande dificuldade na determinação laboratorial, diante à multiplicidade de formas e compostos que o efluente pode apresentar. Logo, são adotados métodos (diretos ou indiretos) para a determinação da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

- **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) demonstra a quantidade de oxigênio necessária para que se consiga estabilizar através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. O prazo para uma estabilização completa, em termos práticos, se dá após uma determinada quantidade de dias (convencionou-se realizar o procedimento após o 5º dia, a uma temperatura padrão de 20°C) (VON SPERLING, 2005).

Este padrão é bastante importante, quando se trata de tratamento de esgoto, uma vez que o teste de DBO é bastante utilizado como critério de avaliação do potencial poluidor de efluentes domésticos e industriais em termos de consumo de oxigênio. A DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 a 400 mg/L, logo, a cada 1L de esgoto despejado em um determinado corpo d'água, será consumido do mesmo de 100 a 400 mg/L de oxigênio (JORDÃO & PESSOA, 2009).

- **Demanda química de oxigênio (DQO)**

Conforme Von Sperling (2005), a demanda química de oxigênio (DQO) corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida através de um forte oxidante (dicromato de potássio) em meio ácido. Conforme o mesmo autor, o teste de DQO indica o quanto de oxigênio será consumido de um corpo receptor após o lançamento de efluentes em uma determinada localidade de seu curso.

Realizando um comparativo entre os parâmetros de DQO e DBO, o primeiro apresenta uma grande vantagem, fornece a resposta em um intervalo de tempo menor, apresentando variações dependendo da forma que esse teste seja realizado, com dicromato (2 horas) ou com outros aparelhos específicos (que forneceriam a resposta em alguns minutos) (JORDÃO & PESSOA, 2009).

A relação DQO/DBO para esgotos domésticos brutos apresenta uma variação, entre 1,7 e 2,4. No entanto, se considerarmos esgotos industriais, esta intervalo pode variar amplamente. Outro caso em que irá existir uma alteração nesta relação, é à medida que o efluente passa por diversas unidades da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), como consequência terá um aumento devido à redução gradual da fração biodegradável, enquanto a fração inerte permanece aproximadamente inalterada. (VON SPERLING, 2005).

Normalmente a DQO dos esgotos varia entre 200 e 800 mg/L (JORDÃO & PESSOA, 2005).

3.3.3 Parâmetros biológicos

Os principais microrganismos encontrados nos corpos d'água e nos efluentes são as bactérias, algas, fungos, protozoários, vírus e helmintos. Eles desempenham diversas funções, se tratando do tratamento biológico dos esgotos, os microrganismos são os responsáveis pelas reações de conversão da matéria orgânica e inorgânica (SPERLING, 2005).

Dentre os microrganismos citados anteriormente, Jordão & Pessoa (2005), afirma que as bactérias talvez, constituem o elemento mais importante deste grupo, uma vez que, são responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza quanto nas unidades de tratamento biológico.

As bactérias coliformes, por serem intrínsecas ao excremento humano (100 a 400 bilhões de coliformes/habitante x dia) e de outros animais de sangue quente (mamíferos em geral) e também pela simplicidade de sua determinação, é um índice adotado como referência para indicar o grau de contaminação (FUNASA, 2004).

3.4 Composição do Esgoto

Encontra-se apresentada, na Tabela 1, a composição típica que Gonçalves e Souza (1997) *apud* MELLO (2007) consideraram ser aplicável a esgotos sanitários.

Tabela 1 - Composição típica de esgotos sanitários.

CONSTITUINTES	Concentrações (em mg/L, onde não indicados)		
	Forte	Médio	Fraco
1. Sólidos Totais	1230	720	390
1.1 Dissolvidos totais	860	500	270
1.1.1 Fixos	520	300	160
1.1.1 Voláteis	340	200	110
1.2 Suspensos totais	400	210	120
1.2.1 Fixos	85	50	25
1.2.1 Voláteis	315	160	95
2. Sólidos sedimentáveis (ml/L)	20	10	5
3. DBO ₅ , 20°C	350	190	110
4. DQO	800	430	250

Fonte: Adaptado Metcalf & Eddy (2003).

Segundo Von Sperling (2005), as concentrações nos esgotos sanitários irão variar, pois dependem de diversos fatores, (contribuição per capita do poluente, o consumo per capita de água, a presença de efluentes industriais, entre outros), por exemplo, em localidades com baixo consumo per capita de água, normalmente se tem efluentes bem concentrados.

3.5 Processos de Tratamento de Esgotos

As ETE's podem ser definidas como uma unidade ou estrutura, elaborada com o intuito de receber e tratar efluentes. Dentro desta área, através de processos físicos, químicos e/ou biológicos, são simuladas ou intensificadas as condições de depuração, sendo atendidas todas as condições estabelecidas previamente, a ETE estará apta a lançar o efluente tratado reduzindo os efeitos adversos às características naturais do corpo d'água. (LA ROVERE, 2002 *apud* LINS, 2010, p. 37).

A tomada de decisão para a elaboração, construção e operação de uma ETE, deve considerar diversos fatores, dentre os mais importantes, pode-se destacar o estudo do fluxo de água do corpo receptor (capacidade de autodepuração) e as características do efluente gerado. Atualmente, estão disponíveis diversos processos para o tratamento de esgoto, que podem ser individuais ou combinados. Para que a ETE trabalhe com a eficiência esperada, é essencial que sejam analisados todos os processos unitários e de seus custos, e também a disponibilidade de área (IMHOFF;IMHOFF, 1996 *apud* MELLO, 2007, p. 18).

Segundo Von Sperling (2005), o tratamento dos esgotos é usualmente classificado nos seguintes níveis:

- Tratamento preliminar: tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros;
- Tratamento primário: objetiva a remoção de sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. Importante salientar que tanto neste tratamento como no tratamento preliminar, predominam os mecanismos físicos de remoção de poluentes.
- Tratamento secundário: nesta etapa predominam os mecanismos biológicos, visa principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo).
- Tratamento terciário: trata-se de um tratamento eventual. Objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes que não foram removidos suficientemente no tratamento secundário.

No tratamento terciário, os processos mais utilizados são desinfecção, adsorção por carvão ativado, processo de separação por membranas e processo

oxidativo avançado (POA). Na Tabela 2, encontram-se as eficiências estimadas para cada tipo de tratamento.

Tabela 2 - Eficiências estimadas, desejadas nos diversos níveis de tratamento.

Tipo de tratamento	Matéria orgânica (% remoção DBO)	Sólido em suspensão (% remoção SS)	Nutrientes (% remoção nutrientes)	Bactérias (% remoção)
Preliminar	5-10	5-20	Não remove	10-20
Primária	25-50	40-70	Não remove	25-75
Secundário	80-95	65-95	Pode remover	70-99
Terciário	40-99	80-99	Até 99	Até 99,999

Fonte: São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente – CETESB. 1988 *apud* LINS, GUSTAVO. 2010, p. 40.

3.6 Fases de Tratamento

As fases que constituem o tratamento de efluentes seguem a seguinte configuração: tratamentos preliminar, primário, secundário e terciário.

3.6.1 Tratamento preliminar

De acordo com Von Sperling (2005), o tratamento preliminar tem a função de remover os sólidos grosseiros e areia. Os mecanismos básicos utilizados para a remoção destes é de ordem física. Comumente é incluída a esta etapa uma calha de dimensões padronizadas (exemplo, calha Parshall), com o intuito de medir a vazão, através de uma correlação com o nível do líquido.

- **Gradeamento**

Para Jordão e Pessoa (2009), as grades são dispositivos compostos de barras paralelas, espaçadas igualmente e que possuem uma determinada inclinação (que irá variar de 45° a 75°), tendo por objetivo remover os sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes. A depender do espaçamento, podem ser classificadas em grades grossas, médias e finas.

De acordo com Von Sperling (2005), a remoção de sólidos grosseiros é de fundamental importância, sendo assim, o gradeamento tem a função de:

- Proteger os dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações);
- Proteger as unidades de tratamento subsequentes;

- Proteção dos corpos receptores.

Conforme o mesmo autor é importante salientar que a remoção dos sólidos grosseiros também pode ser feita através de peneiras rotativas, estáticas ou trituradores. E a remoção do material retido pode ser realizada de duas maneiras: manual ou mecanizada. A Tabela 3 demonstra a caracterização dos diferentes tipos de gradeamento e na Tabela 4 estão indicadas as eficiências das mesmas, considerando o espaçamento e espessura das barras.

Tabela 3 - Espaçamento ou abertura e espessuras.

Tipo de grade	Espaçamento (mm)	Espessuras mais usuais (mm)
Grosseira	40	10 e 13
	60	10 e 13
	80	10 e 13
	100	10 e 13
Média	20	8 e 10
	30	8 e 10
	40	8 e 10
Fina	10	6, 8 e 10
	15	6, 8 e 10
	20	6, 8 e 10

Fonte: Marçal Júnior (2001).

Tabela 4 - Retenção de sólidos suspensos pelo sistema de gradeamento.

Espessura das barras (t)	a = 20 mm	a = 25 mm	a = 30 mm
6 mm	75%	80%	83,40%
8 mm	73%	76,80%	80,30%
10 mm	67,70%	72,80%	77%
13 mm	60%	66,70%	71,50%

Fonte: Marçal Júnior, (2001).

- **Caixa de areia ou desarenador**

Caixas de areia ou desarenadores são unidades especiais, que têm a função de remover a areia contida nos esgotos. A base de funcionamento deste mecanismo é basicamente a sedimentação: os grãos de areia, por possuírem dimensões e densidade maiores, vão se depositando no fundo do tanque, enquanto a matéria

orgânica, sendo de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão e segue para as etapas seguintes do sistema (VON SPERLING, 2005).

Conforme o mesmo autor, as finalidades para a retirada de areia do sistema são:

- Evitar abrasão nos equipamentos e tubulações;
- Eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões e outros;
- Facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

Ainda segundo o autor existem diferentes geometrias para os desarenadores, sejam retangulares (que são os mais comuns), quadrados (com fundos semi-cônico), entre outros. Existem diversos métodos para a retirada e o transporte da areia sedimentada, desde os manuais (ou por caminhão limpa fossa, conhecido também como “chupa cabra”) até os completamente mecanizados.

3.6.2 Tratamento primário

Este tratamento visa à remoção dos sólidos em suspensão sedimentáveis e pelos sólidos flutuantes, através do fornecimento de condições que favorecem a deposição e conseqüente remoção dos sólidos orgânicos e inorgânicos. Esta etapa, normalmente, ocorre em decantadores primários, onde o efluente já passou pelo tratamento preliminar (SANTOS, 2007).

Segundo Von Sperling (2005), a eficiência de remoção dos sólidos em suspensão encontra-se em torno de 60 a 70%, correspondendo em cerca de 25 a 35% da DBO.

Conforme Santos (2007), esta eficiência pode ser melhorada, para isto, deve-se adicionar químicos que ajudam na sedimentação. O lodo gerado no tratamento primário não é estabilizado e após a retirada (seja por meio de tubulações, raspadores mecânicos ou bombas), necessita de um tratamento e posteriormente poderá ser encaminhado a um destino final ou reuso agrícola na forma de bio-sólidos.

- **Decantadores primário**

Basicamente, existem duas geometrias para os decantadores de esgotos: retangular e circular, este, mais comumente são alimentados pelo centro e a coleta do efluente decantado é feita nas bordas dos decantadores. Entretanto, existem também, os decantadores circulares de alimentação periférica (SANTOS, 2007).

De acordo com Von Sperling (2005), vem sendo criada uma tendência pela utilização de reatores anaeróbios, logo, nos processos de elaboração de novas ETE's os decantadores primários estão sendo substituídos por Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente e de Manta de Lodo (RAFA), denominados também como UASB. Nesse aspecto pode-se citar algumas vantagens:

- Eficiência de remoção de DBO maior, em torno de 70%, ao invés de 25 a 35%;
- Redução do volume das unidades de tratamento de jusante;
- Economia de energia.

3.6.3 Tratamento secundário

Conforme Von Sperling (2005), esta etapa do tratamento de efluentes, tem como objetivo a inserção de uma etapa biológica, assim a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos. Esta matéria orgânica se apresenta em duas formas, são elas:

- Matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel ou filtradas), não é removida no tratamento primário, ou seja, a remoção não se dá por processos meramente físicos;
- Matéria orgânica em suspensão (DBO suspensa ou particulada), grande parte consegue ser removida no tratamento primário, porém alguns sólidos de sedimentação mais lenta permanecem na massa líquida, sendo removidas, portanto nesta etapa do tratamento.

Ainda, segundo o mesmo autor, são concebidos vários processos do tratamento secundário, com o intuito de acelerar os mecanismos de degradação que ocorrem naturalmente nos corpos receptores. Desta forma, é alcançada a decomposição dos poluentes orgânicos degradáveis, em condições controladas, em

intervalos de tempo menores do que em sistemas naturais. Todo o processo biológico tem como principal objetivo promover a interação entre os organismos e o material orgânico contido nos esgotos, de tal forma que este possa ser utilizado como alimento pelos microrganismos (bactérias, protozoários, fungos e outros). A matéria orgânica é convertida pelos microrganismos em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos). Em condições anaeróbias, ou seja, com a ausência do oxigênio, tem-se também a produção de metano. Para que o tratamento secundário seja eficiente é indispensável o controle de alguns parâmetros, como, temperatura, pH, tempo de contato e outros, em condições anaeróbias, oxigênio.

Em termos de configuração, o tratamento secundário certamente irá incluir as unidades de tratamento preliminar, mas pode ou não incluir o tratamento primário. Uma vez que existe uma grande variedade de métodos de tratamento de nível secundário, sendo os mais comuns:

- Lagoas de estabilização e variantes;
- Processos de disposição sobre o solo;
- Reatores anaeróbios;
- Lodos ativados e variantes;
- Reatores aeróbios com biofilmes.

A primeira vantagem apresentada por reatores UASB, quando comparadas as demais tecnologias de tratamento está relacionada ao seu curto tempo de detenção hidráulica (cerca de 6 horas), para remoção de aproximadamente 70% para DBO e 75% para sólidos em suspensão. Sistemas como o de lagoas de estabilização ou de lodos ativados é de 20 a 30 dias e de 12 a 24 horas, respectivamente.

A segunda vantagem sobre este tipo de tratamento está relacionada à sua demanda por área ser muito menor, quando comparada aos demais sistemas (aproximadamente 0,01 m² por habitante, enquanto as lagoas de estabilização necessitam de 3 ou 4 m² por habitante). O fato de tronar a ETE compacta permite a aplicação deste durante trechos distintos na rede de esgoto, desta forma são despejadas concentrações menores para o sistema de tratamento principal. Tal fato justifica a aplicação destes reatores como a principal fonte de tratamento de

esgoto sanitários domésticos em condomínios e loteamentos (van Haandel e Catunda, 1995). A razão área/profundidade não influencia no seu desempenho, desta forma o projetista tem liberdade para determinar a unidade viabilizando os custos finais e características do terreno disponível.

Por ser um sistema totalmente fechado, esta tecnologia não causa qualquer transtorno a população, uma vez que não causa odores (desde que os gases sejam queimados ou convertidos em formas de energia) e não causam a proliferação de insetos. O lodo, produzido em pequenas quantidades, já sai estabilizado, sendo encaminhado instantaneamente para os leitos de secagem, onde posteriormente terão a destinação final. Além de apresentarem manutenção e operação bastante simples.

Enquanto ao seu processo construtivo, por ser relativamente fácil – comparada as outras tecnologias - e demandar materiais comuns da construção civil, apresenta vantagem em termos econômicos.

- **Sistemas anaeróbios**

De acordo com Von Sperling (2005), existem diferentes configurações quando se trata de reatores anaeróbios. Dentre elas as mais utilizadas no tratamento de esgotos domésticos são:

- Filtro anaeróbio (uso frequente para o tratamento de efluentes oriundos de tanques sépticos)
- Reator UASB, conhecido também como reator RAFA

Marçal Junior (2001) afirma que, estes tipos de reatores constituem-se basicamente por processos biológicos onde a finalidade é a remoção de matéria orgânica, como consequência acontece a geração de biogás e a produção de biofertilizantes mais ricos em nutrientes, apresentando-se assim como uma alternativa atraente para tratamento de alguns casos de esgoto industrial e esgoto sanitário.

Conforme o último autor, estes reatores apresentam vantagens significativas quando comparadas a sistemas aeróbios convencionais, sendo:

- Apresenta pouca produção de lodo biológico;

- Não necessita de energia para aeração;
- Há produção de metano;
- Pouca necessidade de nutrientes;
- O lodo pode ser preservado ativo durante meses sem alimentação;
- O processo pode trabalhar com altas e baixas taxas orgânicas.

Existem diversas configurações de reatores anaeróbios, sendo os tipos mais utilizados para o tratamento de esgotos domésticos o filtro anaeróbio (frequentemente utilizado para tratar efluentes de tanques sépticos) e reator UASB, ou reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (SPERLING, 2005).

- **Reatores anaeróbios de manta de lodo**

Von Sperling (2005) afirma que os RAFA's ou ainda de UASB, sendo o último a nomenclatura mais usual, vem se tornando a maneira de tratamento de efluente mais comum no Brasil, principalmente por possuir uma configuração compacta em relação às demais, dispensando a configuração primária. Os reatores UASB são unidades únicas ou que precedem alguma forma de pós-tratamento. Nestes reatores, diferentemente do que ocorre nos filtros biológicos, a biomassa cresce dispersa no meio, e não aderida a um meio suporte especialmente incluído. Onde o princípio destes reatores é dividir o efluente bruto em três fases (separador trifásico), ou seja, fases líquida, sólida e gasosa. Onde a fase líquida corresponde ao efluente líquido que sai após o tratamento, com eficiência aproximada de 60% a 80% de remoção de DBO. A fase sólida destina-se ao lodo gerado, porém nesses tipos de reatores a taxa de geração é muito baixa, e como esta biomassa já sai adensada e digerida, segue para desidratação em leitos de secagem ou por meio de equipamentos mecânicos. A fase gasosa é a geração de biogás gerado no processo anaeróbio, de onde pode ser retirado e reaproveitado (energia do metano) ou simplesmente queimado.

Os reatores do tipo UASB quando comparados a forma de tratamento aeróbia convencional, utilizados em locais que apresentam temperaturas elevadas, que é o caso da maioria dos municípios brasileiros, apresentam diversas vantagens, dentre elas o baixo consumo de energia, baixa produção de lodo, desidratação do lodo,

eficiente remoção de DBO e DQO, dentre outros (CHERNICHARO, 1997 *apud* MELLO, p. 29).

Von Sperling (2005) evidencia que os reatores UASB apresentam uma limitação na eficiência de remoção de DBO, sendo menor ou igual a 70%, logo, inferior à maioria dos outros processos. Para que se atinja uma eficiência desejada, deve-se adicionar após os reatores UASB um pós-tratamento, podendo ser qualquer processo secundário (aeróbio ou anaeróbio) ou físico-químico. Devido à remoção de cerca de 70% da carga orgânica realizadas por estes reatores, as unidades de pós-tratamento serão bem mais compactas.

Em estudo realizado por Mello (2007), foram verificadas as eficiências da ETE da cidade de Novo Horizonte – MG, onde inicialmente realizou o tratamento do efluente apenas nos níveis preliminar e secundário (por reatores UASB). Na primeira análise verificaram-se as taxas de remoção de 68%, 64% e 85%, enquanto na segunda observaram-se taxas de remoção iguais a 78%, 79% e 86% para DBO, DQO e Sólidos Sedimentáveis, respectivamente.

Já Pontes (2003), em estudo intitulado como “Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador”, verificou eficiências médias de remoção de 78% para DBO e 74% para DQO.

Em ambos os estudos as faixas de remoção superaram os valores dispostos na bibliografia, indicando que enquanto a estes parâmetros os reatores UASB, se bem operados, poderão apresentar eficiências superiores a esperada.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A ETE 01 – Bacia centro, locada na sede municipal, no bairro Vila Nobre, em funcionamento desde o ano de 2007, é também a de maior porte, graças a um processo de ampliação, o qual incluiu à estação três reatores anaeróbios, dois leitos de secagem e um novo emissário, Figura 1.

Figura 1 - Vista geral do posicionamento da ETE 01 - Centro



Fonte: Adaptada, Google Earth (2016)

Desta forma, a ETE 01 – Centro é composta por: 01 gradeamento, 02 desarenadores, 04 RAFA's e 11 leitos de secagem. Recebendo atualmente uma vazão de 15.650m³/dia.

A ETE 02, Bacia BTN, localizada no bairro Tancredo Neves, está em funcionamento desde o final do ano de 2013, possui a mesma configuração da ETE anterior, no entanto o porte é reduzido. Tem a função de tratar os efluentes dos bairros Tancredo Neves I, II e III. O índice de coleta sanitária nos bairros destinados a essa ETE está entre 90% a 95% e todo o esgoto é tratado, Figura 2.

Figura 2 - Vista geral do posicionamento da ETE 02 - BTN



Fonte: Adaptada, Google Earth (2016)

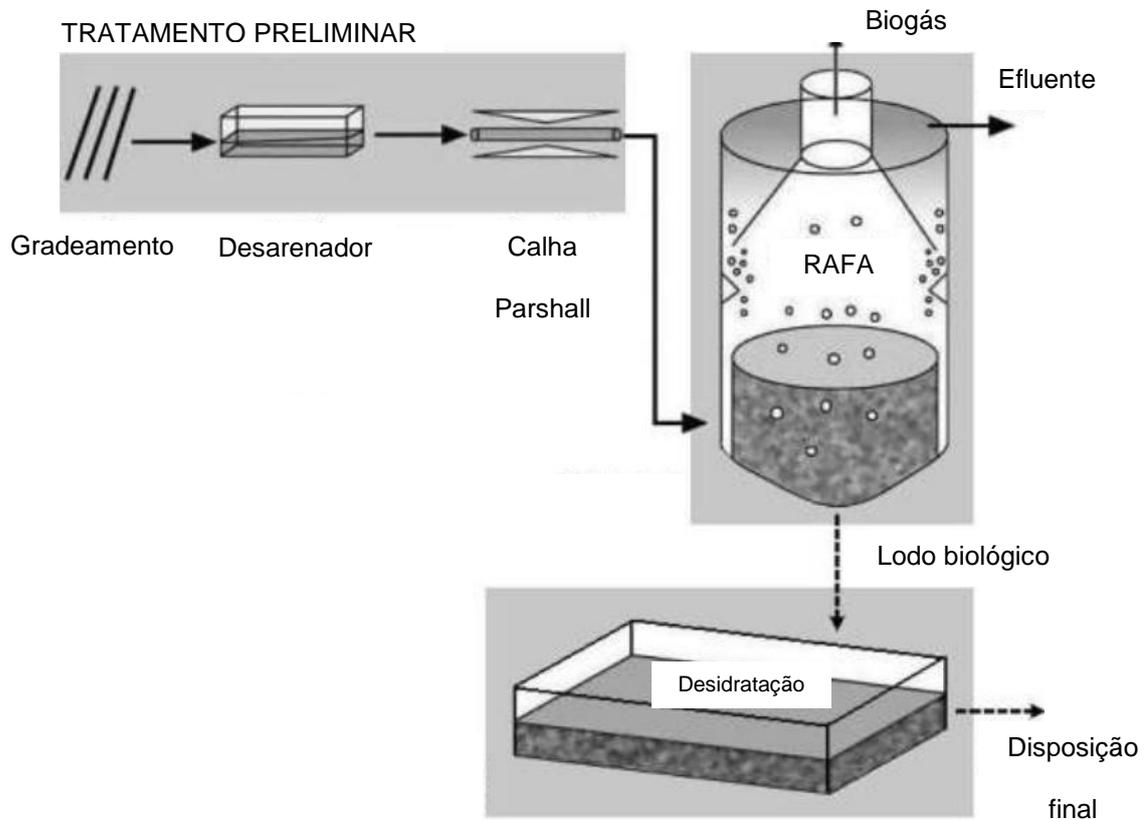
Desta forma, a ETE 02 – BTN é composta por: 01 gradeamento, 02 desarenadores, 02 RAFA's e 06 leitos de secagem. Recebendo atualmente uma vazão de 10.633m³/dia.

É válido ressaltar que ambas as estações não adotam nenhum tipo de tratamento terciário, a EMBASA justifica tal técnica alegando que a velocidade e a grande quantidade de águas do rio são fatores fundamentais que garantem a autodepuração do efluente despejado no corpo hídrico.

4.2 Descrição da Estação de Tratamento de Esgoto

As ETE's locais utilizam a mesma tecnologia, em resumo, após o tratamento preliminar o efluente segue para os reatores anaeróbios sendo lançado posteriormente nos cânions do rio São Francisco. Enquanto isso, o lodo digerido é depositado nos leitos de secagem e posteriormente é feito o transporte para o aterro sanitário local. Pode-se entender o funcionamento da estação através do fluxograma a seguir.

Figura 3 - Fluxuograma: Tratamento preliminar seguido por RAFA's.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

4.2.1 Tratamento preliminar

- **Gradeamento**

Após passar por estações elevatórias ou simplesmente seguir pela rede por gravidade, o efluente é encaminhado para esta unidade, que tem o propósito de reter os sólidos grosseiros. As grades, com 2 cm de abertura, são instaladas logo no início da ETE. A limpeza da grade é realizada duas vezes ao dia e o material retido é armazenado temporariamente em recipientes e posteriormente seguem em caçambas para o aterro sanitário local. Nesta etapa verificou-se um aumento de sólidos considerável no gradeamento da ETE 02, sendo justificado em seguida pela empresa de saneamento por esta estação atender a bairros mais carentes, onde o descarte de lixo é feita de maneira inadequada. Na Figura 4 a seguir é possível perceber a grande quantidade de sólidos grosseiros retirados ao decorrer do dia.

Figura 4 - Grades após realização da limpeza.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Os canais que guiam o efluente até o gradeamento são caracterizados conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Dimensões, gradeamento.

	Gradeamento		
	H _{canal} (m)	L _{canal} (m)	Espaçamento (cm)
ETE 01	1,22	1,52	2,00
ETE 02	1,00	0,80	2,00

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

- **Unidade de desarenação**

Sendo a última etapa do tratamento preliminar, esta unidade visa à remoção de material sólido, de maior sedimentabilidade (areia), evitando danos às unidades de tratamento a seguir. Formada por canais quadrados ou retangulares, instalados em paralelo, funcionando de maneira alternada, possibilitado assim a limpeza da unidade. No início de operação das ETES a limpeza destas unidades era quinzenal (a cada 15 dias), no entanto o acúmulo estava sendo vultoso e demandava mais trabalho, logo, foi decidido que a limpeza também seria diária.

Figura 5 - Desarenadores, ETE 01 - Centro.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Como visto na Figura 5 os desarenadores das ETE's do município apresentam geometria retangular, com dimensões características para cada uma, Tabela 6.

Tabela 6 - Dimensões, desarenadores.

	Desarenador		
	Hcanal (m)	Lcanal (m)	Comprimento (m)
ETE 01	1,50	2,00	8,60
ETE 02	1,25	1,00	8,00

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

- **Calha Parshall**

Esta unidade tem como função controlar o nível do líquido à entrada do tratamento seguinte e também é um dispositivo de medição de vazão (este dado é obtido devido a uma régua graduada acoplada a unidade).

Figura 6 - Calha Parshall, ETE 01 - Centro.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

4.2.2 Tratamento secundário

- **Reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA/DAFA/UASB)**

É a principal etapa do tratamento, os reatores biológicos promovem a decomposição da matéria orgânica, removendo a poluição dos esgotos através das bactérias na ausência do oxigênio, em processos biológicos naturais, sob condições controladas. Os digestores, Figura 7, têm 6 metros de profundidade e durante o seu processo construtivo, esta foi a principal dificuldade encontrada, uma vez que o solo é muito rígido e a presença de rocha é significativa na região.

Ainda dentro dos digestores como consequência do tratamento tem-se a criação da biomassa, lodo digerido (em outro momento são dadas descargas e parte desse lodo é eliminado), e de gases, estes seguem por tubulações para o exterior. Em ambas as ETE's não há o aproveitamento ou queima deste gás, gerando mau odor em seu entorno. Algumas instituições de ensino em parceria com a EMBASA já estudam a elaboração de um projeto para reaproveitar o mesmo.

Figura 7 - Reatores anaeróbios de fluxo ascendente, ETE 01 - Centro.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Conforme a Tabela 7, cada reator da ETE 01 – Centro apresenta volume aproximado de 1.553 m³, enquanto os reatores da ETE 02 – BTN possuem aproximadamente 1.352 m³.

Tabela 7 - Dimensões, RAFA's.

	RAFA			
	Largura (m)	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Unid.
ETE 01	11,50	22,50	6,00	4
ETE 02	8,50	26,50	6,00	2

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

4.2.3 Estruturas acessórias ao tratamento

- **Leitos de secagem**

Segundo informações da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN, 2015), pode-se definir leito de secagem como a uma unidade de tratamento da fase sólida, de geometria geralmente retangular, a qual é projetada e construída para receber lodo proveniente das unidades de remoção de matéria orgânica, Figura 8. Nesta unidade irá ocorrer a redução de umidade através da drenagem e evaporação da água liberada durante o período de secagem, que pode variar entre 20 e 40 dias.

Figura 8 – Leitos de secagem, ETE 01 – CENTRO.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

A umidade nestas unidades pode atingir entre 60% a 70%, em seguida, poderá ser encaminhado para o aterro sanitário. As ETE's do município possuem as dimensões mostradas na Tabela 8.

Tabela 8 - Dimensões, leitos de secagem.

	Leito de secagem			
	Largura (m)	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Unid.
ETE 01	5,00	12,00	0,60	11
ETE 02	8,85	15,10	0,60	6

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

- **Emissário**

Trata-se da tubulação que irá transporta o efluente tratado até o corpo receptor, Figura 9. Não podendo receber ao longo de sua extensão nenhum tipo de contribuição de efluente *in natura*.

Figura 9 - Emissário, ETE 01 - Centro.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

As fiscalizações realizadas ao longo do canal e linha de descarte é realizado constantemente pela EMBASA, impedindo principalmente a ligação de tubulações com efluentes provenientes de indústrias, Tabela 9.

Tabela 9 - Dimensões, emissário.

	Emissário		
	Lcanal (m)	Ccanal (m)	Hcanal (m)
ETE 01	3,20	15,00	1,70
ETE 02	1,00	8,30	2,60

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

4.3 Caracterização do Estudo

O início dos estudos se deu por pesquisas, levantamento de informações e formação de banco de dados. As pesquisas foram respaldadas em fontes

bibliográficas, banco de dados digitais, fonte de dados disponíveis na internet, normas pertinentes e através de contatos com a EMBASA.

Em um segundo momento, foram agendadas e realizadas visitas monitoradas as unidades em estudo do município de Paulo Afonso, para reconhecimento da área de estudo das duas principais estações de tratamento de esgoto, bem como reconhecer os métodos e tecnologias adotadas nas mesmas.

4.4 Método de Pesquisa

Para o desenvolvimento do referido trabalho, utilizou-se primeiramente o método de pesquisa bibliográfica, objetivando apresentar os conceitos e as características que compõe o sistema de esgotamento sanitário (SES). Dentre os autores, pode-se destacar: Von Sperling (2005); Jordão e Pessoa (2009) e Santos (2007). Além disso, foi realizado um amplo estudo da norma, a qual fixa as condições exigíveis para a elaboração e manutenção do projeto hidráulico-sanitário de estações de tratamento de esgoto sanitário. A resolução 430 (2011) do CONAMA será de fundamental importância, pois funcionará como norteadora na análise do funcionamento e comparação das estações, uma vez que nela serão encontrados parâmetros a serem alcançados.

4.5 Instrumento de Coleta de Dados

4.5.1 Observação direta

Este método foi realizado através de visitas monitoradas às estações de tratamento de esgoto. No dia 9 de julho de 2015, acompanhado pela equipe técnica da EMBASA, seguiu-se primeiramente para a ETE 01 e em um segundo momento para a ETE 02, onde foi autorizada a gravação de áudio, vídeos e obtenção de fotos. Durante a visita, os membros da equipe técnica explicaram a organização da estação, bem como a opção pelo tipo de tratamento adotado (reatores anaeróbios). Através da pesquisa bibliográfica realizada em um primeiro momento pode-se criar um senso crítico adequado para supervisionar os procedimentos adotados na estação e avaliá-los de forma criteriosa. Bem como obter informações julgá-las de maneira imparcial sem interferir e registrá-las com fidelidade ao longo do trabalho.

4.5.2 Análise documental

Para que se possa fazer uma análise mais aprofundada e fiel solicitou-se os testes laboratoriais que são realizados em ambas as estações de tratamento, com o intuito de analisar $DBO_{5,20}$, DQO e SS. Uma vez que a própria empresa prestadora do serviço de saneamento se colocou a disposição para consulta de tais dados.

4.6 Tratamento dos dados

A quantidade, tipos de parâmetros bem como a série temporal de análise (2 meses) utilizada ficaram restritas devido a limitação de acesso enquanto aos dados disponibilizados pela companhia de saneamento local.

Em posse dos testes laboratoriais, foi realizada uma comparação entre as estações, verificando qual apresenta melhor desempenho. Além disso, realizou-se uma verificação entre o valor teórico esperado e o real (através das análises) para as concentrações de $DBO_{5,20}$, DQO E SS que foram os parâmetros escolhidos.

Desta forma, iniciando as análises dos parâmetros adotados, foi elaborada a Tabela 10, onde estão presentes as eficiências de remoção dos parâmetros escolhidos ao decorrer de etapas distintas no sistema de tratamento.

Tabela 10 - Faixa de eficiência esperadas para níveis de tratamentos.

Tipos de tratamento	Matéria orgânica (% remoção de DBO)	Matéria orgânica (% remoção de DQO)	SS (% remoção)
Preliminar	0 a 5	-	5 a 20
UASB	60 a 75	55 a 70	65 a 80

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

Em seguida, foram consideradas efluentes com características distintas e relacionadas com os parâmetros adotados. Presentes na tabela 11.

Tabela 11 - Características de esgotos sanitários.

Característica do efluente	$DBO_{5,20}$ (mg/L)	DQO (mg/L)	SS (mL/L)
Forte	400	1000	20
Fraco	110	250	05

Fonte: Metcalf e Eddy (2002).

Para realizar o descarte de efluentes em corpos d'água alguns parâmetros devem atender obrigatoriamente a faixa estabelecida em resolução pelo CONAMA 357/05 e 430/11, para os diferentes padrões de qualidade dos corpos receptores e padrões de lançamento de efluente nas diversas situações. No entanto, é válido ressaltar que em ambas as resoluções não são feitas quaisquer referências ao parâmetro de demanda química de oxigênio (DQO) enquanto ao lançamento de efluentes líquidos. Exigindo a DBO como um dos parâmetros principais para inferir o grau de poluição ou não de um corpo d'água. Apesar de um limite pré-estabelecido a ser atendido, na mesma resolução é feita uma ressalva, onde o limite de DBO poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60%, ou ainda, diante um estudo de autodepuração do corpo hídrico, onde seja comprovado o atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. Tais parâmetros estão dispostos na tabela 07 a seguir.

Tabela 12 - Padrões de lançamento conforme CONAMA, resolução 430/11.

	Matéria orgânica (% remoção de DBO _{5,20})*	Matéria orgânica (% remoção de DQO)	SS (% remoção)
Inferior a	120 mg/L	Não regulamentado	1 mL/L

Fonte: CONAMA (2011).

Desta forma, iniciou os procedimentos para análise de uma ETE operando em quatro situações hipotéticas, sendo elas:

Situação I: Efluente tratado com característica forte e suas unidades operando com eficiência máxima.

Situação II: Efluente tratado com característica forte, entretanto as unidades operando com eficiência mínima.

Situação III: Efluente tratado com característica fraca e suas unidades operando com eficiência máxima.

Situação IV: Efluente tratado com característica fraca e suas unidades operando com eficiência mínima.

4.7 Avaliação dos dados

Para a comparação dos resultados obtidos, determinando a DBO, DQO e SS das amostras analisadas empregou-se o cálculo da eficiência:

$$e_{\%} = \frac{\text{Entrada} - \text{Saída}}{\text{Entrada}} \times 100$$

Através desta simples equação, tornou-se possível verificar as eficiências do sistema encontrado nas ETE's.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as tabelas 13 e 14, onde estão presentes as análises para cada um dos parâmetros adotados, sendo aplicados nas situações citadas anteriormente.

Tabela 13 - Análise de parâmetros considerando efluente de característica forte.

Parâmetros	Análise para um efluente forte	
	Situação I - Ótima	Situação II - Desfavorável
DBO _{5,20} (mg/L)	95	160
DQO (mg/L)	300	450
SS (mL/L)	3,04	6,65

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 14 - Análise de parâmetros considerando efluente de característica fraca.

Parâmetros	Análise para um efluente fraco	
	Situação III - Ótima	Situação IV - Desfavorável
DBO _{5,20} (mg/L)	26,13	44
DQO (mg/L)	75	112,5
SS (mL/L)	0,8	1,66

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em destaque, encontram-se os valores dos parâmetros do efluente, que não atendem as legislações de descartes em corpos d'água. Diante desses valores e desconsiderando a capacidade de autodepuração de um corpo hídrico que porventura receberá quaisquer dos efluentes característicos, pode-se notar que a tecnologia empregada se mostra eficaz apenas na Situação III, onde os padrões encontram-se abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

Torna-se viável então a análise real de uma ETE de mesma configuração onde serão comparados os mesmos parâmetros e estudada de forma conjunta com as situações encontradas anteriormente. Sendo assim, foram obtidos e listados os parâmetros oriundos das ETE's do município de Paulo Afonso – BA.

A ETE 01, localizada na ilha do município de Paulo Afonso, apresentou os valores mostrados na tabela 10 a seguir.

Tabela 15 - Parâmetros ETE 01 - Centro.

ETE	Dados da coleta			Resultado das análises		
	Local	Hora	Data	DBO mg/L	DQO mg/L	Sólidos Sedimentáveis mL/L
Dez/2015	Entrada	12:15	07/12/2015	345,5	1012,0	6,5
	Saída	12:30	07/12/2015	46,2	195,0	0,09
% Remoção				86,6	80,7	98,6
Jan/2016	Entrada	12:30	07/01/2016	402,9	718,0	4,0
	Saída	12:40	07/01/2016	47,5	149,0	0,09
% Remoção				88,2	79,2	97,8

Fonte: Elaborada pelo autor, dados obtidos junto a EMBASA.

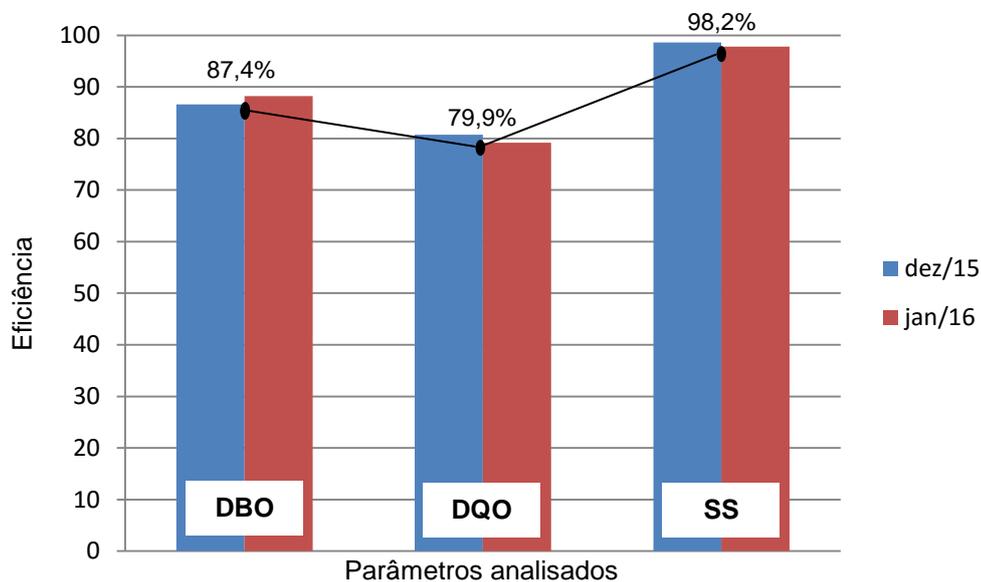
Analisando os dados obtidos, foi possível notar que a DBO no efluente bruto era de 345,5 mg/L, logo após o tratamento constatou-se a faixa de 46,2 mg/L (apresentando 86,6% de eficiência). Sendo possível afirmar que este parâmetro se encontrava adequado ao limite de 120 mg/L estabelecido pelo CONAMA (resolução 430/11). No mês seguinte foi constatado mais uma vez o parâmetro abaixo do limite permitido, apresentando 47,5 mg/L e eficiência de 88,2%. Tais taxas são superiores inclusive as estimadas pela companhia de saneamento local (entre 82% a 85% de remoção).

Enquanto ao tratamento de DQO, no mês de dezembro era de 1012,0 mg/L à montante, sendo constatado 195,0 mg/L ao fim do tratamento, ou seja, uma eficiência de 80,7%. Em janeiro a ETE apresentou eficiência semelhante para o mesmo parâmetro (79,2%), onde apresentava na entrada 718,0 mg/L e na saída 149,0 mg/L.

Os SS (Sólidos Sedimentáveis), na primeira amostra, encontravam-se antes do tratamento em 6,5 mL/L passando para 0,09 mL/L (98,6% de eficiência). Nos mês seguinte a eficiência apresentada foi de 97,8%, onde o afluente apresentava 4 mL/L e o efluente 0,09 mL/L. Sendo assim, em ambos os meses a ETE operou realizando o descarte deste parâmetro de acordo com resolução do CONAMA.

Na Figura 10 são mostradas as eficiências para os meses de dezembro e janeiro, bem como as eficiências médias para cada parâmetro estudado da ETE 01 – Centro.

Figura 10 - Eficiências médias, ETE 01 - Centro.



Fonte: Elaborada pelo autor, dados obtidos junto a EMBASA.

De forma análoga, foram utilizados os mesmos parâmetros para a ETE 02 – BTN, os quais estão dispostos na Tabela 16.

Tabela 16 - Parâmetros ETE 02 - BTN.

ETE	Dados da coleta			Resultado das análises		
	Local	Hora	Data	DBO mg/L	DQO mg/L	Sólidos Sedimentáveis mL/L
Dez/2015	Entrada	14:10	16/12/2015	439,3	1116,0	6,0
	Saída	14:25	16/12/2015	83,7	348,0	1,2
% Remoção				80,9	68,8	80,0
Jan/2016	Entrada	13:55	07/01/2016	570,7	1116,0	4,5
	Saída	14:05	07/01/2016	47,9	170,0	0,09
% Remoção				91,6	84,8	98,0

Fonte: Elaborada pelo autor, dados obtidos junto a EMBASA.

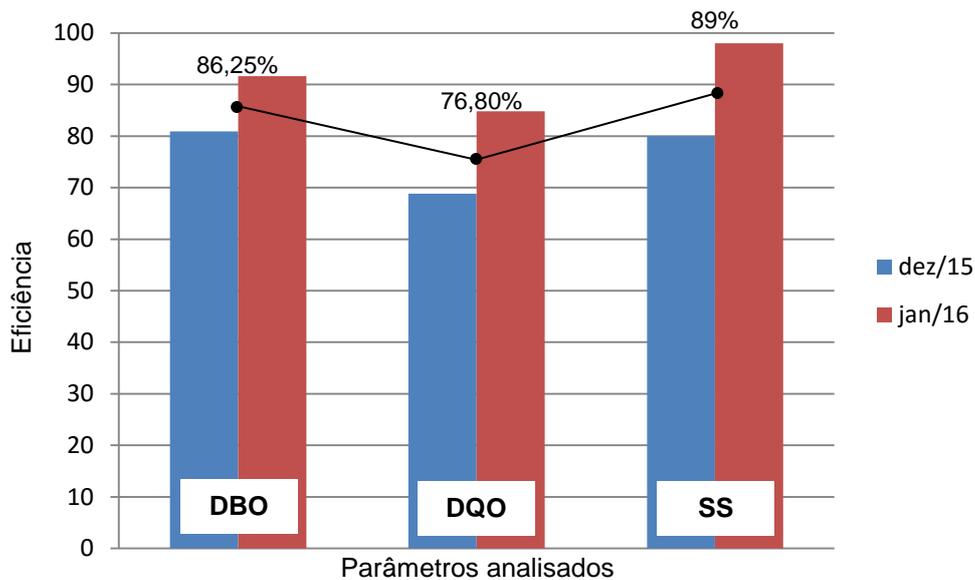
Iniciando as análises pela quantificação de DBO, à montante do tratamento, no mês de dezembro, o efluente apresentava 439,3 mg/L, logo após o tratamento constatou-se a faixa de 83,7 mg/L (apresentando 80,9% de eficiência). No mês seguinte esta eficiência aumentou para 91,6%, oriundo do tratamento que apresentava na entrada 570,7 mg/L e na saída 47,9 mg/L. Em ambos os meses o descarte foi realizado abaixo do limite tolerado.

A DQO aferida na entrada da estação no mês de dezembro foi de 1116,0 mg/L e na saída 348,0 mg/L (eficiência 68,8%), no mês seguinte a eficiência da mesma estação aumentou consideravelmente para o mesmo parâmetro (84,8%), apresentando DQO na entrada de 1116,0 mg/L e saída 170,0 mg/L.

Ao analisarmos os SS para o mês de dezembro, apesar da eficiência apresentada de 80%, o efluente apresentou em sua saída 1,2 mL/L, ou seja, acima do limite indicado pelo CONAMA. No mês seguinte, este parâmetro foi atendido, com 4,5 mL/L na entrada e 0,09 na saída (eficiência de 98,0%).

Em posse destas informações, Figura 11, são mostradas também as eficiências médias da ETE 02.

Figura 11 - Eficiências médias, ETE 02 - BTN.



Fonte: Elaborada pelo autor, dados obtidos junto a EMBASA.

Ao analisarmos os gráficos podemos perceber que a ETE 01 – CENTRO, apresenta desempenho superior a ETE – 02 BTN, tal fato acontece devido a primeira apresentar porte maior, uma vez que recentemente passou por um processo de expansão (detalhado no capítulo 4, seção 4.1), além do fato de não receber toda a coleta (atualmente 36% dos esgotos gerados são coletados e encaminhados a ETE).

Observando os parâmetros do efluente *in natura* podemos chegar a conclusão de que a ETE recebe e tem por objetivo tratar esgotos de características forte (os quais apresentaram, inclusive, parâmetros como DBO e DQO, com valores superiores aos de literatura). No entanto, após passar pelo tratamento da ETE estes efluentes atingem parâmetros com indicadores significativos, os quais estão dispostos na Tabela 17, a seguir.

Tabela 17 - Parâmetros analisados: Valores teóricos e reais.

Parâmetros	Análise para um efluente forte						
	Situação I	Situação II	Situação III	Situação IV	ETE 01	ETE 02	CONAMA
DBO _{5,20} (mg/L)	95	160	26,13	44	46,85	65,8	120
DQO (mg/L)	300	450	75	112,5	172	259	-
SS (mL/L)	3,04	6,65	0,8	1,66	0,09	0,65	1 mL/L

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Ao confrontar os valores teóricos com os valores reais, as ETE's estudadas superaram as expectativas traçadas, ou seja, após o tratamento apresentaram um esgoto com qualidade superior as que eram previstas para um efluente de mesma característica. Denotando que as ETE's estão aptas e desempenham o tratamento de forma eficaz, apresentando índices expressivos.

O efluente tratado, encaminhado para despejo, apresenta características próximas a um esgoto fraco (tratado) que somado com a capacidade de autodepuração do corpo hídrico receptor (Rio São Francisco), são fatores fundamentais para que sejam conservadas espécies singulares que o habitam e que este mantenha as características de padrão de qualidade para que continue abastecendo dezenas de povoados e municípios ribeirinhos.

6 CONCLUSÕES

As ETE's instaladas no município de Paulo Afonso – BA, denominadas ETE – Centro e ETE – BTN são unidades operacionais de fundamental importância, uma vez que evitam o lançamento de efluentes *in natura* em corpos hídricos, preservando os mesmos de agentes poluidores que podem acarretar diversas patologias aos seres vivos.

Ambas as ETE's possuem projetos que enquanto a sua configuração (Tratamento preliminar + UASB) se mostraram bastante eficazes uma vez que se adequaram às legislações ambientais, apresentando boas faixas de eficiência, são compactas (ou seja, demandaram área reduzida para sua implantação), apresentam manutenção e operação simples além de exigir um baixo consumo de energia em comparação a sistema que operam com a tecnologia aeróbia.

O monitoramento realizado pela companhia de saneamento local (EMBASA) é fundamental para a manutenção das eficiências constatadas (acima das estimadas para a tecnologia implantada).

Diante o estudo realizado e com o intuito de contribuir para as atividades pertinentes ao saneamento, recomenda-se:

- Elaborar um plano de educação e conscientização ambiental para toda população referente a utilização consciente da água e uso apropriado das redes coletoras de esgoto. É válido salientar, que entre as duas ETE's do município, Centro e BTN, onde a última apresentou um volume de sólidos descartados indevidamente nas redes coletoras muito superiores a ETE – Centro, sendo prioridade a aplicação do plano educacional as comunidades atendidas pela ETE - BTN;
- Elaboração de projetos para canalizar e assim utilizar o biogás gerado pelos reatores, podendo inclusive, convertê-lo como fonte de energia para a própria estação e
- Realizar estudos a cerca da utilização do lodo gerado como adubo orgânico, uma vez que este é encaminhado para o aterro sanitário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9.648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. Ministério da Saúde. Brasília, 2004.

IMHOFF, K. R.; IMHOFF, K. **Manual de tratamento de águas residuárias**. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1996.

JORDÃO, E. P. & PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos**, vol. 1, São Paulo, Cetesb, 1975.

LA ROVERE, E. L; D'AVIGOGNON, 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.

LINS, GUSTAVO A. **Impactos ambientais em estações de tratamento de esgotos (ETE's)**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010, 286 p.

MARÇAL JÚNIOR, EMERSON. Curso de Tratamento de esgoto. EEA. Disponível em: <
<http://www.eea.eng.br/novosite/downloads/Apostila%20de%20Tratamento%20de%20Esgoto.pdf>>. Acesso em: Jan. 2016, 235 p.

MELLO, E. J. R. **Tratamento de esgoto sanitário – Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG**. Monografia (Pós-Graduação) - Curso de Pós-Graduação lato sensu em Engenharia Sanitária, Universidade de Minas Gerais, Uberlândia, 2007, 99 p

METCALF e EDDY, INC. (2003). **Wastewater Engineering – treatment, disposal and reuse**. 3. ed. Estados Unidos, McGraw-Hill.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <
http://www.reusa.com.br/biblioteca/Pesquisa_Nacional_SB_2008_IBGE_publicada_20_08_2010.pdf>. Acesso em: Jan. 2016, 219 p.

PESSOA, C.A; JORDÃO, E.P. **Tratamento de Esgotos Domésticos**, 4^a. Ed. Rio de Janeiro, ABES, 2009.

PONTES, P.P. **Reatores UASB aplicados ao tratamento combinado de esgotos sanitários e lodo excedente de filtro biológico percolador**. Dissertação de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003,198 p.

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: Abril. 2016.

Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Disponível em: <http://www.legislacao.mutua.com.br/pdf/diversos_normativos/conama/2011_CONAMA_RES_430.pdf>. Acesso em: Abril. 2016, 9 p.

SANTOS, André Bezerra dos. **Avaliação técnica de sistemas de tratamento de esgotos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. 205 p.

SILVA, Jéssica Luara Daluz Jales. **Levantamento da situação da estação de tratamento de esgoto de Cajazeiras no Bairro Cajazeiras na cidade de Mossoró-RN**. 2011. Monografia (Bacharelado) - Curso de Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2011, 53 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3^a.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).

ANEXOS

(Amostras Laboratoriais, ETE 01 – CENTRO, ETE 02 - BTN)

 Laboratório Regional de Feira de Santana	REGISTRO DA QUALIDADE		REQ.UNF.GE.014	Revisão 00
	RELATÓRIO DO IQE			
Procedimento de Origem: POP.UNF.GE.006				

ETE	Tipo de Tratamento	Dados da Coleta						Resultado das Análises				Padrão de Eficiência (% remoção DBO)	IQE (%)	
		Nº da Amostra	Local	Hora	Data	Temp. Amostra °C	DBO mg/L	DOO mg/L	Sólidos Sediment. mL/L	DBO	DOO			Sólidos Sediment.
BTN	UASB	9293	Entrada da ETE	14:10	16/12/2015	30	439,3	1116,0	6,0			60	100,0	
% Remoção		9294	Saída da ETE	14:25	16/12/2015	30	83,7	348,0	1,2			60	100,0	
Paulo Afonso	UASB	8982	Entrada da ETE	12:15	07/12/2015	30	345,5	1012,0	6,5			60	100,0	
% Remoção		8983	Saída da ETE	12:30	07/12/2015	30	46,2	195,0	0,09			60	100,0	
UNIDADE REGIONAL: UNP												100,0		
MÊS/ANO: DEZEMBRO / 2015												100,0		

OBSERVAÇÕES

1. Amostras Filtradas: nº 8975, 8977, 8981.

 Laboratório Regional de Feira de Santana Procedimento de Origem: POP.UNF.GE.006	REGISTRO DA QUALIDADE	REQ.UNF.GE.014	Revisão 00
	RELATÓRIO DO IQE		

UNIDADE REGIONAL: UNP											MÉDIA ANUAL: JANEIRO / 2016		
ETE	Tipo de Tratamento	Dados da Coleta					Resultado das Análises				Padrão de Eficiência (% remoção DBO)	IQE (%)	
		Nº da Amostra	Local	Hora	Data	Temp. Amostra °C	DBO mg/L	DOO mg/L	Sólidos Sediment. mL/L				
BTN	UASB	188	Entrada da ETE	13:55	07/01/2016	30	570,7	1116,0	4,5	60	100,0		
		189	Saída da ETE	14:05	07/01/2016	30	47,9	170,0	0,09				
% Remoção							91,6	84,8	98,0				
Paulo Afonso	UASB	192	Entrada da ETE	12:30	07/01/2016	29	402,9	718,0	4,0	60	100,0		
		193	Saída da ETE	12:40	07/01/2016	29	47,5	149,0	0,09				
% Remoção							88,2	79,2	97,8				
IQE DA UNIDADE:										100,0			

1. Amostra Filtrada: nº 197, 788 e 790.

OBSERVAÇÕES