

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

HELDER LIMA PINTO

**ANÁLISE DA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO
BAIRRO NOVO EM DELMIRO GOUVEIA-AL**

DELMIRO GOUVEIA

2019

HELDER LIMA PINTO

**ANÁLISE DA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO BAIRRO
NOVO EM DELMIRO GOUVEIA-AL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Federal de Alagoas para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Professor Dr. Antônio
Pedro de Oliveira Netto.

Estudo de caso de uma estação compacta de
tratamento de esgoto sanitário no município de
Delmiro Gouveia: uma análise de desempenho

DELMIRO GOUVEIA

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza – CRB-4/2209

P659a Pinto, Helder Lima

Análise da estação compacta de tratamento de esgoto no bairro novo em Delmiro Gouveia - AL / Helder Lima Pinto. – 2019.

41 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto.
Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2019.

1. Engenharia civil. 2. Engenharia sanitária. 3. Tratamento de efluentes. 4. Resíduos sólidos. 5. Esgotamento sanitário. 6. Estação compacta. 7. Delmiro Gouveia – Alagoas. I. Título.

CDU: 628.21

FOLHA DE APROVAÇÃO

HELDER LIMA PINTO

ANÁLISE DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMPACTA NO BAIRRO NOVO EM DELMIRO GOUVEIA-AL

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, campus do Sertão.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto

Data de Aprovação: 04/04/2018.

BANCA EXAMINADORA

Antônio Netto

Prof. Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus do Sertão – Orientador

Raimundo Nóbato Gomes Junior

Prof. Dr. Raimundo Nóbato Gomes Junior
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus do Sertão – Examinador Interno

Israel Silva Lemos

Eng. Civil Israel Silva Lemos
Examinador – Externo

Delmiro Gouveia – AL

2019

Agradecimentos

Ao único Deus verdadeiro, Pai do Senhor Jesus Cristo, não apenas minha gratidão, que certamente não expressa o que Lhe é devido, mas também toda a glória que, de fato, Lhe pertence desde a eternidade.

Aos meus pais. Qualquer coisa que eu diga não será suficiente para expressar a parcela que os tais têm nesta conquista, tanto quanto em outras tantas.

Ao meu orientador, professor Dr. Antônio Pedro de Oliveira Netto, pela paciência e prontidão em lidar com minhas solicitações e dúvidas, além da confiança que passa em suas orientações e de seu entusiasmo discreto, porém muito significativo, que me animou em determinados momentos.

Ao senhor Joselito Alves Cavalcante, ex-funcionário da estação, que prontamente me atendeu sempre que solicitado e me abriu portas que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao Lucas da Silva Teixeira, pelo tempo que dedicou em reunir os dados de consumo da bacia da estação.

Aos companheiros de curso e professores que significaram muito para mim na jornada inteira, sendo os tais muitos.

Resumo

A deficiência dos serviços de saneamento ambiental é um dos problemas característicos dos centros urbanos, fato que influencia diretamente nos índices de mortalidade infantil. Em Delmiro Gouveia, que recebe obras para adequações do sistema de esgotamento sanitário, a estação compacta de tratamento de esgoto localizada no bairro novo encontra-se desativada. Sua instalação data de setembro de 2002. O despejo do esgoto bruto em corpos hídricos é muito prejudicial em se tratando do quadro de saúde pública e do conforto dos que residem próximos ao local de despejo. A estimativa obteve uma vazão final afluyente à estação de 410,7 m³/dia, inferior a capacidade nominal dos reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) atuando juntos em paralelo, que é de 540 m³/dia. A concentração de DBO no efluente da estação foi estimada em 105 mg/l, enquanto a de sólidos suspensos foi de 181,65 mg/l. Foi possível verificar que a eficiência pode ser aumentada consideravelmente com o incremento de pós-tratamento ao efluente dos reatores UASB.

Palavras-chave: Reatores anaeróbios. Tratamento de efluentes. Esgotamento sanitário.

Abstract

The deficiency of the services of environmental sanitation is one of the characteristic problems of the urban centers, fact that directly influences in the indices of infant mortality. In Delmiro Gouveia, which receives works to adapt the sewage system, the compact sewage treatment station located in the new district is deactivated. Its installation dates from September 2002. The dumping of the raw sewage into water bodies is very harmful when it comes to public health and the comfort of those who live near the place of eviction. The estimation obtained a final inflow to the station of 410,7 m³ / day, lower than the nominal capacity of UASB reactors (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) acting together in parallel, which is 540 m³ / day. The BOD concentration in the station effluent was estimated at 105 mg / l, while the suspended solids concentration was 181.65 mg / l. It was possible to verify that the efficiency can be increased considerably with the post-treatment increment to the effluent of the UASB reactors.

Keywords: Anaerobic Reactors. Wastewater treatment. Sanitary sewage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário (%).....	17
Figura 2 – Contratos de obras concluídas por tipo de tomador de recurso – Curva de maturação de projetos em saneamento [2007/2015].....	19
Figura 3 – Corte de um reator UASB.....	22
Figura 4 – Estação de tratamento de esgoto do bairro Novo.....	25
Figura 5 – Fluxograma da estação e seus componentes.....	26
Figura 6 – Informações sobre reator UASB.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Eficiências típicas de remoção de matéria orgânica e Sólidos suspensos.....	21
Tabela 2 – Eficiência média de remoção dos parâmetros analisados durante as fases de monitoramento.....	24
Tabela 3 – Contribuições unitárias de DBO e SS.....	28
Tabela 4 – Classificação das águas quanto a DBO.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CASAL	Companhia de Saneamento de Alagoas
CEF	Caixa Econômica Federal
CETESB	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
CERI	Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
FAU-USP	Faculdade de Arquitetura de Urbanismo da Universidade de São Paulo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
SS	Sólidos Suspensos
TDH	Tempo de Detenção Hidráulico
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. JUSTIFICATIVAS	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 Geral.....	13
3.2 Específicos.....	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Esferas do Saneamento.....	14
4.1.1 Tratamento de Água.....	14
4.1.2 Tratamento de Esgoto.....	14
4.1.3 Coleta e Destinação de Resíduos Sólidos.....	15
4.1.4 Drenagem de Águas Pluviais Urbanas.....	16
4.2 Condições do Saneamento no Brasil.....	16
4.3 Universalização do Saneamento.....	17
4.4 Parâmetros de Monitoramento.....	19
4.4.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio e Demanda Química de Oxigênio.....	19
4.4.2 Nitrogênio e Fósforo.....	19
4.5 Tratamento Biológico.....	20
4.6 Tratamento Anaeróbio.....	20
4.7 Reator Anaeróbio do Tipo UASB.....	21
4.8 Carga Orgânica APLICADA.....	22
4.9 Problemas Operacionais.....	22
4.10 Estações Compactas de Tratamento de Esgoto.....	23
5. METODOLOGIA	25
5.1 Cálculo da vazão afluente.....	27
5.2 Cargas e concentrações de matéria orgânica e sólidos suspensos.....	27
5.3 Eficiência do tratamento.....	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6.1 Vazão Afluente de Esgoto.....	29
6.2 Cargas Afluentes à Estação.....	29
6.3 Concentrações Afluentes à Estação.....	29
6.4 Concentrações no Efluente.....	29

6.5 Capacidade de Comportar a Vazão Afluente.....	30
6.6 Eficiência da Estação.....	31
6.7 Escolha Para da Tecnologia de Pós-Tratamento.....	31
7. CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	33
ANEXOS.....	35

1. Introdução

A relação entre a qualidade dos recursos hídricos e a saúde das pessoas é explícita e bastante respaldada por estudos científicos. O volume de água necessário para atender as exigências de consumo humanas é enorme se comparado às reservas úteis que se possui; ela é consumida pela população em geral pelo ato de beber e no preparo de alimentos, além de usos para limpeza, higiene e jardinagem; grandes quantidades são usadas nas atividades industriais e, em especial, no Brasil, pela agricultura e pecuária. A maior parte do efluente dessas atividades é imprópria para o despejo em corpos hídricos, pois as concentrações de resíduos químicos tóxicos e de agentes biológicos ofensivos são muito altas para serem sintetizadas pela natureza quando se pensa em um período de reutilização viável. O meio ambiente em geral, além dos recursos limitados, também possui capacidade limitada de assimilação de resíduos, o que, para preservação de condições ambientais propícias à vida, torna fundamental um tratamento prévio em relação ao despejo ou disposição final de qualquer resíduo.

Voltando-se especificamente para o trato com o esgoto doméstico no Brasil, a condição é bem desfavorável. Segundo o Instituto Trata Brasil (2018) atualmente, menos da metade dos esgotos são tratados no Brasil. De acordo com DUTRA e SMIRDELE (2018) mais de 100 milhões de brasileiros não são atendidos por unidades de tratamento de esgoto. Certamente esses fatos tem relação direta com o quadro de saúde pública do país. O despejo do esgoto não tratado inutiliza corpos hídricos.

Na estação analisada, o esgoto passa pelas etapas de tratamento chamadas de secundária e terciária. Dois reatores anaeróbios do tipo UASB atuam em paralelo na remoção da matéria orgânica e seu efluente passa por uma etapa de desinfecção por cloração no tanque de contato. A estação conta ainda com um coletor para os gases produzidos nos reatores e com um leito de secagem de lodo.

É evidente que a condição do sistema de tratamento de esgoto no Brasil é uma questão que deve ser tratada em caráter de urgência, visando a universalização deste serviço em um intervalo de tempo minimamente próximo do quão logo possível. Estações compactas de tratamento de esgoto são uma boa opção para o aumento da cobertura do tratamento.

2. Justificativas

A estação de tratamento de esgoto do bairro Novo, na cidade de Delmiro Gouveia - AL existe desde setembro de 2002, indicando que atualmente encontra-se em final de plano. A estação encontra-se desativada, e o esgoto que deveria ser tratado nela está sendo lançado diretamente num canal aberto que passa ao seu lado. O motivo do não funcionamento é desconhecido. É difícil conseguir qualquer informação técnica oficial por parte da gestão. É importante verificar se a estação ainda comporta a vazão afluyente de esgoto. Além disso, os resultados podem indicar a necessidade e a possibilidade de melhoria no tratamento oferecido na estação.

É evidente a importância do bom funcionamento da estação para que o efluente que venha a ser lançado no canal apresente baixas concentrações de matéria orgânica e de agentes patológicos, contribuindo para a conservação do meio ambiente local e qualidade de vida da população, além de diminuir o desconforto da vizinhança do canal com relação aos maus odores.

3. Objetivos

3.1 Geral

Verificar, com base em estimativa, se a estação de tratamento comporta a vazão afluyente proveniente da bacia de contribuição da estação e as concentrações de matéria orgânica e de sólidos suspensos no afluyente e no efluyente.

3.2 Específico

- Estimar vazão de esgoto sanitário afluyente à ETE;
- Estimar, teoricamente, as cargas aplicadas orgânica, nitrogenada e de sólidos;
- Estimar as características da qualidade em termos de DBO e sólidos suspensos no efluyente final;
- Propor alternativa, tecnologicamente viável, para melhoria do processo de tratamento.

4. Revisão bibliográfica

4.1 Esferas do saneamento

O saneamento básico contempla quatro esferas: tratamento de água e sua distribuição, esgotamento sanitário e tratamento de esgoto, coleta e destinação de resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana de águas pluviais. Todas são de grande importância em se tratando do quadro de saúde pública.

4.1.1 Tratamento de água

O tratamento de água objetiva torná-la potável, ou seja, própria para consumo humano. O nível de tratamento que deve ser feito está em função da qualidade da água bruta. O tratamento dito convencional é composto por cinco etapas: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, nesta ordem. A coagulação consiste na adição de composto químico que desestabiliza os colóides, condicionando-os à remoção nas etapas seguintes. A formação dos flocos pela união dos colóides desestabilizados ocorre sob mudanças constantes na direção do fluxo da água, com velocidades relativamente baixas. Os flocos, agora mais pesados, sofrem sedimentação mais rapidamente enquanto a água percorre os decantadores, onde permanece com tempo de detenção hidráulico (TDH) adequado para boa remoção de flocos, que ficam depositados no fundo dos tanques. Na última etapa de remoção de sólidos, o que não foi removido na decantação, devido principalmente ao tamanho reduzido dos flocos ainda presentes na água, é retirado por processo de filtração. Por fim, a desinfecção tem o objetivo de eliminar microrganismos patogênicos.

4.1.2 Tratamento de esgoto

O lançamento de efluente doméstico não tratado é muito prejudicial. Em termos de consumo humano, esse tipo de descarga inutiliza corpos hídricos; também promove um meio ambiente hostil ao quadro de saúde pública, devido às concentrações altas de agentes patógenos e de compostos químicos tóxicos presentes no esgoto, além de causar grande desconforto pelo odor e visual desagradáveis.

Os serviços de saneamento básico têm papel fundamental no controle da transmissão de diversos agentes patogênicos de veiculação hídrica, especialmente vírus responsáveis por causar gastroenterites agudas e hepatites. (*PRADO, MIAGOSTOVICH, 2014*).

É de fundamental importância que a população não esteja sujeita a contato de nenhum grau com esgoto bruto, e que não ocorra lançamento deste in natura.

As etapas do tratamento de esgoto são comumente distinguidas entre tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. As especificações de cada etapa se relacionam com o tratamento e a disposição final do que é removido do efluente.

- Tratamento preliminar - Esta etapa destina-se à remoção de sólidos grosseiros e de areia, que poderiam provocar obstruções e danos aos equipamentos usados ao decorrer do tratamento. Estes podem ser adicionados ao esgoto principalmente através de bueiros quando arrastados pela água da chuva, redes coletoras a céu aberto, pelo inadequado trato do poder público e da população com os resíduos sólidos que esta produz. A remoção é feita pela associação de gradeamento, para os sólidos grosseiros, e caixa de areia. É importante que nesta etapa não ocorra remoção significativa de matéria orgânica.
- Tratamento primário - No tratamento primário decantadores são usados para remover sólidos suspensos no efluente, pela ação da gravidade. O escoamento é lento, permitindo a formação de flocos cada vez maiores, o que promove uma maior velocidade de decantação. Diferentemente da etapa preliminar, nesta ocorre remoção de DBO. O lodo produzido é conduzido para tratamento, no qual será adensado, digerido e secado, para então ser disposto finalmente ou utilizado de alguma forma.
- Tratamento secundário - Esta etapa tem o fim de remover matéria orgânica. A remoção pode ser realizada por meio de tratamento físico-químico ou biológico.
- Tratamento terciário - Comumente chamada de etapa de desinfecção, essa fase do tratamento tem o objetivo de eliminar agentes microbiológicos patogênicos.

4.1.3 Coleta e destinação de resíduos sólidos

A coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil é feita quase inteiramente por funcionários públicos ou privados, com o uso de veículos para o transporte. A coleta eficiente é de grande importância. Resíduos acumulados tomam espaço e são potenciais focos de doenças, como os domésticos, por possuírem matéria orgânica, e os hospitalares. A destinação desses resíduos também é fundamental. A disposição final não pode ser executada de qualquer ou em qualquer lugar. A reciclagem e o

reuso também são de grande importância, por diminuir o montante que deverá ser disposto finalmente, como em aterros sanitários.

4.1.4 Drenagem de águas pluviais urbanas

As zonas urbanas devem estar providas de sistema de drenagem para águas advindas das precipitações. Estes sistemas devem ser eficazes em drenar a água das vias e conduzi-la para tratamento. A não eficácia deste processo pode acarretar em inundações que podem causar desde perdas de patrimônio até doenças de veiculação hídrica, além de possíveis fatalidades.

4.2 Condições do Saneamento no Brasil

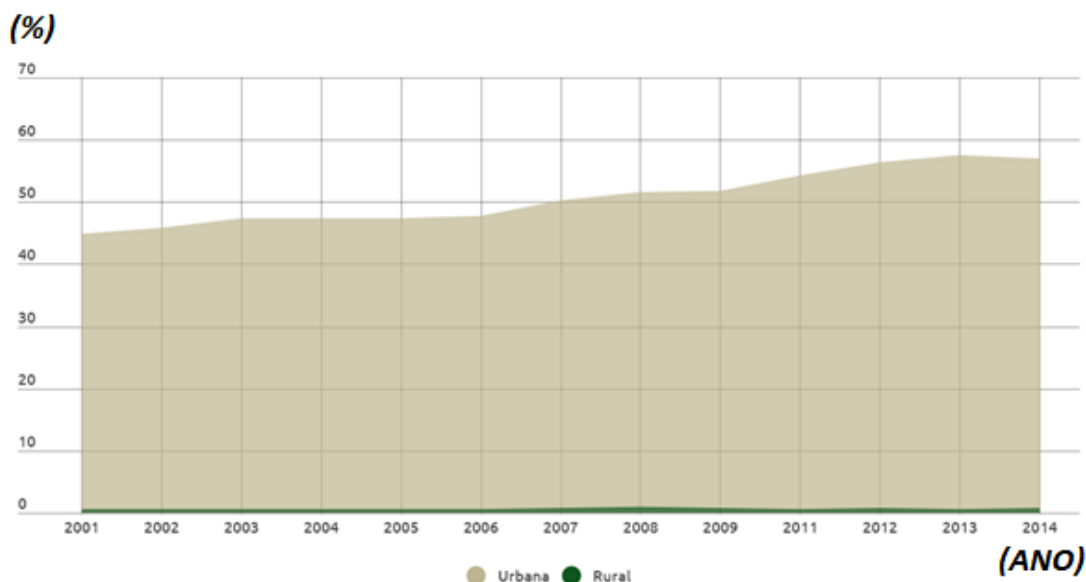
O déficit em saneamento no Brasil é bastante considerável, principalmente em relação a esgotamento sanitário e tratamento de esgoto. Além disso, a rapidez no avanço da cobertura é baixa, indicando a necessidade de dar celeridade ao processo de expansão da cobertura, dando atenção não apenas ao montante investido, mas também à eficácia no uso dos recursos destinados ao saneamento básico.

Decorridos nove anos desde a implantação do PAC, o Brasil ainda convive com enormes carências nos serviços de saneamento (36 milhões de pessoas sem acesso ao abastecimento de água, 105 milhões sem coleta de esgotos e 6 bilhões de m³/ano de esgoto lançados in natura nos cursos de água). (Fundação Getúlio Vargas/CERI, 2016).

É possível verificar grandes diferenças na cobertura em uma mesma cidade. É comum que os centros das cidades, especialmente as capitais e as maiores, possuam serviços de boa qualidade enquanto as regiões periféricas e principalmente as zonas urbanas sofram com a ausência da cobertura.

Figura 1:

Fonte: PNAD. Elaboração: FGV/CERI, 2016. Domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário (%)



O problema da falta de cobertura em saneamento está presente em todo o país, contudo as regiões Norte e Nordeste encontram-se em condições mais desfavoráveis que as demais.

Em relação ao esgotamento sanitário, Norte e Nordeste são as únicas regiões em que o percentual de domicílios ligados à rede geral diretamente ou via fossa é menor que 50%, enquanto a média nacional é de 66%. No Norte, 69,2% das residências despejam seu esgoto em fossas não ligadas à rede, percentual que chega a 48,2% no Nordeste (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017) o município de Delmiro Gouveia apresentava 72,7% de domicílios com esgotamento sanitário adequado. É importante dizer que esta informação não afirma que todo o esgoto recolhido passa por algum tipo de tratamento, mas apenas que é recolhido adequadamente.

4.3 Universalização do saneamento

O termo “universalização” se refere à condição em que todo o território nacional estaria contemplado pelos serviços de saneamento. Outro termo importante nessa discussão é “centralização”; no Brasil ele é uma realidade em duas esferas: na gestão e no serviço.

Em mais de 70% dos municípios no país, os serviços de água e esgoto são prestados por companhias estaduais de saneamento básico (CESBs). Ao todo, existem 26 CESBs, sendo que apenas uma possui capital integralmente privado (a CESB do estado de Tocantins – Saneatins) (DUTRA, SMIRDELE, 2018).

Em sua maior parte, o sistema de tratamento de esgoto no Brasil é composto por unidades centralizadas, ou seja, estações de tratamento cujas bacias são muito grandes, distantes de setores não contemplados pelo serviço, ligadas à longas redes de coleta e de transporte, geridas principalmente por companhias estaduais. Para que comunidades ainda não contempladas e que distam consideravelmente dos centros de tratamento possam passar a receber cobertura, obras de grande porte são necessárias; certamente este é um dos pontos importantes sobre a dificuldade da universalização desse serviço.

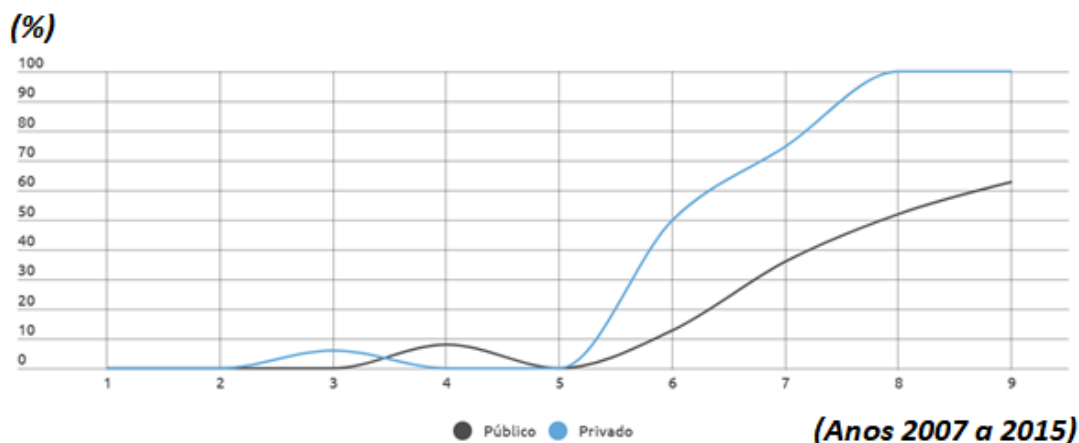
A evolução do acesso ao serviço de coleta de esgoto foi praticamente nula ao longo de 14 anos. Em 2001, 45% dos domicílios permanentes dispunham de uma rede coletora para o esgotamento sanitário. Em 2014, essa realidade pouco havia se alterado: a rede coletora de esgoto alcança apenas 58% dos domicílios permanentes brasileiros (Fonte: PNAD, 2016. Elaboração: FGV/CERI).

A baixa rapidez no avanço da cobertura no serviço de esgotamento sanitário indica que o atual modelo de gestão e investimento predominante é insatisfatório. O índice de finalização de obras de saneamento é fator importante para a universalização do serviço.

Como dito, alguns prestadores privados têm se mostrado mais efetivos com relação ao prazo de implementação dos investimentos. Pesquisa realizada pela FGV CERI indica que os prestadores privados são capazes de concluir suas obras em um tempo menor que os públicos. Referido estudo mostra que dos contratos assinados há mais de oito anos, com financiamento do Programa Saneamento para Todos, 100% das obras sob responsabilidade da iniciativa privada foram concluídas. Já no caso dos entes públicos, esse valor não chega a 65%. Estas constatações reforçam a importância da participação privada no setor de saneamento e sua capacidade de acelerar o processo de universalização dos serviços. (DUTRA e SMIRDELE, 2018).

Figura 2:

Fonte: CEF (MAR/2016). Elaboração: FGV/CERI. Contratos de obras concluídas por tipo de tomador de recurso – Curva de maturação de projetos em saneamento [2007/2015].



4.4 Parâmetros de monitoramento

4.4.1 Demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é o parâmetro mais utilizado para medir a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto. É a medida da quantidade de oxigênio necessária para a biodegradação da matéria orgânica em um determinado período e à uma determinada temperatura. Pela determinação da DBO é possível verificar o nível de poluição da água.

O processo para a determinação da Demanda Química de Oxigênio (DQO) pode ser considerado como um processo de oxidação. É a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar a parte oxidável da matéria orgânica em um meio ácido, geralmente através do uso do dicromato de potássio. Assim como a DBO, é um indicativo confiável do nível de poluição da água residual.

4.4.2 Nitrogênio e fósforo

O nitrogênio pode apresentar-se no esgoto na forma de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito, nitrato ou gás nitrogênio. O nitrogênio orgânico está quase que totalmente presente como proteínas, aminoácidos e uréia. O estado em que o nitrogênio se encontra possibilita a estimativa do quanto de matéria orgânica já foi degradada. Sua remoção se dá por nitrificação/desnitrificação. A nitrificação é a oxidação do nitrogênio em seu estado amoniacal; primeiro tornando-o em nitrito e, posteriormente, em nitrato. A nitrificação só ocorre em ambiente com oxigênio dissolvido. Por sua vez, a desnitrificação só ocorre em ambiente com oxigênio dissolvido nulo e com consumo de matéria orgânica. De acordo com Jordao e Pessoa

(2011), em quantidades excessivas, o lançamento de nitrogênio em corpos hídricos gera eutroficação, que é o crescimento excessivo das algas, especialmente em corpos fechados.

O Fósforo pode apresentar-se em forma orgânica, quando combinado a proteínas e aminoácidos, e em forma inorgânica, como polifosfatos e ortofosfatos.

4.5 Tratamento biológico de efluentes

A remoção de matéria orgânica de águas residuárias pode ser realizada por meio de tratamento físico-químico ou biológico. Para uma relação DQO/DBO superior a 2,4, deve-se destinar o efluente ao tratamento físico-químico. Para valores entre 1,7 e 2,4, como é o caso da grande maioria dos efluentes puramente domésticos (sem contribuição de efluentes industriais), o tratamento biológico é suficiente para desempenho e eficiência aceitáveis.

Atualmente as tecnologias acessíveis para remoção de matéria orgânica por meio de tratamento biológico são diversas. Elas estão, basicamente, divididas entre tecnologias de tratamento aeróbio e anaeróbio. O tratamento aeróbio é mais eficiente na remoção de matéria orgânica. No tratamento aeróbio, requer-se uma concentração mínima de oxigênio dissolvido (O. D.) de 1mg/l de esgoto, o que, para tal, exige aeração, implicando em um custo energético maior. A outra grande desvantagem é a produção de lodo significativamente maior do que no tratamento anaeróbio. O tratamento anaeróbio produz maior quantidade de gases, sendo os mais importantes o metano, que é altamente inflamável, e o sulfídrico, que é corrosivo, podendo causar danos às instalações da estação, e de odor muito desagradável e difícil de conter. Contudo, a produção de metano também é, em alguma medida, uma vantagem, já que pode ser utilizado em ganho de energia para a estação.

4.6 Tratamento anaeróbio

O processo de digestão anaeróbia está dividido em quatro fases distintas, nas quais bactérias específicas metabolizam as substâncias oriundas das etapas anteriores, produzindo outras: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na hidrólise bactérias hidrolíticas quebram as moléculas complexas por meio de enzimas extracelulares. Na acidogênese, bactérias acidogênicas metabolizam os produtos da hidrólise até substâncias mais simples, como ácidos orgânicos. Na acetogênese os produtos da etapa anterior são convertidos em acetato a partir de

ácidos e álcoois, ou de H_2 e CO_2 , por bactérias acetogênicas. Por fim, há produção de metano pelas bactérias metanogênicas, como também de CO_2 e H_2O .

4.7 Reatores anaeróbios do tipo UASB

O reator UASB é uma tecnologia de tratamento anaeróbio para remoção de matéria orgânica e tratamento de lodo (adensamento e digestão). Ele não deve ser utilizado para remoção de matéria orgânica de forma conseguinte a um tratamento aeróbio, ou seja, deve ser precedido apenas por tratamento preliminar e/ou primário. Os reatores UASB podem substituir os decantadores primários.

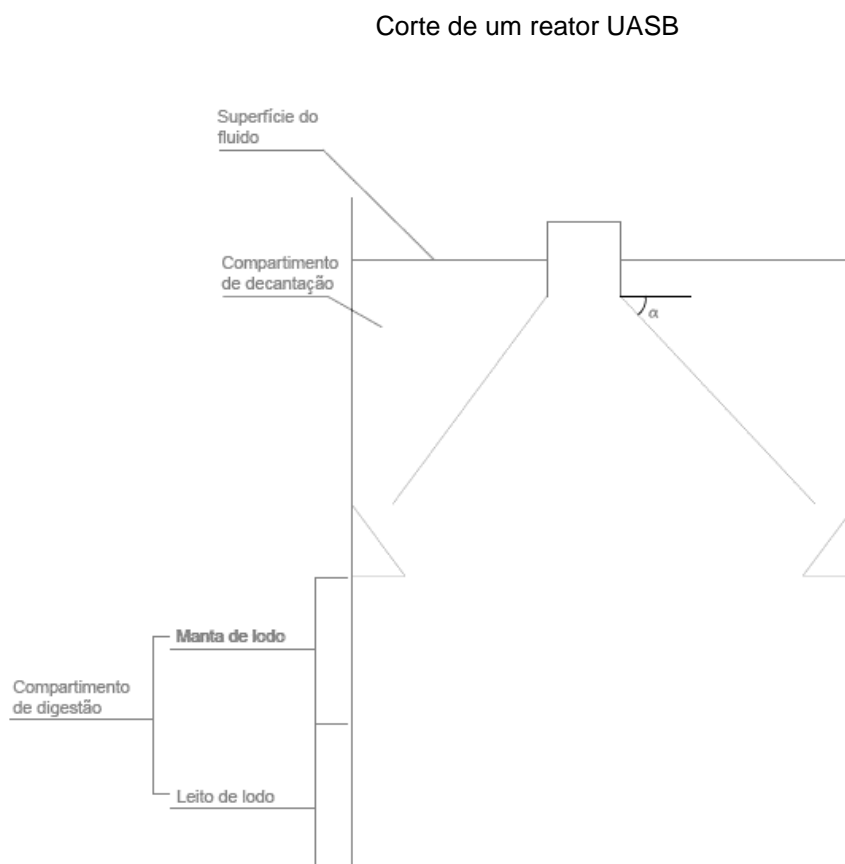
Sendo biológico o tratamento dado ao esgoto pelos reatores UASB, implica-se que tão mais eficiente será o tratamento quanto mais próximas as condições estiverem da ideal para sobrevivência e atividade bacterianas. A temperatura é um catalisador para as reações anaeróbias.

Tabela 1:

Fonte: adaptado de FAU-USP, 2001. Eficiências típicas de remoção de matéria orgânica, nitrogênio e sólidos suspensos.

Sistema	Eficiência média de remoção (%)				
	DBO	DQO	SS	Amônia-N	N Total
Reator UASB	60-75	55-70	65-80	<50	<60
UASB + Lodos ativados	83-93	75-88	87-93	50-85	<60
UASB + biofiltro aerado submerso	83-93	75-88	87-93	50-86	<60
UASB + filtro anaeróbio	75-87	70-80	80-90	<50	<60
UASB + filtro percolador de alta carga	83-93	73-88	87-93	<50	<60

Figura 3:



Segundo Jordao e Pessoa (2011), um bom reator UASB tem eficiência média de 65% na remoção de DQO e de 70% na remoção de DBO.

4.8 Carga orgânica aplicada

Também conhecida como Carga Orgânica Volumétrica (COV), é a carga orgânica aplicada por unidade de volume do reator. Para efluentes industriais, em geral, é inferior a 15 KgDQO/m³.dia. Para esgoto puramente doméstico, as concentrações usuais estão entre 2,5 e 3,5 KgDQO/m³.dia.

4.9 Problemas operacionais

São diversos os possíveis problemas operacionais em uma estação de tratamento de esgoto. Os mais frequentes e importantes são:

- **Obstruções** – Elas podem ser causadas por sólidos grosseiros que não foram retidos pelo gradeamento e por areia que sofreu arraste ou não sedimentou devido a velocidade excessiva da água durante o fluxo na caixa de areia;
- **Temperatura** – A temperatura é fator de grande importância para as reações causadas pela digestão feita pelos microrganismos dentro dos reatores, principalmente para as reações anaeróbias. São necessários monitoramento

constante e controle para que a temperatura se mantenha em valores aceitáveis;

- PH – Ambientes com acidez ou alcalinidade relativamente altas também são altamente desfavoráveis para sobrevivência das bactérias digestoras. A condição ideal é a neutralidade. O monitoramento deste parâmetro também é fundamental para a manutenção de condições adequadas para sobrevivência e atividade bacterianas;
- Descarga de lodo – A falha em se ter uma rotina adequada de remoção de lodo em excesso é a principal causa da perda de sólidos no efluente dos reatores UASB, fazendo com que a remoção de sólidos suspensos totais sofra queda de eficiência.

4.10 Estações compactas de tratamento de esgoto

Em relação à centralização do serviço de tratamento de esgoto que ocorre no Brasil, as estações compactas representam uma alternativa diferente. São próprias para atender pequenas comunidades, com eficiências satisfatórias.

Estações Compactas de Tratamento de Efluentes (ECTEs) são uma ótima alternativa para a implantação de sistemas descentralizados de esgoto doméstico que possam atender pequenas comunidades. No entanto, tais sistemas ainda são pouco utilizados e há pouca experiência em relação à sua operação (RIBEIRO E SILVA, 2018).

Estações compactas possuem vantagens em relação as de maior porte, vantagens essas que são próprias de sua compactidade e de sua destinação.

As principais vantagens das estações compactas de tratamento de esgoto são: compactidade, baixo custo de construção, operação e manutenção; baixo consumo de energia; simplicidade de operação e baixo impacto no ambiente a ser inserido. (GONÇALVES et al., 2010)

WANKE et al. (2002) observaram o desempenho de cinco ETE's compactas que associavam reatores UASB e biofiltros aerados submersos em cinco bairros do município de Linhares/ES. As ETE's apresentaram eficiência média de remoção de 94% de SS, 92% de DBO e 88% de DQO. Os resultados evidenciam que o sistema pode ser uma boa solução real para tratamento de esgotos em pequenos e médios municípios. Os autores também constatam que se o sistema for bem monitorado e operado não haverá problemas de exalação de maus odores e ruído.

RIBEIRO e SILVA (2018) avaliaram um sistema composto por dois reatores UASB e dois filtros aeróbios submersos (FAS) com enchimento estruturado fixo em plástico, denominado *Pall Ring* (Anel Pall).

Tabela 2:

Fonte: RIBEIRO e SILVA, (2018). Eficiência média de remoção dos parâmetros analisados durante as fases de monitoramento.

Fases	Reator UASB						FAS						Total do sistema					
	Sem. 1 - 16	1	2	3	4	5	Sem. 1 - 16	1	2	3	4	5	Sem. 1 - 16	1	2	3	4	5
(%)																		
DBO	73	65	72	81	81	59	51	7	28	50	54	77	87	67	80	91	91	91
DQO	71	67	72	69	76	66	35	0	67	53	44	48	81	0	91	85	87	83
SS	80	78	75	93	76	74	32	0	0	80	97	100	84	9	49	99	99	100

5. Metodologia

Não houve medição de vazão ou análise biológica do esgoto afluyente à estação ou do efluente desta. Os resultados encontrados são estimativas, baseadas maiormente em dados teóricos.

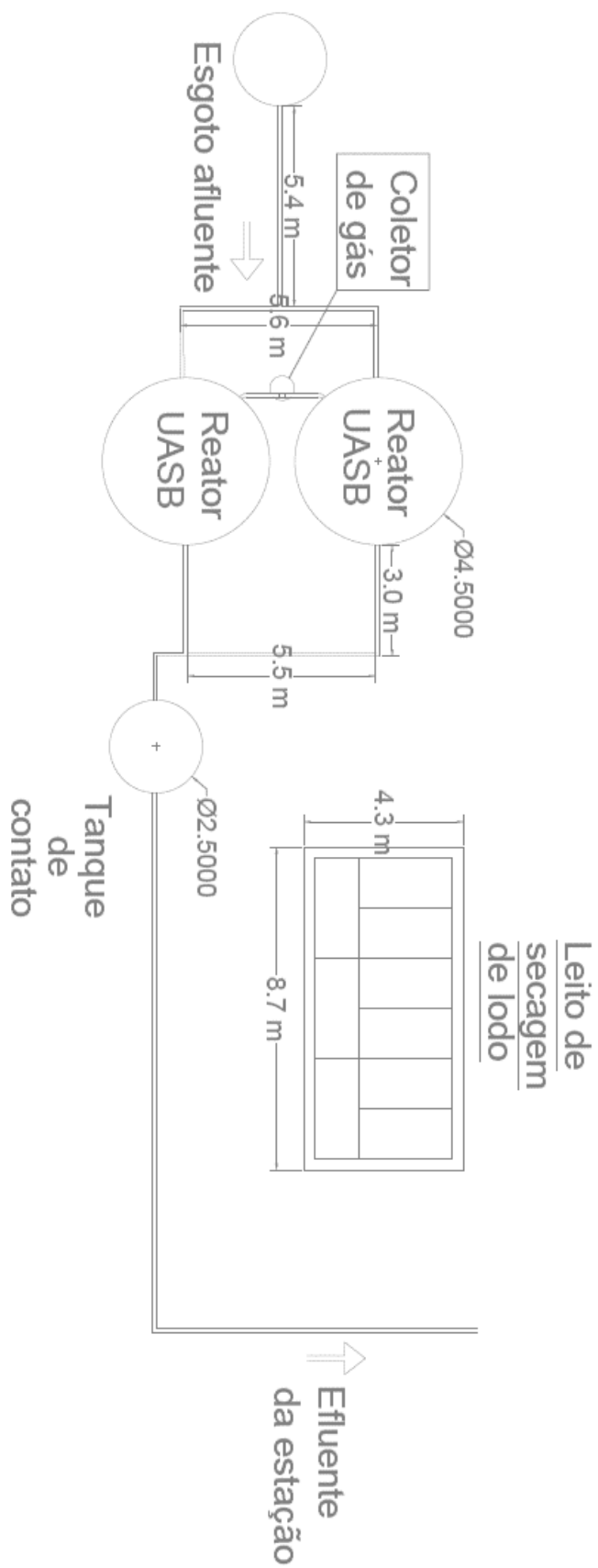
A Figura 4:

Estação de tratamento de esgoto do bairro Novo.



Figura 5:

Fluxograma da estação e seus componentes.



5.1 Cálculo da vazão afluyente

A vazão total afluyente é a soma da parcela advinda do consumo de água por parte da população com a parcela de infiltração que ocorre através da rede coletora. Os dados de consumo de água foram cedidos pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) em Delmiro Gouveia, conforme ANEXO A, e o comprimento total da rede coletora foi baseado em uma planta baixa oficial do projeto da estação, apresentada no ANEXO B. De acordo com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) (2006), inexistindo dados locais comprovados, pode-se considerar 0,8 como coeficiente de retorno água/esgoto.

$$Q_{consumo/esgoto} = 0,8 \times Q_{consumo}$$

A parcela de infiltração é o produto do comprimento da rede pela taxa de infiltração linear. A NBR 9649 estabelece o intervalo entre $0,05 \frac{l}{s.km}$ e $1,0 \frac{l}{s.km}$ para consideração da taxa de contribuição de infiltração. Ainda de acordo com a NBR 9649, o valor para a taxa de contribuição de infiltração considerado para projeto deve ser justificado pelo conhecimento das condições do local de instalação: NA do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade na execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. O valor considerado foi de $0,05 \frac{l}{s.km}$.

$$Q_{Infiltração} = L_{Rede} \times T_{Inf}$$

$$Q_{Total} = Q_{consumo/esgoto} + Q_{Infiltração}$$

5.2 Cargas e concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos

Segundo a NBR 7229, para residências de padrão médio, a contribuição diária de esgoto por pessoa é de $130 \frac{l}{hab.dia}$. A população foi estimada pela razão entre a parcela da vazão advinda do consumo e o consumo per capita.

$$População = \frac{Q_{consumo/esgoto}}{q}$$

Tabela 3:

Contribuições unitárias de DBO e SS. Fonte: adaptado de SILVA.

Parâmetro	Contribuição unitária (g/hab.dia)
DBO	40 a 60
Sólidos Suspensos (SS)	35 a 70

Segundo a NBR12209/2011, na ausência de investigação local para determinação das concentrações, os valores de 54 e 60g/hab.dia, respectivamente, podem ser adotados para DBO e sólidos em suspensão.

As cargas são calculadas multiplicando-se a população pela contribuição unitária. A unidade de medida deve ser de Kg/m³.

$$Carga = População \times Contribuição \textit{ unitária}$$

A concentração pode ser obtida dividindo-se a carga pela vazão total.

$$Concentração = \frac{Carga}{Q_{Total}}$$

5.3 Eficiência do tratamento

Para matéria orgânica e sólidos suspensos, respectivamente, foram consideradas eficiências de 70 e 65% no tratamento dos reatores UASB. Segundo Jordao e Pessoa (2011), a cloração pode remover matéria orgânica com eficiência máxima entre 25 e 35%. Para a cloração, será considerada eficiência de 25%.

6. Resultados e discussões

6.1 Vazão afluyente de esgoto

A CASAL cedeu os dados de consumo de água entre os meses de maio e outubro de 2018. Outubro foi o mês em que o maior volume de água foi consumido. Segundo NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), outubro chegou a temperatura máxima de 37 °C, estando entre os meses mais quentes de todo o ano, portanto, é razoável supor que possa representar satisfatoriamente o período de maior consumo do ano. O consumo neste mês foi de 14 308 m³:

$$Q_{consumo} = \frac{14308}{31} = 461,55 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$0,8 \times 14\,308 \text{ m}^3 = 11\,446,4 \text{ m}^3$$

$$Q_{consumo/esgoto} = 369,24 \text{ m}^3/\text{dia}$$

De acordo com informações de projeto, a tubulação tem 9 658,4 metros de extensão:

$$Q_{total} = 369,24 + (9658,4 \times 0,00005 \times 86,4)$$

$$Q_{total} = 410,7 \text{ m}^3/\text{dia}$$

6.2 Cargas afluentes à estação

$$\text{População} = \frac{461,55 \text{ m}^3/\text{dia}}{0,13 \frac{\text{m}^3}{\text{hab. dia}}} = 3551 \text{ pessoas}$$

$$\text{Carga de DBO} = \frac{3551 \times 54}{1000} = 191,75 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Carga de SS} = \frac{3551 \times 60}{1000} = 213,06 \text{ kg/dia}$$

6.3 Concentrações afluentes à estação

$$\text{Concentração de DBO} = \frac{191,75 \text{ kg/dia}}{410,7 \text{ m}^3/\text{dia}} \times 1000 = 466,89 \text{ mg/l}$$

$$\text{Concentração de SS} = \frac{205,96 \text{ kg/dia}}{410,7 \text{ m}^3/\text{dia}} \times 1000 = 518,76 \text{ mg/l}$$

6.4 Concentrações no efluente

$$\begin{aligned} &\text{Concentração de DBO no efluente} \\ &\text{dos reatores UASB} = 0,3 \times 466,89 = 140 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

$$\text{Concentração de DBO no efluente após cloração} = 0,75 \times 140 = 105 \text{ mg/l}$$

Concentração de SS no efluente
dos UASBs = 0,35x518,76 = 181,56 mg/l

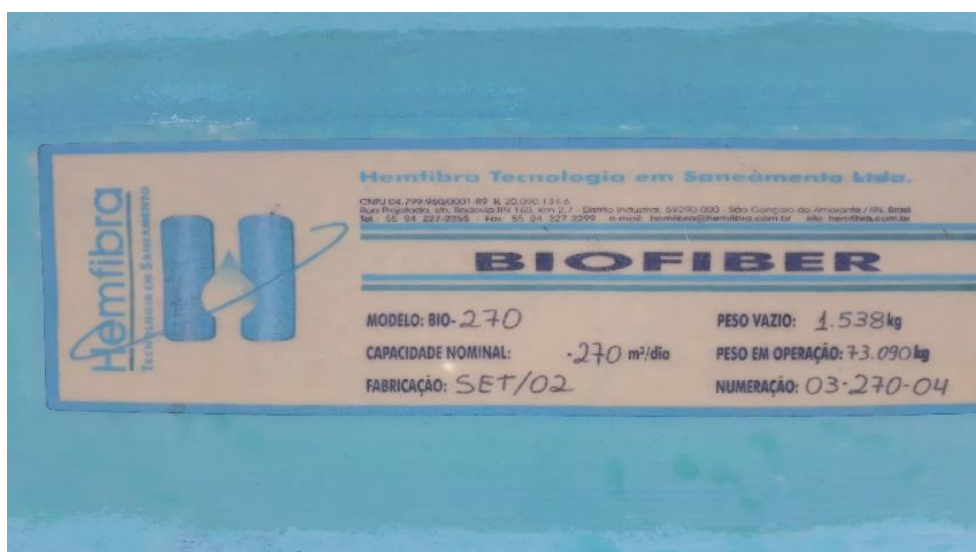
6.5 Capacidade de comportar a vazão afluyente

A estação conta com dois reatores UASB operando em paralelo para digestão de matéria orgânica. Segundo informações colhidas in loco, a capacidade nominal de operação de cada reator é de 270 m³/dia, sendo assim, juntos, os reatores têm capacidade nominal de 540 m³/dia, valor muito superior ao estimado.

A associação dos reatores comporta facilmente a vazão de consumo. Na estimativa foi considerada a menor taxa de infiltração linear recomendada pela NBR 9649. Isso indica que, em uma eventual condição em que se verifique uma vazão superior a que pode ser comportada pelos reatores, deve-se inferir que há problemas de infiltração na rede coletora.

Figura 6:

Informações sobre reator UASB



6.6 Efluente da estação

Com eficiência de 70% na remoção de matéria orgânica pelos reatores UASB, 25% pela cloração e concentração final de 105 mgDBO/l, o efluente atende a resolução CONAMA 430/2011, que, em relação a DBO, estabelece como condição mínima a concentração de 120 mg/l ou eficiência de 60% no tratamento. A estimativa do desempenho da estação de Delmiro Gouveia indica que estações compactas são uma boa alternativa à descentralização por poder atender satisfatoriamente pequenas comunidades. Portanto, é possível que as estações compactas também sejam uma

boa opção para setores relativamente pequenos, não contemplados pelo serviço de tratamento, de cidades de grande porte ou que estejam em rápida expansão.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, em termos de DBO, o efluente estaria classificado como água de classe 4, a mais baixa classificação, estando, inclusive, muito distante da classificação imediatamente superior, podendo ser destinado apenas para navegação e à harmonia paisagística.

Tabela 4:

Fonte: adaptado de CONAMA 357/2005. Classificação das águas quanto a DBO.

Classificação	DBO (mg/l)
I	≤ 3
II	≤ 5
III	≤ 10

Apesar de atender a normatização, em comparação com os resultados obtidos pelas estações compactas de tratamento de esgoto trazidos na revisão bibliográfica deste trabalho, com relação à eficiência na remoção de matéria orgânica e de sólidos suspensos, o tratamento realizado na estação de Delmiro Gouveia é bem inferior, com base na estimativa. Além disso, a remoção de nitrogênio é um ponto fraco da estação. A grande diferença entre esta e aquelas certamente é a ausência de unidades de tratamento complementar. Esta fase complementar tem o objetivo, por assim dizer, de dar polimento ao efluente que foi tratado pelas unidades anteriores.

6.7 Escolha da tecnologia de tratamento

Em se tratando de uma estação compacta, as desvantagens na etapa de polimento são menos significativas. Na escolha de tecnologia anaeróbia, a produção de gás não seria tão alta, já que a maior parte da matéria orgânica já teria sido consumida, fazendo com que o trato com os tais que já é feito não sofresse considerável alteração. Pelo mesmo motivo, na escolha de uma ou mais unidades aeróbias, o custo energético para aeração e a produção de lodo também não seriam tão altos. Portanto, a escolha de tecnologia aeróbia para pós-tratamento do efluente dos reatores UASB é mais indicada, por oferecer melhor eficiência na remoção de matéria orgânica, e também por possibilitar, inclusive, a remoção de nitrogênio, já que um ambiente com oxigênio dissolvido não nulo seria adicionado no fluxo do tratamento.

7. Conclusões

A vazão nominal total da estação é de 540m³/dia, valor bem superior ao valor estimado para a vazão afluyente, que foi de 410,7 m³/dia. A concentração final estimada de DBO foi de 105 mg/l. De acordo com a estimativa, em termos de matéria orgânica, o tratamento atende à resolução CONAMA 430/2011, que estabelece a condição mínima de 60% na eficiência da remoção ou um efluente final com concentração inferior a 120mg/l. A concentração estimada de sólidos suspensos no efluente final foi de 181,56 mg/l.

Os resultados do tratamento podem, certamente, melhorar consideravelmente com a adição de tratamento complementar. Sendo o tratamento aeróbio mais eficiente na remoção de matéria orgânica e sua associação com o tratamento anaeróbio bastante eficaz na remoção de nitrogênio, conclui-se, assim, que uma ou mais unidades de tratamento aeróbio são mais indicadas para dar polimento ao efluente dos reatores UASB. Além disso, as desvantagens próprias do tratamento aeróbio quando comparado ao anaeróbio, como a grande produção de lodo e a necessidade de energia para a aeração, não são tão intensas por se tratar de uma estação compacta. Em a um pós-tratamento, a escolha de tecnologia aeróbia é mais indicada

A estimativa indica também, assim como os trabalhos já publicados mostram, que as estações compactas de tratamento de esgoto são, certamente, uma opção de grande eficácia para a universalização do serviço de tratamento de esgoto no Brasil.

Referências bibliográficas

<<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>, acessado em 26 de julho de 2018, as 17 h:29 min;

<<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/delmiro-gouveia-42941/>>, acessado em 02 de janeiro de 2019, 19:39;

<http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0192/Tabresum_trat%20esg_MVS.pdf>. Acesso em 23 de fevereiro de 2019, as 16:12;

DUTRA, J.; SMIRDELE, J.; **Entendendo o desafio do saneamento no Brasil**. Revista Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro. P. 60-62. Fevereiro de 2018;

GONÇALVES, R.; SIMÕES, G.; WANKE, R.; **Reúso de águas cinzas em edificações urbanas estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ)**. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica, Cidade do México. V.3 n. 1. p. 120-131. Dezembro de 2010;

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/delmiro-gouveia/panorama>>, acessado em 29 de dezembro de 2018, as 20h:15 min;

PRADO, T.; MIAGOSTOVICH, Mm.; **Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro. P. 1367-1378. Julho de 2014;

RIBEIRO, J.; SILVA, G.; **Acompanhamento operacional e avaliação de uma estação compacta de tratamento de esgoto sanitário: reator UASB seguido de filtro aerado submerso**. Associação Brasileira de Engenharia Ambiental. V. 23 n. 1 p. 27-31. Janeiro/Fevereiro de 2018;

WANKE et al.; **Pequenas estações “anaeróbio-aeróbio” de alta taxa para tratamento secundário de esgoto sanitário no Brasil**. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28., 2002, Cancún. Cancún: AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica, 2002. P. 1, 4, 8;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, p. 7. 1986;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, p. 4. 1993;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, p.3. 1992;

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Norma Técnica SABESP NTS 025**. São Paulo, p. 7. 2006;

SILVA, C.; **Sistemas de tratamento de esgotos sanitários**. Santa Maria, UFSM. Notas de aula da disciplina Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais. Disponível em:

<http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/50e659e8d30dbc5b9770f55f0c572b86.htm>.

Acesso em 05/03/2019, as 20:44;

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**, 6. Edição, Rio de Janeiro: ABES, 2011;

OLIVEIRA, F. et al. **Efetividade dos investimentos em saneamento no Brasil da disponibilidade dos recursos financeiros à implantação dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário**. FGV/CERI, Brasília. P. 16. 2016;

Anexos

Anexo A – Informações da CASAL sobre o consumo de água nos setores contribuintes da estação. Os valores estão em metros cúbicos (m³).

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
50	197	247	25,38	254	28,93	182	-7,61	177	-10,2	179	-9,14	166	-15,7
60	162	164	1,23	172	6,17	111	-31,48	138	-14,8	113	-30,25	184	13,58
70	147	159	8,16	174	18,37	196	33,33	143	-2,72	124	-15,65	136	-7,48
80	287	360	25,44	364	26,83	257	-10,45	233	-18,8	259	-9,76	269	-6,27
90	121	148	22,31	135	11,57	105	-13,22	146	20,66	109	-9,92	117	-3,31
100	323	396	22,6	363	12,38	393	21,67	257	-20,4	315	-2,48	313	-3,1
110	186	219	17,74	221	18,82	180	-3,23	176	-5,38	150	-19,35	198	6,45
120	293	360	22,87	329	12,29	271	-7,51	276	-5,8	264	-9,9	303	3,41
130	215	264	22,79	255	18,6	200	-6,95	190	-11,6	192	-10,7	206	-4,19
140	42	54	28,57	42	0	46	9,52	27	-35,7	43	2,38	42	0
150	223	271	21,52	280	25,56	209	-6,28	200	-10,3	179	-19,73	212	-4,93
160	274	339	23,72	343	25,18	281	2,55	245	-10,6	287	4,74	265	-3,28
170	253	288	13,83	284	12,25	237	-6,32	246	-2,77	262	3,56	273	7,91
180	309	366	18,45	383	23,95	309	0	302	-2,27	244	-21,04	291	-5,83
Total setor	3032	3635	19,89	3599	18,7	2977	-1,81	2756	-9,1	2720	-10,29	2975	-1,88

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
200	387	490	26,61	492	27,13	377	-2,58	351	-9,3	347	-10,34	370	-4,39
210	335	429	28,06	419	25,07	332	-0,9	311	-7,16	273	-18,51	307	-8,36
220	332	401	20,78	389	17,17	342	3,01	334	0,6	305	-8,13	294	-11,5
230	222	262	18,02	252	13,51	225	1,35	194	-12,6	208	-6,31	222	0
240	217	267	23,04	284	30,88	201	-7,37	196	-9,68	210	-3,23	197	-9,22
Total setor	1493	1849	23,84	1836	22,97	1477	-1,07	1386	-7,17	1343	-10,05	1390	-6,9

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
430	393	505	28,5	504	28,24	367	-6,62	366	-6,87	318	-19,08	380	-3,31
440	284	290	2,11	290	2,11	296	4,23	278	-2,11	276	-2,82	276	-2,82
450	297	366	23,23	363	22,22	292	-1,68	282	-5,05	255	-14,14	270	-9,09
460	277	342	23,47	321	15,88	247	-10,83	252	-9,03	271	-2,17	279	0,72
Total setor	1251	1503	20,14	1478	18,15	1202	-3,92	1178	-5,84	1120	-10,47	1205	-3,68

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
470	266	318	19,55	303	13,91	253	-4,89	278	4,51	288	8,27	266	0
480	281	413	46,95	338	20,28	232	-17,44	251	-10,7	220	-21,71	299	6,41
490	276	342	23,91	343	24,28	241	-12,68	261	-5,43	251	-9,06	300	8,7
500	449	495	10,24	493	9,8	489	8,91	427	-4,9	422	-6,01	427	-4,9
510	275	351	27,64	332	20,73	244	-11,27	354	28,73	250	-9,09	249	-9,45
520	322	380	18,01	393	22,05	353	9,63	281	-12,7	275	-14,6	309	-4,04
530	281	353	25,62	349	24,2	294	4,63	275	-2,14	233	-17,08	261	-7,12
540	224	245	9,38	249	11,16	204	-8,93	204	-8,93	267	19,2	196	-12,5
550	216	274	26,85	270	25	174	-19,44	183	-15,3	176	-18,52	191	-112
560	248	302	21,77	304	22,58	218	-12,1	208	-16,1	229	-7,66	209	-15,7
Total setor	2838	3473	22,37	3374	18,89	2702	-4,79	2722	-4,09	2611	-8	2707	-4,62

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
590	216	272	25,93	288	33,33	209	-3,24	195	-9,72	171	-20,83	183	-15,3
Total setor	216	272	25,93	288	33,33	209	-3,24	195	-9,72	171	-20,83	183	-15,3

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
680	198	249	25,76	232	17,17	162	-18,18	149	-24,8	143	-27,78	138	-30,3
690	329	409	24,32	393	19,45	279	-15,2	285	-13,4	228	-30,7	255	-22,5
Total setor	527	658	24,86	625	18,6	441	-16,32	434	-17,7	371	-29,6	393	-25,4

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
725	247	322	30,36	320	29,55	233	-5,67	207	-16,2	224	-9,31	241	-2,43
726	182	231	26,92	210	15,38	169	-7,14	173	-4,95	169	-7,14	182	0
727	75	92	22,67	96	28	84	12	69	-8	101	34,67	72	-4
Total setor	504	645	27,98	626	24,21	486	-3,57	449	-10,9	494	-1,98	495	-1,79

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
740	247	335	35,63	341	38,06	206	-16,6	217	-12,2	215	-12,96	208	-15,8
Total setor	247	335	35,63	341	38,06	206	-16,6	217	-12,2	215	-12,96	208	-15,8

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
780	113	181	60,18	142	25,66	92	-18,58	88	-22,1	96	-15,04	81	-28,3
Total setor	113	181	60,18	142	25,66	92	-18,58	88	-22,1	96	-15,04	81	-28,3

Quadra	Média 11/2018	Mês 10/2018		Mês 09/2018		Mês 08/2018		Mês 07/2018		Mês 06/2018		Mês 05/2018	
		Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.	Cons.	Var.
1160	346	399	15,32	388	12,14	323	-6,65	316	-8,67	274	-20,81	345	-0,29
1170	294	355	20,75	370	25,85	256	-12,93	255	-13,3	267	-9,18	305	3,74
1180	341	420	23,17	418	22,58	306	-10,26	345	1,17	278	-18,48	324	-4,99
1190	245	305	24,49	310	26,53	224	-8,57	191	-22	192	-21,63	240	-2,04
1200	248	278	12,1	253	2,02	222	-10,48	250	0,81	234	-5,65	268	8,06
Total setor	1474	1757	19,2	1739	17,98	1331	-9,7	1357	-7,94	1245	-15,54	1482	0,54

Anexo B – Imagem da planta baixa que indica as tubulações de coleta de esgoto da bacia da estação e seus respectivos comprimentos.



Anexo C – Travessa Tiradentes. À esquerda da imagem, estação de tratamento de esgoto do bairro Novo, à direita, canal em que o esgoto está sendo lançado.

