

**FACULDADE PATOS DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA PAULA DANIELLY E SILVA
EDIR LAFAIETE ALVES**

**IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES:
uma revisão de literatura**

**PATOS DE MINAS
2016**

**ANA PAULA DANIELLY E SILVA
EDIR LAFAIETE ALVES**

**IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES:
uma revisão de literatura**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado à Faculdade Patos de Minas
como requisito para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Ms Willyder Leandro Rocha
Peres.

**PATOS DE MINAS
2016**

ANA PAULA DANIELLY E SILVA
EDIR LAFAIETE ALVES

IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES: uma revisão de literatura

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Patos de Minas como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil – Faculdade Patos de Minas.

Data: 09 de novembro de 2016.

Prof. Ms. Willyder Leandro Rocha Peres
Orientador

Profa. Esp. Raquel Resende Rocha
Examinadora

Prof. Ms. Saulo Gonçalves Pereira
Examinador

Aprovados ()

Reprovados ()

DEDICAMOS este trabalho aos nossos familiares.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos derramadas em nossas vidas.

As nossas famílias pelo apoio incondicional.

Ao Prof. Ms. Willyder Leandro Rocha Peres e a Professora Ms Nayara Franciele Lima por acompanhar o processo de confecção deste trabalho e disponibilizar respectivas orientações necessárias.

A Profa. Esp. Raquel Resende Rocha e ao Prof. Ms. Saulo Gonçalves Pereira, pelas valiosas orientações que, sem dúvidas, vieram para melhorar significativamente este trabalho.

“Só jogue no rio o que o peixe pode comer.”

Sêneca

SILVA, Ana Paula Danielly e.; ALVES, Edir Lafaiete. **Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)**: uma revisão de literatura. 2016 36f. Monografia (Graduação em Engenharia). Curso Bacharelado em Engenharia Civil. Faculdade Patos de Minas, Patos de Minas/MG. Orientação: Ms Willyder Leandro Rocha Peres.

ESTÁ AUTORIZADA INTEGRAL OU PARCIALMENTTE A REPRODUÇÃO DESTE TRABALHO, PARA FINS DE ESTUDO E/OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

RESUMO

O tratamento de efluentes tem a finalidade de remover as impurezas físicas, químicas e biológicas e os organismos patogênicos de maneira a alcançar um padrão de qualidade vigente. O objetivo deste estudo foi descrever os níveis do tratamento de efluentes, buscando ainda mostrar a importância deste processo para o meio ambiente e para a sociedade. Para desenvolver os objetivos propostos utilizou-se a pesquisa bibliográfica, tendo como base artigos científicos. A revisão de literatura permitiu compreender que os níveis de tratamento de efluentes envolvem o pré-tratamento, o tratamento primário, o tratamento secundário, o tratamento terciário e o tratamento do lodo. O tratamento de efluentes é de suma importância em razão da grande quantidade de resíduos que são produzidos no meio urbano e que não podem ser jogados em qualquer lugar, pois estes além de contaminar o ecossistema aquático podem causar diferentes doenças ao ser humano. O tratamento de esgoto é uma das atividades de esgotamento sanitário que visa promover a saúde pública e a proteção do meio ambiente, um dos principais fundamentais previsto na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445, de 05/01/2007), por essa razão, torna-se relevante que as estações de tratamento de esgoto venham a aperfeiçoar cada vez mais os processos, de forma a devolver a água ao ambiente com menores quantidades de poluentes e resíduos.

Palavras-chave: Esgoto, Tratamento de Efluentes, e Saneamento Básico.

ABSTRACT

The treatment of effluents is to remove impurities, physical chemical and biological and pathogenic organisms in such a way as to achieve a quality standard. The aim of this study was to describe the levels of wastewater treatment, seeking still show the importance of this process to the environment and to society. To develop the objectives proposed, bibliographical research was based on scientific articles. The literature review allowed us to understand that the effluent treatment levels involve the pre-treatment, primary treatment, secondary treatment, sludge treatment and tertiary treatment. The treatment of effluents is of utmost importance because of the large amount of waste that are produced in the urban environment and that cannot be played anywhere, because in addition to contaminate the aquatic ecosystem can cause different diseases to humans. Sewage treatment is a sanitary sewage activities designed to promote public health and environmental protection, one of the main foundations laid down in National Sanitation Law (Law No. 11,445, 1/5/2007), for this reason, it is important that the sewage treatment will improve more and more processes in order to return the water to the environment with smaller amounts of pollutants and wastes.

Keywords: Basic Sanitation. Sewer, Sewage treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estação ETE Onça.....	18
Figura 2 - Diagrama esquemático de uma estação de tratamento de esgotos...	19
Figura 3 - Grade grossa manual.....	20
Figura 4 - Grade fina mecanizada.....	20
Figura 5 – Desarenador.....	21
Figura 6 - Peneira rotativa.....	23
Figura 7 - Representação esquemática do processo de digestão anaeróbia.....	25
Figura 8 - Esquema de um reator biológico anaeróbio do tipo UASB.....	26
Figura 9 - Reatores anaeróbios.....	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivo geral	10
1.2	Objetivos específicos	11
1.3	Metodologia	11
2	A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES E A LEGISLAÇÃO VIGENTE	12
3	NÍVEIS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES	18
3.1	Tratamento preliminar	19
3.1.1	<i>Gradeamento</i>	19
3.1.2	<i>Desarenação</i>	21
3.2	Tratamento primário	21
3.2.1	<i>Coagulação e floculação</i>	22
3.2.2	<i>Decantação primária</i>	22
3.2.3	<i>Peneira rotativa</i>	22
3.2.4	<i>Adensamento do lodo</i>	23
3.3	Tratamento secundário	24
3.3.1	<i>Digestão Anaeróbia</i>	24
3.3.2	<i>Biodigestor UASB</i>	25
3.3.3	<i>Tanque de aeração</i>	27
3.3.4	<i>Decantação Secundária</i>	27
3.3.5	<i>Filtro biológico</i>	27
3.3.6	<i>Lagoas de estabilização</i>	28
3.4	Tratamento terciário	29
3.5	Tratamento do lodo	29
3.5.1	<i>Condicionamento químico do lodo</i>	29
3.5.2	<i>Desidratação do lodo</i>	29
3.5.3	<i>Secagem do lodo</i>	30
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A água é vital para a natureza e para o homem devendo estar disponível em quantidade e qualidade satisfatórias para manter a vida. A crescente urbanização, em especial a não planejada degrada o meio ambiente nesse cenário é comum a poluição dos mananciais por causa da falta de saneamento básico. O uso excessivo da água aliado ao tratamento de esgoto ineficiente e à poluição gerada pela indústria e agricultura de água tem gerado problemas, que vão da sua carência, à degradação e má qualidade (1).

Esgotos das cidades, resíduos industriais, substâncias químicas da agricultura e o desmatamento colaboram para deteriorar a qualidade da água. Assim, surgiram maiores exigências relacionadas à conservação e ao uso racional dos recursos hídricos. No Brasil, apenas 30% da população urbana têm esgotos coletados, e destes, somente 10% possui tratamento adequado (1).

O tratamento de efluentes e seus resíduos (lodo) é considerado um processo de extrema importância para a sociedade, o contribuindo para a qualidade de vida da população, e um dos seus principais objetivos é conservar o meio ambiente. As substâncias encontradas nos esgotos são deletérias para os corpos d'água e estes representam fonte de vida para as populações, por isso, é tão importante realizar o esgotamento sanitário de forma adequada (2).

Por ser relevante o saneamento ambiental para as cidades e as zonas rurais, vez que este é um fator categórico para manter a saúde da população, é que se propôs o desenvolvimento deste tema. O tratamento de esgoto inadequado compromete o meio ambiente, a saúde pública, e ainda causa danos ambientais a curto e em longo prazo. Investir em saneamento propicia prerrogativas associadas à salubridade e tende a motivar o desenvolvimento socioeconômico das regiões, desencadeando investimentos nos diversos setores econômicos.

1.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi descrever os processos de tratamento de efluentes, de forma a mostrar a sua importância para o meio ambiente e para a sociedade.

1.2 Objetivos específicos

- Fazer uma descrição dos tratamentos de afluentes e suas finalidades.
- Apresentar a importância do tratamento de efluentes e a legislação vigente.

1.3 Metodologia

Para desenvolver os objetivos sugeridos neste estudo fez-se um estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas e jornais, impressos e digitais, material esse acessível ao público em geral (3).

Foram consultados documentos disponíveis na internet, em sites de instituições de renome, como Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Universidade Estadual de Campinas– UNICAMP e Portal Brasil. O material eletrônico foi encontrado através de buscas feitas com palavras-chave, como “níveis de tratamento de efluentes”, “benefícios”, “sociedade” e “meio ambiente,”.

2 A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES E A LEGISLAÇÃO VIGENTE

A história do Saneamento Básico no Brasil se confunde com a formação das cidades. No começo a população era abastecida através de bicas e fontes e as ações de saneamento se limitavam a drenagem de terrenos e chafarizes públicos. A partir de 1876 inicia a preocupação com o saneamento básico nas cidades, o Rio de Janeiro utiliza o Decantador Dortmund – Estação de Tratamento de Água (ETA). As cidades começam a pensar em planos para levar água suja através de canos para algum lugar e assim ser tratada. Em 1930 todas as capitais contavam com sistemas de distribuição de água e coleta de esgotos (4).

Após os anos 40 aumentou a demanda por serviços de saneamento, e surgiu a comercialização dos serviços e as primeiras autarquias nessa área. Na década de 1970, foi instituído o PLANASA – Plano Nacional de Saneamento provido de autonomia e auto sustentação através tarifas e financiamentos com base em recursos retornáveis. Mais recentemente surgiram as seguintes ações: “(...) Lei do Saneamento – 11445/07, Lei dos Consórcios, criação do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, parcerias público-privadas, criação de Agências Reguladoras, e vários modelos de gestão dos serviços” (4).

O Brasil “teve melhora no alcance da prestação dos serviços de coleta e de tratamento de esgoto. Mas, saneamento básico, ainda não é prioridade, nem para o poder público, nem para a população” (5).

Atualmente, os problemas ambientais se apresentam cada vez mais críticos e habituais, principalmente, devido ao elevado crescimento populacional e ao avanço da atividade industrial. Esse contexto leva os problemas ambientais a atingirem grandezas proporcionais, as quais podem ser notadas através de grandes alterações na qualidade do solo, do ar e da água (6).

A poluição das águas pode ocasionar grandes impactos sobre a “qualidade de vida da população; veiculação de doenças; assoreamento; eutrofização; agravamento dos problemas de escassez da água; elevação do custo do tratamento da água; desequilíbrios ecológicos; degradação da paisagem” (7).

Em geral os corpos d’água conseguem eliminar as substancias que são despejadas em seu leito, porém o processo natural demanda muito mais tempo e

como o índice de poluição cresce a cada dia faz-se necessário identificar as fontes poluidoras e solucionar os problemas causados.

Uma das principais fontes poluidoras é o esgoto sanitário; que é a água oriunda do uso humano, a qual tem suas características alteradas. Conforme o uso da água o esgoto pode ser diferenciado em doméstico e industrial, distingui-los é fundamental para a escolha do tratamento adequado.

Ao lançar efluentes in natura nos corpos d'água, ocorrem muitas reações que geram impactos negativos de natureza econômica, ambiental e social. A potencialidade dos impactos ambientais relaciona-se com a presença de substâncias, micro-organismos e a adulteração de certas peculiaridades da água (8).

No Quadro 1 relaciona-se os impactos e as principais consequências ao meio ambiente geradas por determinados fatores vinculados ao esgoto:

Quadro 1 - Fatores impactantes do efluente e as consequências no meio ambiente.

Aspecto em foco	Consequências
Sólidos suspensos e dissolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição da vazão do rio e de volumes de armazenamento (Assoreamento) → inundações; • Soterramento de animais e ovos de peixes. Aumento da turbidez da água → redução da transparência da água → diminuição da atividade fotossintética → redução do oxigênio dissolvido → impactos sobre a vida aquática.
Nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> • Eutrofização da água; • Proliferação de algas e de vegetação aquática; • Prejuízos a recreação e navegação.
Presença dos microorganismos patogênicos	<ul style="list-style-type: none"> • Transmissão de doenças ao homem.
Mudanças no pH	<ul style="list-style-type: none"> • Efeitos sobre a fauna e flora.
Compostos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"> • Danos à saúde humana; • Danos à vida aquática.
Corantes	<ul style="list-style-type: none"> • Danos à vida aquática; • Prejuízos aos usos.
Substâncias tenso-ativas	<ul style="list-style-type: none"> • Danos a fauna; • Geração de espumas.
Substâncias radioativas	<ul style="list-style-type: none"> • Danos à saúde humana e animal.

Fonte: (8)

As substâncias presentes nos esgotos exercem ações deletérias nos corpos de água; a matéria orgânica reduz a concentração de oxigênio diluído e provoca a morte de peixes e diferentes organismos aquáticos, podendo escurecer a água e espalhar odores; os detergentes presentes nos esgotos podem formar espuma em locais de maior agitação da massa líquida; os defensivos agrícolas provocam a

morte de peixes e outros animais aquáticos; o excesso de nutrientes causa a eutrofização do corpo d'água – aumento rápido de algas (2).

O escoamento de efluentes sem tratamento ocasiona danos à sociedade como um todo, os detritos vêm acompanhados de uma significativa carga de dejetos que contêm agentes patogênicos, micro-organismos, resíduos tóxicos e nutrientes que ao serem lançados na água produzem um grande desenvolvimento de bactérias aeróbicas, fungos e vírus, causando desequilíbrio, fato que acaba por dispersar inúmeras doenças consequentes de águas contaminadas (8).

Surtos como cólera, febre tifoide, disenterias, hepatite infecciosa, inúmeros tipos de verminoses, determinadas doenças transmitidas pelo acondicionamento inadequado dos esgotos são responsáveis por altos índices de mortalidade em países subdesenvolvidos. A associação dessas doenças à subnutrição frequentemente é mortal, de maneira particular, para as crianças, o aumento da expectativa de vida e a redução da prevalência das verminoses somente podem ser superadas através do esgotamento sanitário adequado (2).

Os esgotos que os seres humanos produzem geram em média cinquenta espécies de infecções e podem ser transmitidas de uma pessoa doente para outra saudável. Os esgotos infectam a água, os alimentos, os materiais domésticos, as mãos e o solo, e podem ainda ser transportados por meio de mosquitos, baratas e roedores, de forma provocar novas infecções (2).

Investir no tratamento de esgoto configura um avanço na infraestrutura estabelecida para proteger o meio ambiente e a saúde da população. A coleta, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada dos efluentes são fundamentais, uma vez que, para cada R\$1,00 investido no saneamento básico, economiza-se R\$4,00 na medicina curativa. No Brasil, aproximadamente 15 crianças, entre 0 e 4 anos, morrem diariamente por falta de esgotamento sanitário (9).

O tratamento de esgotos tem por objetivo reduzir a carga poluidora e ao final do processo os efluentes devem estar aptos, segundo a legislação vigente, a serem descartadas nos corpos d'água e aterro sanitário/outra aplicação sem prejuízo ao meio ambiente, visando proteger a saúde pública (6).

O esgotamento sanitário é um dos elementos constituintes do conceito de saneamento básico descrito na lei Federal n.º 11.445/2007, Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), que tem o esgotamento sanitário é um dos

elementos constituintes do conceito de saneamento básico descrito na lei federal n11445/2007, Política Nacional de Saneamento Básico, que tem por objetivo estabelecer diretrizes para o saneamento básico (10).

Em 2008 foi realizada a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em parceria com o Ministério das Cidades com o intuito de fornecer parâmetros para a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico. A pesquisa mostra que 46,8% da população tinha atendimento adequado ao esgotamento sanitário, 44,1%, tinha atendimento precário e 9,1% não tinha atendimento (11).

O “Pacto pelo Saneamento Básico” firmado em dezembro de 2008 levou o Ministério das Cidades e o Ministério do Meio Ambiente a selarem o “compromisso pelo Meio Ambiente e Saneamento Básico” que consiste em um conjunto de ações para atingir os objetivos propostos pela Política Nacional de Saneamento Básico até o ano de 2020 (34).

Um dos pontos mais importantes da Política Nacional de Saneamento Básico é a exigência da elaboração e apresentação de Planos Municipais de Saneamento Básico até 31/12/2007 como requisito para o acesso a recursos da União (8). Porém, a elaboração desses planos municipais tem encontrado empecilhos como: o não conhecimento da legislação e sua obrigatoriedade, falta de pessoal técnico e escassez de recurso financeiro (34).

A Resolução CONAMA nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama, “dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes” (35), sendo posteriormente alterada em alguns pontos pela Resolução CONAMA nº 397/2008, nº410/2010 e nº 430/2011. A resolução CONAMA nº 377/2006 “dispõe sobre o licenciamento ambiental simplificado de sistemas de esgotamento sanitário” (35).

Em Minas Gerais a Lei nº 11.720/1991 “dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico” e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG¹ nº 01/2008 “dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes” (12).

¹COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental, CERH-MG – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais

No ano de 2006 o Estado, através da Deliberação Normativa COPAM nº 96, convocou os municípios com população superior a 30.000 habitantes e outros a fazerem o licenciamento ambiental de sistema de tratamento de esgotos. E através da Deliberação Normativa COPAM nº 128/2008 alterou os prazos e incluiu os demais municípios fixando um prazo limite para estes (11).

Até 2006, 97% dos municípios mineiros lançavam o esgoto bruto nos corpos d'água; Para 2015, em relação ao esgotamento sanitário², dos 853 municípios 44,78% enquadram-se na faixa de situação alarmante, 31,89% situação ruim, 7,50% situação média e 15,83% situação boa (13).

A Norma Brasileira NBR 12.209/2011 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário “fixa condições de estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE), observada a regulamentação específica das entidades, responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário” (14).

A NBR 12.209/1992 é completada pelas normas técnicas a seguir:

- NBR 9648/1986 – Estatuto de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;
- NBR 9649/1986 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário;
- NBR 9800/1987 – Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário – procedimento;
- NBR 9814/1987 – Execução de Rede coletora de Esgoto Sanitário;
- NBR 9896/1993 – Poluição das águas;
- NBR 9897/1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;
- NBR 9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores;
- NBR 12; 207/2010 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário;
- NBR 12.208/1992 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário;
- NBR 13.969/1997 – Tanques sépticos, unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação;
- NBR 14.486/2000 – Sistemas Enterrados para condução de Esgoto Sanitário;
- NBR 15.536/2007 – Sistema de Adução de Água, Coletores-tronco Emissários de Esgoto Sanitário e Águas Pluviais;

² O índice de avaliação é formado por: Estação de Tratamento de Esgoto – ETE regularizada, atendimento à Deliberação Normativa COPAM nº 96/2006, monitoramento de efluentes líquidos e ICMS ecológico.

- NBR 15.710/2009 – Sistema de Redes de Coleta de Esgoto Sanitário Doméstico a Vácuo.

Diferentes profissionais, inclusive aqueles dos ramos da engenharia, devem se unir e motivar a sociedade a participar da construção de programas e políticas mais efetivas que sejam capazes de aprimorar cada vez mais o tratamento dos efluentes, uma vez que, somente a articulação entre o meio ambiente físico, as relações sociais e a subjetividade humana são capazes de encontrar possibilidades de solucionar as questões que vem afetando o meio ambiente (15).

Cabe lembrar-se da importância de se propor o desenvolvimento e a prática de políticas orientadas a elucidar a relação do tratamento de efluentes à melhoria de políticas à melhoria da qualidade de vida de das pessoas. Este é um tema que deve se fazer presente no dia-a-dia dos diversos segmentos sociais, conquistando mais espaço nas escolas de educação básica, nas universidades, empresas e indústrias. Apesar de que, apresentar alternativas para fomentar o desenvolvimento sustentável é um grande desafio para a sociedade e governo, o qual deve criar mais programas para motivar a inserção da educação ambiental nas ações dos órgãos e institutos ligados ao meio ambiente.

É fundamental que haja líderes que se envolvam com causa e tenham perseverança e paciência com a realidade existente, mas que estes sejam ainda acessíveis as inovações. Tendo em vista que, “educar é garantir a formação de colaboradores maduros, adultos e atentos aos problemas e soluções” (6).

3 NÍVEIS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

O tratamento de efluentes tem o objetivo de “remover as impurezas físicas, químicas, biológicas e organismos patogênicos, (...) para fazer a adequação a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente” (15). Para que se faça tratamento o adequado necessário a cada tipo de efluente é necessário discriminar a carga poluidora e a presença de contaminantes.

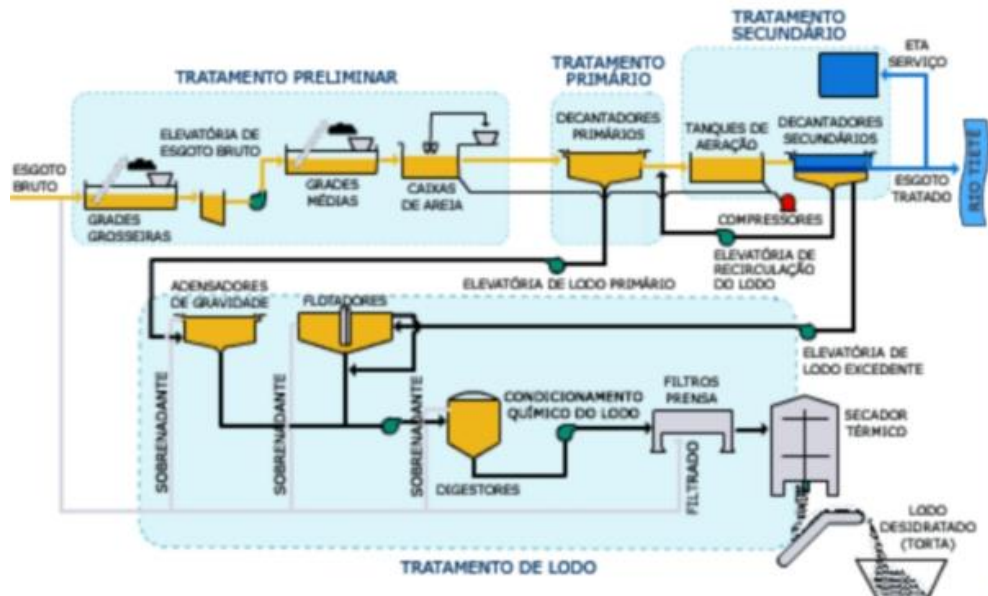
A elaboração de um projeto de sistema de tratamento adequado de efluentes requer que seja priorizada um padrão de qualidade por meio de análises biológicas, físicas e químicas que deve atender alguns parâmetros. No caso dos esgotos domésticos, os parâmetros a serem avaliados incluem sólidos, indicadores de matéria orgânica (Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e Demanda Química de Oxigênio - DQO), fósforo, nitrogênio e indicadores de contaminação fecal (coliformes totais e fecais). Os esgotos domésticos ou industriais habitualmente são tratados em uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE (Figura 1 e Figura 2) (16).

Figura 1 – Estação ETE Onça



Fonte: (16)

Figura 2 – Diagrama esquemático de uma estação de tratamento de esgotos



Fonte: (17)

O nível de remoção de poluentes que se espera alcançar é o que define os níveis de tratamento dos efluentes. Existem diversas tecnologias para o tratamento de efluentes, mas os principais níveis se resumem em: tratamento preliminar, primário, secundário, terciário e lodo (18).

Após passar pelo tratamento adequado, os efluentes são escoados para o rio ou para o mar e devem apresentar um nível de qualidade aceitável segundo preconiza a Resolução CONAMA 357/2005 (19).

3.1 Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar ocorre através de processos físicos em que se realiza a remoção dos materiais em suspensão e flutuantes por meio do uso de grelhas e de crivos grossos (gradeamento), bem como acontece a separação da água residual das areias mediante o uso de canais de areia (desarenação) (18).

3.1.1 Gradeamento

No processo de gradeamento procede-se a retirada de sólidos e grosseiros, fazendo-se a retenção do material com expansão maior do que o espaço entre as barras. O gradeamento ainda tem por objetivo proteger os dispositivos que fazem o

transporte dos efluentes por meio de bombas e tubulações, proteger as demais unidades de tratamento e proteger os corpos receptores (20).

As grades podem ser mais grossas, com espaços de 5,0 a 10,0 cm, grades médias com espaços entre 2,0 a 4,0 cm e mais finas com espaços entre 1,0 e 2,0 cm. A grade grossa manual tem o objetivo de reter sólidos, como estopas, plásticos e papéis que podem ser removidos manualmente (Figura 3). Enquanto que a grade fina mecanizada (Figura 4) tem a finalidade de retirar mecanicamente os sólidos menores que conseguiram passar pela grade grossa (21).

Figura 3 – Grade grossa manual



Fonte: (16)

Figura 4 – Grade fina mecanizada



Fonte: (16)

3.1.2 Desarenação

O objetivo da desarenação é reter e extrair areia e pedriscos e material inorgânico grosseiro através de sedimentação, de forma que não aconteça retirada conjunta de orgânicos sólidos (Figura 5). A desarenação contribui para evitar que o trabalho de equipamentos e dispositivos como trituradores, aeradores e bombas sejam interrompidos. Há vários tipos de desarenadores: “limpeza manual ou mecanizada; quadrados, retangulares ou tipo ciclone; velocidade controlada ou tipo sedimentação simples; com by-pass em descarga livre ou descarga submersa; aerados ou não” (22). Estes desarenadores podem ser utilizados no pré ou no pós-tratamento do efluente.

Figura 5 – Desarenador



Fonte: (16)

3.2 Tratamento Primário

Apesar de o efluente se apresentar com um aspecto melhor, após ter realizado pré tratamento, as características poluentes ainda se encontram ilesas e, por isso os processos físico-químicos são de extrema importância (23).

O tratamento primário de efluentes é formado exclusivamente através de processos físico-químicos. Destina-se a equalizar e paralisar a carga do efluente, ao partir de um tanque de equalização e adição de vários produtos químicos. Posteriormente, promove-se a separação das partículas sólidas e/ou líquidas através dos processos de sedimentação e floculação, em que se utilizam floculadores e decantadores ou sedimentadores primários (18).

3.2.1 Coagulação e floculação

O líquido proveniente do esgoto possui partículas coloidais, que por serem pequenas não se sedimentam sob ação da gravidade, por isso é necessário acrescentar coagulantes químicos (sulfato ferroso o sulfato de alumínio), os quais possibilitam a atração entre as partículas (23).

A floculação é um processo físico que ocorre após a coagulação, baseia-se na ocorrência de choques entre as partículas formadas anteriormente, com a intenção de formar flocos ainda maiores, com volume e densidade maiores. Para que os choques entre as partículas aconteçam, torna-se necessário haver movimentação na água, estes movimentos são induzidos pelos gradientes de floculação. Os gradientes devem ser restritos para não superar a resistência do cisalhamento das partículas e, assim, não desfazer os flocos formados anteriormente. O objetivo da floculação é juntar as partículas poluentes de modo que elas sejam removidas (24).

3.2.2 Decantação primária

A decantação primária representa a separação entre o sólido/lodo e o líquido/efluente bruto, é um processo físico que se baseia na diferença de densidade entre as constituintes da mistura. Nesse processo, os efluentes escoam lentamente pelos decantadores, dessa forma, os sólidos continuam submersos no tanque, de modo a formar o lodo primário bruto. A matéria poluente exposta na água apresenta grandezas reduzidas, frequentemente formadas por colóides, isso não permite que ela seja removida exclusivamente através de processos físico-químicos. O tamanho dos tanques pode variar conforme com a quantidade de entrada efluente (23).

3.2.3 Peneira rotativa

Dependendo da forma e da granulometria do sólido, as peneiras (Figura 6) podem substituir o sistema de gradeamento ou os decantadores primários. Nesse caso, o objetivo é promover a separação dos sólidos com granulometria mais elevada que a extensão dos orifícios da tela. A tendência do fluxo é atravessar o

cilindro de gradeamento que se encontra em movimento, de dentro para fora. Os sólidos ficam retidos devido à perda de carga na tela, extraídos continuamente e recolhidos em caçambas (18).

Figura 6 – Peneira rotativa



Fonte: (16)

3.2.4 Adensamento do lodo

O objetivo do adensamento é aumentar a concentração de sólidos no lodo. Com isso, tem-se a possibilidade de reduzir a quantidade volumétrica das unidades subsequentes de tratamento, como volume dos digestores e dimensão de bombas. Dentre outras vantagens, esse processo propicia a redução de gastos de produtos químicos no desaguamento e um consumo menor de energia na calefação de digestores. Entre as formas de adensamento mais comuns enfatiza-se: “por gravidade, flotação com ar dissolvido, centrífuga, adensador de esteira e tambor rotativo. O processo de adensamento pode aumentar a concentração de sólidos no lodo primário para aproximadamente 12%” (25).

3.3 Tratamento secundário

No tratamento secundário são utilizados tratamentos biológicos para fazer a retirada de substâncias biodegradáveis que se encontram nos efluentes, ou seja, remover a matéria orgânica, que pode estar diluída (DBO solúvel) ou em suspensão

(DBO suspensa ou particulada), através de métodos capazes de acelerar o processo de decomposição dos poluentes orgânicos que aconteceria naturalmente, de forma mais lenta. Os processos biológicos podem ser aeróbios com a presença de oxigênio ou anaeróbios que não requerem oxigênio (26).

Os métodos aeróbios fazem a simulação do método natural de degeneração, e se mostra eficaz no tratamento de partículas finas em suspensão. O oxigênio é obtido mediante aeração/movimento mecânico ou por insuflação de ar. Enquanto que os anaeróbios acontecem na solidificação de resíduos conseguida pela ação de micro-organismos, pela falta de ar ou oxigênio principal, esse tratamento pode ser chamado como fermentação mecânica (27).

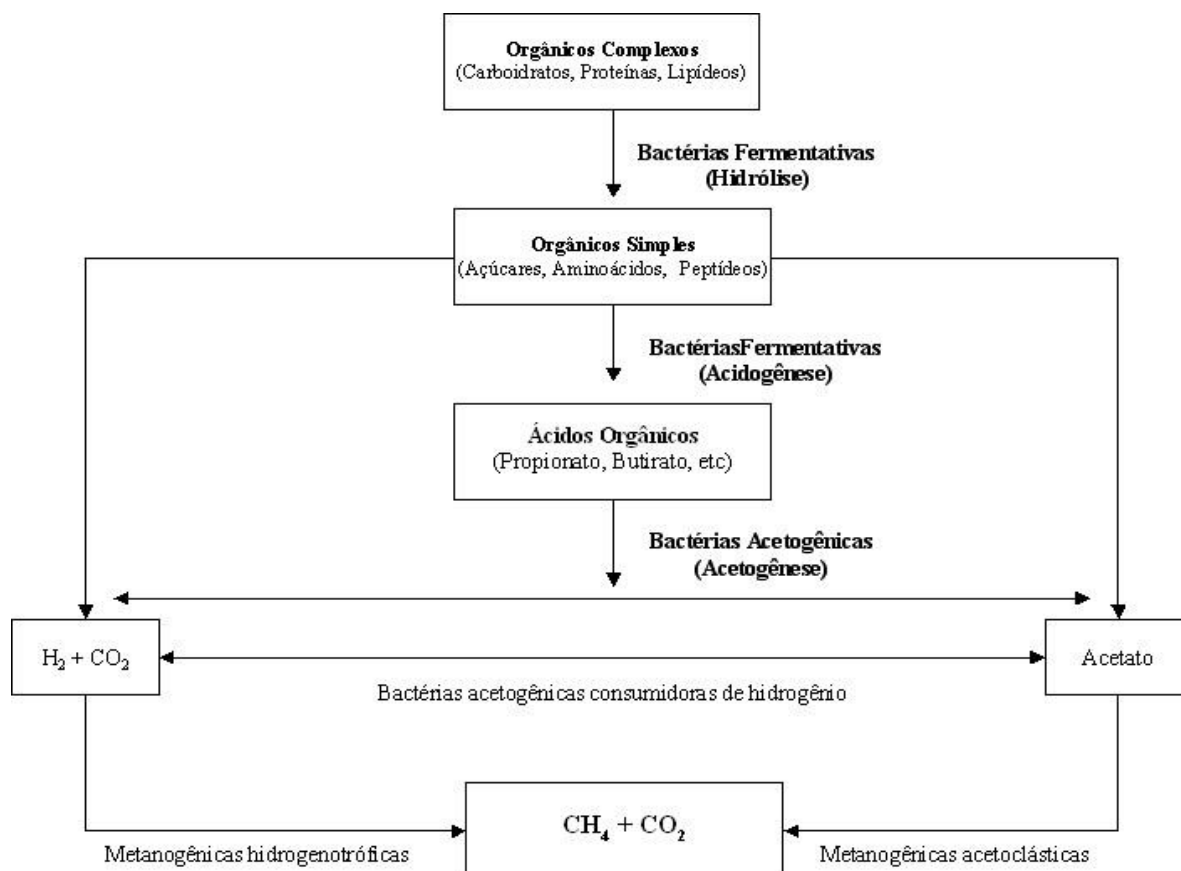
3.3.1 *Digestão anaeróbia*

No processo de digestão anaeróbia, devido à falta de oxigênio ocorre deterioração de matéria orgânica através de microrganismos. No processo anaeróbio, os produtos finais são entendidos como compostos inorgânicos, que abrangem a amônia, o dióxido de carbono e o metano, sendo o último aproveitado como fonte de energia. Os microrganismos que fazem parte do processo de degeneração anaeróbia dividem-se em três grupos de bactérias, que apresentam diferentes comportamentos fisiológicos: (28).

- Bactérias Fermentativas: através da hidrólise transforma polímeros em monômeros, e os mesmos, em acetato, hidrogênio, dióxido de carbono, ácidos orgânicos de cadeia curta, aminoácidos e outros produtos, como é o caso glicose.
- Bactérias Acetogênicas: transformam os produtos produzidos pelas bactérias fermentativas em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono.
- Bactérias Metanogênicas: usam como substrato os produtos finais do segundo grupo. Algumas utilizam o acetato, tornando-o metano e dióxido de carbono, mas, outras são produtoras de metano por meio da diminuição do dióxido de carbono (28).

Na digestão anaeróbia, a bioquímica pode se dividir em quatro níveis conforme Figura 7.

Figura 7– Representação esquemática do processo de digestão anaeróbia.



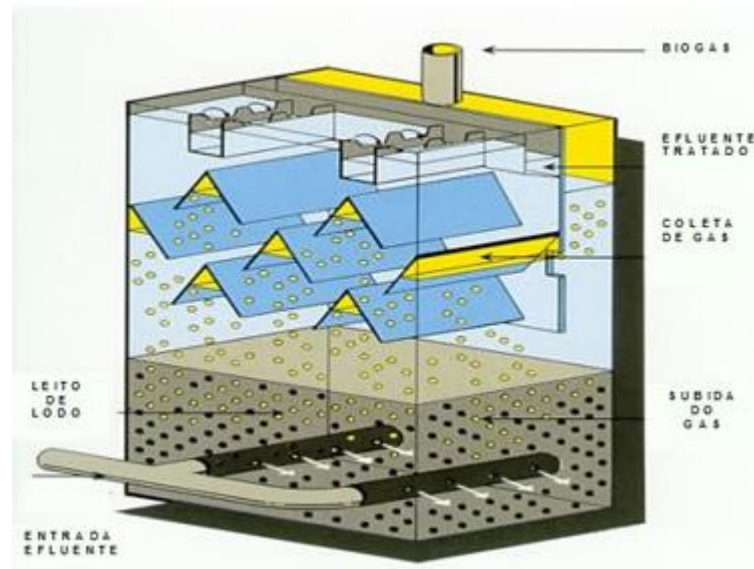
Fonte: (28)

3.3.2 Biodigestor UASB

No tratamento anaeróbio utilizando um biodigestor UASB (Figura 8) de fluxo ascendente com leito de lodo, ocorre a separação entre o efluente líquido, o biogás e o lodo biológico. Ao passar pelo separador o líquido alcança as calhas dentadas e passa ao próximo nível do tratamento. O lodo passa para o fundo do reator e o biogás é coletado pelo sistema de cobertura que fica na superfície dos reatores (Figuras 8 e 9).

Os parâmetros controladores do processo de biodigestão anaeróbia são: o tempo de retenção hidráulica, a carga orgânica e a remoção de matéria orgânica. Define-se “o tempo de retenção hidráulica pela relação $TRH = V / Q$ onde: TRH = tempo de retenção hidráulica, em dias, V = volume do reator, m³, Q = vazão hidráulica, m³ / dia” (29).

Figura 8– Esquema de um reator biológico anaeróbico do tipo UASB



Fonte: (29)

Figura 9 – reatores anaeróbios



Fonte: (16)

Quanto menor o tempo de retenção hidráulica usado pelo sistema melhor é o processo. A carga orgânica e a retirada de matéria orgânica são os parâmetros mais apropriados para analisar o desempenho de um sistema, para atender a legislação, os órgãos ambientais usam a DBO para acompanhar a operação, e, utilizam a DQO por se tratar de uma análise mais rápida. “A retirada de matéria orgânica é a diferença no teor de DQO ou DBO antes e depois o tratamento “(29).

3.3.3 Tanque de aeração

No tanque de aeração a remoção da matéria orgânica é realizada através de

reações bioquímicas, obtidas por microrganismos aeróbios como fungos, bactérias e protozoários. A base do processo biológico é a relação ativa entre estes organismos e o material orgânico dos efluentes, de forma que esse possa servir de alimento para os microrganismos. Os micro-organismos cuidam de transformar “matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos)” (18).

3.3.4 *Decantação secundária*

A decantação é responsável por separar os sólidos suspensos que se encontram presentes no tanque de aeração, de maneira a permitir a saída de um efluente clarificado e por produzir a sedimentação dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, de forma a permitir o retorno do lodo em alta concentração (30).

O retorno do lodo para o tanque de aeração deve ser realizado com uma quantidade suficiente de microrganismos e manter uma relação alimento/microrganismo hábil a realizar a decomposição do material orgânico com maior eficiência. O efluente líquido procedente do decantador secundário pode ser jogado diretamente no receptor, ou ser aproveitado para lavar as ruas e irrigar jardins, ou ainda pode receber tratamento para ser reutilizado em outras áreas (23).

Os sólidos que estiverem suspensos ou lodo excedente, que é produzido diariamente concludente da reprodução das células que se alimentam do resíduo, têm que ser descartados do processo para manter o equilíbrio. O lodo excedente retirado do sistema deve ser encaminhado para o tratamento de lodo (23).

3.3.5 *Filtro biológico*

O filtro biológico “é constituído de um leito que pode ser de pedras, ripas ou material sintético. O efluente é lançado sobre este por meio de braços rotativos e percola através das pedras (ou outro material) formando sobre estas uma película de bactérias.” O esgoto passa de forma rápida pelo leito e ao dreno de fundo, mas a película de bactérias aspira certa quantidade de matéria orgânica, cuja digestão é mais lenta (30).

O tratamento em filtros caracteriza-se pela alimentação e percolação contínua de esgotos através de um meio suporte comumente constituído de pedras ou pedregulhos. A passagem constante de esgotos nos interstícios promove o crescimento e a aderência de massa biológica na superfície do meio suporte, realizando desta forma a clarificação dos esgotos (32)

Considera-se um processo aeróbio, pois o ar pode reentrar entre os vácuos do material que compõe o leito e fornecer oxigênio para as bactérias. Ao ficar muito espessa a película de bactérias, reduz os vazios das extensões e a velocidade com que o efluente passa, por isso, nascem forças e desgarram a película do material (30).

3.3.6 Lagoas de estabilização

As lagoas de estabilização são consideradas o processo de tratamento natural de esgotos mais eficiente capaz de rebaixar a contaminação bacteriológica nos efluentes das ETES, principalmente, ao se tratar de lagoas de maturação em série (33).

Pode-se dizer ainda que:

(...) as lagoas de estabilização são grandes tanques escavados no solo, nos quais os esgotos fluem continuamente e são tratados por processos naturais. Bactérias e algas são os seres vivos que habitam as lagoas, coexistindo em um processo de simbiose e, desta forma, tratando os esgotos através da decomposição da matéria orgânica pelas bactérias (32)

Essas lagoas são recomendadas para fazer o tratamento prévio dos efluentes, cujo objetivo é obter totais condições sanitárias para reuso agrícola (33).

3.4 Tratamento terciário

O tratamento terciário, normalmente, é realizado com a finalidade de se conseguir a remoção dos poluentes específicos que não podem ser removidos pelos métodos mais comuns, antes de ser feita a descarga. Essa intervenção é chamada de polimento.

Os métodos de tratamento terciário se diversificam de acordo com o grau de poluição da água residuária e o grau de depuração que se deseja obter. Podem ser utilizados os seguintes métodos: microfiltração, cloração ou ozonização para retirar bactérias, adsorção por carvão ativado, e outros métodos de absorção química para a retirada de cor, redução de espuma e de sólidos inorgânicos como osmose reversa, eletrodialise e troca iônica (18). Além de processos avançados de oxidação - PAOs, ultra filtração, precipitação e coagulação.

3.5 Tratamento de lodo

O tratamento do lodo tem por finalidade reduzir o volume e estabilizar a matéria orgânica.

3.5.1 Condicionamento químico do lodo

O lodo se solidifica através de produtos químicos como o sulfato de alumínio, cloreto férrico, cal e polímeros orgânicos. O condicionamento químico é usado antes dos sistemas de desidratação mecânica, como filtração e centrifugação, decorre da liberação da água que foi adsorvida e da floculação de sólidos (18).

3.5.2 Desidratação do lodo

Para fazer a desidratação, retira-se a umidade do lodo, com o uso de equipamentos como centrifuga, filtro prensa e *Belt Press*. A preferência entre os equipamentos depende das características do lodo que irá receber tratamento, dos custos envolvidos e das vantagens e desvantagens de cada aparelho. As características de cada tipo de equipamento são apresentadas no Quadro 2 (18).

Quadro 2- Características dos equipamentos para realizara desidratação do lodo.

Tipo de desidratação	Centrifuga	Belt Press	Filtro prensa
Umidade do lodo (%)	75 - 85	70 - 82	55 - 70
Taxa de recuperação de SS (%)	95 - 99	90 - 98	95 - 99
Vantagens	Fácil controle operacional e reduzida área de instalação.	Obtenção de um lodo tratado com umidade relativamente baixa, fácil monitoramento e baixo consumo elétrico e químico.	Obtenção de lodo com baixa umidade.
Desvantagens	Obtenção de um lodo tratado com alta umidade, alto ruído operacional e alto consumo de eletricidade.	Difícil controle da injeção de produtos químicos.	Alto custo de instalação, difícil controle operacional e alta concentração de SS inorgânico no lodo.

Fonte: (18).

3.5.3 Secagem do lodo

Para fazer a secagem do lodo, utiliza-se o secador térmico. Esse tipo de secagem é um processo que tem o objetivo de reduzir a umidade através da volatilização de água para a atmosfera com a utilização de energia térmica, é possível conseguir teores de sólidos até a ordem de 90 a 95%. Com isso, o volume final do lodo tende a diminuir significativamente (18).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de efluentes traz benefícios para o meio urbano e rural, reduzindo apontadores de contaminação e proliferação de diversas doenças nas populações.

Sem dúvida a contaminação de águas naturais vem sendo um dos grandes problemas da modernidade, mas, cabe ao homem, se valer dos diversos recursos existentes e aperfeiçoar cada vez os níveis do tratamento de efluentes, de modo a devolver a água para o meio ambiente conforme lhe foi entregue.

Conclui-se que é de suma importância que os governos junto às estatais do setor de saneamento básico, estabeleçam políticas e programas rígidos para levar um tratamento efetivo dos efluentes para todo o País, de forma que a sociedade possa viver com mais saúde e, por conseguinte, com maior qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- 1 SILVA, Ivanilda da; BARBOSA, Flávio Henrique Ferreira Barbosa. Conhecimento da população luzense sobre a importância da implantação do sistema de tratamento de esgoto no município (LUZ/MG) **Ciência Equatorial**. ISSN 2179-9563. Artigo Original v. 1, n. 1, 1º semestre, 2011.
- 2 UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP. **Filtros Biológicos**. 2016. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/filtrosbiologicos.html>> Acesso em: 07 nov.2016.
- 3 VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 6º. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- 4 PAULI, Dante Ragazzi. **Desafios e Oportunidades no setor de saneamento: a visão Sabesp**. p.1-58 2014. Disponível em: http://proclima.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2014/11/1sabesp_saneamento_brasil_abes2011.pdf. Acesso em: 07 nov. 2016.
- 5 SALVIA Francisco de. Comissão de serviços de infraestrutura do Senado Federal Saneamento Básico – **Situação do País e Propostas de Soluções Terceiro Desafio: Infraestrutura e Políticas Públicas**. 2009. Disponível em: <http://www.senado.leg.br/comissoes/ci/ap/AP20091130_FranciscodeAssisSalviano deSousa.pdf. Acesso em: 07 nov. 2016.
- 6 BEZERRA, B. G. REIS, L. M. M. **Educação ambiental na estação de tratamento de esgotos da universidade federal do rio grande do norte**. Portal Meio Ambiente UFRN, 2009.
- 7 SANTOS, Ana Silvia Pereira. **A Importância do tratamento dos esgotos** 28/05/2013. Aula ESA 1º Período – Importância do Tratamento dos Esgotos Aula 1º P – ESA, 2013. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2013/06/A-Import%C3%A2ncia-do-Tratamento-de-Esgotos.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- 8 PIMENTA, H. C. TORRES, F. M. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Curitiba** – PR, 23 a 25 de outubro de 2002.
- 9 RONDON, Delza. et al. **Benefícios que o tratamento de esgoto proporciona para a saúde pública (tratamento de esgotos)**. UNIVAG. Centro Universitário. Curso de farmácia. I Mostra de Integração. O tratamento de esgoto e a saúde pública, 2009. Disponível em: <http://www.univag.edu.br/adm_univag/Modulos/Producoes_Academicas/arquivos/BENEFICIOS_QUE_O_TRATAMENTO_DE_ESGOTO_PROPORCIONA_PARA_A_SAUDE_PUBLICA.pdf>. Acesso em: 05 set. 2016.
- 10 BRASIL, Lei 11.445/2007 – **Política Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, 2007.

- 11 BRASIL, Resolução CONAMA 430/2011 – **Lançamento de efluentes**. 2011.
- 12 MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01 – Lançamento de efluentes para o estado de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 09 set. 2016.
- 13 MINAS TRATA ESGOTO. 2015. Disponível em: <www.feam.br/minas-trata-esgoto>. Acesso em: 07 nov. 2016.
- 14 ABNT CATALOGO. **NBR 12207:1992**. NBR 12.207 1992. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=002310>>. Acesso em: 25 ago. 2016.
- 15 GONÇALVES, Ricardo Franci; SILVA, Giovana Martinelli da. **Níveis de Tratamento de Esgoto**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Espírito Santos, 2005. Disponível em: <[http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Agua_e_Esgoto/Sistemadeesgotos4\(niveis_de_tratamento\).pdf](http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Agua_e_Esgoto/Sistemadeesgotos4(niveis_de_tratamento).pdf)>. Acesso em: 10 set. 2016.
- 16 COPASA COMPANHIA de Saneamento de Minas Gerais. **Ete Onça**. 2012. Disponível em: <[http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/releases/2012/mayo/eteonca20090323ie1389!ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9DLwdPby9Dbz8gzddDBY9g_zd_T2dgvx8zfULsh0VAFwq3lw!/>](http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/releases/2012/mayo/eteonca20090323ie1389!ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9DLwdPby9Dbz8gzddDBY9g_zd_T2dgvx8zfULsh0VAFwq3lw!/)>. Acesso em: 14 set. 2016.
- 17 SAMUEL, P. R. S. **Alternativas sustentáveis de tratamento de esgotos sanitários urbanos, através de sistemas descentralizados, para municípios de pequeno porte**. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de PósGraduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sga/bibliotecasga/textossga/links/Dissertacao%20do%20Pulo.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- 18 SILVA, Diego de Oliveira e; CARVALHO, Antonio R. P. **Etapas de um tratamento de efluente**. 2013. Disponível em: <http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_Tratamento_de_Efluentes.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.
- 19 ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, 2010. Disponível em: <http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=411>. Acesso em: 10 set. 2016.
- 20 ZOPPAS, Fernanda M. **Tratamento de efluentes**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAGGEAK/gradeamento-caixa-areiacaixaagua-oleo>>. Acesso em: 10 set. 2016.

- 21 COPASA - COMPANHIA de Saneamento de Minas Gerais. **Processos de Tratamento**. 2016. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamentosanitario/processosdetratamento>>. Acesso em: 01 set.2016.
- 22 MORAES, Peterson B. D. **Desarenação**. Ceset/UNICAMP. 2005. Disponível em: http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST5032932005/apoio/2/Apresent_desarena_o_peneiramento_Parshall.pdf> Acesso em: 11 set. 2016.
- 23 FARRUGIA, Beatriz. Conheça como funciona uma estação de tratamento de efluentes. **Revista TAE**.Mar., 2013. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=5801>>.Acesso em: 01 set. 2016.
- 24 FORNARI, Marilda Menchon Tavares. **Aplicação da técnica de eletro-floculação no tratamento de efluentes de curtume**. 2008, 94 f. Toledo, PR: Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas, 2008. Disponível em: <http://www.unioeste.br/eq/peq/dissertacoes/turma1/Marilda_menchon_tavares_fornari.pdf > . Acesso em: 01 set. 2016.
- 25 PEDROZA, Marcelo Mendes. et al. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**, Nova Hamburgo. volume 11, n. 16, p. 89-188,jul.dez, 2010. Disponível em: <<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0121121014101925.pdf>>Acesso em: 09 set. 2016.
- 26 FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Tratamentos secundários de efluentes**. 2016. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/tratamentossecundariosefluentes.htm>>. Acesso em 11 de set. de 2016.
- 27 DANGELO, Sandor. **Etapas do tratamento de efluentes**. 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgHiYAA/etapastratamentoefluentes>> Acesso em: 10 set. 2016.
- 28 SOUZA, Gustavo Torres de; CELLA, Rafael Ferraz; SÁ, Silvia Hilário. **Tratamento anaeróbio de efluentes**. Florianópolis, 13 de fevereiro de 2007. Disponível em: <www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng.../tratamento_anaerobio.doc> Acesso em: 10 set. 2016.
- 29 SILVEIRA, Gustavo Echenique. **Sistemas de tratamento de efluentes industriais**. 2010. 42 f. Trabalho de Conclusão em Engenharia Química. Rio Grande do Sul. 2010. 42f. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35193/000792974 .pdf](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/35193/000792974.pdf)> Acesso em: 10 set. 2016.

30 NIETO, Regis. **Tratamento de efluentes líquidos**. CETESB-CIESP, 2010. Disponível em: <<http://www.ciespsorocaba.com.br/documentos/palestras/ciespcetesb.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

31 UNICAMP UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. A importância do tratamento de esgotos sanitários. **Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais**. Módulo Saneamento Ambiental. 2013. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/esgoto/importancia.html>>. Acesso em: 10 set. 2016.

32 GONÇALVES, Saulo. **Prática de poluição de Recursos hídricos**. Tratamento de Efluentes. Pós-graduação em Gestão Ambiental FPM.

33 FREIRE, Anibal Oliveira. Operação e eficiência Das lagoas de estabilização. **XII Simpósio Ítalo-Brasileiro Engenharia Sanitária e Ambiental**. 19 a 21 de maio de 2014. Disponível em: <<http://www.abes-dn.org.br/eventos/XIISIBESA/Painel/P3A.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2016

34 BRASIL. **Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico**, 2011, Brasília, Ministério das Cidades. Brasil, 153 p

35 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução N° 357**, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU nº 053, 2005, p. 58-63. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011.