



GUILHERME SANTOS RODRIGUES

SANEAMENTO BÁSICO:
UMA VISÃO GERAL COM ÊNFASE EM ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO

BELO HORIZONTE
2018

GUILHERME SANTOS RODRIGUES

SANEAMENTO BÁSICO:
UMA VISÃO GERAL COM ÊNFASE EM ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade Pitágoras, como requisito parcial
para a obtenção do título de graduado em
Engenharia de Civil.

Orientador: Fábio Fernandes Ribeiro

GUILHERME SANTOS RODRIGUES

SANEAMENTO BÁSICO:

**UMA VISÃO GERAL COM ÊNFASE EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
DE ESGOTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade Pitágoras, como requisito parcial
para a obtenção do título de graduado em
Engenharia de Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Belo Horizonte, 20 de junho de 2018.

Dedico este trabalho a minha família, por
ser minha base!

Nunca o homem inventará nada mais importante nem mais belo do que uma manifestação da natureza. Dada à causa, a natureza produz o efeito no modo mais breve em que pode ser produzido.

Leonardo da Vinci

RODRIGUES, Guilherme Santos. **Saneamento básico**: uma visão geral com ênfase em estação de tratamento de esgoto. 2018. 30 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2018.

RESUMO

O trabalho faz uma revisão bibliográfica sobre o saneamento básico, enfatizando o processo final, que é o tratamento do esgoto em estações de tratamento, visando à estabilização do mesmo para que possa ser lançado nos corpos receptores sem causar danos ao ecossistema. O tema foi escolhido motivado pela sua importância e pelo pouco apelo que tem diante dos governantes, que não incluem em seus projetos de governo a universalização do esgotamento sanitário no Brasil. O trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica em livros, dissertações, artigos científicos e na legislação vigente. As principais conclusões do trabalho foram que apesar de não poder haver distinção social nos sistemas de esgotamento sanitário, os estados da nação com maior porcentagem de água potável encanada e tratamento de esgoto são os que possuem mais recursos financeiros, o sistema de esgotamento sanitário é complexo e envolve diversas ramificações e que o tratamento do esgoto pode evitar muitas doenças, principalmente nas crianças.

Palavras-chave: Saneamento básico; ETE; Esgoto; Água potável;

RODRIGUES, Guilherme Santos. **Basic sanitation**: an overview with emphasis on sewage treatment plant. 2018. 31 pages. Course Completion Work in Civil Engineering – Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, 2018.

ABSTRACT

This paper reviews the basic sanitation, emphasizing the final process, which is the treatment of sewage in treatment plants, aiming to stabilize it so that it can be released into the recipient bodies without causing damage to the ecosystem. The theme was chosen due to its importance and the little appeal it has to the government, which does not include in its government projects the universalization of sanitary sewage in Brazil. The paper was carried out through bibliographical review in books, dissertations, scientific papers and in the current legislation. The main conclusions of the study were that although there is no social distinction in sanitary sewage systems, the states of the nation with the highest percentage of piped drinking water and sewage treatment are those with more financial resources, sanitary sewage system is complex and involves several ramifications, and the properly made sewage treatment can prevent many diseases, especially in children.

Key-words: Basic sanitation; ETE; Sewer; Potable water;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cobertura de água e esgoto por estado	16
Figura 2 – Sistema de esgotamento sanitário urbano	20
Figura 3 – Funcionamento de uma ETE	25
Figura 4 – Processo de tratamento avançado	26
Figura 5 – Fossa séptica	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
SAR	Sistema de Tratamento de Águas Residuárias
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	SANEAMENTO BÁSICO	14
2.1	SANEAMENTO NO BRASIL	15
2.2	SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA	18
3	SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	19
3.1	IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO	19
3.2	COMPONENTES DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	19
3.2.1	Ramais prediais	20
3.2.2	Redes coletoras	21
3.2.3	Poços de visita	21
3.2.4	Tubos de inspeção e limpeza	21
3.2.5	Terminais de limpeza	21
3.2.6	Caixas de passagem	22
3.2.7	Interceptores	22
3.2.8	Emissários	22
3.2.9	Estações elevatórias	22
3.2.10	Estação de tratamento	23
4	MÉTODOS DE DESCARTE DE ESGOTO	24
4.1	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	25
4.2	FOSSAS SÉPTICAS	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Todas as atividades humanas estão intimamente relacionadas com a água. Quando o homem deixou de ser nômade começou a construir suas vilas e cidades próximas a cursos d'água, para garantir a satisfação de suas necessidades hídricas. Ainda hoje, as regiões litorâneas são mais densamente povoadas, no Brasil, onze capitais de estado atendem a essa condição.

Com o aumento da urbanização e a aglomeração de pessoas nas cidades aumentou a utilização de água em pequenos espaços territoriais e os rios não conseguem depurar sozinhos toda a carga de efluentes que são lançadas constantemente, se fazendo necessário um tratamento preliminar nas águas residuárias.

O trabalho se justifica na necessidade de criar mecanismos que universalizem os serviços de saneamento básico no Brasil para reduzir as mazelas da população mais carente em relação a doenças geradas pelas condições precárias de saúde. Do ponto de vista acadêmico novas técnicas e métodos de tratamento de esgoto podem surgir a partir do estudo do assunto, reduzindo custos e aumentando a cobertura do serviço.

O saneamento básico é um problema que assola muitos municípios brasileiros, a falta dele causa diversos problemas de saúde na população e aumenta a demanda pelos serviços de saúde. O problema desta pesquisa consistiu em determinar qual a influência das estações de tratamento de esgoto na melhora da qualidade do saneamento básico no Brasil?

O objetivo geral do trabalho foi apontar soluções para a melhora da qualidade do saneamento básico no Brasil. Os objetivos específicos foram caracterizar o saneamento básico e sua evolução no Brasil, analisar os sistemas de esgotamento sanitário e descrever o funcionamento e as operações de uma estação de tratamento de esgoto.

O tipo de pesquisa a ser realizada neste trabalho foi uma revisão bibliográfica em livros, dissertações, artigos científicos e na legislação vigente, o material foi selecionado através de busca pelas palavras-chaves: saneamento básico, saneamento ambiental, ETE e sistemas de esgotamento sanitário. O período dos materiais consultados foram os publicados a partir de 2008.

2. SANEAMENTO BÁSICO

Saneamento básico é definido na Lei Federal 11.445/2007 como “o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2007).

Segundo Philippi Junior e Galvão Junior (2012) os serviços de saneamento básico, principalmente os fornecidos pelo poder público, têm a responsabilidade pelo atendimento e pela cobertura às populações pobres, concentradas em favelas ou dispersas no meio rural, não podendo haver distinção entre as populações. Suas ações devem atender aos desafios de combate a exclusão social junto a políticas integradas de habitação, saúde, geração de emprego e melhoria da qualidade do meio ambiente. Assim, as carências em infraestrutura de esgotamento sanitário resultam em fontes de poluição concentrada, que podem ocasionar redução da disponibilidade hídrica devido à deterioração da qualidade da água dos meios receptores. Dentro do planejamento dos serviços de saneamento básico é preciso pensar nos recursos hídricos, buscando soluções sustentadas em inovações para a melhoria da gestão da demanda por água.

Jardim, Yoshida e Machado Filho (2012) dizem que o saneamento básico sempre foi compreendido como as condições ambientais fundamentais para a conservação e promoção da saúde humana, produzidas mediante o abastecimento de água potável, do afastamento seguro de esgotos sanitários, de resíduos sólidos e águas pluviais e o combate a reservatórios e vetores de doenças. Entretanto, o combate a reservatórios e a vetores de doenças não foi considerado um serviço público de saneamento básico não sendo incluído na Lei 11.445/2007 e ficam sob a responsabilidade do SUS (Sistema Único de Saúde).

As propostas de equacionamento de sistemas de serviços de saneamento básico têm sua origem e destino nos mananciais superficiais ou subterrâneos Philippi Junior e Galvão Junior (2012) alegam que a qualidade dos serviços prestados tem ligação direta com a qualidade ambiental.

2.1 SANEAMENTO NO BRASIL

A Lei 11.445/2007 define que os serviços públicos abrangidos pelas políticas de saneamento básico serão: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública, manejo de resíduos sólidos urbanos e o manejo de águas pluviais urbanas. Entretanto nem todo abastecimento de água é considerado serviço público de saneamento básico, mas apenas o abastecimento de água potável por meio de tubulações. Água não potável (para fins industriais, por exemplo) e o comércio de água mineral não é considerado serviço público de saneamento básico.

O Brasil conta com o SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento -, o sistema conta com dados de dois componentes: água e esgotos (SNIS-AE) e resíduos sólidos (SNIS-RS) e todos os indicadores servem para compor um banco de dados sobre o setor para auxiliar no planejamento e execução de políticas públicas.

A gestão estratégica do setor de saneamento no Brasil enfrentará um grande desafio conjuntural nos próximos anos na visão de Anjos Junior (2011): o de viabilizar a expansão de todos os sistemas, particularmente os de esgotamento sanitário, para que se atinja a universalização dos serviços até o ano de 2020, ano marcado para o cumprimento dessa meta nos *Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM)* das Nações Unidas, programa onde o Brasil é signatário. Essa meta trata de reduzir pela metade até o ano de 2015 a proporção da população que no ano de 1990 não tinha acesso permanente à água potável segura e ao esgotamento sanitário.

Galvão Junior, Melo e Monteiro (2013) afirmam que os serviços públicos de saneamento básico passaram a ter o seu mais importante marco regulatório com a promulgação da Lei Federal 11.445/2007. Com essa lei a União estabeleceu diretrizes nacionais para o setor, inclusive instituiu uma Política Federal de Saneamento Básico, com seus princípios, conceitos e modelos, impondo a necessidade de planejamento e regulação dos serviços, de modo a garantir a sustentabilidade econômico-financeira, com amplitude social e requisitos mínimos de qualidade, tais como regularidade, continuidade e outros relativos aos produtos oferecidos, ao atendimento dos usuários e às condições operacionais e de manutenção dos sistemas.

Mazzarotto e Silva (2017) explicam que no que se refere ao sistema de saneamento no Brasil é importante levar em consideração aspectos regionais e as diferenças na prestação do serviço, devido à proporção continental do país.

A Figura 1 apresenta percentualmente a cobertura de coleta de esgoto e fornecimento de água potável nos estados brasileiros. Através da Figura 1 é possível perceber a discrepância existente entre os estados da federação.

Figura 1: Cobertura de água e esgoto por estado



Fonte: SNIS 2015

Fonte: Globo.com (2018).

Madeira (2010) explica que a existência de concorrência nesse setor é inviável por não ser eficaz no sentido econômico nem no sentido espacial (duplicação de redes de abastecimento e esgotamento). Mas, as tarifas cobradas pela prestação dos serviços devem ser suficientes para cobrir os custos da empresa, garantir novos investimentos e a manutenção adequada da rede, além de assegurar que toda a população seja atendida, inclusive com os subsídios para as famílias de baixa renda.

Anjos Junior (2011) explica que o maior problema no que se refere ao saneamento no Brasil não é a falta de recursos, mas sim a capacidade de aplicação eficiente dos recursos que são destinados ao setor. Como exemplo, no período de 2003 a 2008, o setor contratou R\$8,3 bilhões para investimentos utilizando recursos provenientes do FGTS (Fundo de Garantia por Tempo de Serviço), dos quais conseguiu aplicar apenas R\$2,7 bilhões, ou 35% do total. Nesse cenário, é certo que os recursos quando chegam a ser utilizados, correm o risco de se transformar em desperdícios, na forma de obras abandonadas, paralisadas ou atrasadas, além de quase sempre terem sido mal dimensionadas.

Philippi Junior e Galvão Junior (2012) complementam dizendo que os serviços de saneamento estão sempre necessitando de inovações técnicas e precisando de acompanhamento em suas atividades por parte das agências reguladoras, pois se trata de uma atividade de interesse público relevante e essencial para a população. O titular dos serviços está sujeito a controle social previsto em legislação e deverá atender aos diversos requisitos, entre eles: elaboração dos planos de saneamento básico, a autorização à delegação dos serviços (na hipótese de não realizar o serviço diretamente), com a definição do ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como a indicação dos procedimentos de sua atuação.

De acordo com Madeira (2010) o aumento dos investimentos no setor de saneamento básico é considerado parte de uma estratégia de amplo desenvolvimento econômico e social. E no que se relaciona à externalidades dos investimentos, cabe ressaltar a agregação de valor a outras atividades (como o turismo e o setor imobiliário) e o fluxo de renda para indústrias que fazem parte da cadeia produtiva.

2.2 SANEAMENTO E SAÚDE PÚBLICA

Philippi Junior e Galvão Junior (2012) afirmam que a saúde pública está diretamente relacionada com a condição de higiene, o regime alimentar e o estilo de vida de uma população e menos com o atendimento médico e hospitalar que ela recebe, o que induz a espectro mais amplo e complexo a ser trabalhado do que uma única política setorial pode atender. O saneamento básico se inclui nesse cenário, porque ele depende da política macroeconômica do país, que define o poder de consumo do seu povo, da política municipal de uso e ocupação do solo que irá determinar as densidades de ocupação e as características de uso permitidas em um espaço e em decorrência disso os impactos que serão gerados, das políticas educacionais, pois o acesso à informação e ao conhecimento insere uma população no processo decisório de seu próprio destino.

Philippi Junior e Galvão Junior (2012) ainda explicam que a política de saneamento básico impacta diretamente a saúde da população, na política econômica e no aspecto social dos territórios. Quando são ofertadas boas condições de saneamento a uma população, melhor será sua saúde e menos gastos serão necessários com medicamentos e com infraestrutura pública de saúde.

3. SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Esgoto é o termo utilizado para definir os despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e outros. Braga *et al.* (2005) define que esgotos sanitários são os despejos líquidos constituídos de esgotos domésticos e industriais lançados na rede pública e de águas de infiltração. O esgoto doméstico apesar de variar em função dos costumes e condições socioeconômicas das populações, tem características bem definidas, e é resultado do uso da água pelo homem em função dos seus hábitos higiênicos e de suas necessidades fisiológicas, os esgotos domésticos são compostos basicamente da água de banho, urina, fezes, restos de comida, sabões, detergentes e água de lavagem.

Segundo Yamawaki e Salvi (2013) ter pleno conhecimento das condições do sistema de esgotamento sanitário existente no município é um elemento indispensável para a elaboração de projetos planejando sua ampliação, realização de obras na rede ou outras intervenções que se fizerem necessárias.

3.1 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

Mudanças nos padrões de consumo, o êxodo rural e o crescimento da população mundial mudaram de forma significativa os modelos de esgotamento sanitário a ser utilizado nas cidades. Philippi Junior (2005) exemplifica com o caso do Continente Africano, que é bastante crítico, em algumas cidades a porcentagem urbana de ligação de água e esgoto atinge valores entre 1% e 13%. Algumas cidades da Ásia também apresentam índices críticos no que se refere às ligações de água e esgoto das casas. De modo geral, as pesquisas apontam que para a área rural, os valores médios de cobertura dos serviços de saneamento são mais baixos do que aqueles das áreas urbanas, atingindo níveis críticos.

3.2 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Um SAR (Sistema de Tratamento de Água Residuárias) se compõe de acordo com Philippi Junior (2005) do conjunto de obras, equipamentos e serviços que têm a função de coletar, transportar, e fazer a disposição final das águas residuárias de

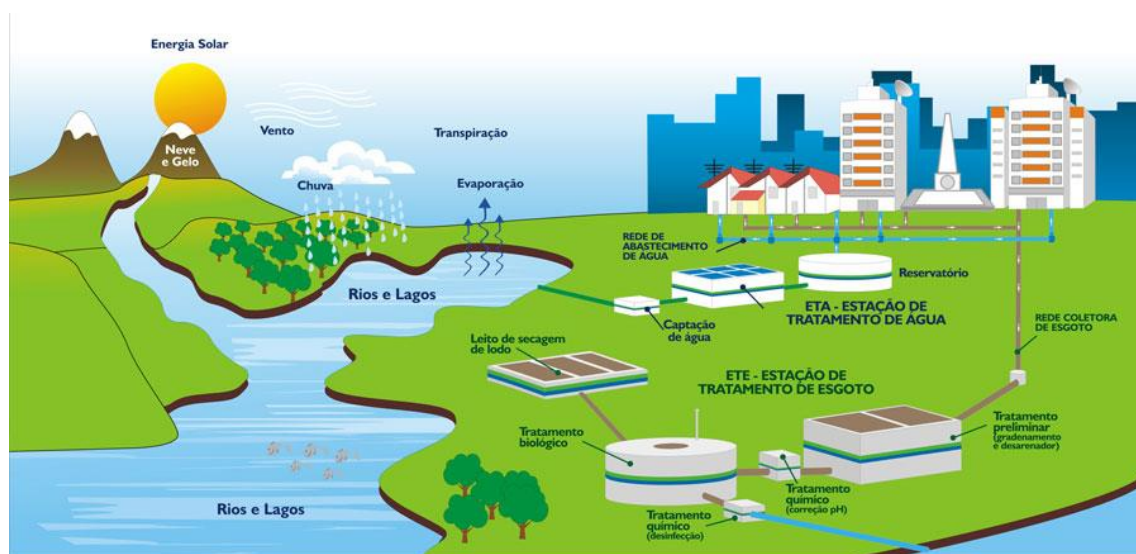
modo a proteger a saúde pública, atender os padrões legais existentes e proteger o meio ambiente.

De acordo com Fadel (2013) por sistemas de esgotamento sanitário se entende a existência de dois padrões: sistema misto e sistema separador absoluto. No primeiro, a mesma rede de coleta para os esgotos sanitário e pluvial, enquanto que, no segundo sistema, existem duas redes independentes para a coleta em separado da água pluvial e do esgoto, seguido pelo tratamento dos efluentes sanitários antes do descarte nos corpos hídricos receptores.

Lopes (2016) explica que esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestrutura e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

A Figura 2 mostra um modelo esquemático de sistema de esgotamento sanitário urbano.

Figura 2: Sistema de esgotamento sanitário urbano



Fonte: Água Gabiroba (2018).

Os próximos tópicos irão detalhar os componentes do sistema de esgotamento sanitário em um esquema atendido pelo padrão separador absoluto, onde existem dois sistemas de canalização, em que um recebe a água residuária e o outro recebe as águas pluviais (o nível de tratamento requerido por elas é menor).

3.2.1 Ramais prediais

Os ramais prediais segundo Braga *et al.* (2005) são localizados nas casas e são responsáveis por conduzir o esgoto para fora das edificações. Santos (2014) afirma que é a conexão dos usuários com a rede coletora. Enquanto Costa (2013) diz que os ramais prediais também podem ser chamados de ligações prediais e se compreendem entre o limite do terreno e o coletor de esgoto.

3.2.2 Redes coletoras

Segundo Santos (2014) a rede coletora é o conjunto de canalizações destinadas a receber e transportar os esgotos de residências, edifícios e outros.

Costa (2013) afirma que as redes coletoras podem ser chamadas de coletor de esgoto ou de coletor secundário e recebem esgoto ao longo de todo o seu comprimento.

3.2.3 Poços de visita

O poço de visita na explicação de Santos (2014) é a câmara visível para a manutenção do sistema e da rede é utilizada para mudanças de direção ou para alterações de diâmetro das tubulações. Dentro do poço de visita existe um dispositivo denominado tubo de queda que é responsável por despejar os efluentes vindos de tubulações acima das outras tubulações do poço de visita. Usualmente é usada quando existe uma diferença de no mínimo 60 cm na altura.

3.2.4 Tubos de inspeção e limpeza

Tubos ou caixas de inspeção segundo Santos (2014) é um órgão acessório disposto a receber o esgoto da ligação predial da residência e destiná-la a rede coletora. Em alguns casos pode ser usada como poço de visita.

3.2.5 Terminais de limpeza

São órgãos acessórios dentro dos sistemas de esgotamento sanitário. Costa (2013) afirma que eles permitem a introdução de equipamentos de desobstrução e

limpeza dos coletores, podendo ser localizado no início de qualquer coletor. Os terminais de limpeza são formados por tubos de limpeza fabricados em PVC ou outro material plástico, utilizado para inspeção e introdução de equipamentos para a desobstrução.

3.2.6 Caixas de passagem

É uma câmara sem acesso localizado em pontos singulares por necessidade construtiva e que permite a passagem de equipamento de limpeza do trecho à jusante.

3.2.7 Interceptores

Para Braga *et al.* (2005) os interceptores são canalizações de grande porte que interceptam o fluxo dos coletores com a finalidade de proteger os cursos de água, lagos, praias e outros evitando descargas direta.

Santos (2014) afirma que é a canalização que recebe as redes coletoras, mas não recebe a carga das ligações prediais.

3.2.8 Emissários

Os emissários são o conduto final de um sistema de esgoto sanitário segundo Braga *et al.* (2005) e são destinados ao afastamento dos efluentes da rede para o ponto de lançamento (descarga), sem receber contribuições no caminho.

Os emissários na definição de Santos (2014) é a canalização destinada a conduzir o esgoto até determinado local, não recebendo contribuições em marcha.

3.2.9 Estações elevatórias

As estações elevatórias na concepção de Braga *et al.* (2005) são as instalações eletromecânicas para elevar os esgotos sanitários, com o intuito de evitar o aprofundamento excessivo das canalizações, proporcional a transposição de sub-bacias, a entrada nas estações de tratamento ou a descarga final no corpo de água receptor.

Santos (2014) diz que as estações elevatórias são o conjunto de instalações dispostas para transpor o esgoto sob pressão.

3.2.10 Estação de tratamento

Após o transporte, o esgoto deve ser levado para uma estação de tratamento de esgoto (ETE) onde será devidamente tratado e poderá ser lançado no corpo hídrico sem prejuízo ao meio ambiente. Braga *et al.* (2005) afirma que a parte final do caminho a ser percorrido pelo esgoto são as obras de lançamento final que se destinam a descarregar de forma conveniente os esgotos sanitários no corpo de água receptor. No próximo capítulo a estação de tratamento de esgoto será tratada em detalhes.

4. MÉTODOS DE DECARTE DE ESGOTO

O planejamento e o gerenciamento dos sistemas de águas residuárias requerem o conhecimento das características qualitativas e quantitativas dos efluentes que de acordo com Philippi Junior (2005) em análise conjunta com outros aspectos ambientais, sociais e legais da bacia hidrográfica, além da questão econômica, apontarão o sistema mais adequado a ser implantado.

O esgoto é composto, aproximadamente, por 99,9% de líquidos e 0,1% de sólido, em peso. O líquido é apenas um meio de transporte para as inúmeras substâncias orgânicas, inorgânicas e microorganismos que são eliminados pelo homem diariamente. Braga *et al.* (2005) afirma que é muito grande a quantidade de substâncias que compõem os esgotos sanitários, mas que alguns dos microorganismos presentes são de suma importância para auxiliar na decomposição da matéria orgânica.

Diversos métodos podem ser usados para a disposição adequada dos esgotos, mas Braga *et al.* (2005) afirma que a disposição adequada é essencial para a proteção da saúde pública. Muitas infecções podem ser transmitidas de uma pessoa doente para outra sadia por diferentes meios, envolvendo as excreções humanas. Os esgotos quando não recebem o tratamento adequado podem contaminar a água, os alimentos, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou serem transportados por vetores, como moscas e baratas, provocando novas infecções.

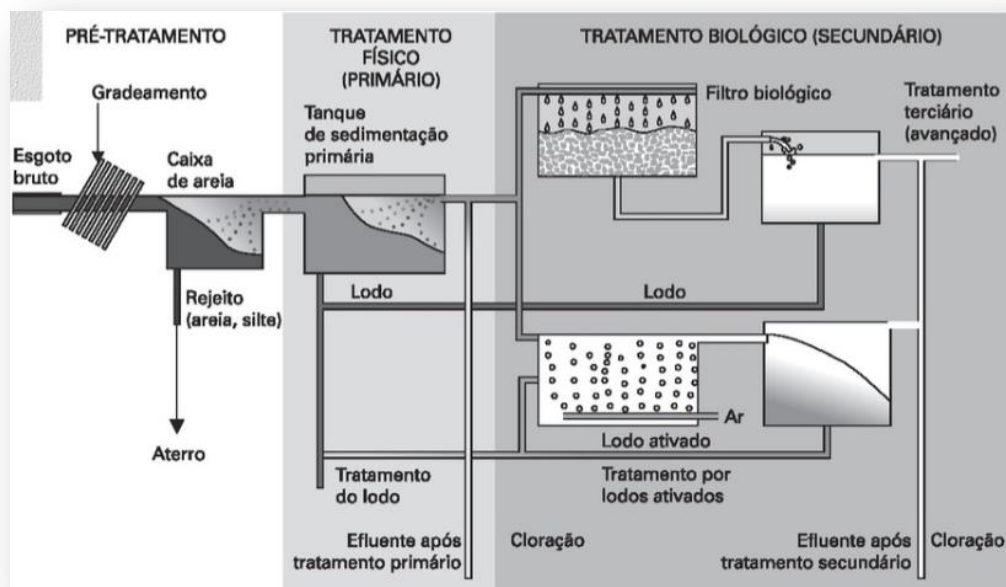
Mello (2007) afirma que atualmente existem inúmeros processos para o tratamento de esgoto, individuais ou combinados. A decisão pelo processo a ser empregado, precisa levar em conta, as condições do curso d'água do corpo receptor (estudo de autodepuração e os limites definidos pela legislação ambiental) e da característica do esgoto bruto gerado. É preciso certificar-se da eficiência de cada processo unitário e dos custos envolvidos, além da disponibilidade de área e tecnologia.

4.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento de esgoto depende do assentamento e da filtragem para remover sólidos, a etapa de separação física é chamada de tratamento primário. De acordo com Spiro e Stigliani (2008) a maior parte dos municípios também realiza um tratamento secundário, que aproveita as bactérias para metabolizar os compostos orgânicos, convertendo-os em CO_2 . Desse modo, a DBO (demanda bioquímica de oxigênio) é consideravelmente reduzida. Se o esgoto não for metabolizado dessa maneira, a DBO dos efluentes pode superar a capacidade de oxidação das águas receptoras, levando às condições anóxicas. No tratamento secundário, o efluente é pulverizado sobre um leito de areia ou cascalho que é coberto por microorganismos aeróbios, ou então agitado com os micróbios em um reator. Ao final desse processo, a DBO é reduzida em até 90%.

A Figura 3 mostra como funciona o processo de tratamento do esgoto em uma ETE.

Figura 3: Funcionamento de uma ETE.



Fonte: Braga *et al.* (2005).

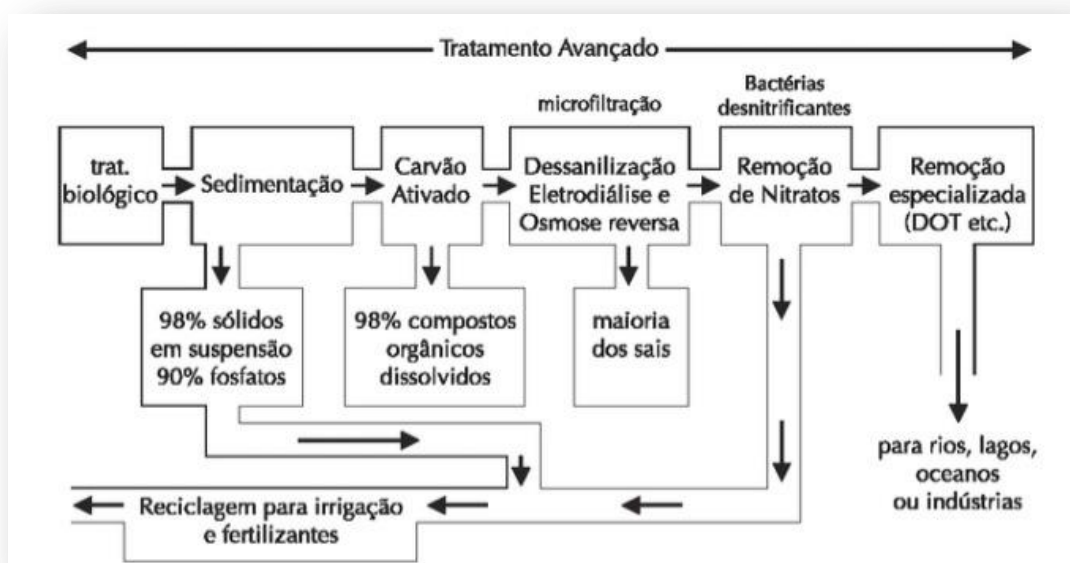
O tratamento de esgoto é usualmente classificado em tratamento preliminar que objetiva a remoção de sólidos grosseiros; o tratamento secundário que visa a

remoção de sólidos sedimentáveis e a parte da matéria orgânica, predominando mecanismos físicos; e o tratamento terciário que tem a predominância de mecanismos biológicos, com objetivo principal de remoção da matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo).

Embora convertam a maior parte da matéria orgânica em CO_2 , Spiro e Stigliani (2008) afirmam que os micróbios também incorporam parte dela nas novas células à medida que a cultura cresce. Essas células precisam ser colhidas de tempos em tempos e adicionadas ao lodo de esgoto proveniente do reservatório de assentamento primário. A disposição do lodo de esgoto é uma questão importante no tratamento de esgoto municipal.

A Figura 4 mostra de forma esquemática o processo de tratamento em uma estação de tratamento quando é necessário realizar o tratamento avançado do efluente, devido suas características.

Figura 4: Processo de tratamento avançado



Fonte: Braga *et al.* (2005).

O processo de tratamento avançado também pode ser denominado terciário e é definido por Mello (2007) como aquela que objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos nos

tratamentos primários e secundários. O tratamento terciário é bastante raro no Brasil.

A COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) (2018) define dessa forma o tratamento que realiza nas ETEs que administra:

- Sistemas anaeróbicos: o tratamento é feito por bactérias que não precisam de oxigênio para respirar.
- Tanque séptico: são realizadas várias funções simultaneamente: “decantação, flotação, sedimentação e desagregação e digestão parcial dos sólidos sedimentáveis (lodo) e da crosta constituída pelo material flotante (escuma)”.
- Lagoas de estabilização: “as lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica e/ou redução fotossintética das algas”.
- Lagoa Facultativa: é um processo lento, demorando vários dias. O oxigênio para a estabilização e metabolização dos microorganismos é fornecido por fotossíntese.
- Lagoa aerada facultativa: processo que utiliza aeração artificial para favorecer o processo de estabilização aeróbia.
- Lagoa de maturação: “o principal objetivo é a remoção de organismos patogênicos e não da remoção adicional de matéria orgânica”.
- Reatores aeróbios com biofilmes: a matéria orgânica é estabilizada por bactérias em culturas aderidas a um suporte.
- Filtro biológico percolador: “a matéria orgânica é estabilizada por via aeróbia, por meio de bactérias que crescem aderidas a um meio suporte, que pode ser constituído de pedras, ripas, material plástico ou qualquer outro que favoreça a percolação do esgoto aplicado”.
- Disposição no solo: o esgoto pode ser disposto diretamente no solo para fornecer água e nutrientes para o desenvolvimento das plantas.
- Escoamento superficial no solo: o processo de uma ETE tende a utilizar a declividade natural do terreno para a percolação do esgoto dentro da estação.

- Lodos ativados: as bactérias que se encontram em suspensão assimilam a matéria orgânica que se encontra presente no esgoto em estado bruto.
- Ultravioleta: processo de tem como objetivo a remoção de organismos patogênicos. O esgoto passa por uma sequência de lâmpadas ultravioletas.
- Tratamento e disposição do lodo: todo tratamento de esgoto gera resíduos sólidos como subproduto, esse tratamento tem como objetivo reduzir ao máximo seu volume para posterior destinação final.

Todos os processos são adotados pela COPASA (2018) de acordo com a necessidade de tratamento que o esgoto recebido apresenta.

4.2 FOSSAS SÉPTICAS

Fossa séptica é uma das formas de se destinar os esgotos sanitários. Santos (2014) explica que tanques sépticos são câmaras construídas para reter despejos domésticos ou industriais, por um período de tempo de modo a permitir a sedimentação dos sólidos e reter o material graxo contido no esgoto, transformando-o, bioquimicamente em substâncias e compostos mais simples e estáveis.

De acordo com Andrade Neto (1997) os efluentes que saem da fossa séptica ainda contém alta concentração de patógenos, carga orgânica solúvel, sólidos e nutrientes que exalam maus odores. Para conseguir reduzir esses parâmetros é aconselhável realizar um pós-tratamento, formando então apenas um sistema.

A Figura 5 demonstra um tipo de fossa séptica.

Figura 5: Fossa séptica



Fonte: Damale (2018).

Santos (2014) afirma que a eficiência do sistema depende dos recursos humanos e materiais dos usuários e que ela é afetada pela forma de fabricação e até pela negligência na manutenção. Alguns fatores pela queda na eficiência são o desconhecimento da manutenção periódica, a implantação do tanque séptico em locais inadequados, a aversão natural do manuseio para a manutenção e a negligência dos usuários devido à ausência de fiscalização dos órgãos competentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a legislação os serviços de saneamento básico não podem fazer distinção social entre as pessoas, sendo o Estado responsável por garantir que todo o país seja atendido pelos serviços de forma igualitária, entretanto o que se vê é que os estados do sul e do sudeste do Brasil possuem um índice de cobertura muito maior quando comparado com os estados do norte e nordeste, evidenciando as condições de desigualdade social entre as regiões. O serviço de saneamento no Brasil evolui de forma lenta, sendo pouco provável que o país consiga atingir o objetivo firmado com as Nações Unidas.

Um sistema de esgotamento sanitário é composto por diversos componentes que são interligados para garantir o bom funcionamento do conjunto. Os elementos precisam de manutenção preventiva e constante revisão para que se garanta o bom funcionamento do sistema e cada cidade pode analisar se é mais interessante utilizar uma ligação única para esgoto e água pluvial ou se as ligações devem ser separadas.

Já existem diversos métodos que podem ser adotados para o tratamento de esgotos, eles variam em função do tipo de esgoto a ser tratado e da disponibilidade física e financeira da cidade. A melhora do saneamento básico no Brasil depende diretamente das cidades implantarem redes coletoras de esgoto e enviarem os mesmos para as estações de tratamento, para que esses possam ser tratados.

A população pode auxiliar o Poder Público na melhora da situação sanitária construindo apenas fossas sépticas (em locais onde não seja possível a interligação com a rede de esgoto) em detrimento de outras deposições do esgoto no solo e corpo hídrico, esse tipo de fossa é o menos prejudicial ao meio ambiente.

Novos estudos podem ser desenvolvidos em busca de encontrar novas soluções e tecnologias que simplifiquem o processo de tratamento de esgoto ou os sistemas de esgotamento sanitário, na tentativa de baratear o processo e universalizar o atendimento dos sistemas.

REFERÊNCIAS

Água Gabiroba. **Ciclo da água**. Disponível em: < <http://201.41.82.130/agua/ciclo>>. Acesso em 29 abr. 2018.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários – experiência brasileira**. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 301p.

ANJOS JUNIOR, Ary Haro dos. **Gestão estratégica do saneamento**. Barueri: Manole, 2011.

BRAGA, Benedito *et al.* **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, 2007. Lei número 11.445. **Estabelecem diretrizes para o saneamento básico**. 05 de janeiro de 2007.

COSTA, Beatriz Veras. **Sistema de esgotamento sanitário: estudo de caso: Treviso/SC**. 2013. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

DAMALE. **Tratamento de esgoto**. Disponível em: <<http://www.damale.com.br/caixas-d-agua/tratamento-de-esgoto/reator/>>. Acesso em 29 abr. 2018.

FADEL, Amanda Wajnberg. **Avaliação de sistema de interceptação de esgoto sanitário: aplicação na bacia hidrográfica do Arroio Capivara - Porto Alegre/RS**. 2013. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GALVÃO JUNIOR, Alceu de Castro; MELO, Alisson José Maia; MONTEIRO, Mario Augusto P. (Org.). **Regulação do saneamento básico**. Barueri: Manole, 2013.

Globo.com. **Maranhão ocupa a 23ª posição em saneamento básico, diz pesquisa**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2017/02/maranhao-ocupa-23-posicao-em-saneamento-basico-diz-pesquisa.html>>. Acesso em 18 abr. 2018.

JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; MACHADO FILHO, José Valverde (Ed.). **Política Nacional, gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos**. Barueri: Manole, 2012.

LOPES, Adriana (Org.). **Resíduos sólidos e saneamento básico**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

MADEIRA, Rodrigo Ferreira. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para universalização do acesso**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 33, p. 123-154, jun.2010.

MAZZAROTTO, Angelo Augusto Valles de Sá; SILVA, Rodrigo de Cássio da. **Gestão da sustentabilidade urbana: leis, princípios e reflexões**. Curitiba: Intersaberes, 2017.

MELLO, Edson José Rezende de. **Tratamento de esgoto sanitário: Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari - MG**. 2007. 99 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Sanitária, UNIMINAS, Uberlândia, 2007.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (Ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; GALVÃO JUNIOR, Alceu de Castro (Ed.). **Gestão do saneamento básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Barueri: Manole, 2012.

SANTOS, Igor Puff Floriano dos. **Estudo de alternativas para concepção de sistemas de esgotamento sanitário em áreas isoladas conforme metas 35, 36, 37 e 38 do plano de saneamento básico de Florianópolis/SC**. 2014. 116 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, Willian M. **Química ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

YAMAWAKI, Yumi; SALVI, Luciane Teresa. **Introdução à gestão do meio urbano**. Curitiba: Intersaberes, 2013.