

**UCAM – UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
DANIEL DA SILVA PEREIRA**

ESGOTAMENTO SANITÁRIO E SEU TRATAMENTO

FOTALEZA - CE

2015

**UCAM – UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES
DANIEL DA SILVA PEREIRA**

ESGOTAMENTO SANITÁRIO E SEU TRATAMENTO

Artigo Científico Apresentado à Universidade Candido Mendes - UCAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia Ambiental.

FORTALEZA - CE

2015

ESGOTAMENTO SANITÁRIO

DANIEL DA SILVA PEREIRA

RESUMO

O objetivo primordial deste estudo é, pois, investigar os tipos de tratamento de esgoto existentes. Para alcançar os objetivos propostos, utilizou-se como recurso metodológico, a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise pormenorizada de materiais já publicados na literatura e artigos científicos divulgados no meio eletrônico. O presente trabalho tem como tema o esgotamento sanitário e seu tratamento. Pode-se então concluir destas considerações que não existe um sistema de tratamento de esgoto concebido genericamente para atender a todas as situações. Recomenda-se, portanto, conhecer as características de cada sistema, as condições ambientais da região, as características do esgoto a ser tratado, as condições econômicas, as exigências legais, etc. E baseado nestas informações deve ser feita uma avaliação técnica para subsidiar a escolha e decidir pelo sistema mais adequado. Desta forma pode ser tomada uma decisão bastante fundamentada e consciente, atendendo aos anseios do desenvolvimento sustentado; pois sendo dinâmico, o progresso não se interrompe e demanda soluções renovadas.

Palavras-chave: Esgoto sanitário. Tratamento de esgoto. Meio ambiente.

Introdução

O presente trabalho tem como tema o esgotamento sanitário e seu tratamento.

Nesta perspectiva, construiu-se a questão que norteou este trabalho:

- Quais são os sistemas de tratamento de esgotamento sanitário?

Caracterizado por diferentes tipos de despejos das mais variadas atividades os efluentes em geral devem ter seu devido tratamento, e disposição de seus resíduos adequadamente, a crescente onda de despertar por um futuro de qualidade ambiental vem alavancando o saneamento básico na busca por maiores investimentos na área (CUNHA, 2006).

No Brasil os efluentes principalmente a nível doméstico, ainda representam problemas impactantes tanto para o meio ambiente, quanto ao setor saúde por estar relacionado a doenças de vinculação hídricas. A crescente urbanização desordenada e os baixos investimentos na infraestrutura do saneamento principalmente na coleta e destinação final dos esgotos, influenciam diretamente na degradação e poluição dos recursos hídricos, diminuindo as fontes de água aproveitáveis (RAMAL, 2007).

Para o tratamento do esgoto, são adotados vários sistemas, processos, métodos e técnicas diferentes, mas todos com o mesmo propósito de remover a matéria orgânica e devolver ao corpo hídrico uma água de melhor qualidade (SPERLING, 2005). Seu tratamento consiste nas modificações de suas características físico-químicas e biológicas, de forma que eles possam ser lançados em corpos hídricos dentro dos padrões exigidos por órgãos de controle de poluição ambiental obedecendo às legislações vigentes (TAKEUTI, 2002).

Do ponto de vista ambiental o bom funcionamento de uma estação de tratamento de esgoto traz qualidade de vida ao meio aquático e proporciona uma sobrevida aos corpos hídricos.

Neste contexto, o objetivo primordial deste estudo é, pois, investigar os tipos de tratamento de esgoto existentes.

Para alcançar os objetivos propostos, utilizou-se como recurso metodológico, a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise pormenorizada de materiais já publicados na literatura e artigos científicos divulgados no meio eletrônico.

Caracterização do Efluente Doméstico

Águas residuárias é o termo utilizado com referência às águas que resultam dos processos industriais, da utilização nas residências, comércios, agropecuária, etc. As águas residuárias são divididas basicamente em dois tipos (JORDÃO; PESSOA, 1982):

- Despejos domésticos – água utilizada nas residências, comércios e instituições em geral que se transforma em esgoto pela deterioração de sua qualidade em função do uso.
- Despejos industriais – água utilizada nos processos industriais e agropecuária, e que tem sua qualidade alterada em função do uso.

É comum utilizar-se o termo esgoto como sinônimo de despejo doméstico. O despejo doméstico, composto por águas de anho, descarga de vasos sanitários, águas de cozinha e águas de lavagem, tem sua composição física, química e bacteriológica bem definida. O despejo industrial tem características próprias em função do processo industrial empregado, e não será discutido por não ser objeto do trabalho.

O efluente doméstico é composto por 99,9 % de água e 0,1 % de matéria sólida.

Sistemas de Tratamento de Esgoto

São inúmeras as alternativas empregadas para o tratamento dos efluentes domésticos. Entretanto serão discutidos neste item os métodos mais empregados no Brasil, mais especificamente na região sudeste com ênfase no estado de São Paulo.

Lagoas de Estabilização

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento onde os processos naturais de tratamento desenvolvidos são físicos e biológicos. Tais processos sob condições parcialmente controladas levam os materiais submetidos ao tratamento para formas minerais ou orgânicas simples e mais estáveis.

Constituem-se de tanques especialmente construídos para reter o esgoto durante um tempo específico, normalmente dias, para que o tratamento ocorra e o líquido resultante seja enviado ao destino final. Dependendo do tamanho do tanque e a profundidade adotada, a lagoa assume características predominantes na forma de estabilização da matéria orgânica e desta forma são classificadas em anaeróbias, aeróbias, facultativas e de maturação.

As lagoas anaeróbias são dimensionadas para receber altas cargas orgânicas, apresentam profundidade de 2,5 a 4,5 m com tempo de detenção variando de três a seis dias. Assim tem-se a degradação anaeróbia da matéria orgânica com um mínimo de odor possível.

O tratamento do esgoto no interior de uma lagoa anaeróbia inicia-se com a decantação do material suspenso formando uma camada de lodo no fundo da lagoa que sofre digestão anaeróbia. A carga orgânica da fase líquida também é decomposta anaerobicamente pelas bactérias formadoras de ácidos e de metano através de seus processos metabólicos, com formação de compostos minerais e gases (gás carbônico, metano, gás sulfídrico, etc). Desta forma a carga orgânica é reduzida e o esgoto tratado. Normalmente nas lagoas anaeróbia obtêm-se redução de DBO da ordem de 60 % (SPERLING, 2005).

Já as lagoas aeróbias são rasas e dimensionadas para promover ao máximo o desenvolvimento das algas. A profundidade varia em torno de 0,50 m com um tempo de detenção da ordem de 5 a 10 dias. A baixa profundidade permite que a luz solar penetre na massa líquida permitindo o desenvolvimento das algas, assim ocorre a incorporação do oxigênio no meio e conseqüentemente a completa estabilização da matéria orgânica pelos microrganismos aeróbios. Por este processo são formados gás carbônico e elementos minerais simples mais estáveis, utilizados no crescimento das algas (UEHARA; VIDAL, 1989).

Nas lagoas aeróbias o oxigênio atmosférico pode ser introduzido no meio de forma mecânica através de aeradores, que ao movimentarem a massa líquida proporcionam a introdução de ar com sua conseqüente aeração. Isto possibilita um aumento na eficiência do processo com conseqüente redução da área ocupada pela lagoa (SPERLING, 2005). Neste tipo de sistema a eficiência de remoção de DBO atinge de 80 a 90 %.

Outro tipo de lagos, as facultativas, são aquelas em que o processo de estabilização da matéria orgânica ocorre de forma aeróbia na zona de penetração de luz e de forma anaeróbia na camada inferior de fundo. Ocupam grandes áreas superficiais com profundidade variando entre 1 a 2 m e apresentam tempo de detenção de 15 a 35 dias. O esgoto em tratamento sofre uma decantação de suas partículas em suspensão levando à formação de uma camada anaeróbia no fundo da lagoa que entra em decomposição por processos anaeróbios conforme. Acima da camada anaeróbia existe uma camada facultativa, onde durante o dia ela tem oxigênio disponível e à noite não. Sobre a camada facultativa ocorre uma zona aeróbia permanente, onde o oxigênio é fornecido principalmente pelas algas que se desenvolvem na presença da luz utilizando os compostos minerais e gás carbônico resultantes da decomposição da matéria orgânica pela ação bacteriana. Uma pequena parcela de oxigênio é incorporada na interface líquido-atmosférica.

Crescem neste tipo de lagoa organismos como algas, bactérias e protozoários, entretanto o efluente da lagoa é altamente concentrado em algas conferindo-lhe uma cor verde acentuada e presença de oxigênio dissolvido.

Nas lagoas facultativas a eficiência na remoção de DBO pode chegar a 90 % quando bem operadas.

As lagoas de maturação ou polimento são empregadas no tratamento terciário do esgoto. Têm por objetivo reduzir a quantidade de bactérias, os nutrientes, os

sólidos em suspensão e em menor proporção a DBO. Nestas lagoas o tempo de detenção varia de 3 a 7 dias (JORDÃO; PESSOA, 1989).

Por fim, no tratamento de esgoto por sistemas de lagoas de estabilização, pode-se utilizar um único tipo de lagoa com uma ou mais células ou combinar tipos diferentes com o objetivo de melhorar a eficiência do sistema. A experiência tem demonstrado que o tratamento em lagoas operando em série é mais eficiente que em célula única de tamanho equivalente (UEHARA; VIDAL, 1989). Neste esquema a primeira célula recebe o esgoto bruto onde o tratamento é iniciado, e na sequência seu efluente é enviado para a célula seguinte onde o processo de tratamento continua até se encerrar na última célula da série e ser enviado ao corpo receptor.

Em todas as alternativas descritas a seguir, na etapa inicial do tratamento ocorre o gradeamento, a desarenação e medição de vazão antes de se enviar o esgoto para as lagoas.

Sistema de Lodo Ativado Convencional

Na observação do sistema de tratamento com lagoas percebeu-se que o aumento da biomassa no sistema levava a uma maior eficiência, reduzia área e diminuía o tempo do tratamento. No processo de lagoa aerada com decantação, o lodo do decantador corresponde a uma massa biologicamente ativa e adaptada para o tratamento do esgoto. O retorno deste lodo para a célula de aeração certamente traz ganhos significativos na eficiência, uma vez que a quantidade de microorganismos atuando no sistema aumenta muito. Este é o princípio de funcionamento do sistema de lodo ativado, onde os sólidos do decantador são recirculados para o tanque de aeração juntamente com o esgoto afluente acelerando enormemente o processo de estabilização da matéria orgânica. A introdução do tratamento primário reduz o teor de sólidos no esgoto efluente diminuindo a demanda de oxigênio no tratamento biológico.

No sistema de lodo ativado os tanques são normalmente construídos em concreto para melhorar a eficiência dos processos envolvidos, como por exemplo, a aeração no tanque biológico. Nesta etapa a introdução de oxigênio pode ser feita por aeradores de superfície, difusores dispostos no fundo do tanque e combinação dos dois sistemas. Pode também se utilizar ar e oxigênio puro no sistema de aeração. A quantidade de lodo formado no tanque de aeração, medido na forma de sólidos

em suspensão, é cerca de dez vezes superior a de uma lagoa aerada de mistura completa (SPERLING, 2005).

Desta forma o tempo de detenção é reduzido para 6 a 8 horas, conseqüentemente o volume do tanque é bem menor. A recirculação do lodo aumenta o tempo de permanência da biomassa no sistema, o que garante sua elevada eficiência. Tal tempo, denominado idade do lodo varia de 4 a 10 dias no sistema de lodo ativado convencional.

O lodo formado no tanque de aeração tem a capacidade de formar flocos gelatinosos que possibilitam sua separação do efluente no decantador secundário. Assim o lodo é separado e retorna ao tanque de aeração por bombeamento. Para manter o equilíbrio do sistema o lodo excedente deve ser descartado, caso contrário sobrecarregaria o tanque de aeração dificultando o processo de transferência de oxigênio e ocorreria a perda de sólidos no decantador secundário para o efluente final. Assim aproximadamente a mesma quantidade de lodo gerada diariamente deve ser descartada do sistema nas linhas de recirculação de lodo ou diretamente dos tanques de aeração. O lodo descartado do sistema deve ser estabilizado e desaguado antes de ser destinado para aterros, agricultura, etc.

O sistema de lodo ativado apresenta uma excelente performance no tratamento de esgoto doméstico em áreas bastante reduzidas, podendo atingir 95 % de remoção da carga orgânica. Porém é operacionalmente mais complexo e mais oneroso em relação ao sistema de lagoas.

Filtros Biológicos

Os filtros aeróbios são sistemas de fluxo contínuo e consistem em um tanque normalmente circular de vários metros de diâmetro preenchido por material inerte, normalmente pedra, plástico ou madeira. O esgoto é aplicado uniformemente sobre o leito filtrante e percolam em direção aos drenos de fundo. Na percolação ocorre o crescimento de um filme biológico aderido ao material inerte formado basicamente de bactérias. Na passagem do esgoto pelo material de suporte ocorre o contato dos microrganismos com a matéria orgânica com sua conseqüente oxidação.

O sistema de filtro biológico compreende as etapas de pré-tratamento, tratamento primário e tratamento secundário.

No tratamento secundário, representado pelo filtro biológico, a biomassa cresce aderida a um meio suporte e não dispersa em um tanque. O ar circula nos espaços entre o material filtrante fazendo a aeração do sistema, que não tem função de filtrar em função do tamanho das partículas utilizadas.

À medida que o filme biológico cresce no material de suporte, diminui o espaço de percolação do material em tratamento ocorrendo o rompimento dos filmes e renovação do material biológico. O material despreendido é retido nos decantadores secundários de forma a controlar os sólidos do efluente final.

O crescimento e substituição do filme biológico variam segundo a carga orgânica e carga hidráulica aplicada. Segundo estas cargas os filtros biológicos são classificados em filtros de baixa e alta carga.

No sistema de filtro biológico de baixa carga a DBO aplicada é menor e, portanto há pouca disponibilidade de alimento. Isto resulta numa boa eficiência de remoção da carga orgânica com mineralização parcial do lodo formado. Como a DBO aplicada por unidade de superfície do tanque é menor, conseqüentemente a área ocupada é maior se comparado com o filtro de alta carga. Constitui-se num sistema operacionalmente simples, de boa eficiência, de menor consumo de energia em relação ao lodo ativado. Porém são menos flexíveis não se ajustando bem às variações do afluente (SPERLING, 2005).

No filtro biológico de alta carga, variante do filtro biológico, a diferença está na carga de DBO aplicada que é maior comparada ao filtro anterior. Também ocorre uma recirculação do efluente final com objetivo de manter a vazão uniforme, equilibrar a carga afluente e possibilitar um novo contato do material orgânico com o leito filtrante. Neste sistema a eficiência é menor que nos filtros de baixa carga e não há digestão do lodo formado, porém a área ocupada pelo filtro é menor. Pode-se melhorar a eficiência destes sistemas através da utilização de filtros em série e substituição do material suporte por materiais maiores e mais leves (SPERLING, 2005).

Sistema de Fossa Séptica-Filtro Anaeróbico

O sistema de fossa séptica seguida de filtro anaeróbico é um sistema anaeróbio de fluxo contínuo, e tem sido utilizado para áreas rurais e comunidades de pequeno porte.

Na fossa séptica é removida a maior parte dos sólidos em suspensão, que sedimentam no fundo do tanque e sofre digestão anaeróbica. O efluente da fossa séptica é enviado ao filtro anaeróbio, onde ocorre remoção da carga orgânica. No filtro biológico os microrganismos anaeróbios crescem aderidos a um leito filtrante, usualmente pedras, e entram em contato com material em tratamento que entra no filtro num fluxo ascendente. São aplicadas altas cargas orgânicas neste reator fechado e mantidas assim as condições anaeróbias.

A eficiência do sistema é inferior aos processos aeróbios e pode ocorrer formação de odores desagradáveis se não for bem projetado e operado. A área ocupada é pequena e a produção de lodo é baixa. O lodo sofre mineralização dentro do sistema podendo ser desidratado diretamente após sua retirada (SPERLING, 2005).

Reator Anaeróbio de Manta de Lodo

Este sistema apresenta fluxo contínuo e também é conhecido como reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA).

Neste sistema a massa de microrganismos anaeróbios cresce no meio líquido como nos aeradores do sistema de lodo ativado. Porém podem se aglutinar formando pequenos grânulos que tendem a servir de meio suporte para outros microrganismos. Esta granulação aumenta a eficiência do sistema, mas não é condição fundamental para seu funcionamento.

O fluxo de esgoto é ascendente e a concentração de lodo formada é elevada, justificando o nome manta de lodo. À medida que o material em tratamento flui para o interior do reator, entra em contato com os microrganismos sofrendo decomposição anaeróbica, resultando na formação de lodo e gases, principalmente gás carbônico e metano.

Na parte superior do reator existem mecanismos para retenção e retorno do lodo e separação dos gases formados. O gás metano retirado na parte superior pode ser aproveitado como combustível ou simplesmente queimado.

As bolhas de gás têm fluxo ascendente e não se concentram na zona de sedimentação, portanto a separação dos sólidos não é prejudicada. Também o fluxo do esgoto afluyente é lento para não impedir a decantação dos sólidos. Assim o

efluente não apresenta sólidos enquanto no reator, a concentração destes é elevada.

Neste sistema, a geração de lodo é baixa e o mesmo já sai mineralizado podendo ser desidratado diretamente. Dispensa decantadores primários e secundários o que simplifica a planta de tratamento. O risco de odores indesejados é reduzido se projetado e operado corretamente (SPERLING, 2005). A eficiência do sistema na remoção de DBO é de 80 a 90%.

Conclusão

São muitas as alternativas para o tratamento do esgoto doméstico e os sistemas propostos apresentam variações nas suas concepções que visam simplificar as etapas e reduzir os custos de implantação e operação.

Cada sistema apresentado tem características funcionais que direcionam sua aplicação; por exemplo, a eficiência, a simplicidade operacional, o custo de implantação, a produção de lodo, a área ocupada, a presença ou não de odores, etc. Dos sistemas discutidos, o sistema de lagoas de estabilização é uma alternativa bastante interessante dado seu baixo custo de implantação e operação, entretanto tem eficiência menor que outros sistemas. Portanto sua aplicação depende de estudo e elaboração de um projeto direcionado para atender cada situação particular.

O sistema de fossa séptica-filtro anaeróbio tem sido pouco utilizado devido sua baixa eficiência e odores desagradáveis. Assim não atendem, em sua maioria, as exigências legais de qualidade do efluente tratado para lançamento nos corpos d'água.

Os sistemas aeróbios geralmente são mais eficientes na remoção de carga orgânica em relação aos sistemas anaeróbios, com o inconveniente de gerar maior quantidade de lodo que necessita de tratamento posterior. Assim pode ser que a combinação de um sistema anaeróbio com um aeróbio em série minimize esta deficiência. Por exemplo, o sistema de lagoa anaeróbia-facultativa trabalha com esta concepção.

Pode-se então concluir destas considerações que não existe um sistema de tratamento de esgoto concebido genericamente para atender a todas as situações. Recomenda-se, portanto, conhecer as características de cada sistema, as condições

ambientais da região, as características do esgoto a ser tratado, as condições econômicas, as exigências legais, etc. E baseado nestas informações deve ser feita uma avaliação técnica para subsidiar a escolha e decidir pelo sistema mais adequado.

Desta forma pode ser tomada uma decisão bastante fundamentada e consciente, atendendo aos anseios do desenvolvimento sustentado; pois sendo dinâmico, o progresso não se interrompe e demanda soluções renovadas.

REFERÊNCIAS

CUNHA, N LC; FERREIRA, P. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. *Cad. Saúde Pública*. Vol.22, N° 8, 2006.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C. A. *Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1982. v. 1.

RAMAL, F K; PEÇANHA, P M; SMITH, S W: *Avaliação da eficiência da estação de tratamento de Esgoto Sorocaba - 1 (ETE-S1) em Sorocaba, SP, 2007.*

SPERLING, V M; *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 3 Ed, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

TAKEUTI, Marcos Roberto Shoiti. *Avaliação da eficiência de remoção de DBO, sólidos totais e coliformes em lagoas de estabilização com chicanas no tratamento de esgoto doméstico*. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

UEHARA, M. Y.; VIDAI, V. L. *Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas*. São Paulo: Cetesb, 1989.