

TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO POR MEIO DO USO DE LAGOAS AERADAS

Laryssa Farias Brito¹
Luiz Fernando Andrade da Silva²
Givanildo Santos da Silva³
Sandovânio Ferreira de Lima⁴

Engenharia Ambiental



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2357-9919

RESUMO

O presente trabalho teve como escopo analisar o uso de lagoas aeradas para o tratamento de esgoto doméstico, levando em consideração que esse método é apenas um entre vários. Levantando as características das fases para operação e observando os estudos que foram levados em consideração para dimensão e elaboração do projeto. Verificando os processos que compõem o tratamento e observando a dificuldade de utilizar esse método em estações de tratamento de esgoto (ETE) de grandes vazões. Assim, percebe-se que as características do efluente tratado estão previstas nos padrões requeridos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

PALAVRAS-CHAVE

Lagoas Aeradas. Esgoto. Tratamento.

ABSTRACT

This study was to analyze the scope of use of aerated lagoons for treatment of domestic sewage, taking into account that this method is only one of many. Raising the characteristics of the stages for operation and observing the studies were taken into account for size and project design. Checking the processes that make up the treatment and noting the difficulty of using this method in ETE large flows. Thus, it is seen that the treated effluent characteristics are set out in the standards required by the National Environmental Council (CONAMA, acronym in portuguese).

KEYWORDS:

Aerated Lagoons. Sewer. Treatment.

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida, e para isso é necessário que a mesma esteja em qualidade apropriada para uso e também a quantidade disponível seja suficiente. Os problemas relacionados a quantidade de água (escassez, estiagem e cheias) e também relacionados a qualidade, estão cada vez mais aumentando, pois para o abastecimento humano, os mananciais não podem estar contaminados e se a qualidade está alterada, os problemas de escassez são agravados, pois para o tratamento de águas contaminadas o custo é elevado.

Os corpos hídricos vêm a ser utilizados com o intuito de diluir e transportar os despejos que são lançados nele. A concentração de poluente depende da vazão do rio e da vazão do despejo: tendo a vazão de diluição alta, a concentração de poluente pode ser baixa ou não acontecer impactos na utilização desse corpo. Não deve ser empregada a diluição em substituição ao tratamento de efluente, deve apenas ser utilizada para a carga residual das estações de tratamento. Há uma variação no comportamento dos corpos d'água como receptores de esgoto, em função de suas características químicas, físicas, biológicas e da natureza das substâncias lançadas (NUVOLARI, 2011).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 357, 2005, estabelece: I - Capacidade de suporte do corpo receptor: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento.

As águas residuais tratadas devem atender aos limites máximos e mínimos estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

A autodepuração é um processo natural, no qual cargas poluidoras, de origem orgânica, lançadas em um corpo d'água são neutralizadas (ANDRADE, 2010).

O lançamento de efluentes líquidos em corpos d'água, também conhecido como poluição hídrica. Os resultados do lançamento inadequado são sérios, como doenças, a perda da biodiversidade e o comprometimento da qualidade da água para consumo humano.

A coleta, o tratamento e o lançamento dos efluentes devem estar de acordo com os padrões do CONAMA para o corpo receptor não ser alterado e/ou prejudicado. Para o tratamento existem diversos fatores: tecnologia, área disponível, qualidade do efluente tratado, legislação local, e outros.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) menciona o saneamento básico precário como uma grave ameaça à saúde humana. No Brasil, as doenças de transmissão feco-oral, especialmente as diarreias, representam em média mais de 80% das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (IBGE, 2012). 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009), onde 84% das mortes são de crianças.

O CONAMA, por meio da Resolução 377/2006, considera: as obras de saneamento estão diretamente vinculadas à saúde pública e ao caráter mitigador da atividade de tratamento de esgotos sanitários.

Cada R\$ 1 (um real) investido por governos em saneamento básico economiza R\$ 4 (quatro reais) em custos no sistema de saúde, estimaram especialistas presentes no 4º Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública (AGÊNCIA BRASIL, 2013).

O saneamento básico é precário em praticamente todo o Brasil, resultado do baixo investimento, por parte do governo, e também da falta de educação ambiental. Onde apenas 38,7% dos esgotos gerados são tratados (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEMANTO, 2012).

Sendo necessária a implantação de estações de tratamento de esgoto (ETE). A ETE é o conjunto de técnicas associadas a unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares (canais, caixas, vertedores, tubulações) e sistemas de utilidades (água potável, combate a incêndio, distribuição de energia, drenagem pluvial), cuja finalidade é reduzir cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento (NUVOLARI, 2011).

Nas unidades de tratamento, são realizadas as diversas operações e processos unitários que promovem a separação entre os poluentes em suspensão e

dissolvidos e a água a ser descarregada no corpo receptor, bem como o condicionamento dos resíduos retidos (NUVOLARI, 2011).

Quadro 1 – Composição simplificada dos esgotos sanitários

Em média	Descrição		
99,9% de água	Água de abastecimento utilizada na remoção do esgoto das economias e residências		
0,1% de sólidos (*)	Sólidos grosseiros	Grades	
	Areia	Caixa de areia	
	Sólidos sedimentáveis	Decantação primária	
	Sólidos dissolvidos	Sólidos em suspensão	Processos biológicos

Obs.: Após o tratamento, o efluente final das ETEs ainda contém certa porcentagem de sólidos, e a maior ou menor quantidade de sólidos no efluente dependerá da eficiência da ETE.

Fonte: Nuvolari (2011).

Em meio às discussões sobre tratamento de esgoto, houve a necessidade de estudar a eficiência das lagoas aeradas. Visando um descarte que não poluísse nenhum rio, ou solo e também da necessidade de diminuir a área necessária para o tratamento, quando comparadas com outros processos.

1.1 PROCESSOS DE TRATAMENTO

Após verificar os indicadores do esgotamento sanitário no país, percebeu-se a necessidade de adotar um sistema que resultasse no tratamento e descarte adequado dos esgotos sanitários, observando os processos de tratamento.

Os processos de tratamento dos esgotos são constituídos por algumas operações unitárias, utilizadas para a remoção de substâncias indesejáveis ou para transformar essas substâncias em outras de forma que elas passem a ser aceitas pela legislação (NUVOLARI, 2011).

A retirada dos poluentes no tratamento, objetiva adequar o lançamento com qualidade desejada ou padrão de qualidade estabelecido pela legislação.

O tratamento dos esgotos geralmente é classificado por meio dos seguintes níveis: Tratamento preliminar; Tratamento primário; Tratamento secundário; Tratamento terciário.

O tratamento preliminar consiste em um conjunto de aparelhos (grades) que permitam a retirada de sólidos grosseiros do esgoto bruto de modo a torná-lo adequado para tratamento posterior, constituído apenas por processos físicos. Por meio da utilização de gradeamento. As grades são constituídas por barras e podem ser classificadas quanto ao espaçamento entre as elas, sendo: Grosseiras: com espaçamentos entre barras de 4 a 10 cm (usual 7,5 cm); Médias: com espaçamento entre barras de 2 a 4 cm (usual 2,5 cm); Finas: com espaçamento entre barras de 1 a 2 cm (usual 1,4 ou 1,9 cm).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio das normas brasileiras (NBRs) 12209:2011, as grades de barras podem ser limpas manual ou mecanizada. Exceto para as grades grossas, as grades de barras devem ser de limpeza mecanizada quando a vazão máxima afluyente final for igual ou superior a 100 L/s ou quando o volume de material a ser retido justificar o uso de equipamento mecanizado, levando-se em conta também as dificuldades de operação relativas à localização e/ou profundidade do canal afluyente. Quando a limpeza for mecanizada, recomenda-se a instalação de pelo menos duas unidades, neste caso, cada uma com capacidade para a vazão afluyente total, podendo uma delas ser de limpeza manual, utilizada como reserva. Quando houver risco de danos ao equipamento de limpeza mecanizada, deve ser instalada uma grade grossa de limpeza manual a montante.

No tratamento primário ocorrem processos físico-químicos. Remove sólidos em suspensão sedimentáveis (matéria orgânica em suspensão, lodo primário bruto) e sólidos flutuantes (óleos e graxas). Floculação, decantação primária e peneira rotativa. Tendo a caixa de areia com a finalidade de remover toda a areia presente no esgoto sanitário, procura-se reter as partículas com diâmetro relativo maiores do que 0,2 mm (200 μm), não sendo desejável a retenção de partículas orgânicas sedimentáveis juntamente com a areia.

Para o dimensionamento é necessário manter a velocidade horizontal de passagem do esgoto, dentro de uma faixa apropriada $V_{\text{horiz}} = 0,15$ a $0,30$ m/s, que possibilita a sedimentação da areia, mas evita a sedimentação da matéria orgânica. A velocidade vertical de sedimentação da menor partícula (0,2 mm) a ser retirada é $V_{\text{sed}} = 0,02$ m/s. O medidor de vazão procede à caixa de areia, podendo ser do tipo vertedor ou do tipo Parshall (este último apresenta algumas vantagens que o torna mais utilizado). A vazão nos vertedores e na calha Parshall é função direta da altura d'água a montante do mesmo, ou seja, o medidor é considerado uma estrutura de controle dessa altura d'água.

Tratamento secundário consiste na remoção da matéria orgânica por meio de reações bioquímicas, podendo ser processos aeróbicos ou anaeróbicos. Com tanque de aeração, decantação secundária e retorno do lodo, e elevatória do lodo excedente (descarte do lodo).

2 DIMENSIONAMENTO DE ETE POR LAGOA AERADA

O dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto por lagoa aerada, é realizado estimando a população para um período futuro, a ser determinado por dados e cálculos de acordo com a taxa de crescimento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para o seu dimensionamento é necessário estimar a concentração de sólidos voláteis X_v (mg/L) no reator. Para se determinar o volume da lagoa aerada V_{LA} , normalmente fixa-se o tempo de detenção hidráulico (entre 3 e 4 dias), bastando, portanto, multiplicar o tempo de detenção hidráulico pela vazão diária afluenta Q_0 (NUVOLARI, 2011).

Necessidade de oxigênio: 1,2 a 1,3 Kg O_2 /DBO removida, para esgoto doméstico e para o tempo de detenção hidráulico de 3 a 4 dias; Potência necessária para aeração.

É conveniente que se instale sempre mais de um aerador, visando diminuir a densidade de potência necessária para se manter mistura completa, que neste caso pode se situar em um valor médio maior do que 4 watts/m³. Normalmente se utilizam aeradores de alta rotação (flutuantes), sendo sempre mais conveniente um maior número de aeradores de baixa potência (20 a 30 CV).

Área superficial por aerador $A/n < 1.600 \text{ m}^2$ (n = número de aeradores); Volume por aerador $V/n < 6.000 \text{ m}^3$; a profundidade da lagoa aerada deve se situar entre 3 e 4 m.

Depois da lagoa aerada, há necessidade de se projetar lagoas de sedimentação, com a finalidade tripla de clarificar o efluente, digerir e armazenar o lodo. No caso da lagoa de sedimentação é recomendado um tempo de detenção de um dia para vazão média (final de plano) e nunca superior a dois dias, para evitar florescimento de algas.

A profundidade recomendada para a lagoa de sedimentação é de 4 m, sendo que o recobrimento mínimo do lodo sedimentado deve ser de 1 m, para evitar maus odores.

2.1 LAGOA AERADA

As lagoas aeradas apareceram da necessidade de se diminuir a área necessária para o tratamento, comparadas com as lagoas de estabilização. Porém, dependem da introdução artificial do oxigênio requerido pelos organismos decompositores da matéria orgânica solúvel e finamente particulada. A energia de aeração, também, possibilita a manutenção da massa líquida em total suspensão, e a conseqüente formação de flocos biológicos, para posterior separação na unidade seguinte de sedimentação. A remoção de lodo ocorre em períodos de poucos anos. Nas lagoas aeradas são admitidas profundidades de até 3,0 m, definidas em função da aplicação dos dispositivos de aeração e mistura (NUVOLARI, 2011).

As lagoas aeradas podem ser de dois tipos: Lagoa aerada facultativa (quando o grau de turbulência é baixo, mas o suficiente para manter um nível de oxigenação adequado, onde parte da biomassa decanta no fundo da lagoa, ocorrendo assim, decomposição anaeróbia, e na parte superior da lagoa ocorre decomposição aeró-

bia) (NUVOLARI, 2011); Lagoa aerada de mistura completa (apenas aeróbia, quando se dispõe de alta turbulência promovida pelos aeradores, assim toda a biomassa é mantida em suspensão, funcionando em regime de mistura completa. O oxigênio dissolvido é distribuído por toda a massa de água (NUVOLARI, 2011).

No caso da lagoa aerada de mistura completa, prever-se uma unidade secundária, que será posicionada após a lagoa de aeração e que funcionará como lagoa de sedimentação, onde o lodo deverá ser removido periodicamente.

A dificuldade para o emprego de lagoas aeradas é o custo com energia elétrica para manutenção dos aeradores. Por outro lado, existem estudos relativos a operação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos compostos por lagoas aeradas seguidas de lagoas de decantação, conduzida de forma a racionalizar o consumo de energia elétrica, gerando redução na conta mensal, é de grande valia e poderá vir a ser de fundamental importância (NUVOLARI, 2011).

2.2 LAGOA DE SEDIMENTAÇÃO

A lagoa de sedimentação permite a sedimentação dos sólidos contidos no efluente que já passou pela lagoa aerada, armazenando-o por longos períodos até ser removido. Ocorre a estabilização bioquímica cujos produtos de solubilização são reintroduzidos no efluente.

2.3 DIMENSIONAMENTO DA LAGOA DE SEDIMENTAÇÃO

O tempo de detenção hidráulica útil da lagoa deve ser entre um e três dias, acrescido do volume destinado a reserva de lodo. Podendo variar conforme o sistema de remoção de lodo, desde alguns meses até alguns anos, devendo assim ser efetuada uma análise econômica prévia. Não deve ser adotado um tempo de detenção hidráulico elevado, pois permite a proliferação de algas, aumentando os sólidos no efluente (NUVOLARI, 2011).

2.4 QUANTIDADE DE LAGOA DE SEDIMENTAÇÃO

Se o projeto prevê apenas uma lagoa aerada, é recomendado prever duas lagoas de sedimentação, sendo uma para uso na ocasião de limpeza. Quando houver duas lagoas aeradas, o efluente das duas deve ser enviado para uma das lagoas de sedimentação enquanto a outra é drenada e removido o lodo. Também é recomendado que as duas lagoas operem em série, de modo a obter melhor efluente em condições normais de operação. Sendo assim, as tubulações de interligação entre as lagoas devem permitir tais operações (NUVOLARI, 2011).

2.5 SISTEMA DE REMOÇÃO DE LODO

O sistema de remoção de lodo pode ser mecanizado, onde o equipamento instalado em dispositivo flutuante autopropulsor faz a remoção e aspiração de lodo sedimentado numa faixa de dois a três metros, enviando o mesmo por meio de tubulação apoiada em bóias até o local de destino do lodo. Este tipo de equipamento permite a remoção de lodo com lagoa em operação tornando mais frequente sua remoção e reduzindo a capacidade de sistema de desidratação final (NUVOLARI, 2011).

O sistema de malha de tubulações de aspiração, instalado no fundo da lagoa de sedimentação tem a mesma finalidade. Neste caso, será necessário prever uma lagoa de lodo para recebimento do lodo drenado, pois a vazão instantânea de lodo é grande. O sistema de aspiração pode ser via bomba, levando a um maior controle da vazão (NUVOLARI, 2011).

No método tradicional, a lagoa é drenada e a secagem natural de lodo é processada na própria lagoa. Para remoção do lodo é necessário utilizar equipamentos pesados (tratores, caminhões etc.). Este método exige longo prazo, uma vez que depende das condições climáticas, além de haver risco de danificar a camada de impermeabilização da lagoa.

Segundo Nuvolari (2011), o tratamento do lodo tem basicamente dois objetivos: a redução de volume e a redução de teor de matéria orgânica. Para alcançar estes objetivos, o tratamento do lodo usualmente inclui uma ou mais das seguintes etapas: Adensamento (adensadores por gravidade, flotadores por ar dissolvido, centrífugas e prensas desaguadoras); Estabilização (digestão anaeróbia/aeróbia, tratamento químico por alcalinização, secagem térmica por peletização); Desidratação (leitões de secagem, centrífugas, prensas desaguadoras e filtros prensa).

2.6 APROVEITAMENTO DO EFLUENTE TRATADO

Geralmente, o efluente tratado em uma estação de tratamento de esgoto é lançado em um corpo receptor. Mas, esse efluente pode ser utilizado para outros fins, como na indústria e na agricultura. Assim, a utilização do efluente tratado em outras atividades oferece oportunidades de natureza econômica, ambiental e social, ainda mais em situações de escassez de água, podendo esta utilização se tornar uma real necessidade (NUVOLARI, 2011).

Para que o efluente final tratado possa ser utilizado em outra atividade, é importante que o mesmo atenda aos critérios definidos pela legislação vigente, que caracteriza o padrão de efluente que pode ser utilizado para fins agrícolas e florestais; urbanos; ambientais; industriais e na aquicultura (NUVOLARI, 2011).

3 CONCLUSÃO

Portanto, percebe-se que saneamento básico ainda é um problema devido ao baixo investimento. Onde se pode perceber a necessidade primeiramente de adoção de educação ambiental para estruturar a cobrança de melhoras nesse setor.

Por meio de processo de tratamento com uso de lagoas aeradas, percebe-se a diminuição da área necessária, quando comparada a outros tipos de processos, mas em contrapartida, tem-se o gasto com energia elétrica, sendo mais apropriada para estações de tratamento de esgoto (ETEs) de pequeno porte.

Então, para o dimensionamento de lagoas aeradas são necessários estudos multidisciplinares para sua implantação, sendo garantido que o corpo receptor assimile o descarte dentro dos padrões de balneabilidade requeridos pela Resolução 274/2000 do CONAMA. O dimensionamento das grades, do medidor de vazão, da lagoa decantação é possível através de fórmulas e dados adotados pelas normas brasileiras (NBRs).

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 12209:2011. Dispõe sobre Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Secretaria de administração do Ministério Público, 20/08/2012.

ANDRADE, Larice Nogueira. **Autodepuração dos corpos d'água**. Vitória, ES, 2010.

AVALIAÇÃO da qualidade da água no córrego Serrinha e do projeto da ETE do município de Serrana – SP. Disponível em: <<http://www.uniseb.com.br/presencial/bibliotecatccdigital/anexo/59b078bb-3e6d-4e8e-9d87-aed63bf5a7b4.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2015.

CADA R\$ 1 investido em saneamento economiza R\$ 4 em saúde, estimam especialistas. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-03-22/cada-r-1-investido-em-saneamento-economiza-r-4-em-saude-estimam-especialistas>> Acesso em: 27 maio 2015.

CONAMA, Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 março de 2005.

CONAMA, Resolução n. 377 de 9 de outubro de 2006. Dispõe sobre licenciamento ambiental simplificado de Sistemas de Esgotamento Sanitário. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 março de 2006.

ESGOTAMENTO Sanitário Inadequado e Impactos na Saúde da População. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/drsai/Book-Trata-B.pdf>> Acesso em: 27 maio 2015.

IBAMA, Coletânea de Legislação Federal de Meio Ambiente. Brasília. 1992.
Lagoas de Estabilização. Disponível em: <http://www.deha.ufc.br/login/usuarios/td945a/Tratamento_de_esgotos_graduacao_Lagoas_de_estabilizacao.pdf> Acesso em: 8 maio 2015.

NORMA Técnica SABESP NTS 230. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf>>. Acesso em: 6 maio 2015.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário coleta e transporte, tratamento e reúso Agrícola**. 2.ed. Revista Ltda. 2011.

PROCESSOS de Tratamento. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=34>> Acesso em: 8 maio 2015.

PROCESSOS de Tratamento. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=29&sid=34&tpl=printerview>>. Acesso em: 6 maio 2015.

SANEAMENTO no Brasil – BAKUP. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil-bakup>>. Acesso em: 6 maio 2015.

TRAT. de Esgoto. Disponível em: <<http://www.site.daem.com.br/portal/tratamento-de-esgoto>> Acesso em: 8 maio 2015.

VALORIZAÇÃO do Esgoto. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=3649&sid=372>> Acesso em: 8 maio 2015.

Data do recebimento: 22 de julho de 2015

Data de avaliação: 19 de agosto de 2015

Data de aceite: 16 de setembro de 2015

.1. Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário – UNIT. E-mail: laryssafbrito@gmail.com

2. Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário – UNIT. E-mail: l-fernando04@hotmail.com

3. Professor do Curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário – UNIT. E-mail: givasantos@yahoo.com.br

4. Professor do Curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário – UNIT. E-mail: sandovanio@msn.com