

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

LUI RODRIGO LOPES GARCIA

TRATAMENTO DE ESGOTO NA CIDADE DE JAÚ

BAURU

2007

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

LUI RODRIGO LOPES GARCIA

TRATAMENTO DE ESGOTO NA CIDADE DE JAÚ

Monografia apresentada ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Sirlei Roca.

BAURU

2007

G2161t	Garcia, Lui Rodrigo Lopes
	Tratamento de esgoto na cidade de Jaú / Lui Rodrigo Lopes Garcia – 2007 38 f.
	Orientadora: Prof. Dra Sirlei Roca
	Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP.
	1. Esgoto 2. Tratamento 3. Jaú I.Roca, Sirlei II. Título.

SUMÁRIO

Resumo.....	06
1. Introdução.....	07
1.1. O esgoto no Brasil.....	09
1.2. A importância do tratamento de esgotos.....	10
1.3. ETE.....	11
1.4. Tecnologias Existentes.....	13
2. Como o esgoto é tratado.....	13
2.1. Lodos ativados.....	14
2.2. Lodos ativados de fluxo intermitente (batelada)	18
2.3. Comparação entre as variantes do processo de lodos ativados.....	19
2.4. Sistema de Lodo Ativado Convencional.....	20
2.5.Sistema de Lodos Ativados de aeração prolongada (Fluxo Contínuo)	20
3. A SANEJ.....	20
3.1.Descrição da Área.....	22
3.1.1.Recursos Hídricos.....	23
3.1.2.Solos.....	24
3.1.3. Alguns solos pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Jaú:	25
3.1.4. O Rio Jaú.....	25
3.1.5.Onde começa o Rio Jaú.....	26
3.1.6. Onde termina o Rio Jaú (Marambaia)	26
4. O fluxo de tratamento de esgoto.....	26
4.1. Entrada do esgoto.....	27

4.2. Tratamento Preliminar.....	27
4.3. Tratamento Primário.....	29
4.4. Tratamento Secundário.....	30
4.5. Tratamento de Lodo.....	32
4.6. Consideração Final.....	35
5. Análises Laboratoriais.....	35
6. Conclusão.....	37
7. Bibliografia.....	38

Resumo

Um esgoto municipal é composto de água mais matéria orgânica e inorgânica. Estas matérias (orgânicas e inorgânicas) estão na água sob diversas formas, tais como sólidos em suspensão, sólidos coloidais ou ainda, sólidos dissolvidos, em ordem decrescente da dimensão de suas partículas.

Dentre essas matérias, a matéria orgânica é a principal causadora da chamada poluição hídrica. Isto porque a matéria orgânica é fonte de alimentos para certos microorganismos que, ao consumi-la, consomem também o oxigênio dissolvido na água. Não tendo oxigênio, a água torna-se preta exalando cheiros desagradáveis. Além disso, o esgoto contém inúmeros agentes nocivos a saúde humana (agentes patogênicos) e coliformes fecais. Tanto matérias orgânicas como inorgânicas se sedimentam ao longo do tempo, formando o bando de lodos ao longo do percursos onde o esgoto corre.

É necessário, então, que as matérias orgânicas e inorgânicas, assim como os agentes patogênicos sejam removidos do esgoto, antes que estes entrem no rio e o contaminem. (Sanchez 1999)

A função da E.T.E. é assim; a de retirar do meio do esgoto, aquelas matérias, tornando o efluente o mais limpo possível.

Existem muitas maneiras para conseguir tal fim. Uma parcela destas matérias pode ser removida apenas deixando o esgoto armazenado um determinado tempo, (caixa de areia e decantação primária)em um tanque. Com isso é possível remover boa parte de sólidos inorgânicos de alta densidade (areias e sólidos em suspensão mais pesados) e alguma parte de matérias orgânicas. Porém, restam, ainda os sólidos orgânicos em formas coloidais e dissolvidos (que aliás, representam mais de 70% da carga orgânica total). Para remover esta parcela restante da carga, é necessário utilizar outro meio, que não seja simples decantação.

O esgoto assim tratado, já separadas as partes líquida e sólida, não causa dano ao meio ambiente. É obvio que, para isso, o processo de tratamento, principalmente a unidade biológica, funcione plenamente. (Kamiyama 1994)

1. Introdução

A coleta das águas servidas já era uma preocupação das civilizações antigas. Em 3.750 a.C., eram construídas galerias de esgoto em Nipur (Índia) e na Babilônia. Em 3.100 a.C. já se tem notícia do emprego de manilhas cerâmicas. Na Roma imperial eram feitas ligações diretas das casas até os canais. Por se tratar de uma iniciativa particular de cada morador, nem todas as casas apresentavam essas benfeitorias (AZEVEDO NETTO, 1984).

Na Idade Média não se tem notícia de grandes realizações, no tocante a coleta de esgotos. Essa despreocupação com os efluentes domiciliares, aliada ao desconhecimento da microbiologia até meados do séc. XIX, certamente foram as causas das grandes epidemias ocorridas na Europa no período entre os séculos XVI e XIX, coincidindo com o crescimento das populações e o início dos grandes aglomeramentos urbanos.

A correlação entre o crescimento populacional e o aumento acelerado dos problemas de Saúde Pública é facilmente perceptível, quando se apresentam os números desse crescimento. Estima-se que, por volta de 6.000 a.C. a população da Terra era de cinco milhões de habitantes. Em 1.850 d.C. esse número era de 1 bilhão; em 1930 - 2 bilhões; por volta de 1980 - 4 bilhões. Uma estimativa para o ano 2007 é de que a população da Terra atingirá o montante de 7 bilhões de habitantes. Partindo do princípio de que esse crescimento na grande maioria dos países é desordenado temos um quadro caótico do ponto de vista sanitário e do meio ambiente. Sem rede de abastecimento de água, tratamento de esgotos ou disposição de resíduos sólidos cria-se um meio propício para a propagação de doenças de veiculação hídrica e outras correlacionadas a este crescimento sem infra-estrutura.

Em Londres, somente em 1815 os esgotos começaram a ser lançados em redes coletoras; em Hamburgo, em 1842, em Paris, em 1880 (METCALF e EDDY, 1977).

Devido ao precário sistema de Saneamento, em 1826 ocorreu uma terrível epidemia de cólera na Europa, atingindo grandes proporções. Em 1831, na Inglaterra, fez 50 mil vítimas fatais. Em vista desse fato e para estudo de futuras tomadas de decisões foi realizado em 1882 um levantamento das condições sanitárias na Inglaterra (AZEVEDO NETTO, 1984).

A preocupação com o tratamento dos esgotos surgiu primeiramente na Inglaterra, após nova epidemia de cólera ocorrida em 1848, com 25.000 vítimas fatais. Esse país, devido a pouca extensão de seus rios e ao crescimento acelerado de algumas cidades, foi um dos primeiros a sofrer as conseqüências da poluição hídrica, decorrente do lançamento dos esgotos (sem tratamento), nos corpos d'água. Foi também pioneiro na promulgação das

primeiras leis de saneamento e Saúde Pública (METCALF e EDDY, 1977). Ainda em Londres, no ano de 1854, foi estabelecido um marco muito importante no estudo da epidemiologia, John Snow provou cientificamente a relação entre certas doenças, entre elas o cólera, e a qualidade das águas. Em 1857 foi criado o Conselho de Proteção das Águas do Rio Tâmisa, na Inglaterra (AZEVEDO NETTO, 1984).

O Município do Rio de Janeiro foi o quinto do mundo a possuir rede coletora de esgotos e Estação de Tratamento de efluentes antes de 1900, fato que deixa-os sanitaristas daquele município, muito orgulhosos.

Pode-se afirmar que a partir daí, os países desenvolvidos, em especial a Inglaterra, a maioria dos outros países europeus, os EUA, o Canadá, a extinta União Soviética e, o Japão, começaram a tratar os esgotos de suas cidades. Nas cidades brasileiras, salvo alguns casos isolados, somente a partir da década de 70 começou a ocorrer um certo avanço nesta área, ainda em poucas cidades. No entanto, até o momento a maioria das cidades brasileiras nem coletam nem fazem tratamento de seus esgotos. Terão fatalmente que fazê-lo, sob pena de ficarem sem mananciais de água apropriada para o abastecimento público.

A importância da água é conhecida por todos. Com o tempo, a idéia de que ela é um bem esgotável passou a ser aceita e comprovada mundialmente. Assim novos meios para a sua preservação passaram a ser pesquisados e desenvolvidos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), quase 80% das doenças dos países em desenvolvimento são provenientes de água contaminada. Outro dado é que para cada dólar gasto em saneamento são economizados de 4 a 5 dólares nos dez anos seguintes em saúde pública.

No Brasil, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), cerca de 47,8% dos municípios brasileiros não tem serviço de esgotamento sanitário. Dessa forma, o país convive com doenças do século XIX, como febre amarela e a dengue. Em alguns estados e regiões, onde o esgoto corre a céu aberto, a diarreia infesta 99% das crianças chegando até a ocasionar morte. Também é constatado que, no país, 70% dos leitos hospitalares são ocupados por pessoas que adquiriram doenças a partir do contato com água poluída.

Os tipos mais comuns de esgoto são o doméstico, o pluvial e o industrial. A água potável utilizada por uma pessoa para diversos fins é considerada esgoto doméstico, o esgoto pluvial é aquele das águas da chuva que passam por superfícies sujas, ruas, telhados, jardins,

entre outros e o esgoto industrial é aquele utilizado nos processos de produção industrial. Todos eles são compostos por diferentes substâncias, matérias e organismos, que podem causar doenças e contaminação de solo e mananciais. (Zuccolo 2000).

1.1. O esgoto no Brasil

Quase metade do Brasil não tem coleta de esgoto. De acordo com pesquisa do IBGE, de 2002, apresentada no Plano Nacional de Recursos Hídricos, 47,8% dos municípios não coletam nem tratam os esgotos. Dos 52,2% dos municípios que o serviço de coleta, 32% só coletam e 20,2% coletam e tratam o esgoto coletado.

"O lançamento de esgotos domésticos nos corpos hídricos é o principal problema de qualidade das águas", afirma a Agência Nacional de Águas (ANA) no Plano Nacional de Recursos Hídricos. A construção de estações de tratamento de esgoto é um dos desafios do Brasil para melhorar a questão hídrica no país. (Zuccolo 2000).

O Plano ressalta que os maiores poluidores não são aqueles que não têm acesso ao tratamento de esgoto, mas sim a falta de precisão dos tratamentos realizados no país. "A maior fonte de poluição das águas por esgotos não está relacionada à parcela da população sem rede coletora e sim àquela com rede, incluindo parte da que tem tratamento, haja vista as baixas eficiências, associadas à precária operação muitas vezes encontrada".

"Uma vez que a cobertura do serviço de esgotamento sanitário é reduzida e o tratamento do esgoto coletado não é abrangente, o destino final do esgoto sanitário contribui ainda mais para um quadro precário", destaca o texto do Plano.

Entre os distritos que possuem coleta de esgoto sanitário, pouco mais de 1/3 tratam o esgoto (33,8%). O restante (66,2%) não realiza nenhum tipo de tratamento no esgoto produzido. "Nesses distritos, o esgoto é despejado *in natura* nos corpos de água ou no solo, comprometendo a qualidade da água utilizada para o abastecimento, irrigação e recreação", destaca o Plano.

Do total de distritos que não tratam o esgoto sanitário coletado, a maioria (84,6%) despeja o esgoto nos rios. Nas regiões Norte e Sudeste, o número sobe para 93,8% e 92,3% respectivamente.

O Plano ressalta que, nas últimas décadas, o Brasil teve "ganhos significativos em relação ao aumento da distribuição de água", mas "não houve avanços expressivos na coleta e

tratamento de esgotos. Se hoje 52,2% dos municípios têm o serviço de coleta, onze anos antes, em 1989, esse número era de 47,3%”.

1.2. A importância do tratamento de esgotos

Em uma administração municipal voltada à cidadania, destaca-se a implantação total de um sistema de esgotamento sanitário adequadamente configurado, ou seja, que conte com rede coletora atendendo 100% das residências, emissários, interceptores e estação de tratamento de esgotos domésticos, devidamente executados.

O planejamento e a construção de um sistema eficiente de esgotamento sanitário numa cidade seja ela de pequeno, médio ou grande porte, é um desafio para os administradores públicos. Porém, um desafio necessário e urgente face às estatísticas de extremo impacto social, já que, em curto espaço de tempo, pode-se alcançar indicadores favoráveis, fundamentalmente no que tange à melhoria da qualidade de vida da população atendida. (PASSETO, 2006)

A grande maioria das cidades conta atualmente com rede coletora de esgoto implantada em quase toda extensão de sua área urbana. No entanto, não se pode dizer o mesmo em relação às obras de tratamento do esgoto doméstico.

A falta de tratamento dos esgotos e condições adequadas de saneamento podem contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água.

A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública. Aproximadamente cinquenta tipos de infecções podem ser transmitidas por diferentes caminhos de uma pessoa doente para uma sadia, envolvendo o esgoto humano.

Os esgotos, ou excretas, podem contaminar a água, o alimento, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou ser transportados por moscas, baratas, roedores, provocando novas infecções.

Epidemias de febre tifóide, cólera, disenterias, hepatite infecciosa e inúmeros casos de verminoses - algumas das doenças que podem ser transmitidas pela disposição inadequada dos esgotos - são responsáveis por elevados índices de mortalidade em países do terceiro mundo. As crianças são suas vítimas mais freqüentes, uma vez que a associação dessas doenças à subnutrição é, geralmente, fatal. A elevação da expectativa de vida e a

redução da prevalência das verminoses que, via de regra, não são letais, mas desgastam o ser humano, somente podem ser pretendidas através da correta disposição dos esgotos. Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente. As substâncias presentes nos esgotos exercem ação deletéria nos corpos de água: a matéria orgânica pode causar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido provocando a morte de peixes e outros organismos aquáticos, escurecimento da água e exalação de odores desagradáveis; é possível que os detergentes presentes nos esgotos provoquem a formação de espumas em locais de maior turbulência da massa líquida; defensivos agrícolas determinam a morte de peixes e outros animais.(CHERNICHARO E CYBIS, 2001)

Há, ainda a possibilidade de eutrofização pela presença de nutrientes, provocando o crescimento acelerado de algas que conferem odor, gosto e biotoxinas à água.

1.3. ETE

Ao fazermos todas as nossas atividades cotidianas, como tomar um banho ou lavar uma roupa, estamos sujando a água que estava limpa. Essa sujeira é constituída de uma mistura de detritos contendo restos de alimentos, detergentes, urina, fezes e outras excretas. É nesse processo que a água se transforma em esgoto.

Cada pessoa, ao consumir em média 200 litros de água por dia, converte cerca de 150 litros em esgoto. Os 50 litros restantes podem voltar à atmosfera através da evaporação ou se infiltrar no solo quando lavamos o quintal ou irrigamos jardins.

Os esgotos são também chamados de resíduos líquidos, pois possuem na sua composição mais de 99% de água. Outros termos são comumente utilizados como sinônimos, entre os quais despejos ou águas residuárias.

Dependendo dos hábitos da população, os resíduos produzidos podem sofrer variações, mas normalmente as características dos esgotos domésticos são bastante uniformes. Em geral, eles possuem um elevado número de bactérias do grupo coliformes. Esses organismos não são patogênicos e habitam normalmente no intestino humano, sendo eliminados no ambiente junto com as fezes.

Portanto a existência de coliformes em um rio indica a presença de esgotos domésticos, e a quantidade de bactérias é proporcional ao número de pessoas que vivem na região que lança seu esgoto nesse rio. Se houver muitos habitantes portadores de doenças

contagiosas, os despejos domésticos certamente deverão conter uma grande quantidade de seres patogênicos, juntamente com esses coliformes.

Assim como há preocupação no sentido de tornar potável a água captada em rios, fontes ou poços, antes de servi-la à população, também há preocupação quanto ao destino dos esgotos sanitários, sabendo-se que o despejo “in-natura”, nos rios tem conseqüências danosas à saúde das populações, ocorrendo não raras vezes uma relação entre manifestações de doenças de transmissão hídrica e a existência de focos de contaminação. Tal situação, porém, pode ser corrigida com o tratamento de esgotos sanitários, estabelecendo o controle da poluição dos rios, preservando a flora e a fauna.

No Brasil, 49% do esgoto produzido é coletado através de rede e somente 10% do esgoto total é tratado. O resultado é que as Regiões Metropolitanas e grandes cidades concentram grandes volumes de esgoto coletado que é despejado sem tratamento nos rios e mares que servem de corpos receptores. Em conseqüência a poluição das águas que cercam nossas maiores áreas urbanas é bastante elevada, dificultando e encarecendo, cada vez mais, a própria captação de água para o abastecimento.

A implantação de uma estação de tratamento de esgotos tem por objetivo a remoção dos principais poluentes presentes nas águas residuárias, retornando-as ao corpo d'água sem alteração de sua qualidade.

As águas residuárias de uma cidade compõem-se dos esgotos sanitários e industriais sendo que estes, em caso de geração de efluentes muito tóxicos, devem ser tratados em unidades das próprias indústrias.

O parâmetro mais utilizado para definir um esgoto sanitário ou industrial é a demanda bioquímica por oxigênio - DBO. Pode ser aplicada na medição da carga orgânica imposta a uma estação de tratamento de esgotos e na avaliação da eficiência das estações - quanto maior a DBO maior a poluição orgânica.

A escolha do sistema de tratamento é função das condições estabelecidas para a qualidade da água dos corpos receptores. Além disso, qualquer projeto de sistema deve estar baseado no conhecimento de diversas variáveis do esgoto a ser tratado, tais como a vazão, o pH, a temperatura, o DBO, etc.

1.4. Tecnologias Existentes

Os corpos d'água podem se recuperar da poluição, ou depurar-se, pela ação da própria natureza. O efluente geralmente pode ser lançado sem tratamento em um curso d'água, desde que a descarga poluidora não ultrapasse cerca de quarenta avos da vazão: um rio com 120 l/s de vazão pode receber, grosso modo, a descarga de 3 l/s de esgoto bruto, sem maiores conseqüências. Frequentemente os mananciais recebem cargas de efluentes muito elevadas para sua vazão e não conseguem se recuperar pela autodepuração, havendo a necessidade da depuração artificial ou tratamento do esgoto. O tratamento do efluente pode, inclusive, transformá-lo em água para diversos usos, como, por exemplo; a irrigação. (SOUZA E CREMONESI, 2003)z

A escolha do tratamento depende das condições mínimas estabelecidas para a qualidade da água dos mananciais receptores, função de sua utilização. Em qualquer projeto é fundamental o estudo das características do esgoto a ser tratado e da qualidade do efluente que se deseja lançar no corpo receptor. Os principais aspectos a serem estudados são vazão, pH, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio – DBO que representa a quantidade de oxigênio usada por uma população mista de microorganismos durante a oxidação aeróbia à temperatura de 20°C demanda química de oxigênio - DQO, toxicidade e teor de sólidos em suspensão ou sólidos suspensos totais - SST.

Ao definir um processo deve-se considerar sua eficiência na remoção de DBO e coliformes, a disponibilidade de área para sua instalação, os custos operacionais, especialmente energia elétrica e a quantidade de lodo gerado. Alguns processos exigem maior escala (maior população atendida) para apresentarem custos *per capita* compatíveis. Na implantação de um sistema de esgotamento sanitário, compreendendo também a rede coletora, a estação de tratamento representa cerca de 20% do custo total.

2. Como o esgoto é tratado

O esgoto produzido pelas residências, comércio e indústria, depois de coletado em redes distribuidoras pela cidade, deve antes de ser lançado aos rios, ser enviado a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, para que a qualidade daquela água seja alterada, obviamente para melhor, de tal forma que possa posteriormente ser lançada em um corpo d'água sem comprometer a qualidade deste.

O tratamento de esgoto tem por principal objetivo, a "limpeza" da água, retornando-a para o rio de forma como foi retirada, sem sujeiras e detritos.

A origem do esgoto pode ser, além de doméstica, pluvial (água das chuvas) e industrial (água utilizada nos processos industriais). Se não receber tratamento adequado, o esgoto pode causar enormes prejuízos à saúde pública por meio de transmissão de doenças. Seja pelo contato direto ou através de ratos, baratas e moscas. Ele pode ainda poluir rios e fontes, afetando os recursos hídricos e a vida vegetal e animal. Para evitar esses problemas, as autoridades sanitárias instituíram padrões de qualidade de efluentes que são seguidos pelas estações de tratamento de esgoto. Afinal, o planejamento de um sistema de esgoto tem dois objetivos fundamentais: a saúde pública e a preservação ambiental. (KAMIYAMA, 1994)

Através da rede coletora pública, o esgoto sai das residências e chega à estação de tratamento, denominada ETE. O sistema é longo, pois o esgoto é recolhido por ramais prediais e levado para bem longe, o que exige a realização de grades obras subterrâneas ao longo das ruas.

Uma vez instalada a rede coletora e implantado o sistema de tratamento, é a vez de os usuários fazerem as suas partes. É preciso que cada morador solicite a ligação da sua residência à rede coletora para contribuir com a saúde pública e a recuperação ambiental.

O esgoto ao chegar à ETE, vem com uma quantidade muito grande de "sujeira".

Estas sujeiras têm diversas dimensões, que vai desde as partículas quase invisíveis até as maiores, tais como: areia, cabelo, estopas, pedaços de madeira, etc. Tudo isso deve ser removido na ETE. Essa remoção é feita em etapas, sendo inicialmente removidos os materiais graúdos (grade e caixa de areia) para depois remover as partículas minúsculas, pelo sistema chamado de lodo ativado.

2.1. Lodos ativados

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de águas residuárias domésticas e industriais, em situações em que uma elevada qualidade do efluente é necessária e a disponibilidade de área é limitada. No entanto, o sistema de lodos ativados inclui um índice de mecanização superior ao de outros sistemas de tratamento, implicando em operação mais sofisticada. Mais recentemente, a opção de utilização do sistema de lodos ativados como pós-tratamento de efluentes de reatores

anaeróbios passou a ser pesquisada e utilizada, em função de inúmeras vantagens, principalmente associadas ao menor consumo de energia elétrica e à menor produção de lodo, mantendo-se a qualidade dos efluentes comparável ao de um sistema de lodos ativados clássico.

Neste sistema, o esgoto vai para tanques de aeração onde as bactérias existentes no próprio esgoto se alimentam da matéria orgânica e consomem oxigênio. Para que essas bactérias se desenvolvam mais rapidamente e acelerem o processo de decomposição, recebem oxigênio através dos aeradores.

Com isso, as bactérias se agrupam, eliminando a matéria orgânica, e passam para o tanque de decantação, formando um lodo. Esse lodo é recirculado para o tanque de aeração, e o excedente é descartado através dos leitos de secagem.

O sistema de lodos ativados não exige grandes requisitos de áreas como, por exemplo, as lagoas. No entanto há um alto grau de mecanização e um elevado consumo de energia elétrica. O tanque de aeração ou reator, o tanque de decantação e a recirculação de lodo são partes integrantes deste sistema. O efluente passa pelo reator, onde ocorre a remoção da matéria orgânica e depois pelo decantador, de onde sai clarificado após a sedimentação dos sólidos que formam o lodo de fundo. Este é formado por bactérias ainda ávidas por matéria orgânica que são enviadas novamente para o reator. Com isso há um aumento da concentração de bactérias em suspensão no tanque de aeração. Para ser ter uma idéia, esta é mais de 10 vezes maior que a de uma lagoa aerada de mistura completa sem recirculação. Porém uma taxa equivalente ao crescimento das bactérias deve ser retirada, pois se fosse permitido que as bactérias se reproduzissem continuamente, alguns problemas poderiam ocorrer. A presença de biomassa no efluente final devido à dificuldade de sedimentar em um decantador secundário sobrecarregado e a dificuldade de transferência de oxigênio para todas as células no reator são exemplos destes. (CHERNICHARO E CYBIS, 2001)

A alta eficiência deste sistema é, em grande parte, devido a recirculação de lodo. Esta permite que o tempo de detenção hidráulico seja pequeno e conseqüentemente também o reator possua pequenas dimensões. A recirculação de sólidos também ocasiona maior tempo de permanência no sistema dos mesmos. Além da matéria orgânica carbonácea, o sistema de lodos ativados pode remover também nitrogênio e fósforo, porém a remoção de coliformes é geralmente baixa devido ao pequeno tempo de detenção hidráulico e normalmente insuficiente para o lançamento no corpo receptor.

O sistema de lodos ativados possui algumas variantes: Convencional (Fluxo Contínuo), de Aeração Prolongada (Fluxo Contínuo) e de Fluxo Intermitente ou Batelada.

Os seguintes itens são partes integrantes e a essência de qualquer sistema de lodos ativados de fluxo contínuo: (a) tanque de aeração (reator), (b) tanque de sedimentação (decantador secundário), (c) recirculação de lodo, (d) retirada de lodo excedente.

No reator aerado ocorrem reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, de nitrogênio e de fósforo. A biomassa utiliza-se do substrato presente no esgoto afluente para se desenvolver. No decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa), permitindo que o efluente final saia clarificado. Parte dos sólidos sedimentados no fundo do decantador secundário é recirculada para o reator, para se manter uma desejada concentração de biomassa no mesmo, a qual é responsável pela elevada eficiência do sistema. (CHERNICHARO E CYBIS, 2001)

A biomassa é separada no decantador secundário devido à sua propriedade de flocular e de sedimentar. Tal propriedade se deve à produção de uma matriz gelatinosa, que permite a aglutinação das bactérias, protozoários e outros microrganismos, responsáveis pela remoção da matéria orgânica, em flocos macroscópicos. Os flocos possuem dimensões bem superiores às dos microrganismos, individualmente, o que facilita sua sedimentação.

Em virtude da recirculação do lodo, a concentração de sólidos em suspensão no tanque de aeração, nos sistemas de lodos ativados, é bastante elevada. Nestes, o tempo de detenção do líquido (tempo de detenção hidráulica) é baixo, da ordem de horas, implicando em que o volume do reator seja bem reduzido. No entanto, devido à recirculação dos sólidos, estes permanecem no sistema por um tempo superior ao do líquido. O tempo de retenção dos sólidos é denominado tempo de retenção celular ou idade do lodo, a qual é definida como a relação entre a quantidade de lodo biológico existente no reator e a quantidade de lodos biológicos removida do sistema de lodos ativados por dia.

Para efeito de comparação, os reatores anaeróbios tipo UASB (Reator anaeróbio de fluxo ascendente) possuem também retenção de biomassa no compartimento de reação, onde se desenvolve um manto de lodo, que é atravessado pelo esgoto, e uma recirculação de parte da biomassa, que é carregada pela fase líquida efluente desse compartimento. Esta recirculação é alcançada através de sua sedimentação no compartimento de decantação, seguida de retorno, por simples gravidade, para o compartimento de reação. Já no sistema de lodos ativados, esta recirculação dos sólidos é obtida por meio de bombeamento (lodos

ativados de fluxo contínuo) ou de liga-desliga de aeradores. Desta forma, tanto no reator UASB quanto no sistema de lodos ativados, o tempo de permanência da biomassa é superior ao do líquido, garantindo a elevada capacidade do sistema, associada a sua elevada eficiência.

No tanque de aeração, devido à entrada contínua de alimento, na forma de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) dos esgotos, os microorganismos crescem e se reproduzem continuamente. Caso fosse permitido que a população dos mesmos crescesse indefinidamente, eles tenderiam a atingir concentrações excessivas no tanque de aeração, dificultando a transferência de oxigênio para todas as células. Ademais, o decantador secundário ficaria sobrecarregado, e os sólidos não teriam mais condições de sedimentar satisfatoriamente, vindo a ser arrastado no efluente final, deteriorando a sua qualidade. Para manter o sistema em equilíbrio, é necessário que se retire aproximadamente a mesma quantidade de biomassa que é aumentada por reprodução. Este é, portanto, o lodo biológico excedente, que pode ser extraído diretamente do reator ou da linha de recirculação.

No sistema de lodos ativados convencional, o lodo excedente deve sofrer tratamento adicional, na linha de tratamento do lodo, usualmente compreendendo adensamento, digestão e desidratação. A digestão visa diminuir a quantidade de matéria orgânica, que torna o lodo putrescível. No sistema de lodos ativados como pós-tratamento de efluente de reator anaeróbico, pelo fato de grande parte da matéria orgânica já ter sido removida na etapa anaeróbica, o crescimento da biomassa é menor, ou seja, a produção de lodos é menor. O tratamento do lodo é também bastante simplificado, já que o lodo aeróbico do sistema de lodos ativados pode ser retornado ao reator UASB, para digestão e adensamento.

O sistema de lodos ativados pode ser adaptado para incluir remoções biológicas, de nitrogênio e fósforo, atualmente praticadas de forma sistemática em diversos países. No entanto, devido a sua importância nas condições de um país tropical como o Brasil, comentam-se também os aspectos de nitrificação (oxidação das formas reduzidas de nitrogênio, como amônia) e desnitrificação (redução das formas oxidadas de nitrogênio, como nitrato). A remoção biológica de fósforo é um tópico mais complexo, e que ainda necessita de mais investigações, no caso do sistema de lodos ativados tratando efluente de reatores anaeróbios, motivo pelo qual não será analisada neste capítulo.

Com relação à remoção de coliformes e orgânicos patogênicos, devido aos reduzidos tempos de detenção nas unidades do sistema de lodos ativados, tem-se que a eficiência é baixa e usualmente insuficiente para atender aos requisitos de qualidade dos corpos receptores. Esta baixa eficiência é típica de outros processos compactos de tratamentos de esgotos. Caso necessário, o efluente deve ser submetido a uma etapa posterior de desinfecção. Sabe-se que, devido à boa qualidade do efluente, a demanda de cloro para desinfecção é pequena: uma concentração de poucos mg/l de cloro, ou seus derivados, é suficiente para eliminação quantitativa de patógenos em poucos minutos. A adição do desinfetante não tem significativo sobre os custos de tratamento. No entanto, deve-se sempre ter em mente os problemas potenciais dos organoclorados resultantes da pós-cloração. Como em todo sistema de cloração de efluentes, deve-se analisar a possível necessidade de se efetuar a descloração, para redução da concentração de cloro residual, em função de sua toxicidade ao corpo receptor. A radiação UV também é atraente, em virtude do baixo teor de sólidos em suspensão no efluente do sistema de lodos ativados e pela não geração de organoclorados e cloro residual.

2.2. Lodos ativados de fluxo intermitente (batelada)

O princípio do processo de lodos ativados com operação intermitente consiste na incorporação de todas as unidades, processos e operações normalmente associados ao tratamento tradicional de lodos ativados, quais sejam, decantação primária, oxidação biológica e decantação secundária, em um único tanque. Utilizando um tanque único, esses processos e operações passam a ser simplesmente seqüências no tempo, e não unidades separadas, como ocorre nos processos convencionais de fluxo contínuo. O processo de lodos ativados com fluxo intermitente pode ser utilizado tanto na modalidade convencional quanto na de aeração prolongada, embora esta seja mais comum, devido à sua maior simplicidade operacional. Na modalidade de aeração prolongada, o tanque único passa a incorporar também a unidade de digestão (aeróbia) do lodo.

No processo é utilizado apenas um reator, onde ocorrem todas as etapas do tratamento. Isso é conseguido por meio do estabelecimento de ciclos de operação com durações definidas. A massa biológica permanece no reator durante todos os ciclos, eliminando, dessa forma, a necessidade de decantadores separados.

Os ciclos normais de tratamento são:

- * Enchimento (entrada de esgoto bruto, decantado ou anaeróbio no reator).
- * Reação (aeração e/ou mistura da massa líquida contida no reator).
- * Sedimentação (sedimentação e separação dos sólidos em suspensão do esgoto tratado).
- * Descarte do efluente tratado (retirada do esgoto tratado do reator).
- * Repouso (ajuste de ciclos e remoção do lodo excedente).

A duração usual de cada ciclo pode ser alterada em função das variações da carga afluyente, dos objetos operacionais do tratamento e das características do esgoto e da biomassa no sistema.

Quando comparado aos sistemas de lodos ativados de fluxo contínuo, o fluxograma do processo é bastante simplificado, devido à eliminação de diversas unidades.

No sistema de aeração prolongada por batelada, as únicas unidades de todo o processo de tratamento (líquido e lodo) são: grade, desarenador, reatores, adensador do lodo (opcional) e sistema de desidratação do lodo.

Há algumas variantes nos sistemas de fluxo intermitente, relacionadas, tanto à forma de operação (alimentação contínua e esvaziamento descontínuo), quanto à seqüência e duração dos ciclos associados a cada fase do processo. Estas variantes permitem simplicidades adicionais no processo ou a remoção biológica de nutrientes.

A experiência operacional com os novos sistemas que consideram a integração de reatores UASB e processos de lodos ativados, seja na configuração contínua ou na intermitente, permitirá um constante avanço no conhecimento dos critérios e parâmetros de projeto a serem empregados. No momento, têm sido adotados para a etapa de lodos ativados, os mesmos parâmetros usualmente utilizados para o sistema de lodos ativados convencional, dentro da compreensão de que os principais fenômenos físicos e bioquímicos envolvidos são os mesmos. É possível, no entanto, que alguns coeficientes do modelo matemático do processo sejam diferentes, o que não deve afetar substancialmente o projeto.

2.3. Comparação entre as variantes do processo de lodos ativados

No presente item comparam-se as variantes do processo de lodos ativados. Os fatores principais de separação entre as variantes são a idade do lodo, caracterizando as idades

do lodo convencional e de aeração prolongada, e a existência ou não de pré-tratamento. (exemplo: reator UASB).

2.4. Sistema de Lodo Ativado Convencional

O sistema de lodos ativados convencional é constituído por reator e decantadores primário e secundário. Este sistema possui decantador primário para que a matéria orgânica em suspensão sedimentável seja retirada antes do tanque de aeração gerando assim uma economia no consumo de energia. O tempo de detenção hidráulico é bem baixo, da ordem de 6 a 8 horas e a idade do lodo em torno de 4 a 10 dias. Como o lodo retirado ainda é jovem e possui grande quantidade de matéria orgânica em suas células, há necessidade de uma etapa de estabilização do lodo. (CHERNICHARO E CYBIS, 2001)

2.5. Sistema de Lodos Ativados de aeração prolongada (Fluxo Contínuo)

A diferença deste sistema para o sistema convencional é que a biomassa permanece mais tempo no reator (18 a 30 dias), porém continua recebendo a mesma carga de DBO. Com isso o reator terá que possuir maiores dimensões e conseqüentemente existirá menor concentração de matéria orgânica por unidade de volume e menor disponibilidade de alimento. Para sobreviver, as bactérias passam a consumir a matéria orgânica existente em suas células em seus metabolismos. Assim, o lodo já sairá estabilizado do tanque de aeração, não havendo necessidade de se ter um biodigestor. Este sistema também não possui decantador primário para evitar a necessidade de uma unidade de estabilização do lodo resultante deste.

Como a estabilização do lodo ocorre de forma aeróbia no reator, há um maior consumo de energia elétrica. Porém, este é um sistema de maior eficiência de remoção de DBO dentre os que funcionam com lodos ativados. (CHERNICHARO E CYBIS, 2001)

3. A SANEJ

A Sanej, Saneamento de Jaú Ltda, iniciou suas atividades no dia 07 de Julho de 2003 sendo a responsável pelo projeto, financiamento, construção e operação do sistema de

interceptação e tratamento do esgoto sanitário urbano da cidade de Jaú, no interior do estado de São Paulo, que soma atualmente uma população de 112 mil habitantes.

A SANEJ é uma empresa do grupo Earth Tech do Brasil, e entrou em operações no Brasil através de concorrência pública tendo como cliente a cidade de Jaú através da autarquia SAEMJA, com prazo de concessão para 25 anos de trabalho (até o ano de 2025). Foram investidos R\$ 27 milhões de reais na construção da ETE – Jaú (Estação de Tratamento de Esgotos), que iniciou suas atividades no dia 07 de Julho de 2003 para atender uma população de 110 mil habitantes inicialmente – sua projeção é para atender uma população de 152 mil habitantes e sua capacidade final de planta (até 2025) é para tratar 410 lts de esgotos por segundo. O sistema de tratamento de esgotos aqui implantado é o CASS (Sistema Cíclico de Lodos Ativados – patente da Earth Tech) e vale ressaltar que Jaú é pioneira no país a operar nesse sistema inovador, com a mais alta tecnologia. A ETE – Jaú (Estação de Tratamento de Esgotos) está estabelecida numa área de 9 hectares no Jardim São José operando 24 horas. Seu comando é totalmente automatizado, o que permite extrema precisão nas operações. Em sua projeção até o ano de 2025 (término do prazo de concessão) é para tratar 410 lts de esgotos por segundo.

O que mais chama a atenção, é que o tratamento é feito de maneira natural, sem produtos químicos, ou seja, a própria natureza tem a oportunidade de reverter seu processo de degradação num ciclo natural, porém, com alta tecnologia em equipamentos e mão de obra. O sistema de tratamento (Cass) é o de lodo ativado de fluxo intermitente, ou seja, as bactérias, fungos e microorganismos em geral são alimentados pela matéria orgânica presente no esgoto, como fezes, restos de comida e dejetos que consomem essa matéria orgânica dando origem ao lodo, o qual é utilizado no processo de tratamento ativado. Esse sistema opera em ciclos de quatro horas. Inicialmente foram construídos três tanques Cass, independentes entre si. Num único tanque é possível realizar todas as etapas do processo, enquanto que no sistema convencional de fluxo contínuo são necessários tanques separados, e conseqüentemente a utilização de áreas maiores do que no sistema Cass, aqui implantado. Para o sucesso do empreendimento a Sanej, empresa responsável pelos trabalhos conta com equipamentos de primeiro mundo e profissionais brasileiros e internacionais. O sistema é constituído de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos), seis EEES (Estações Elevatórias de Esgoto) e mais duas estações elevatórias construídas pelo SAEMJA (Serviço de Água e Esgoto do Município de Jaú) que foram incorporadas ao sistema; 8.358 metros de interceptores; 6.010 metros de linhas de recalque e 3.140 metros de emissário e mais 1954 metros ainda previstos para o

interceptor Figueira. A ETE – Jaú entrou em operação e mudou a história da cidade, que passa a partir de agora a ser uma das poucas no Brasil com 100% do esgoto urbano tratado. Até agora, todo o esgoto era lançado sem tratamento no Rio Jaú. Este quadro está sendo revertido com a implantação do sistema de coleta de esgotos em todos os bairros da cidade. Mais uma vez Jaú passa a ser motivo de orgulho para os moradores que escolheram viver numa cidade preocupada com o meio ambiente e muito bem resolvida com suas questões básicas, e que assume seu compromisso com as próximas gerações que terão as mesmas oportunidades que nossos ancestrais, que tiveram o privilégio de desfrutar de nossos rios e córregos, antes habitados. O Rio Jaú está sendo despoluído, recuperando o equilíbrio ecológico e suas margens reflorestadas. Jaú ganhou um padrão ambiental comparável ao das melhores cidades do mundo.

3.1. Descrição da Área

A Bacia Hidrográfica do Rio Jaú esta localizada na porção centro oeste do Estado de São Paulo, fazendo parte da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê. Apresenta aproximadamente 400 metros de amplitude altimétrica, tendo 820 metros próximo das suas cabeceiras na serra do Tabuleiro (município de Torrinha) e 440 metros em sua foz no Rio Tietê (divisa de município de Jaú, Itapuú e Bariri).

Seu Território abrange os municípios de Jaú, Dois Córregos, Mineiros do Tiete, Bocaina, Itapuú, Bariri e Torrinha, possuindo uma área de aproximadamente 752 Km² ou 75.200 ha, situada entre os paralelos 22°09' e 22°28'S e os meridianos 48°13' e 48°42'W.

Possui dentro de seus limites 20 cursos d'água, sendo o Rio Jaú o canal principal, com 81,5 Km de extensão. É um dos tributários do Rio Tietê, pertencendo, portanto, à Bacia do Rio Paraná, a qual forma conjuntamente com os Rios Paraguai e Uruguai, a Bacia Hidrográfica do Rio da Prata. (SOUZA E CREMONESI, 2003)

Ao longo de sua área, é cortado por 3 rodovias: a) SP 225 - Eng. Paulo Nilo Romano que liga Washington Luis e Bauru; b) SP 255 - Com. João Ribeiro de Barros que liga Araraquara- Jaú - Bauru - Panorama; c) SP 304 - Dep. Leônidas Pacheco Ferreira que liga Jaú e Novo Horizonte, e mais a ferrovia que liga São Paulo capital, até Panorama - SP (divisa com o Mato Grosso do Sul).

O Município de Jaú, assim como a cidade, é cortado por um vale fluvial que corresponde ao Vale do Rio Jaú. Este possui sua nascente fora dos limites do município, ou

seja, as cabeceiras dos córregos que o formam pertencem às cidades vizinhas (Dois Córregos e Torrinha). Acaba sendo formado pela junção do Ribeirão do Peixe e do Córrego do Buggio.

O Córrego do Buggio é a nascente mais elevada do Rio Jaú. É oriundo da Serra do Tabuleiro, alcança o município de Dois Córregos, onde se encontra com o Ribeirão do Peixe. No ponto onde este Córrego se encontra com o Ribeirão do Peixe forma-se o Rio Jaú. Os córregos formadores do Rio Jaú têm uma rede de drenagem dendrítica, ou seja, lembram o desenho dos ramos de uma árvore.

O Rio Jáu possui os 11 afluentes na margem esquerda e os 8 na margem direita.

A direção que o Rio Jaú toma é no sentido de sudeste a noroeste, ocorrendo seu deságüe no Rio Tietê, nas proximidades da região conhecida como Marambaia. Sua extensão total, da nascente na Serra do Tabuleiro até o Rio Tietê é, aproximadamente, de 81,5 Km.

Sua rede de drenagem é em treliça, isto é, dando a idéia de grade, ou seja, seus afluentes deságuam no Rio Jaú, formando ângulos que se aproximam de 90°. Seu leito é de rocha basáltica alterada, notando-se a presença de seixos, além de outros tipos de sedimentação ou materiais que são transportados durante o percurso. A cidade, estando situada no vale do Rio, conviveu por muitos anos com grandes problemas de enchentes, comuns no período das chuvas (de dezembro até março). Muitas dessas cheias adquiriram aspectos catastróficos, como a que ocorreu no dia 19 de janeiro de 1965, quando o Rio Jaú elevou rapidamente o nível de suas águas em cerca de 3m da altura normal, causando diversos problemas na estrutura da cidade. (SOUZA E CREMONESI, 2003)

3.1.1. Recursos Hídricos

O recurso hídrico para o abastecimento público da Bacia do Rio Jaú é constituído por águas superficiais e subterrâneas. As águas superficiais são aquelas disponíveis nos rios, ou seja, águas que estão acima do solo. As águas subterrâneas são aquelas disponíveis no lençol freático e afloramentos de águas cristalinas.

A quantidade de recursos hídricos superficiais para o abastecimento público da Bacia do Rio Jaú é proveniente de 5 rios em Jaú, de 1 em Dois Córregos e de 1 nascente em Mineiros do Tietê, totalizando uma vazão operacional de 685,6 l/s, que equivale a enchermos 131 piscinas semi-olímpicas de 25 x 12,5 x 1,5 m no período de 1 dia.

A quantidade de recursos hídricos subterrâneos para o abastecimento público é proveniente de 14 poços artesianos em Jaú, 3 em Dois Córregos e 4 em Mineiros do Tietê, totalizando um volume operacional de 459 l/s, que equivale a enchermos 85 piscinas semi-olímpicas de 25 x 12,5 x 1,5 m no período de 1 dia.

A água disponível é armazenada em 21 reservatório em Jaú com um volume total de 20,25 milhões de litros e 2,41 milhões de litros em Mineiros do Tietê com um volume total de 22,66 milhões de litros.

3.1.2.Solos

Foram identificadas nos quase 75.200 ha da Bacia Hidrográfica em questão, 7 unidades de solos, que pertencem aos grupos: Latossolo (Latossolo), Argissolo (Podzólico), Nitossolo vermelho (terra Roxa Estruturada), Neossolo Quartzarênico (Areias Quaaartzosas) e Neossolo Litólico (Litólico). Esses tipos de solos estão com a nomenclatura atual e, o interior dos parêntesis, os nomes antigos que ainda são utilizados. O Latossolos constituem a grande maioria da Bacia, sendo aproximadamente 56.900 ha ou 75% da área total. Em seguida, vem o Nitossolo vermelho, com 10.860 ha ou 19%. Os Argissolos são em trono de 4.800 ha ou 5,6%, seguidos pelo Neossolo Quartzarênico com 175 ha ou 0,20% e pelo Neossolo Litóliuco com 37 ha ou 0,04%.

Os Latossolos são de coloração vermelha a alaranjada, muito profundos (mais de 5 m de profundidade), homogêneos, friáveis (quebradiços), bastante porosos, com textura variável, argiloso com pouca capacidade de troca de cátions, intemperizados e bem drenados. Neles, os minerais primários poucos resistentes estão ausentes ou em proporções pequenas e os teores de óxidos de ferro e de alumínio são elevados. São formados em ambientes com intensa umidade e calor, daí serem encontrados nas regiões de clima tropical úmido. (SOUZA E CREMONESI, 2003)

Dentro da Bacia Hidrográfica são encontrados 3 tipos de Latossolos, sendo: o Latossolo vermelho Distroférico (antigo Latossolo Roxo) com quase 30 %; em seguida o Latossolo Vermelho Amarelo com quase 25% e o Latossolo Vermelho Distrófico (antigo Latossolo vermelho escuro) com 20% da área, totalizando os 75% da área total da Bacia Hidrográfica.

Os Neossolos Litólicos possuem uma espessura inferior a 40 cm, são imaturos, sua drenagem vai de moderada a ruim e apresenta, geralmente, teores elevados de minerais

primários menos resistentes ao intemperismo. Ocupa área muito restrita na bacia Hidrográfica, ou seja, 0,04% do total, localizada ao norte da mesma.

Os Argissolos possuem perfis bem desenvolvidos com profundidade mediana (1,5 a 4 m), moderadamente intemperizados e drenados. Ao contrário dos Latossolos, apresentam a grande diferenciação entre os perfis horizontes (heterogêneo). Nessa Bacia os Argissolos do tipo vermelho amarelo são predominantes. Apresentando-se com uma textura média, relevo ondulado e pedregosidade baixa. São localizados no extremo norte e centro leste da Bacia.

Os Nitossolos vermelhos são profundos (2,5 até 5 m), tem textura argilosa, são férteis, homogêneos, porosos e ligeiramente ácidos na camada superficial. Aparece acompanhando o curso do Córrego Pouso Alegre.

3.1.3. Alguns solos pertencentes a Bacia Hidrográfica do Rio Jaú:

Os Neossolos Quartzarenicos são solos com profundidade mediana (1,5 a 3,5 m), desenvolvidos sobre material de origem arenosa. A fração de areia composta pelo quartzo é igual ou superior a 70% e a parte de argila não ultrapassa 15%. Os minerais intemperizados são praticamente inexistentes ou em pequenas quantidades. São solos muito arenosos e pobres, com baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água para as plantas, ocorrendo em relevo suave ondulado.

3.1.4. O Rio Jaú

O Rio Jaú é um dos tributários do Rio Tietê, pertencendo, portando a bacia do Rio Paraná o qual constitui, conjuntamente com os rios Paraguai e Uruguai, a bacia do Rio da Prata.

Situado na porção superior da bacia do Paraná e na região do médio Tietê, o Rio Jaú com um percurso, segundo o Departamento de Águas e Energia Elétrica, de aproximadamente 81,5 km., nasce nas encostas basálticas da Serra do Tabuleiro no município de Torrinhã e percorre uma região de terrenos basálticos.

3.1.5. Onde começa o Rio Jaú

O Rio Jaú é o principal canal de drenagem da Bacia Hidrográfica em questão e apresenta aproximadamente 81,5 km de extensão. Começando no encontro do Córrego do Buggio e Ribeirão do Peixe, no município de Dois Córregos, a aproximadamente 1,50 km do perímetro urbano desta cidade e tem sua foz no Rio Tietê na divisa dos municípios de Bariri, Itapuí e Jaú, na região conhecida como Marambaia.

No encontro desses dois formadores do Rio Jaú, suas margens estão cobertas por pastagens. Nota-se ali a presença de bambu *Tudoids spp* na margem esquerda do Ribeirão do Peixe e uma linha com Ciprestes na margem direita do Córrego do Buggio. Logo aos 5 m do encontro, o Rio Jaú é cortado por uma estrada rural e ocupado na área ciliar de sua jusante por capim colônia e bambu, expressando um quadro de degradação de sua mata ciliar que será constante em todo o seu percurso. (SOUZA E CREMONESI, 2003)

3.1.6. Onde termina o Rio Jaú (Marambaia)

Marambaia é o local da Bacia Hidrográfica onde ocorre o encontro das águas dos Rios Jaú e Tietê e do Ribeirão da Prata, formando a foz de todo o complexo hidrográfico da bacia.

Essa região é conhecida como "pantaninho". Ali a drenagem do Rio Jaú é barrada pelas represadas águas do Rio Tietê que tem seu leito obstruído pela represa de Bariri alguns quilômetros a jusante.

A paisagem predominante possui inúmeras áreas alagadas ao redor do leito do Rio Jaú, circundadas pela cultura da cana de açúcar, por pequenas áreas de pastagens com árvores esparsas e por uma restrita área de regeneração de mata nativa. (SOUZA E CREMONESI, 2003)

4. O fluxo de tratamento de esgoto

A quantidade total de esgoto a ser tratado em um sistema é função da população e da indústria local a serem atendidas durante um período de 20 a 30 anos. Ademais, devem ser consideradas as infiltrações da água de chuva e do lençol freático.

O volume de esgoto produzido por ano pode ser controlado pelas vazões obtidas nos medidores instalados em pontos determinados do sistema, especialmente na entrada das estações de tratamento.

O processo de tratamento do esgoto pode adotar diferentes tecnologias para depuração do efluente, mas de modo geral segue um fluxo que compreende diversas etapas.

4.1. Entrada do esgoto

Através da rede coletora pública, o esgoto sai das residências e antes de chegar ao rio, vai para as estações elevatórias instaladas em pontos estratégicos na cidade, e de lá segue para estação de tratamento, (figura 1) denominada ETE.



Figura 1 - Entrada do esgoto bruto

4.2. Tratamento Preliminar

Gradeamento

Ocorre a remoção de sólidos grosseiros, onde o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras é retido. Há grades grosseiras (espaços de 5,0 a 10,0 cm), grades médias (espaços entre 2,0 a 4,0 cm) e grades finas (1,0 a 2,0 cm).



Figura 2 - Gradeamento

As principais finalidades da remoção dos sólidos grosseiros são:

- Proteção dos dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações);
- Proteção das unidades de tratamento subseqüentes;
- Proteção dos corpos receptores.

Desarenação

O mecanismo de remoção da areia é o de sedimentação: os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão, seguindo para as unidades seguintes.

Dentro dos desarenadores (Figura 3), a sujeira é arrastada para os lados do tanque, onde se encontra a rosca sem fim (Figura 4), que retira essa sujeira do tanque que a leva direto para uma caçamba de descarte.



Figura 3 – Desarenador



Figura 4 – Rosca sem fim

As finalidades básicas da remoção de areia são:

- Evitar abrasão nos equipamentos e tubulações;
- Eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões etc;
- Facilitar o transporte líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases.

4.3. Tratamento Primário

Decantador Primário

Os tanques de decantação podem ser circulares ou retangulares.

Os esgotos fluem vagarosamente através dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão, que apresentam densidade maior do que a do líquido circundante, sedimentem gradualmente no fundo.

Essa massa de sólidos, denominada lodo primário bruto, pode ser adensada no poço de lodo do decantador e ser enviada diretamente para a digestão ou ser enviada para os adensadores.

Uma parte significativa destes sólidos em suspensão é compreendida pela matéria orgânica em suspensão. Em estações onde o tratamento primário é suficiente o processo termina nesta etapa.

Peneira Rotativa

Dependendo da natureza e da granulometria do sólido, as peneiras podem substituir o sistema de gradeamento ou serem colocadas em substituição aos decantadores primários. A finalidade é separar sólidos com granulometria superior à dimensão dos furos da tela.

O fluxo atravessa o cilindro de gradeamento em movimento, de dentro para fora. Os sólidos são retidos pela resultante de perda de carga na tela, são removidos continuamente e recolhidos em caçambas.

4.4. Tratamento Secundário

Tanque de Aeração

No caso da necessidade do tratamento secundário, a remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios (bactérias, protozoários, fungos etc) no tanque de aeração (Figura 5).



Figura 5 – Tanque de Aeração

A base de todo o processo biológico é o contato efetivo entre esses organismos e o material orgânico contido nos esgotos, de tal forma que esse possa ser utilizado como alimento pelos microrganismos. Os microrganismos convertem a matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular (crescimento e reprodução dos microrganismos).

Decantador Secundário e Retorno do Lodo

Os decantadores secundários (Figura 6) exercem um papel fundamental no processo de lodos ativados, sendo responsável pela separação dos sólidos em suspensão presentes no tanque de aeração, permitindo a saída de um efluente clarificado, e pela

sedimentação dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo em concentração mais elevada. O efluente do tanque de aeração é submetido à decantação, onde o lodo ativado é separado, voltando para o tanque de aeração.



Figura 6 – Decantador secundário

O retorno do lodo (Figura 7) é necessário para suprir o tanque de aeração com uma quantidade suficiente de microrganismos e manter uma relação alimento/ microrganismo capaz de decompor com maior eficiência o material orgânico.



Figura 7 – Tanque de recirculo

O efluente líquido oriundo do decantador secundário é descartado diretamente para o corpo receptor.

Elevatória do Lodo Excedente - Descarte do Lodo

O lodo equivalente aos sólidos suspensos produzidos diariamente corresponde à reprodução das células, que se alimentam do substrato, e deve ser descartado do sistema, para que este permaneça em equilíbrio (produção de sólidos = descarte de sólidos). O lodo excedente extraído do sistema deve ser dirigido para o tratamento de lodo.

4.5. Tratamento de Lodo

Adensamento do Lodo

Esta etapa ocorre nos Adensadores de Densidade e nos Flotadores. Como o lodo contém uma quantidade muito grande de água, deve-se realizar a redução do seu volume. O adensamento é o processo para aumentar o teor de sólidos do lodo e, conseqüentemente, reduzir o volume. Este processo pode aumentar, por exemplo, o teor de sólidos no lodo descartado de 1% para 5%. Desta forma, as unidades subseqüentes, tais como a digestão, desidratação e secagem, beneficiam-se desta redução. Dentre os métodos mais comuns, temos o adensamento por gravidade e por flotação. (BIDONE, 2001)

O adensamento por gravidade do lodo tem por princípio de funcionamento a sedimentação por zona, o sistema é similar aos decantadores convencionais. O lodo adensado é retirado do fundo do tanque.

No adensamento por flotação, o ar é introduzido na solução através de uma câmara de alta pressão. Quando a solução é despressurizada, o ar dissolvido forma micro-bolhas que se dirigem para cima, arrastando consigo os flocos de lodo que são removidos na superfície.

Digestão Anaeróbia

A digestão (Figura 8) é realizada com as seguintes finalidades:

- Destruir ou reduzir os microrganismos patogênicos;
- Estabilizar total ou parcialmente as substâncias instáveis e matéria orgânica presentes no lodo fresco;
- Reduzir o volume do lodo através dos fenômenos de liquefação, gaseificação e adensamento;
- Dotar o lodo de características favoráveis à redução de umidade;
- Permitir a sua utilização, quando estabilizado convenientemente, como fonte de húmus ou condicionador de solo para fins agrícolas.



Figura 8 - Digestor

Na ausência de oxigênio têm-se somente bactérias anaeróbias, que podem aproveitar o oxigênio combinado. As bactérias acidogênicas degradam os carboidratos, proteínas e lipídios transformando-os em ácidos voláteis, e as bactérias metanogênicas convertem grande parte desses ácidos em gases, predominando a formação de gás metano.

Condicionamento Químico do Lodo

Subprodutos do tratamento do esgoto

O tratamento de esgotos gera como subprodutos o lodo, o efluente tratado e o biogás. O lodo é o resultado da remoção e concentração da matéria orgânica contida no esgoto. A quantidade e a natureza do lodo dependem das características do esgoto e do processo de tratamento empregado.

Na fase primária do tratamento, o lodo é constituído pelos sólidos em suspensão removidos do esgoto bruto, e na fase secundária, o lodo é composto, principalmente, pelos microorganismos (biomassa) que se reproduziram graças à matéria orgânica do próprio efluente. Os sistemas de tratamento que dependem da remoção freqüente do lodo para sua manutenção, já dispõem de processamento e disposição final desse material como parte integrante da estação, como é o caso de processos com lodos ativados ou filtros biológicos.

O tratamento do lodo tem por objetivo, basicamente, a redução do volume e do teor de matéria orgânica (estabilização), considerando a disposição final do resíduo. As técnicas mais usuais para processamento do lodo são: armazenamento antes do processamento em decantadores ou em tanques separados; espessamento antes da digestão e/ou desidratação por gravidade ou por flotação com ar dissolvido; condicionamento antes da desidratação através de tratamento químico, estabilização por digestão anaeróbia ou pela aeração; desidratação por filtro a vácuo, filtros-prensa, centrifugação, leitos de secagem ou lagoas.

A disposição final do lodo pode ser feita em aterros sanitários, juntamente com o lixo urbano, em incineradores e na restauração de terras (controle de voçorocas). Vale salientar que os lodos são ricos em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micronutrientes. Existe, portanto, a alternativa de seu aproveitamento agrícola - aplicação direta no solo, uso em áreas de reflorestamento e produção de composto orgânico.(BIDONE, 2001).

O condicionamento químico resulta na coagulação de sólidos e liberação da água adsorvida. O condicionamento é usado antes dos sistemas de desidratação mecânica, tais como filtração, centrifugação, etc.

Os produtos químicos usados incluem cloreto férrico, cal, sulfato de alumínio e polímeros orgânicos.

Filtro Prensa de Placas

Em um filtro prensa de placas (Figura 9), a desidratação é feita ao forçar a água do lodo sob alta pressão. As vantagens do filtro prensa incluem: alta concentração de sólidos da torta, baixa turbidez do filtrado e alta captura de sólidos.



Figura 9 – Filtro prensa

O teor de sólidos da torta resultante varia de 30 a 40%, para um tempo de ciclo de filtração de 2 a 5 horas, tempo necessário para encher a prensa, mantê-la sob pressão, abrir, descartar a torta e fechar a prensa.

Secador Térmico

A secagem térmica do Lodo (Figura 10) é um processo de redução de umidade através de evaporação de água para a atmosfera com a aplicação de energia térmica, podendo-se obter teores de sólidos da ordem de 90 a 95%. Com isso, o volume final do lodo é reduzido significativamente.



Figura 10 – Resíduo sólido (lodo)

Nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's), todos os componentes poluidores são separados da água antes de retornarem ao meio ambiente.

4.6. Consideração Final

O reuso dos resíduos gerado nas ETEs pode ser aplicado na agricultura (irrigação de culturas forrageiras), na indústria (torres de resfriamento, caldeiras, construção civil, etc.), na aquicultura (alimentação de reservatórios de produção de peixes e plantas aquáticas), na irrigação de parques e jardins públicos ou condominiais, etc.

5. Análises Laboratoriais

O laboratório de uma ETE tem com função o oferecimento dos dados laboratoriais precisos aos responsáveis pela operação da ETE, para que estes possam controlar racionalmente o processo de depuração de esgotos, a partir dos dados fornecidos.

É evidente que o laboratório deve proceder a apuração das condições sanitárias, a qualidade da água próxima à ETE para, periodicamente, avaliar a influencia da ETE no meio ambiente.

Os parâmetros considerados mais importantes são: a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e a DQO (Demanda Química de Oxigênio).

DBO: Demanda Biológica de Oxigênio

Sabe-se que a carga poluidora de esgotos é composta essencialmente de matéria orgânica. Na ausência de métodos mais práticos para medição direta da quantidade de matéria orgânica degradada estima-a através da quantidade de oxigênio consumido em determinado período pelos microorganismos existentes no esgoto, quando estes se alimentam de matéria orgânica seguidas de reações metabólicas. O processo de metabolismos é essencialmente de oxidação.

Para efeitos práticos, é costume adotar o tempo desta fase em 05 dias, quando a chamada fase da DBO carbônica entra em início de estabilização. O oxigênio consumido nesta fase é chamado de DBO'5 a 20°C. É claro que a oxidação da matéria biodegradável não para aqui; este processo prossegue além dos vinte dias, quando mais dos 90% das matérias orgânicas são oxidadas. Ao valor de DBO assim obtido (incubação de 20 dias) dá-se o nome de DBO'u (DBO último). A DBO'5 corresponde, normalmente entre a 60 a 70% da DBO'u.

DQO: (Demanda Química de Oxigênio)

É o método de determinação da quantidade de matéria orgânica, através de consumo do oxigênio, causado pela reação entre a matéria orgânica e o reagente químico oxidante a quente, no meio ácido. Pela quantidade de reagente utilizada (que não é medida diretamente), estima-se o consumo de oxigênio que consequentemente foi gasto na DQO. É corrente utilizar o Dicromato de Potássio como reagente.

Nem todas as matérias orgânicas são, no entanto, oxidadas pela ação do reagente (por ex. alguns hidrocarbonetos aromáticos, piridina, etc). E o valor da DQO é quase sempre superior ao valor da DBO- carbônica , de 20 dias. Isto porque mesmo com a incubação de 20 dias, a DBO da fase carbônica é inferior a demanda teórica, pois nem toda matéria orgânica se converte em gás carbônico , mas sim incorporada a células vivas dos microorganismos.

6. CONCLUSÃO

Não é de hoje que a falta de tratamento dos esgotos e condições inadequadas de saneamento contribuem para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água. A disposição adequada dos esgotos é essencial para a proteção da saúde pública

Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente. As substâncias presentes nos esgotos exercem ação deletéria nos corpos de água: a matéria orgânica pode ocasionar a exaustão do oxigênio dissolvido com morte de peixes e outros organismos aquáticos, escurecimento da água e aparecimento de maus odores;

Dentre as inúmeras tecnologias existentes para o tratamento de esgotos, se destaca-se neste trabalho o tratamento que vem sendo desenvolvendo na cidade de Jaú – SP com a utilização do sistema **CASS - Cyclic Activated Sludge System**: Cíclico de Lodos Ativados, por batelada, o sistema garante maior eficiência operacional, redução de área ocupada comparada nas estações convencionais, além de minimizar a emissão de odores. O tratamento é biológico, ou seja, sem a utilização de produtos químicos.

Neste sistema, o esgoto vai para tanques de aeração onde as bactérias existentes no próprio esgoto se alimentam da matéria orgânica e consomem oxigênio. Para que essas bactérias se desenvolvam mais rapidamente e acelerem o processo de decomposição, recebem oxigênio através dos aeradores.

Com isso, as bactérias se agrupam, eliminando a matéria orgânica, formando um lodo. Esse lodo é recirculado para o tanque de aeração, e o excedente é descartado através dos leitos de secagem.

Iniciativas como do município de Jaú – SP merece ser reconhecida por parte dos governantes e replicada nas demais cidades do Brasil, para que possamos preservar nossos mananciais.

7. Bibliografia

AZEVEDO NETTO, J.M. **Cronologia do abastecimento de água** (até 1970) In: Revista DAE v.44, n.137, p.106-111, jun.1984;

BIDONE F. R.A. **Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais**. Rima: Porto Alegre 2001.

CHERNICHARO, C. A. L.; CYBIS L. F. **Pós Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte: Segrac Editora, 2001.

Deni Lineu Schwartz. **Resolução Conama N° 20, de 18 de junho de 1986**. Publicado no D.O.U. de 30/07/86. Disponível na internet via www.quatrocantos.com/tec_web. Arquivo capturado em 15 de maio de 2007.

KAMIYAMA H. **Manual Estação de Tratamento de Esgoto**. São Paulo: 1994.

METCALF,L. e EDDY,H.P. **Tratamiento y Depuración de las Águas Residuales**. Tradução de wastewater engineering : Colletion, treatment and disposal, Barcelona-Espanha: Labor, 1977. 837p.;

PASSETO, W. **Esgoto é Vida**. 4º edição. Curitiba 2006.

SANCHEZ, P, S.. **Curso de Especialização Engenharia de Controle Ambiental**. São Paulo 1999.

SOUZA, A. M.; CREMONESI, F. L. **Jaú -Imagens de um Rio**. 1º edição. Piracicaba: Copiadora Luiz de Queiroz, 2003.

ZUCCOLO, R. M. (2000). Algo no Tietê hoje, leito várzea afluentes. Nova Bandeira. São Paulo.

