



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

SARINY STEFANY SILVA NOBRE

**MONITORAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

PAU DOS FERROS - RN

2015

SARINY STEFANY SILVA NOBRE

**MONITORAMENTO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Pau dos Ferros, pra obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Me. Alex Pinheiro Feitosa – UFERSA

PAU DOS FERROS - RN

2015

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Pau dos Ferros (BCPDF)
Setor de Informação e Referência

N754m Nobre, Sariny Stefany Silva.

Monitoramento de uma estação de tratamento de esgoto em um condomínio residencial no município de Mossoró/RN/ Sariny Stefany Silva Nobre -- Pau dos Ferros, 2015.
35f.: il.

Orientador: Prof. Ms. Alex Pinheiro Feitosa

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Tratamento de esgoto sanitário. 2. Reuso - água. 3.
Resíduo líquido – saúde pública. I. Título.

RN/UFERSA/BCPDF

CDD: 628.3

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa
CRB-15/658

SARINY STEFANY SILVA NOBRE

**POTENCIAL DE REUSO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTO DE UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL EM MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Pau
dos Ferros como requisito parcial para a obtenção
do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 02 / 12 / 2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Alex Pinheiro Feitosa
Presidente



Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista
Primeiro Membro



Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos
Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Á Deus por me guardar e me dá forças para superar todas as dificuldades.

Á família que está sempre presente, centro de minha motivação e felicidade.

Á meus amigos por me motivarem sempre.

Ao professor Alex Pinheiro Feitosa que me auxiliou e colaborou para realização deste trabalho transmitindo os conhecimentos necessários.

Á todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação, obrigada.

RESUMO

O crescimento populacional acelerado e o desenvolvimento das cidades tem causado sérios problemas à saúde pública. Dentre esses problemas, atualmente a crise hídrica tem sido um dos mais citados e discutidos entre as potências mundiais. Visto que a produção de resíduos líquidos aumentam de acordo com esse crescimento acelerado, demandando a instalação do esgotamento sanitário, evitando assim o lançamento de esgotos sem tratamento no ambiente. Uma das formas de amenizar esse fato encontrado por um condomínio residencial em Mossoró-RN foi a instalação de uma Estação de Tratamento por Lodo Ativado, para que o esgoto doméstico gerado nas residências fossem tratados e reutilizados. Dessa forma, o presente trabalho tem o intuito de analisar algumas características do esgoto bruto de um condomínio residencial e após passar por tratamento. Por fim, percebe-se as vantagens da aplicação desse tratamento comparando aos gastos que se aplicava anteriormente com outra forma de descarte desse efluente.

Palavras-chave: Fontes poluidoras. Sistema de tratamento. Crise hídrica. Lodo ativado.

ABSTRACT

The rapid population growth and development of cities has caused serious problems to public health. Among these problems, currently the water crisis has been one of the most cited and discussed among the world powers. Since the production of liquid waste increase with this rapid growth, requiring the installation of sewage, preventing the release of untreated sewage into the environment. One way to mitigate this fact found by a residential condominium in Mossoro-RN was the installation of a treatment plant for Activated Sludge, so that the sewage generated in the home were treated and reused. Thus, this study aims to analyze some features of raw sewage from a residential condominium and after undergoing treatment. Finally, we can see the advantages of using this treatment compared to expenses that previously applied to another form of disposal of this effluent.

Keywords: Polluting sources. The treatment system. Water crisis. Activated sludge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição dos esgotos domésticos.	13
Figura 2 - Sistema convencional	20
Figura 3 - Aeração prolongada	21
Figura 4 - Fluxo intermitente ou batelada	22
Figura 5 - Localização	23
Figura 6 - Tratamento preliminar	24
Figura 7 - Reator biológico.....	25
Figura 8 - Leitos de secagem.....	25
Figura 9 - Aerador em funcionamento	26
Figura 10 - Desinfecção por UV	27
Figura 11 - Tanque de armazenamento	27
Figura 12 - Água reutilizada na irrigação	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo per capita x porte da comunidade	15
Tabela 2 - Inconvenientes nos corpos d'água causados pelo lançamento de esgoto.....	17
Tabela 3 - Cara físicas, químicas e biológicas	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	Objetivos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	ESGOTOS DOMÉSTICOS E REUSO DE ÁGUA	13
3.2	ESGOTOS LANÇADOS EM CORPOS HÍDRICOS	14
3.2.1	Impactos dos nutrientes dos esgotos lançados nos corpos de águas	15
3.3	ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA RELACIONADAS AO REUSO DE ÁGUA	18
3.4	SISTEMA DE TRATAMENTO POR LODOS ATIVADOS	19
3.4.1	Sistema de Lodo Ativado Convencional	20
3.4.2	Sistema de lodo ativado de aeração prolongada	20
3.4.3	Sistema de lodo ativado de fluxo intermitente ou batelada	21
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
4.2	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO LOCAL DE ESTUDO	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6	Considerações finais.....	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	Anexo A – Características químicas dos esgotos domésticos.....	34

1 INTRODUÇÃO

Ao decorrer dos anos houve um grande aumento da população mundial e junto ao crescimento desordenado se deu início a crise hídrica. Muito discutida entre os governantes dos países, essa crise vem causando grandes preocupações, pois a água é um bem essencial para o bem estar do ser humano e é necessário que ocorra o seu racionamento para evitar a ausência desse item ao dia-a-dia.

A disponibilidade e usos da água na região Nordeste do Brasil, particularmente na região semiárida, continuam a ser uma questão crucial no que concerne ao seu desenvolvimento. É fato que grandes esforços vêm sendo empreendidos com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação. Todavia, esses esforços ainda são, de forma global, insuficientes para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as populações continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. (CIRILO et al., 2010, p.82).

Os riscos do uso de águas residuárias não tratadas ou apenas parcialmente tratada na agricultura, pode ser reduzida por meio de tratamento adequado de águas residuárias e opções de tratamento ou uma combinação de ambos (WHO, 2006).

Dessa forma, uma alternativa para a diminuição dos impactos gerados pela escassez hídrica bem como a disposição inadequada dos esgotos domésticos em corpos hídricos, onde grandes quantidades de esgotos tem sido destinados para os cursos de águas em todas as regiões poluindo ainda mais as fontes hídricas disponíveis, é a associação de técnicas de tratamentos adequadas para amenizar os danos causados pelo descarte incorreto e permitir a substituição da utilização da água potável pelo efluente tratado.

Diante disso, fica clara a necessidade de cada vez mais se incentivar a prática do reuso, pois tendo em vista os benefícios gerados, é de grande importância na garantia da disponibilidade de água para as próximas gerações. Entretanto, deve ser realizada por meio de um tratamento adequado que não proporcione riscos a população.

No decorrer desse trabalho aborda-se a forma de tratamento do esgoto doméstico pelo sistema de lodo ativado implantado em um condomínio residencial localizado no município de Mossoró-RN. O sistema de lodo ativado baseia-se em um tratamento estritamente anaeróbio e biológico onde o lodo é misturado ao efluente por aeradores. Foram avaliados

aspectos economia gerada em termos quantitativos e econômicos referente ao funcionamento da estação de tratamento de esgoto residual.

2 OBJETIVOS

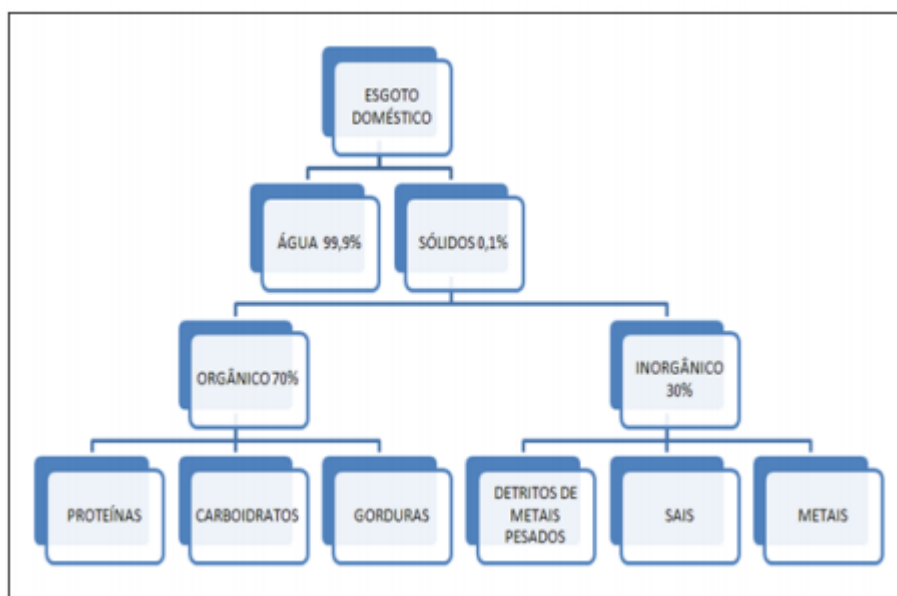
O objetivo do presente trabalho foi dividido em objetivo geral e objetivos específicos. O objetivo geral baseou-se em avaliar quantitativamente a economia gerada com a instalação da Estação de Tratamento de Lodo Ativado funcionamento e qualitativamente o desempenho da ETLA. E os objetivos específicos, em verificar o desempenho da ETLA na remoção dos parâmetros analisados e analisar a economia gerada com a instalação da ETLA.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ESGOTOS DOMÉSTICOS E REUSO DE ÁGUA

Os esgotos domésticos “[...] são constituídos essencialmente por despejos domésticos, uma parcela de águas pluviais, água de infiltração, e eventualmente uma parcela não significativa de despejos industriais, tendo características bem definidas [...]” (JORDÃO e PESSÔA, 2005 apud MORATO, 2015, p.17). Estes são todos despejos líquidos oriundos de vasos sanitários, chuveiros, pias, ralos, lavatórios, bebedouro, banheira e mictório. São compostos por 99,9% de água e 0,01% de sólidos como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Composição dos esgotos domésticos.



Fonte: MENDONÇA (1990) apud MORATO (2015, pg.18).

Em cada comunidade existem diferenças quanto as características dos efluentes, com variantes que dependem de variáveis social, clima, hábitos e até mesmo a situação econômica.

Conforme Von Sperling (1996, p.59) “a característica dos esgotos é função dos usos à qual a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos, variam com o clima, situação social e econômica, e hábitos da população”.

Segundo a NBR 13969/1997 da ABNT, o porte das residências variam à produção de esgotos, subdividido em padrão alto, médio e baixo, com contribuição de 150 L.(hab.dia)⁻¹, 130 L.(hab.dia)⁻¹ e 100 L.(hab.dia)⁻¹, respectivamente.

Para Benetti & Bidone (1997, p.855) “os esgotos sanitários apresentam uma composição praticamente uniforme, que é constituída, primeiramente, por matéria orgânica

biodegradável, microrganismos (bactérias, vírus, etc...) nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos, graxas e detergentes”.

Com isto, percebe-se a necessidade de um tratamento prévio à esses efluentes antes da reposição aos rios e mananciais, para evitar a poluição ou que venham a causar algum dano ao meio ambiente, tanto pela grande quantidade produzida quanto pela qualidade, e além disso, proporcionar o reuso do fluido tratado.

O reuso baseia-se na reutilização da água após a mesma já ter sido utilizada para o fim desejado, podendo passar ou não por algum processo de tratamento, antes da aplicação dependendo de onde se deseja emprega-la. É nítido que uma maneira mais econômica e eficiente está na tentativa de racionalizar a água de maneira natural, evitando seu desperdício, porém quando isso não é possível, as práticas de reuso devem ser aplicadas. Algumas formas de reutilização da água que não é preciso que o efluente passe por tratamento prévio é a captação da água do banho para lavagem de quintal, descarga ou lavagem da calçada. Outra forma de reaproveitamento é a utilização dos esgotos domésticos após determinado processo em uma estação de tratamento na irrigação.

3.2 ESGOTOS LANÇADOS EM CORPOS HÍDRICOS

Nas últimas décadas, o abastecimento de água aumentou expressivamente no Brasil. Em decorrência disso a quantidade de esgotos produzidos também aumentou, em contrapartida os sistemas de tratamento de esgotos não desenvolveram-se na mesma velocidade.

Esse cenário levanta um sério questionamento, ao que diz respeito a saúde pública e ambiental, pois o abastecimento de água, a produção de esgotos e o desenvolvimento dos sistemas de tratamento, para que não venham a causar danos ao bem estar da população, devem crescer simultaneamente.

Quando isso não ocorre, o descarte inapropriado é ocasionado, passando a escoar na maioria das vezes a céu aberto, sendo os principais receptores deste efluente os rios, córregos e lagos. O resultado disso, além da proliferação de doenças é a contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas.

De acordo com Von Sperling (1996), é possível presumir os valores da vazão de esgoto doméstico pelo consumo de água per capita segundo a Tabela 1:

Tabela 1 - Consumo per capita x porte da comunidade

Porte da comunidade	Faixa de população (hab)	Consumo per capita (L.(hab.dia) ⁻¹)
Povoado rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade grande	>250.000	150 – 300

FONTE: Adaptado de CETESB(1977;1978), Barnes et al (1981), Dahlhaus & Damrath(1982), Hosang & Bischof(1984) apud Von Sperling (1996, p. 52).

O lançamento do efluente em corpos de água impossibilita a utilização, pois após contaminada é necessário um tratamento adequado. Os nutrientes encontrados nos efluentes causa problemas de eutrofização (MOTA; VON SPERLING, 2009).

3.2.1 Impactos dos nutrientes dos esgotos lançados nos corpos de águas

Como apresentam grande quantidade de matéria orgânica (MOTA, 1995), os esgotos domésticos quando lançados de forma inadequada em corpos hídricos podem vir a causar problemas químicos e biológicos nesse sistema (TUNDISI et al., 2000).

Como agravante, a eutrofização se desenvolve rapidamente com esse lançamento, onde os efluentes de atividades antrópicas colaboram inestimavelmente, como os esgotos domésticos e industriais por exemplo (TUNDISI et al., 2000).

A eutrofização é o processo que ocorre devido a presença de fertilizantes e a abundância de nutrientes nos ambientes aquáticos, que aceleram o crescimento de algas e outros microrganismos. O aparecimento dessas algas impedem a penetração da luz solar, pois forma uma camada espessa que dificulta a penetração da luminosidade, além de isolar a água do oxigênio do ar. Apesar dessas algas produzirem oxigênio na fotossíntese, a camada superficial formada por elas liberam grande parte desse oxigênio na atmosfera, antes de dissolver na água. Em decorrência da falta de oxigênio, os animais que vivem nesse habitat desaparecem.

A eutrofização pode causar danos aos corpos receptores, podendo-se enumerar: problemas estéticos e recreacionais; condições anaeróbias no fundo do corpo d'água; eventuais condições anaeróbias no corpo d'água

como um todo; eventuais mortandades de peixes; maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento de água; problemas com abastecimento de águas industriais; toxidade das algas; modificações na qualidade e quantidade de peixes de valor comercial; redução na navegação e capacidade de transporte. Além disso, a amônia pode causar problemas de toxidade aos peixes e implicar em consumo de oxigênio dissolvido. Em termos de águas subterrâneas, a maior preocupação é com o nitrato, que pode contaminar águas utilizadas para abastecimento, podendo causar problemas de saúde pública (metemoglobinemia) (MOTA; VON SPERLING, 2009).

Os nutrientes que auxiliam no aparecimento dos microrganismos são, principalmente, o nitrogênio e fósforo.

Sobre o nitrogênio, Von Sperling et al., (2009) trata dos seguintes aspectos, no que diz respeito a poluição das águas:

- “o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas, podendo, por isso, em certas condições, conduzir ao fenômeno de eutrofização de lagos e represas;
- o nitrogênio, nos processos de conversão da amônia em nitrito e, em seguida, do nitrito em nitrato (nitrificação), implica no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d’água;
- o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes;
- o nitrogênio na forma de nitrato está associado à doenças como a metemoglobinemia.”

O fósforo de acordo com Von Sperling (1996) é um fator indispensável para que os microrganismos se desenvolvam, podendo dessa forma elaborar a estabilização da matéria, encontrados quantidades significantes nos esgotos, porém apesar disso auxiliar no crescimento das algas.

De acordo com Jordão & Pessôa (1995, p. 43), “a relação em peso DBO/N/P é considerada muitas vezes como indicadora da viabilidade do tratamento biológico, usualmente aceita-se a relação 100/5/1, como necessária para manter um balanço adequado de matéria orgânica e nutrientes para o tratamento biológico.”

Na resolução do CONAMA N° 001/1986 qualquer alteração das propriedades físico-químicas e biológicas do ambiente é considerada como impacto ambiental, em decorrência da ação humana, que interfere a segurança, a saúde, bem estar da população, atividades sociais, econômicas, condições sanitárias, estéticas e qualidade dos recursos ambientais.

A Tabela 2 expressa as alterações dos recursos hídricos com o despejo de esgotos não tratado.

Tabela 2 - Inconvenientes nos corpos d'água causados pelo lançamento de esgoto não tratado

1. Matérias orgânicas solúveis: causam a depleção do oxigênio contidos nos rios e estuários. O despejo deve estar na proporção da capacidade de assimilação do curso d'água em relação a um efluente normal.
2. Matérias orgânicas solúveis: produzem gostos e odores às fontes de abastecimento de água. Ex. fenóis.
3. Matérias tóxicas e íons de metais pesados: Ex. cianetos, Cu, Zn, Hg etc, geralmente o despejo desses materiais é sujeito a uma regulamentação estadual e federal; apresentam problemas de toxidez e de transferência através da cadeia alimentar.
4. Cor e turbidez: indesejáveis do ponto de vista estético. Exigem trabalhos maiores às Estações de Tratamento de Água.
5. Elementos nutritivos (nitrogênio e fósforo) aumentam a eutrofização dos lagos e dos pântanos. Inaceitáveis nas áreas de lazer e recreação.
6. Materiais refratários: Ex. ABS. Formam espumas nos rios, não são removidos nos tratamentos convencionais.
7. Óleo e materiais flutuantes: os regulamentos exigem geralmente sua completa eliminação. Indesejáveis esteticamente, interferem com a decomposição biológica.
8. Ácidos e álcalis: neutralização exigida pela maioria dos regulamentos, interferem com a decomposição biológica e com a vida aquática.
9. Substâncias que produzem odores na atmosfera principalmente com a produção de sulfetos e gás sulfídrico.
10. Matérias em suspensão, formam bancos de lama nos rios e nas canalizações de esgotos.
11. Temperatura: poluição térmica conduzindo aos esgotamento do oxigênio dissolvido (abaixamento do valor de saturação).

Fonte: Eckenfelder (1991) apud Jordão & Pessôa (1995, p.7).

De acordo com Jordão & Pessôa (1995, p. 32), “a forma mais utilizada para medir a quantidade de matéria orgânica presente é por meio da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)”.

Jordão & Pessôa (1995, p. 38) definem a “Demanda Química de Oxigênio como a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica de uma amostra que seja oxidável pelo permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida.”

3.3 ASPECTOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE PÚBLICA RELACIONADAS AO REUSO DE ÁGUA

Os recursos hídricos tem sido altamente prejudicado pelas atividades humanas, causando alterações nesses recursos e causando seríssimos problemas. Pois isso, é importante que o homem altere suas práticas, tentando compatibilizar as alterações provocadas e a capacidade de alto se regenerar, da natureza. (BRAGA et al.; 2002 apud CUSTÓDIO; FERREIRA, 2005).

Para Benetti & Bidone (1997, p. 867) “os esgotos são tratados por duas razões fundamentais: proteção da saúde pública e preservação do meio ambiente. Assim o objetivo principal do tratamento dos esgotos, é remover da água impurezas físicas, químicas e biológicas, principalmente os organismos patogênicos.”

É indiscutível os benéficos trazidos quando a reutilização da água é aplicada. Podem-se destacar os benefícios ambientais tais como o considerável abatimento no despejo dos efluentes nos corpos d’água, o que vem a diminuir a precisão da captação de águas quando o reuso é aplicado na execução de tarefas nas indústrias e no setor agrícola. Essa ação, também evita a degradação da qualidade da água indispensável para sobrevivência de plantas e animais, impedindo o desequilíbrio nos ecossistemas. Vale ressaltar sobre a diminuição da aplicação dos fertilizantes quando utiliza-se dos nutrientes contidos nos esgotos.

Em contrapartida é necessário um certo cuidado antes da aplicação do reuso, pois apesar de apresentar vantagens, pode ocorrer problemas quando o esgoto não é tratado de forma adequada e eficiente. A contaminação das águas e do solo pode prejudicar diretamente a flora e a fauna, comprometendo principalmente, a vida aquática.

Pode-se citar a falta de elaboração e aplicação de projetos de saneamento básico aliado à uma qualidade não satisfatória e ideal da água juntamente à sua escassez, inteiramente ligada a ocorrência de doenças em países subdesenvolvidos, que são agravantes em relação a saúde pública.

Na agricultura, o principal risco para a saúde reside na possibilidade de contaminação das plantas irrigadas e do solo pelos microrganismos

patogênicos presentes nas águas residuárias. Estes podem atingir o homem seja pelo contato direto com as plantas regadas ou o seu consumo, e ainda através da ingestão de produtos provenientes dos animais, como carne e leite. Problemas de saúde pública podem ocorrer pela acumulação de elementos tóxicos nas plantas, provenientes da irrigação com águas residuárias, sendo o controle sanitário das águas utilizadas para a irrigação fundamental para a saúde pública (POMPEO, 2007, p.23).

3.4 SISTEMA DE TRATAMENTO POR LODOS ATIVADOS

O tratamento por lodo ativado é o sistema onde o lodo presente contém uma grande concentração de bactérias e microrganismos, e continuamente circula no reator agilizando a digestão de toda matéria orgânica presente.

Hammer e Hammer Jr. (1996) citam que o tratamento convencional baseia-se em processos biológicos e físicos para que a matéria orgânica possa ser retirada do efluente. Os tanques sépticos foram os primeiros a serem aplicados para o tratamento dos efluentes (sistema conhecido como Tanques de Imhoff). Era composto por dois tanques de acumulação, onde tinham duas zonas, a de decantação e digestão que ocorriam nas partes superior e inferior simultaneamente.

Foi observado que os sólidos biológicos, desenvolvidos em águas poluídas, floculavam como colóides orgânicos. Essa massa microbiológica, denominada de lodo ativado, rapidamente metabolizava os poluentes da solução e estes podiam ser subsequentemente removidos pela sedimentação por gravidade (FERREIRA, CORAIOLA, 2008, p. 261).

Sistemas biológicos de tratamento trabalham com microrganismos “confinados” em um sistema para degradação da matéria orgânica. Dessa forma, a degradação que ocorreria no corpo receptor acontece dentro de uma unidade projetada especificamente para esse fim. Tais unidades são denominadas reatores biológicos ou biorreatores, uma vez que a remoção (convenção) biológica é realizada por meio de microrganismos, que utilizam a matéria orgânica como alimento (fonte de carbono e energia). A matéria orgânica foi convertida em produtos gasosos ou incorporada como massa microbiana, gerando sólidos (FERREIRA, CORAIOLA, 2008, p. 260).

Os sistemas de lodo ativado podem ser divididos em Sistema de Lodo Ativado convencional, Sistema de Lodo Ativado de Aeração Prolongada e Sistema de Lodo Ativado de Fluxo Intermitente ou Batelada.

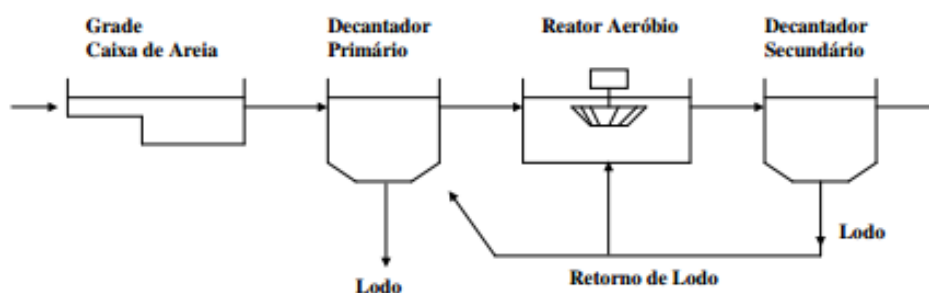
É imprescindível a conscientização dos moradores nesse tipo de tratamento, pois a estação é projetada para receber apenas o esgoto doméstico. O descarte inadequado de objetos descartáveis como fraldas, preservativos, dentre outros, prejudica e atrasa seu funcionamento. Além disso, deve-se evitar o lançamento de produtos químicos, caso contrário, é necessário o esvaziamento de toda a estação para receber o fluido novamente e iniciar a nova partida. Para total eficiência do tratamento são necessários três meses para alcançar a melhor qualidade.

3.4.1 Sistema de Lodo Ativado Convencional

O sistema de lodo ativado convencional é composto por uma caixa de areia, decantador primário, reator aeróbio e o decantador secundário. A matéria orgânica sedimentada é retirada antes da entrada no tanque de aeração, o que gera economia de energia. O tempo gasto é de 6 a 8 horas e a idade do lodo de 4 a 10 dias de acordo com Von sperling (1997).

A Figura 2 exemplifica o Sistema Convencional:

Figura 2 - Sistema convencional



Fonte: SILVA [s. d.].

3.4.2 Sistema de lodo ativado de aeração prolongada

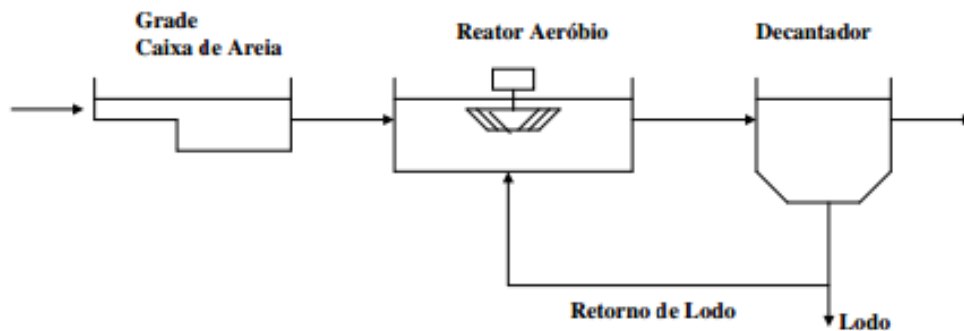
O tempo de detenção hidráulica nesse sistema é entre 16 a 24 horas onde a biomassa encontra-se no sistema entre 18 a 30 dias, ou seja, esse sistema trabalha com idade elevada do lodo. Como consequência, os alimentos disponíveis para as bactérias é diminuída onde passam a consumir a sua matéria orgânica celular. Pela respiração, a matéria orgânica é

transformada em gás carbônico e água, que é a estabilização da biomassa de acordo com Von Sperling (2002).

Nesse sistema ocorre um consumo maior de energia elétrica pelo fato do processo de estabilização do lodo ser de forma aeróbia no reator. Por outro lado, sua eficiência é bastante atrativa com a remoção de DBO e das demais características, segundo Von Sperling (2014).

A Figura 3 mostra um Sistema de Lodo Ativado por Aeração Prolongada:

Figura 3 - Aeração prolongada



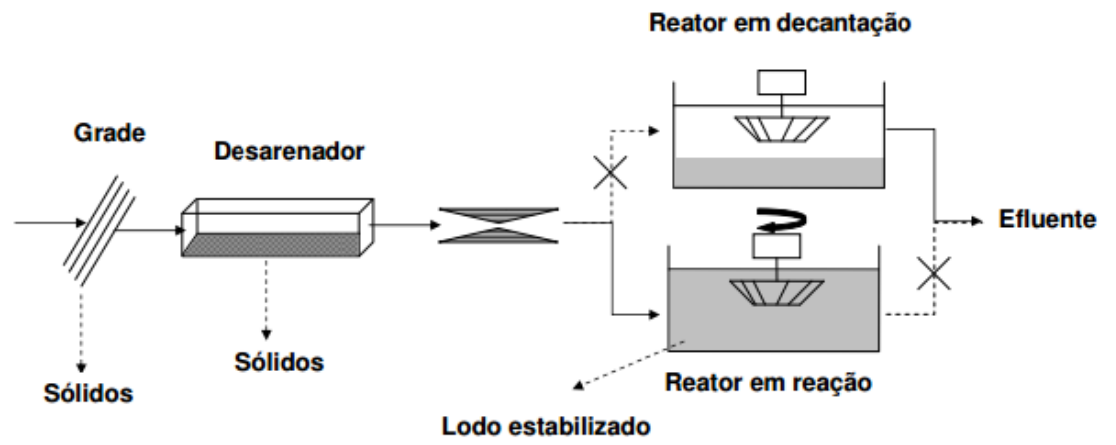
Fonte: SILVA [s. d.].

3.4.3 Sistema de lodo ativado de fluxo intermitente ou batelada

No sistema descrito existe apenas uma unidade e o completo tratamento do efluente acontece dentro do reator. Este, deixa de ser unidades distintas e passam a ser sequências no tempo. Não existe a necessidade de recircular o lodo, pois a biomassa permanece em seu tanque. Os ciclos são bem definidos e baseiam-se em enchimento, a reação e sedimentação, o esvaziamento e repouso. Para sistemas que irão tratar de esgotos domésticos, é necessário mais de um tanque de aeração. Pelo fato de que quando está ocorrendo a decantação o tanque, não se pode receber o efluente. Por isso se faz necessário a existência de outro tanque, para que continue o processo de enchimento. É opcional o tipo de tratamento, seja ele como lodo ativado convencional ou por aeração prolongada. (VON SPERLING, 1997).

A Figura 4 demonstra um esquema desse sistema:

Figura 4 - Fluxo intermitente ou batelada



Fonte: SILVA [s. d.].

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em 2 de junho de 2015, na Estação de Tratamento por lodo ativado que localiza-se em um condomínio residencial particular no município de Mossoró – RN, sob coordenadas de 5°9'40" S e 37°22'6" W. A Figura 5 indica a localização do condomínio:

Figura 5 - Localização



Fonte: Google Earth (2015).

O clima predominante na região é quente e seco – tipo BSwh', segundo a classificação climática de Köppen.

4.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO LOCAL DE ESTUDO

A Estação de Tratamento foi projetada para 313 casas com média de sete pessoas por residência. Ainda deve-se considerar a sazonalidade, pois anteriormente em períodos de chuvas a vazão aumentava porque os coletores da água de drenagem eram direcionados para a estação, o que já não ocorre. Ademais, foi previsto que em alguns momentos a quantidade de pessoas nas residências podia vir a aumentar ou diminuir, pelo horário de trabalho e visitação.

Inicialmente o esgoto que chega na estação passa por um tratamento preliminar. A Figura 6 mostra o local indicado. Nesse tratamento, primeiro o fluido passa por duas grades para a remoção de partes maiores. Após esse primeiro processo, o esgoto é direcionado a um

dispositivo chamado de desarenador que funciona para retirar a areia que vem no esgoto, decantando e fazendo com que a areia fique no compartimento. Logo após o esgoto passa pela calha-pasta para que seja calculada a sua vazão.

Figura 6 - Tratamento preliminar



Fonte: Nobre (2015).

Na grama ao entorno do reator biológico se localiza-se um tanque sedimentador onde o esgoto é armazenado. Este contém uma bomba que recalca o esgoto para o reator biológico. O reator biológico é onde ocorre a eliminação da matéria orgânica do esgoto, e dentro deste contém um sedimentador onde ocorre a sedimentação dos sólidos (Figura 7 – Reator Biológico). Vale salientar que este é o único dispositivo que é necessário a utilização de bomba, pois todo o restante é transportado e coletado por gravidade.

Figura 7 - Reator biológico



Fonte: Nobre (2015).

O lodo presente no fluido decanta até o fundo do sedimentador. Uma bomba realiza a recirculação do lodo para o reator, com vistas ao aumento da quantidade de bactérias na massa líquida para realização do tratamento.

Deve-se ressaltar que existe uma quantidade limite de lodo, e quando é atingido, o mesmo é lançado nos leitos de secagem (Figura 8 – Leitos de Secagem) onde ocorre a desidratação do lodo e o líquido drena.

Figura 8 - Leitos de secagem



Fonte: Nobre (2015).

Os aeradores são responsáveis pelo aumento na quantidade de oxigênio no reator biológico, pois como as bactérias presentes no tratamento são do tipo aeróbias, as mesmas necessitam do oxigênio para a sua respiração. Esse equipamento funciona de maneira alternada e programada, ou seja, quando um está em funcionamento o outro encontra-se desligado e a programação foi ajustada para o funcionamento de 3 h, com o intuito de se gerar economia de energia elétrica. A Figura 9 demonstra um dos aeradores em funcionamento:

Figura 9 - Aerador em funcionamento



Fonte: Nobre (2015).

No sistema foi instalado um defletor para impedir que o efluente não passe para o sedimentador, antes de contornar todo o reator biológico. Ainda, ocorre o processo de desinfecção por UV através de lâmpadas (Figura 10 – Desinfecção por UV) contidas no sistema, onde a UV irá eliminar as bactérias. Após a desinfecção, o líquido já tratado passa para o tanque (Figura 11 - Tanque de Armazenamento) e pode ser utilizado (Figura 12 – Água Utilizada na Irrigação).

Figura 10 - Desinfecção por UV



Fonte: Nobre (2015).

Figura 11 - Tanque de armazenamento



Fonte: Nobre (2015).

Figura 12 - Água reutilizada na irrigação



Fonte: Nobre (2015).

Em 2 de junho de 2015 foram realizadas coletas de amostras do efluente antes e após o processo de tratamento. As amostras foram encaminhadas para o laboratório específico para que fossem realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, para identificar a constituição do efluente e as concentrações de cada parâmetro, seguindo critérios do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Métodos Padronizados para o Exame de Água e Esgoto) (APHA et al., 2012).

Foram realizadas duas coletas, a primeira foi feita na entrada do reator biológico e a segunda no reservatório logo após o encerramento do processo de tratamento.

No laboratório da NAAE (Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes do IFRN) foram adquiridos os valores de sólidos totais e sólidos em suspensão utilizando a técnica de gravimetria, a de nitrato aplicando a colorimetria, DBO5 por Winkler-Azida, DQO por refluxo fechado e coliformes termotolerantes por tubos múltiplos das amostras coletadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 apresenta os valores resultantes nas amostras das características físico-químicas e microbiológicas dos Efluentes Bruto (entrada) e Tratado (saída). É possível verificar com um simples comparativo desses dados a eficácia do tratamento sobre todas as características averiguadas.

Tabela 3 - Cara físicas, químicas e biológicas

RESULTADOS DOS ENSAIOS				
PARÂMETROS	UNIDADE	ENTRADA	SAÍDA	REMOÇÃO (%)
Sólidos Dissolvidos Totais	mg L ⁻¹	2502,0	884,0	64,7
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	3492,00	916,00	73,8
Sólidos em Suspensão	mg L ⁻¹	990,00	32,00	96,8
Nitrato	mg (L.N) ⁻¹	0,36	24,46	-67,0
DBO5	mg (L.O ₂) ⁻¹	782,79	9,99	98,7
DQO	mg (L.O ₂) ⁻¹	1984,13	63,49	96,8
Coliformes Termotolerantes	NMP (100 mL) ⁻¹	9,2x10 ⁷	4,5x10 ³	-

Fonte: Nobre (2015).

Segundo a resolução da Portaria do Ministério da Saúde 518/2004, deduz o valor máximo para que seja permitido o consumo humano da água contendo sólidos dissolvidos totais. De acordo com o valor contido nessa resolução, esse não deve ultrapassar 1000 mgL⁻¹. Como observado na Tabela 3, o valor de entrada dos Sólidos Dissolvidos Totais excede o valor permitido para esse parâmetro, exigindo que esse seja tratado antes do consumo humano. Com o tratamento aplicado no Sistema de Tratamento por Lodo Ativado verificamos que o valor de saída está dentro dos padrões prescritos pela Portaria. O valor de saída representa cerca de 35,33% do valor de entrada, permitindo dessa forma a sua utilização.

Outra característica averiguada foi a DBO (Demanda Bioquímica do Oxigênio) que de acordo com a Sessão III das Condições e Padrões Para Efluentes de Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário, da Resolução N° 430 de 13 de maio de 2011 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), permite índices de DBO 5 dias de 120 mgL⁻¹, sendo que esse limite só poderá ser ultrapassado no caso do efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. De acordo com a Tabela 3, os dados de entrada ultrapassam os limites distinguindo pela resolução e após submetido ao tratamento, o valor obtido representa cerca de 1,27% do valor de entrada,

concluindo assim a eficiência do tratamento para diminuição do índice da DBO e tornando apropriada para uso.

Quanto ao nível de Demanda Química de Oxigênio, a legislação brasileira não apresenta limites em suas resoluções. Analisando esse resultado, segundo a Portaria Nº. 154/2002 do órgão SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará que cita em seu Art. 4º no ponto VIII que o nível da Demanda Química de Oxigênio (DQO) não deve ultrapassar 200 mgL⁻¹. Com isso pode-se verificar de acordo com o dado de saída obtido da DQO, encontra-se dentro dos padrões permissíveis por essa Portaria e representa apenas 3,19% do valor obtido antes do tratamento, podendo confirmar que de acordo com esse dado o efluente pode ser reutilizado.

Após o tratamento a remoção de coliformes termotolerantes foi de quatro casas exponenciais. Ainda, não foi determinado os limites de coliformes para os efluentes de estações de tratamento de esgoto pela legislação brasileira. Esta, apenas dispõe dos limites permitidos para os lançamentos em corpos hídricos. Apesar disso pode-se certificar da eficiência na remoção parcial desse parâmetro nesse sistema de tratamento.

De acordo com os dados obtidos para o pode-se verificar que os dados de saída (após tratamento) apresentaram-se bem mais alto quanto ao de entrada (antes do tratamento). O valor após tratamento apresenta-se aproximadamente 68 vezes maior que o inicial. Com isso, percebemos que ocorre o processo de nitrificação que segundo Bueno (2011), “é a etapa onde se produz a fragmentação das cadeias protéicas do efluente. A fragmentação das moléculas que contém carbono, a conversão das moléculas de amônia, e outros compostos orgânicos provenientes dos excrementos dos animais como, fósforo e outros. O processo é realizado pelas bactérias de degradação (*Pseudomonas*), e as de nitrificação (*Nitrobacter*), que em conjunto, metabolizam a matéria orgânica contida no efluente formando a partir da Amônia, o Oxido Nitroso, os Nitritos, Nitratos, o Nitrogênio molecular e outros.”

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento efetuado pelo sistema de lodo ativado mostrou-se eficiente na purificação do efluente respeitado os níveis permissíveis pelos parâmetros utilizados, exceto para o nitrato.

De acordo com alguns estudos realizados uma das desvantagens abordada pela maioria dos autores, é a questão do custo com a implementação desse sistema pois é necessário a utilização de energia para seu funcionamento. Porém, essa estação tem se mostrado economicamente mais viável que o sistema anteriormente aplicado (remoção por caminhão limpa fossa) como citado acima. Segundo dados fornecidos pelo responsável da Estação de Tratamento por Lodo Ativado, os gastos antes da implantação desse sistema era em torno de 6.000,00 reais durante o mês. Já com o funcionamento da Estação de Tratamento de Esgoto por Lodo Ativado, o valor gasto com a utilização de energia é aproximadamente de 1.700,00 reais ao mês, mais 788,00 reais pago ao responsável pela manutenção da estação, o que totaliza 2.488,00 reais que representa menos da metade do valor gasto inicialmente.

Outra vantagem apresentada por esse sistema é a questão da área necessária para a construção desta, pois de modo geral referente a área utilizada pelas lagoas de estabilização que são bastante extensas, esta apresenta-se bastante reduzida. A área do entorno da estação é de 3.649,9 m².

Podemos citar ainda sobre outra questão econômica de importância magnífica, que é o fato da reutilização da água após tratamento. Segundo dados repassados pelo responsável da Estação de Tratamento de Esgoto, a economia da água com a aplicação do reuso é de uma vazão de 850 Lh⁻¹. Podendo concluir de forma sucinta a grande importância dessa aplicação para a preservação da água potável.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**: NBR-7229. 131 Rio de Janeiro, 1993. 28p. _____. **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**: NBR-13969. Rio de Janeiro, 1997. 60p.

APHA et al. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Washington D C; RODIER, J. (1975). **L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer**. 5ed. Paris: Dunod, v.1, 629p.

BENETTI, A. & BIDONE, F.O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed., Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. p.849-877. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4).

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

BUENO, Rodrigo de Freitas. **Nitrificação e Desnitrificação Simultânea em Reator com Biomassa em Suspensão e Fluxo Contínuo de Esgoto**. 2011. 115 p. Dissertação [Mestrado]. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C.E. De M; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.). **Águas do Brasil análises estratégicas**. 1ed.São Paulo: Instituto De Botânica, 2010, V. 1, P. 81-91.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 430 de 13 de maio de 2011**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

FERREIRA, Fabiana Dian; CORAIOLA, Márcio. **Eficiência do Lodo Ativado em Fluxo Contínuo Para Tratamento de Esgoto**. Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba, v.6, n.2, p. 259 – 279, abr./jun. 2008.

GOOGLE. **Google Earth Website – MAPAS**. <<http://earth.google.com/>> 2015. Acesso o em: 19 de novembro de 2015.

HAMMER, M.J.; HAMMER Jr., M. J. **Water and wastewater technology**. 3rd ed. New

Jersey: Prentice Hall, 1996.

JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720p.

MORATO, R. C. O. **Diagnóstico do esgotamento sanitário da cidade de Pau dos Ferros/RN**. 2015. 44f. : il.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MOTA, Francisco Suetônio Bastos; VON SPERLING, Marcos. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Francisco Suetônio Bastos Mota e Marcos von Sperling (coordenadores). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

POMPEO, Raquel Pinheiro. **Avaliação técnica e econômica da utilização do efluente da ETE Martinópolis – São José dos Pinhais – PR**. Curitiba, 2007.

SEMACE. **Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. Portaria Nº154, de 22 de Julho de 2002 (DOE - 01.10.2002)**. Disponível em: http://antigo.semace.ce.gov.br/integracao/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=95. Acesso em: 15 de novembro de 2015.

SILVA, Carlos Ernando. **Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais**. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/ces/download/A4.pdf> > Acesso em: 20 de novembro de 2015.

TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. Diretrizes para o gerenciamento de lagos In: TUNDISI, J. G et al. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos - Vol 9 - Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas**. São Carlos: ILEC - IEE, 2000.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1.).

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4.ed.- Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014

VON SPERLING, et al. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**/Francisco Suetonio Bastos Mota e Marcos von Sperling (coordenadores). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

WHO. World Health Organization. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. **Vol. II wastewater use in agriculture**. WHO. Geneva, 2006. Disponível em: http://www.int/water_sanitation_health/wastewater/wastreusexecsum.pdf. Acessado em outubro de 2015.

ANEXO A – Características químicas dos esgotos domésticos

Parâmetro	Descrição
Sólidos Totais	Orgânicos e inorgânicos; suspensos e dissolvidos; sedimentáveis.
Em suspensão	Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que não são filtráveis (não dissolvidos)
- Fixos	Componentes não minerais, não incineráveis, inertes, dos sólidos em suspensão.
- Voláteis Dissolvidos	Componentes orgânicos dos sólidos em suspensão. Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que são filtráveis. Normalmente considerados com dimensão inferior à 10^{-3} .
- Fixos	Componentes minerais dos sólidos dissolvidos.
- Voláteis Sedimentáveis	Componentes orgânicos dos sólidos dissolvidos. Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que sedimenta em 1 hora no cone Imhoff. Indicação aproximada em um tanque de decantação.

Fonte: adaptado de Arceivala (1981), Qasim (1985), Metcalf & Eddy (1991) apud Von Sperling (1996, p. 62)