

ESTUDO DE CASO DA QUALIDADE DE ÁGUAS
SUPERFICIAIS NOS BAIROS COLÔNIA DO PIAGUÍ E
SANTA LUZIA NO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ.

Elaborado por Robson Luis Trajano e Luiz Paulo Cavalca Junior –
FEG-UNESP

Guaratinguetá

2013

Robson Luis Trajano

Luiz Paulo Cavale Junior

ESTUDO DE CASO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS NOS BAIRROS
COLÔNIA DO PIAGUÍ E SANTA LUZIA NO MUNICÍPIO DE
GUARATINGUETÁ.

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso
de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos requisitos visando a
obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil

C376e	Cavalca Junior, Luiz Paulo Estudo de caso da qualidade de águas superficiais nos bairros Colônia do Piaguí e Santa Luzia no município de Guaratinguetá / Luiz Paulo Cavalca Junior, Robson Luis Trajano – Guaratinguetá : [s.n], 2013. 53 f. : il. Bibliografia : f. 51-53 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013. Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva 1. Água – Qualidade 2. Agricultura I. Trajano, Robson Luis II. Título CDU 628.1
-------	---

**Estudo de caso da qualidade de águas superficiais dos bairros Colônia do Piaguí e
Santa Luzia**

LUIZ PAULO CAVALCA JUNIOR

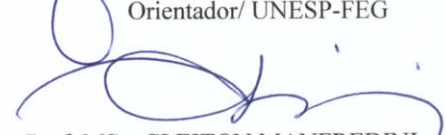
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO
EM ENGENHARIA CIVIL**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dr. Yzumi Taguti
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA E SILVA
Orientador/ UNESP-FEG


Prof. MSc. CLEITON MANFREDINI
UNESP-FEG


Prof. Dr. MARINALDA CLAUDETE PEREIRA
UNESP-FEG

Dezembro 2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

**Estudo de caso da qualidade de águas superficiais dos bairros Colônia do Piagui e
Santa Luzia**

ROBSON LUIS TRAJANO

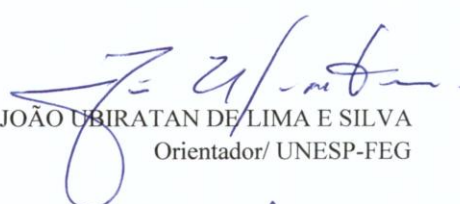
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO
EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Prof. Dr. Yzumi Taguti
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA E SILVA
Orientador/ UNESP-FEG



Prof. MSc. CLEITON MANFREDINI
UNESP-FEG



Prof. Dr. MARINALDA CLAUDETE PEREIRA
UNESP-FEG

Dezembro 2013

Dedicamos este trabalho as nossas famílias; nossos pais e irmãos, que são as nossas bases, que nos ensinaram os principais valores da vida, aqueles que sempre torceram e continuarão torcendo por nós.

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Eng. João Ubiratan, prof. Marinalda Claudete Pereira e prof. Eng. Cleiton Manfredini , pelos ensinamentos passados e pela orientação do trabalho final de graduação.

Aos pais Luiz Paulo Cavalca e Maria Aparecida Pinheiro Ferraz Cavalca, e Luiz Carlos Trajano e Marilza Rodrigues Pereira Trajano, pelo apoio e incentivo para realizar o nosso sonho de ser Engenheiro Civil.

Aos nossos colegas de sala, pelos momentos que passamos juntos.

A todos os professores da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá que durante este tempo contribuíram de alguma forma transmitindo seus conhecimentos e colaborando na execução deste trabalho.

CAVALCA JUNIOR, L. P.; TRAJANO, R. L. **Estudo de caso da qualidade de águas superficiais nos bairros Colônia do Piaguí e Santa Luzia no município de Guaratinguetá**. 2013. 55 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013

RESUMO

O trabalho realizado é sobre o estudo para qualidade de águas superficiais dos bairros Colônia do Piaguí e Santa Luzia. Foram coletadas seis amostras das quais foram analisados os parâmetros físicos, químicos e biológicos. Os ensaios foram realizados de acordo com o *Standard Methods for examination of water and wastewater* 20ª edição e comparados com a resolução da CONAMA nº 357 (2005).

Os parâmetros críticos encontrados são os de coliformes termotolerantes e da coloração da água, que podem indicar uma interferência antrópica nos pontos de coleta das amostras (despejo de esgoto), ou então o efeito das chuvas no período da coleta influenciaram os resultados obtidos.

Palavras-chave: Qualidade da água. Agricultura.

CAVALCA JUNIOR, L. P.; TRAJANO, R. L. **Case study of the quality of surface waters in neighborhoods Colony Piaguí and in the municipality of Santa Luzia Guaratinguetá.** 2013. 55 f. . Graduate Work (Graduate in Civil engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013

ABSTRACT

The work is to study about the quality of surface waters of the Piaguí and neighborhoods Colonia Santa Luzia. Six samples of which the physical, chemical and biological parameters were analyzed were collected. The tests were conducted in accordance with Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th edition and compared with the resolution of CONAMA No. 357 (2005).

Critical parameters are found in fecal coliform and water coloring, which may indicate an anthropogenic interference in the sampling points (domestic sewage), or the effect of rainfall during the collection period influence the results.

Key-words: water quality. Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esgoto sem tratamento lançado no Rio Paraíba. Fonte: Cavalca.....	15
Figura 2: Esgoto Doméstico. Fonte: Cavalca.....	17
Figura 3: Lodo de Esgoto. Fonte: ES.gov.....	18
Figura 4: Rizicultura. Fonte: Cavalca.....	23
Figura 5: Fertirrigação. Fonte: Cavalca.....	24
Figura 6: Estação de Tratamento de Esgoto. Fonte: Daesumare.....	25
Figura 7: Colônia do Piaguí entrada 3. Fonte: Cavalca.....	30
Figura 8: Colônia do Piaguí entrada 3. Fonte: Cavalca.....	31
Figura 9: Santa Luzia entrada 1. Fonte: Cavalca.....	31
Figura 10: Santa Luzia entrada 1. Fonte: Cavalca.....	32
Figura 11: Eletrodo Combinado. Fonte: UFCG (2011).....	33
Figura 12: Fase Final. Fonte: Cavalca	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Configurações do Biogás. Fonte: energiasrenovaveis.....	20
Tabela 2: Tabela de Verificação de Cores em Unidade cloroplatinato.....	40
Tabela3: Relatório de Análises da água. Fonte: Feg-Unesp.....	45

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVO(S)	14
2.1	GERAL	14
2.2	ESPECIFICOS	14
3.	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	15
3.1.	ORIGEM DA ÁGUA	15
3.2.	IMPORTÂNCIA	16
3.2.1	Importância da água	16
3.2.2	A importância do tratamento de esgoto	17
3.3.	ÁGUA NO BRASIL	18
3.4.	HISTÓRIA	18
3.5.	TIPOS DE ESGOTO	19
3.5.1.	Esgoto doméstico	19
3.5.2	Esgoto industrial	19
3.6	LODO DE ESGOTO	20
3.7	GRAU DE TRATAMENTO NECESSÁRIO (ITEM 5.6.4 NBR 13.969 / 97)	20
3.8	QUANTIDADE DE ESGOTO PRODUZIDO PELAS POPULAÇÕES	22
3.9.	BIOFERTILIZANTE	22
3.10	BIOGÁS	22
3.11	AGRICULTURA	24
3.11.1	Rizicultura	24
3.1.	ALTERNATIVA ECO-SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO DE ESGOTO	27
3.13.	GRADEAMENTO	27
3.14.	DESARENAÇÃO	27
3.15.	DECANTADOR PRIMÁRIO	28
3.16.	TANQUE DE AERAÇÃO	28

3.17.	DECANTADOR SECUNDÁRIO E RETORNO DE LODO.....	28
3.18.	DIGESTÃO ANAERÓBIA.....	29
3.19.	TÉRMICO.....	29
3.20.	TIPO BIODIGESTOR	29
3.20.1.	Biodigestor Anaeróbico Tubular	29
3.20.2.	Biodigestor de Batelada ou de Fluxo Contínuo	30
3.21.	TANQUE SÉPTICO.....	30
3.22.	LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO.....	31
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	LOCAIS DE COLETA.....	32
4.2	ENSAIOS REALIZADOS.....	32
4.2.1	pH (Potencial Hidrogeiônico)	34
4.2.2.	Temperatura da Água	36
4.2.3.	Coliformes Totais e Fecais	36
4.2.4.	Turbidez	39
4.2.5	. Cor	41
4.2.6.	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	43
4.2.7.	Resíduos	46
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	53

1. INTRODUÇÃO

Ao decorrer do tempo e com as evoluções sofridas pela sociedade, a humanidade intensificou o processo de urbanização e o desenvolvimento industrial, sem se preocupar, entretanto, com o uso racional dos recursos naturais e as consequências deste uso desregrado. Devido a esse descuido surgiu a necessidade da criação de novos meios ou técnicas menos agressoras ao ambiente (Ecotécnicas), de modo a continuar a atender as necessidades do homem moderno e poupar o nosso meio-ambiente, assim, garantirmos um futuro melhor para as próximas gerações.

Segundo a ITB (Instituto Trata Brasil), estudos revelam que entre os anos de 2003 e 2008 houve um avanço de 4,5% no atendimento de esgoto e de 14,1% em seu tratamento nas cidades analisadas. Ainda assim são despejados no meio ambiente todos os dias 5,9 bilhões de litros de esgoto sem tratamento algum, podendo assim criar focos potenciais de poluição e doenças nas regiões afetadas. Dentre os meios afetados podemos destacar os rios e mananciais, pois serão abordados em nosso trabalho.

Este trabalho é um estudo sobre a qualidade de água superficiais nas áreas de cultivo e plantações de arroz dos bairros Colônia do Piaguí e Santa Luzia, Guaratinguetá, SP, plantações as quais são abastecidos pelos mananciais. O trabalho aborda a qualidade da água nas plantações, aplicações para um uso agrícola alternativo e melhores perspectivas para um desenvolvimento urbano mais sustentável com menor impacto ambiental.

Os parâmetros analisados nos ensaios laboratoriais de qualidade da água dos pontos de coleta foram: a temperatura, o pH, o teor de oxigênio dissolvido, o teor de cloreto, sua turbidez, cor, condutividade, índice de coliformes e resíduos presentes nas amostras. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Saneamento do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, com auxílio da Professora Claudete, que ministra a disciplina Saneamento Experimental. Todos os ensaios realizados foram feitos de acordo com o *Standard Methods for examination of Water and Wastewater* 20a edição e comparados com a Resolução CONAMA nº 357 (2005).

2. OBJETIVO(S)

2.1 Geral.

Análise da qualidade da água nas áreas de plantações de arroz dos bairros Colonia do Piagui e Santa Luzia, Guaratinguetá, SP, Brasil.

2.2 Específicos

- Divulgar a importância do uso do sistema para amenizar os problemas com o ambiente;
- Divulgar a qualidade da água que está sendo utilizada para a cultura do arroz;
- Reaproveitar a água;
- Reaproveitar o lodo de esgoto se o tratamento estiver de acordo;
- Usar a cultura de arroz irrigado como agente purificador no tratamento final;
- Florescer a consciência ambiental dos leitores;
- Divulgar a importância de um sistema eco-sustentável;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origem da água

A água se originou da liberação de grandes quantidades dos gases hidrogênio e oxigênio na atmosfera, que se combinaram e deram origem aos vapores de água. Durante o período de formação do Planeta, as temperaturas só possibilitavam a água em forma de vapor. À medida que as temperaturas baixaram, os vapores se transformaram em nuvens, que foram atraídas pela gravidade e caíram em forma de chuva na superfície da Terra. Assim, houve acumulação progressiva de água principalmente na superfície – nos estados líquido e sólido (gelo) e simultânea formação de vapor de água pelos mecanismos de evaporação e transpiração dos organismos vivos. A parcela que se infiltrou na superfície e se acumulou entre as camadas de rochas do subsolo formou as águas subterrâneas – os lençóis e os aquíferos.

A manutenção desse recurso natural acumulado na superfície e no interior do solo é feita através do ciclo hidrológico. Com o calor irradiado pelo Sol, grandes parcelas da massa de água se transformam em vapor, que se resfria à medida que vai subindo à atmosfera, condensa e forma nuvens, as quais voltam a cair na Terra sob ação da gravidade, na forma de chuva, neblina e neve.

A água do planeta está em contínuo movimento cíclico entre as fases líquida, sólida e gasosa. O ciclo representa a interdependência e o movimento contínuo da água nas suas diferentes fases. Os componentes do ciclo hidrológico são (mananciais,2010):

Precipitação: água adicionada à superfície da Terra a partir da atmosfera. Pode ser líquida (chuva) ou sólida (neve ou gelo).

Evaporação: Processo de transformação da água líquida para a fase gasosa (vapor d'água). A maior parte da evaporação se dá a partir dos oceanos, muito embora, ocorra evaporação nos lagos, rios e represas.

EvapoTranspiração Processo de perda de vapor d'água pelas plantas, o qual entra na atmosfera.

Infiltração: Processo pelo qual a água é absorvida pelo solo.

Percolação: Processo pelo qual a água entra no solo e nas formações rochosas até o lençol freático

Drenagem: Movimento de deslocamento da água nas superfícies, durante a precipitação.

3.2 Importância

3.2.1 Importância da água

Água é fonte da vida. No entanto, por maior que seja a importância da água, as pessoas continuam poluindo os rios e suas nascentes, esquecendo o quanto ela é essencial para nossas vidas.

A água é provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Segundo estatísticas, 70% do planeta é constituído de água, sendo que somente 3% são de água doce e, desse total, 98% é de água subterrânea. Isto quer dizer que a maior parte da água disponível e própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente na Terra. Nas sociedades modernas, a busca do conforto implica necessariamente em um aumento considerável das necessidades diárias de água.

Os recursos hídricos têm profunda importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Em relação à produção agrícola, a água pode representar até 90% da composição física das plantas. A falta d'água em períodos de crescimento dos vegetais pode destruir lavouras e até ecossistemas devidamente implantados. Na indústria, para se obter diversos produtos, as quantidades de água necessárias são muitas vezes superiores ao volume produzido.

3.2.2 A importância do tratamento de esgoto

A falta de tratamento dos esgotos, e as condições adequadas de saneamento podem contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água sendo essencial para a proteção da saúde pública.

Figura 1: Esgoto sem tratamento lançado no Rio Paraíba.



Fonte: Autor

Aproximadamente, cinquenta tipos de infecções podem ser transmitidas de uma pessoa doente para uma sadia por diferentes caminhos, envolvendo os excretas humanos. Os esgotos, 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.

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.

3.3 Água no Brasil

O Brasil é um país privilegiado no que diz respeito à quantidade de água. Tem a maior reserva de água doce da Terra, ou seja 12% do total mundial. Sua distribuição, porém, não é uniforme em todo o território nacional. A Amazônia, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo. O volume d'água do rio Amazonas é o maior do globo, sendo considerado um rio essencial para o planeta. Ao mesmo tempo, é também uma das regiões menos habitadas do Brasil (BRASIL DAS ÁGUAS, 2010)

3.4 História

No início do século XIX não se conheciam os sistemas de esgotos, tais como são hoje concebidos. Em 1815, pela primeira vez, foi autorizado em Londres, o lançamento de efluentes domésticos nas galerias de águas pluviais da cidade. Em 1847, tornou-se compulsório o lançamento de todas as águas residuárias das habitações nas galerias públicas daquela capital. Assim foi que surgiu o sistema unitário de esgotamento.

O sistema separador absoluto foi inventado mais tarde, em 1879, e aplicado pela primeira vez na cidade de Memphis, Tennessee, USA. O Rio de Janeiro foi uma das primeiras capitais do mundo a ser servida por esgotos (1857).

A primeira rede de esgotos da cidade de São Paulo foi projetada e construída pelos ingleses em 1876, tendo sido adotado um sistema misto (separador parcial). O sistema separador absoluto foi introduzido a partir do ano de 1911.

O sistema urbano de esgotos sanitários é um melhoramento que se impõe como sequência lógica da implantação do serviço de abastecimento de água. Enquanto não é feita a distribuição de água, as condições de vida são precárias e a população sente-se obrigada a adotar soluções mais simples ou elementares para a disposição dos "excreta". A própria falta de água restringe os efeitos dessa condição.

3.5 Tipos de Esgoto

3.5.1 Esgoto doméstico

Os esgotos domésticos ou domiciliares provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas ou qualquer dispositivo de utilização da água para fins domésticos. Compõem-se essencialmente da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem, conforme ilustra a Figura 2

Figura 2: Esgoto doméstico.



Fonte: Autor

3.5.2 Esgoto industrial

Os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais e adquirem as características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deve ser considerada isoladamente.

O termo "esgoto sanitário" é comum empregar para definir os despejos líquidos de residências e prédios, podendo incluir quantidades menores de águas de chuva, de superfície e de lençóis subterrâneos, que não são admitidas intencionalmente.

3.6. Lodo de esgoto

O tratamento dos esgotos, que com certeza deve despoluir os rios, resulta na produção de um lodo rico em matéria orgânica e nutrientes, denominado lodo de esgoto ou biossólido. conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3: Lodo de esgoto.



Fonte: es.gov¹

3.7 Grau de Tratamento Necessários (item 5.6.4 NBR 13.969 / 97)

O grau de tratamento para uso múltiplo de esgoto tratado é definido, regra geral, pelo uso mais restritivo quanto à qualidade de esgoto tratado. No entanto, conforme o volume estimando para cada um dos usos, podem-se prever graus progressivos de tratamento (por exemplo, se o volume destinado para uso com menor exigência for expressivo, não há necessidade de se submeter todo volume de esgoto a ser reutilizado ao máximo grau de tratamento, mas apenas uma parte, reduzindo-se o custo de implantação e operação), desde que haja sistemas distintos de reservação e de

distribuição. Nos casos simples de reuso menos exigentes (por exemplo, descarga de vasos sanitários) pode-se prever o uso da água de enxágüe das máquinas de lavar, apenas desinfetando, reservando aquelas águas e recirculando ao vaso, em vez de enviá-las para o sistema de esgoto para posterior tratamento.

Em termos gerais, podem ser definidos as seguintes classificações e respectivos valores de parâmetros para esgotos, conforme o reuso:

Classe 1 – Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes:

- turbidez - inferior a 5;
- coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100ml;
- sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/l;
- pH entre 6,0 e 8,0;
- cloro residual entre 0,5 mg/l e 1,5 mg/l.

Nesse nível, são geralmente necessários tratamentos aeróbios (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguidos por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, finalmente, cloração.

Pode-se substituir a filtração convencional por membrana filtrante.

Classe 2 – Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes:

- turbidez - inferior a 5;
- coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml;
- cloro residual superior a 0,5 mg/l

Nesse nível é satisfatório um tratamento biológico aeróbio (filtro aeróbio submerso ou LAB) seguido de filtração de areia e desinfecção.

Pode-se também substituir a filtração por membranas filtrantes;

Classe 3 – Reuso nas descargas dos vasos sanitários:

- turbidez - inferior a 10;
- coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100ml;

Normalmente, as águas de enxágüe das máquinas de lavar roupas satisfazem a este padrão, sendo necessário apenas uma cloração. Para casos gerais, um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão.

Classe 4 – Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual:

- coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100ml;
- oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/l;

As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

3.8 Quantidade de esgoto produzido pelas Habitações

Para estimar a quantidade de esgoto produzido pelas habitações foi utilizado o valor de referência adotado pelas concessionárias de águas e esgotos do Brasil, de produção de 0,18 m³ de esgoto produzido por dia e por habitante.

3.9 Biofertilizante

O biofertilizante é o "subproduto" da biodigestão e é de extrema importância como o próprio biogás. Além de ser utilizado como um excelente fertilizante, pode ser usado como corretivo de acidez e da vida bacteriana.

Apresenta esta capacidade enorme, devido a sua alta concentração de Nitrogênio e a baixa concentração de Carbono. Este fato é devido à biodigestão a qual ocorre dentro de um biodigestor, que libera o carbono em forma de CO₂ e CH₄, deixando-o rico em nutrientes. Deste modo, obtém-se uma melhora em suas condições para fins agrícolas, sem contar com o baixo custo, um dos grandes motivos para a sua utilização em lavouras.

Neste contexto de importância agrícola, o biofertilizante poderá ser considerado como produto final de toda a reação, e não como um subproduto (BIODIGESTOR,2010).

3.10 Biogás

O biogás é uma mistura gasosa feita principalmente, de dióxido de carbono (CO₂) e de metano (CH₄). Tem uma baixa densidade e é mais leve que o ar, apresentando desta forma menores riscos de explosões, já que a sua acumulação se torna mais difícil que a dos demais gases. O biogás, além do CO₂ e CH₄, contém uma mistura de vários elementos gasosos, sendo estes das seguintes configurações:

Tabela 1: Configurações do biogás.

Elemento	Porcentagem
----------	-------------

Metano (CH ₄)	50 a 75
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 a 40
Hidrogênio (H ₂)	1 a 3
Azoto (N ₂)	0.5 a 2.5
Oxigênio (O ₂)	0.1 a 1
Sulfureto de Hidrogênio (H ₂ S)	0.1 a 0.5
Amoníaco (NH ₃)	0.1 a 0.5
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0.1
Água (H ₂ O)	Variável

Fonte: Energiasrenovaveis¹

O combustível do biogás é o gás metano, que é conhecido também como gás dos pântanos. O poder calorífico do biogás é proporcional a porcentagem deste gás (metano) na mistura. O metano é um gás combustível, produzido basicamente por fontes antropogênicas e naturais. Ele é encontrado naturalmente em depósitos geológicos, que são conhecidos como campos de gás natural, geleiras, em pântanos e em lugares que possuam baixa concentração de oxigênio.

O biogás, além de ser um combustível de fácil acesso e de custos baixos, não polui, e em certas escalas obtemos um melhor resultado com ele do que com combustíveis fósseis. Como podemos observar (BIODIGESTOR,2010):

1 m³ de biogás = 5500 kcal, é equivalente a:

- 0,7 m³ de metano
- 1,5 m³ de gás de cidade
- 0,8 L de gasoline
- 1,3 L de álcool
- 2 kg de carboneto de calico
- 0,7 L de gásóleo
- 7 kw/h de eletricidade
- 2,7 kg de Madeira
- 1,4 kg de carvão de Madeira
- 0,2 m³ de butane
- 0,25 m³ de propane

- 1 m³ de biogás é equivalente a um botijão de 13 kg de GLS (gás liquefeito do petróleo ou gás de cozinha)
- 1 m³ = 1000 litros (os valores são variáveis, pois a quantidade de kcal do biogás depende da pureza do material utilizado, e a sua quantidade de calor fica entre 5000 kcal até 6600 kca)

3.11. Agricultura

Agricultura é o conjunto de técnicas utilizadas que tem por finalidade preparar o solo para cultivar plantas para obter alimentos, fibras, energia, matéria-prima.

3.11.1 Rizicultura

Rizicultura é o termo que define a agricultura do arroz, um dos alimentos mais importantes na nossa alimentação.

O arroz é considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, constituindo-se alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. É uma cultura que apresenta grande capacidade de adaptação a diferentes condições de solo e clima. Cultivado e consumido em todos os continentes, o arroz se destaca pela produção e área de cultivo, desempenhando papel estratégico tanto em nível econômico quanto social para os povos das nações mais populosas da Ásia, África e América Latina. Comparado com as demais culturas, o arroz se destaca em segundo lugar em extensão de área cultivada e é superado apenas pelo trigo. São considerados dois grandes ecossistemas para a cultura, que são o de várzeas e o de terras altas, englobando todos os sistemas de cultivo de arroz no país, sendo os principais o irrigado por inundação e o de sequeiro conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4: Rizicultura.



Fonte: Autor

A cultura do arroz exige consideráveis teores de nutrientes do solo, fato que faz com que a fertilidade natural do solo e/ou a aplicação de adubos, seja insuficiente para manter esta necessidade por muito tempo. Por outro lado, os nutrientes devem ser repostos ao solo através de adubação. Portanto, o reúso das águas residuárias domésticas que dispõem de micros e macronutrientes funciona como fertirrigação, conforme ilustra a Figura 5.

Para a cultura do arroz, segundo Fageria et al. (2000) o nitrogênio é o nutriente limitante, seguido de fósforo e do potássio. O reúso de esgotos domésticos na agricultura evita a utilização de adubos minerais e, conseqüentemente, agrega no mínimo três vantagens: 1) dispensa fertilizantes minerais, 2) elimina a provável contaminação das águas subterrâneas e superficiais por fertilizantes, e 3) supre a escassez de água para fins domésticos.

Figura 5: Fertirrigação.



Fonte: Autor

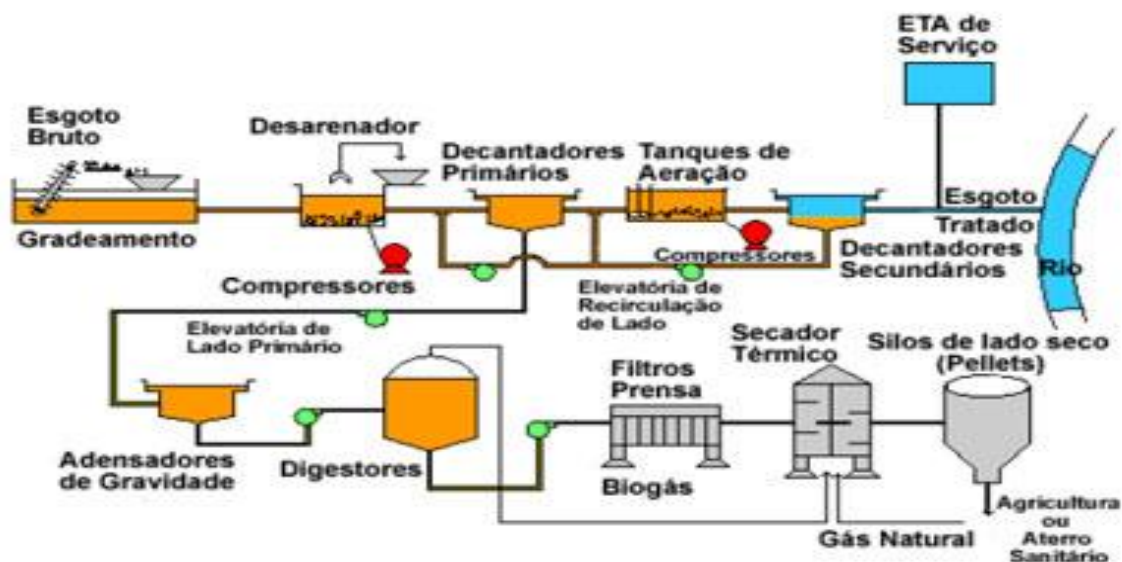
3.12. Alternativa eco-sustentável para tratamento do Esgoto.

Alternativa eco-sustentável para tratamento do Esgoto.

A obra que atende à referida alternativa é uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que trata de maneira não refinada o esgoto, cuja tratamento final é feito na Rizicultura.

O conjunto de materias que compõe a referida obra são descritos a seguir, conforme ilustra a Figura 6.

Figura 6: Estação de Tratamento de Esgoto



Fonte: Daesumare¹

3.13 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). 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 (SABESP, 2010).

3.14 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.

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(SABESP, 2010).

3.15 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.

3.16 Tanque de Aeração

A remoção da matéria orgânica é efetuada por reações bioquímicas, realizadas por microrganismos aeróbios (bactérias, protozoários, fungos etc) no 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) (SABESP, 2010).

3.17 Decantador Secundário e Retorno do Lodo

Os decantadores secundários 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. O retorno do lodo 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. O efluente líquido oriundo do decantador secundário é descartado diretamente para o corpo receptor ou passa por tratamento para que possa ser reutilizado internamente ou oferecida ao mercado para usos menos nobres, como lavagem de ruas e rega de jardins(SABESP, 2010).

3.18 Digestão Anaeróbia

A digestão 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.

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.

A estabilização de substâncias instáveis e da matéria orgânica presente no lodo fresco também pode ser realizada através da adição de produtos químicos. Esse processo é denominado estabilização química do lodo(SABESP, 2010).

3.19 Térmico

A secagem térmica do Lodo 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. (SABESP, 2010).

3.20 Tipo de biodigestor

3.20.1 Biodigestor Anaeróbico Tubular

O biodigestor é composto de:

Caixa de entrada – Esta é a parte do biodigestor em que é feito o carregamento dos resíduos animais e vegetais. Os resíduos podem ser submetidos a uma trituração e diluídos com água até atingirem o teor adequado de umidade (90 a 95% de água).

Biodigestor propriamente dito - Dentro do biodigestor, na área de entrada de materiais, processa-se inicialmente uma fermentação aeróbica ácida na qual os açúcares simples presentes no material são fermentados e se transformam em acetato (ou ácido acético). No corpo do biodigestor passa a ocorrer uma fermentação anaeróbica concomitante. As bactérias que produzem acetato usam todo o oxigênio presente na carga inicial e o ambiente interno do biodigestor tende a ficar anaeróbico e as bactérias que sobrevivem são apenas as anaeróbicas. Elas utilizam o acetato em seu metabolismo e o transformam em metano. O ambiente torna-se totalmente anaeróbico e a formação de biogás ganha a maior eficiência. O dimensionamento do biodigestor deve permitir a retenção da biomassa. O nível de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) do líquido em fermentação declina e ele começa a se transformar em biofertilizante

Caixa de saída - A cada volume de carga na entrada corresponde à saída do mesmo volume de líquido do biodigestor. Este líquido deve ser armazenado em condições aeróbicas para que, sob a ação de bactérias nitrificantes, sofra uma última e drástica redução do seu nível de DBO. Estas reações bioquímicas finais resultam na formação do biofertilizante. Como também deve estocar o produto, este tanque aberto deve ter capacidade de armazenar cerca de 30 dias de produção do biodigestor.

3.20.2 Biodigestor de Batelada ou de Fluxo Contínuo

É indicado locais que não produzem resíduos orgânico diariamente que servem como fonte de alimentação para as bactérias que transformara em biogás. Sua alimentação é descontínua e a produção de gás não é constante.

A matéria orgânica é adicionada no biodigestor, e fica armazenada por um tempo determinado até a degradação do material ocorrer e a biogás ser produzido.(pt.wikipedia,2010)

3.21 Tanque Séptico

Os tanques sépticos são câmaras fechadas com a finalidade de deter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir separação dos sólidos e retenção do material gorduroso contido nos esgotos, transformando-os em substâncias mais simples, devido à ação dos microorganismos.

O tanque séptico é projetado para receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimento inferior etc.). Jamais podem ser lançados no tanque sépticos despejos que possam impedir o seu funcionamento ou dejetos com elevado índice de contaminação. (PORTAL.SAUDE, 2010)

3.22 Lagoa de Estabilização

Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para tratamento de esgotos, apresentando diversas variantes com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área. (JARARACA, 2010)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta etapa do trabalho serão explicados os métodos aplicados nos ensaios referentes às amostras de água, desde os locais de coleta, até os ensaios realizados em laboratório na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

4.1 Locais de coleta

Para realizarmos o experimento, primeiramente foram escolhidos seis pontos de coleta de amostra, dois pontos de entrada, um do bairro Santa Luzia e outra do bairro Colonia do Piaguí (ambos localizados no município de Guaratinguetá, situados a 176 Km de São Paulo capital), que será a água que vai abastecer a cultura de arroz (rizicultura). E também são coletadas dois pontos de saída da água após o cultivo de arroz, uma de cada bairro, sendo que no bairro Colonia do Piaguí, pegamos um ponto montante e jusante da saída de água para melhor consistência dos resultados.

No dia da coleta o tempo estava caracterizado como chuvoso, o sol saía e também ocorriam pancadas de chuva, o período estava muito descaracterizado com grandes pancadas de chuva, o que dificultou muito a captação das amostras, alguns locais houve a necessidade de travessia a trator. As figuras a seguir mostraram os locais de coleta:

Figura 7: Colônia do Piaguí – Entrada 3.



Fonte: Autor

Figura 8: Colônia do Piaguí – Entrada 3.



Fonte: Autor

Figura 9: Santa Luzia - Entrada 1



. Fonte: Autor

Figura 10: Santa Luzia – Entrada 1.



Fonte: Autor

Depois de coletadas nos tubos de coleta, as amostras foram levadas imediatamente ao laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

4.2 Ensaios Realizados

Para realização dos ensaios, também foram seguidas as recomendações do Standard Methods for examination of Water and Wastewater, 20a edição.

4.2.1 pH (Potencial Hidrogeiônico)

Segundo Oliveira (apud Ferreira), “pH é um termo que expressa a intensidade da condição ácida ou básica de um determinado meio. É definido como o cologaritmo decimal da concentração efetiva ou atividade dos íons hidrogênio.”

O pH é tem uma grande importância para a análise da qualidade da água, pois se altera na com a introdução de resíduos na água. A água neutra possui pH igual a 7, uma água básica tem pH menor que 7 e uma água ácida tem pH maior a 7. A Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), estabelece que o pH da água no sistema de distribuição esteja na faixa de 6,0 a 9,5.

Determinação do pH

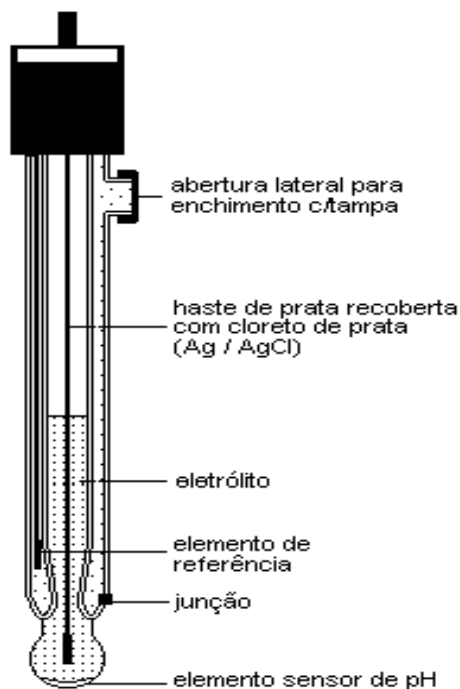
Materiais:

- Carta universal de pH;
- pH-metro;
- agitador magnético.

Procedimentos

Para determinar o pH das amostras em laboratório, tivemos o auxílio de um pH-metro, que é formado por um potenciômetro, um eletrodo de vidro do tipo combinado e um sensor de compensação de temperatura.

Figura 11: Eletrodo combinado



. Fonte: UFCG (2011).

Em primeiro momento separa-se as soluções tampão de pH 4,02 e 6,86, seguindo as recomendações do Standard Methods, para se fazer a calibração do pH-metro.

Para calibração do aparelho, foram utilizadas duas soluções tampão de pH 6,86 e pH 4,02, sendo a correção da inclinação da linha reta potencial do eletrodo versus pH, ajustada automaticamente a leitura do pH-metro ao valor do pH do tampão na temperatura do teste.

Então se iniciou a medição do pH das amostras, agitando-as com o auxílio de um agitador magnético. Após a agitação magnética os eletrodos são introduzidos na amostra, até o equilíbrio, para então se efetuar a leitura do pH.

4.2.2 Temperatura da água

A temperatura da água tem grande importância pois é um fator que influi diretamente em várias propriedades da água, por isso é importante conhecê-la.

Determinação da Temperatura

Materiais:

- Frasco plástico para armazenar a água;
- Termômetro.

Métodos

As leituras de temperaturas das amostras foram realizadas assim que a coletas foram efetuadas, com o auxílio de um termômetro que era colocado dentro do frasco que continha a amostra, possibilitando realizar a determinação da temperatura de todas as amostras.

4.2.3 Coliformes totais e fecais

As fezes humanas apresentam grande quantidade de bactérias do grupo coliforme segundo von Sperling (2005), essas bactérias tem uma resistência superior à maioria das bactérias patogênicas intestinais, e sua detecção é realizada através de métodos econômicos que não necessitam de um longo espaço de tempo, por isso elas são utilizadas como indicadores de contaminação fecal na água.

Ainda segundo von Sperling, os principais indicadores de contaminação fecal utilizados são os:

- Coliformes totais (CT);
- Coliformes fecais (CF), também chamados de coliformes termotolerantes;
- *Escherichia coli* (EC).

Os coliformes totais (CT) também representam organismos de vida livre, e não intestinal, por isso não devem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal em águas superficiais, no entanto a água tratada não deve possuir coliformes totais, pois

sua presença em águas tratadas indicam um tratamento inadequado da água, contaminação posterior ou excesso de nutrientes na água (von Sperling, 2005).

Os coliformes fecais (CF), também denominados coliformes termotolerantes, por resistirem à elevadas temperaturas, são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e de outros animais, este grupo compreende o gênero *Escherichia* e *Klebsiella* (von Sperling, 2005).

A *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais, e está presente em grande quantidade nas fezes humanas e de animais. Sua presença na água dá a garantia de contaminação fecal (von Sperling, 2005).

Determinação dos Coliformes totais e fecais

Materiais:

- Tubos de Durham;
- Tubos de ensaio;
- Suporte de tubos;
- Pipeta de 10 ml;
- Alça de platina;
- Estufa;
- Meio de cultura:
- Caldo lauril triptose;
- Caldo verde brilhante bile 2%;
- Caldo E.C. medium.

Para se determinar os coliformes usamos da Técnica de Tubos Múltiplos, a qual consiste em três etapas de teste, o presuntivo, o confirmativo e o diferencial.

Ao se fazer o experimento cuidamos para que o ambiente de trabalho utilizado fosse desinfetado com o álcool 70%

Primeiramente é o teste presuntivo, organizamos os tubos de caldo lactosado contendo os tubos de Durhan em um suporte com 5 fileiras de 5 tubos anotando nos primeiros tubos de cada fileira os respectivos volumes, que no caso são: 1 ml, 0,1 ml, 0,01 ml, 0,001 ml e 0,0001 ml e o número de identificação de cada amostra.

Agita-se a amostra por no mínimo 25 vezes, e com uma pipeta esterilizada transfere-se 10 ml da amostra ao frasco contendo 90 ml de água de diluição. Lacra-se o frasco e agita-se a solução obtendo-se uma solução de 10⁻¹ ml / ml.

Transfere-se 10 ml dessa amostra diluída para os tubos da primeira fileira e então se flamba a borda de cada tubo fechando-os imediatamente com tampas de algodão.

Para as demais diluições procede-se o método da etapa anterior.

Após estas series de etapas, os tubos são incubados e confinados à temperatura de 35° C por um período de 48 horas.

Após as 48 horas os tubos que apresentarem gás no seu interior devem ser anotados, pois eles são considerados os tubos positivos, que serão utilizados para realização das próximas etapas, o segundo e terceiro teste.

Para o segundo teste (confirmativo) será necessário o meio de cultura verde brilhante bile 2%, e para o terceiro teste (diferencial) será necessário o meio de cultura E.C. medium. Prepararam-se duas grades de tubos de ensaio, uma com os tubos de meio de cultura verde brilhante biliar 2%, e outra contendo meio de cultura E.C. medium, a quantidade de tubos em cada fileira depende do total de tubos positivos do primeiro teste. Anota-se nos tubos da primeira fileira de verde brilhante e E.C. medium os volumes de 1 ml, 0,1 ml, 0,01 ml, 0,001 e 0,0001 ml e o número de identificação da amostra. Com a ajuda da alça de platina, retira-se o material do tubo positivo e inocula-se no tubo de verde bile, partindo do mesmo tubo positivo, inocula-se o material no tubo de E.C. medium. Repete-se essa operação para todos os tubos positivos.

Então os tubos inoculados de verde bile serão incubados e confinados na estufa por 48 horas a 35°C, e os tubos inoculados de E.C. medium são incubados em banho-maria durante 24 horas a 44,5°C.

Após a incubação é realizada a leitura dos tubos, os que possuírem gás, são dados como resultados positivos. Com os três testes e seus respectivos resultados podemos determinar a densidade dos coliformes totais e fecais presentes nas amostras, que são expressas em NMP/100 m, Número Mais Provável de coliformes em 100 ml de amostra.

4.2.4 Turbidez

“A turbidez na água é devido à presença de matéria particulada em suspensão na água, tal como matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, fitoplâncton e outros organismos microscópicos planctônicos ou não.” Segundo Heller (2006). De modo mais simples, a turbidez é a “transparência” da amostra de água, sendo um dos principais parâmetros para a escolha de tecnologia e controle operacional dos processos de tratamento de água.

Recomenda-se que a turbidez da água seja a mais baixa possível, pois maior os valores de turbidez, maior é capacidade de proteger microorganismos dos efeitos da desinfecção .

Determinação da Turbidez Materiais e Reagentes

- Turbidímetro com um nefelômetro;
- Tubo para amostra de vidro incolor;
- Água isenta de turbidez;
- Sulfato de hidrazina;
- Hexametilenotetramina.

Procedimento

Para se determinar a turbidez foi utilizado O Método utilizado para determinação da turbidez foi o Método Nefelométrico.

Preparamos inicialmente a solução estoque de turbidez, que é a mistura de duas soluções.

Para a Solução I são dissolvidos 1,0 g de sulfato de hidrazina $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$ em água destilada e dilui-se para 100 ml em balão volumétrico.

Para a Solução II é feita através da dissolução de 10,0 g de hexametilenotetramina $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, em água destilada e dilui-se para 100 ml em balão volumétrico.

A solução estoque de turbidez é feita com a mistura de 5,0 ml da Solução I com 5,0 ml da Solução II. Deixamos a mistura em repouso por 24 horas à temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$. Sendo esta suspensão correspondente a 4000 UTN (Unidade de Turbidez Nefelométrica).

Assim prepara-se a Suspensão Padrão de Turbidez diluindo-se 1,0 ml da solução estoque para 100 ml com água isenta de turbidez. A turbidez dessa suspensão é 40 UTN.

Depois do preparo dessas soluções faz-se os Padrões Diluídos de Turbidez, realizadas a partir de diluições da suspensão estoque com água destilada de acordo com as unidades desejadas.

Com todas as soluções preparadas, calibra-se o turbidímetro de acordo com as instruções do fabricante.

Para turbidez inferior a 40 Unidades, deve-se agitar as amostras suavemente até o desaparecimento das bolhas, para assim ser realizada a leitura na escala do turbidímetro.

Para amostras com turbidez superior a 40 Unidades dilui-se a amostra com um ou mais volumes diferentes de água isenta de turbidez, até que a amostra caia na faixa de turbidez desejada.

A turbidez é determinada através da seguinte equação:

$$UNT = A . F$$

Onde:

UNT = unidade nefelométrica de turbidez;

A = leitura da amostra.

F = fator de diluição. 48

4.2.5 Cor

A coloração da água é causada pela presença de matéria orgânica colorida, associada com a fração úmida do solo, como afirmado por Heller (2006). A presença de ferro e outros minerais na água influenciam diretamente em sua coloração. É importante lembrar que a cor varia com o pH da água, sendo mais fácil a sua remoção com valores de pH mais baixos, essa é a razão de se determinar o pH das amostras antes da determinação. O experimento é realizado pois a mudança de cor pode ser o primeiro indício de poluição (Heller, 2006).

Determinação da Cor

Materiais e Reagentes

- Tubos de Nessler;
- Balão volumétrico de 1000 ml;
- Cloroplatinato de potássio;
- Cloreto cobaltoso;
- Água destilada;
- Ácido clorídrico.

Procedimento

A determinação da cor é feita através do método visual das amostras com soluções conhecidas de platina-cobalto.

Na primeira etapa é preparada a solução estoque de cloroplatinato com dissolução de 1,246 g de cloroplatinato de potássio K_2PtCl_6 (equivalente a 500 mg de platina metálica) e 1 g de cloreto cobaltoso $CoCl_2 \cdot 6 H_2O$ (equivalente a aproximadamente 250 mg de cobalto metálico) em água destilada contendo 100 ml de ácido clorídrico concentrado, e dilui-se a 1 L com água destilada.

Com estoque de cloroplatinato preparamos os padrões 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 e 70 unidades, fazendo-se as diluições necessárias com água destilada em tubos de Nessler de 50 ml, de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 2: Tabela de Verificação de Cores em Unidade cloroplatinato

Solução estoque diluída a 50 ml com água destilada (ml)	Cor em unidade de cloroplatinato
0	1
0,5	5
1	10
1,5	15
2	20
2,5	15
3	30
3,5	35
4	40
4,5	45
5	50
6	60
7	70

Se as amostras apresentarem turbidez, elas devem ser removidas através de métodos como filtração ou centrifugação. A partir disso comparamos a intensidade da cor da amostra no tubo de Nessler cor com os padrões de cor, olhando-se verticalmente para baixo em direção aos tubos, que por sua vez estarão dispostos em uma superfície branca, postos de modo que a luz seja refletida para cima através da coluna do líquido. Se cor for maior que 70 unidades, dilui-se a amostra com água destilada em proporções conhecidas até a amostra adquirir uma cor dentro dos padrões admissíveis. A cor obtida é anotada, sendo essa cor denominada cor aparente.

Para obter a cor real da amostra utilizamos da seguinte formulação :

$$unidade\ de\ cor = \frac{A \cdot 50}{B}$$

Onde:

A = cor da amostra diluída;

B = ml da amostra tomado para diluição.

4.2.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Determinar o conteúdo de matéria orgânica é uma das características mais importantes no estudo das águas (residuais e naturais). A matéria orgânica presente em água e esgoto pode ser classificada em duas espécies de medidas: aquelas que quantificam uma quantidade de matéria orgânica agregada compreendendo constituintes orgânicos com uma característica comum e aquelas que quantificam compostos orgânicos individuais.

Inúmeros métodos têm sido desenvolvidos para a determinar o conteúdo de matéria orgânica, entre eles aquele que nos permite determinar a demanda química de oxigênio ((DQO), em inglês, “chemical oxygen demand”(COD)), ou seja, quantidade de oxigênio consumido por diversos compostos orgânicos através de uma oxidação química. Na DQO, o oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica contida na água e possível de ser oxidada, é medido utilizando-se um composto fortemente oxidante como, por exemplo, o dicromato de potássio em meio fortemente ácido, oxidando até mesmo a matéria orgânica mais resistente à oxidação, convertendo-a em dióxido de carbono e água.

Com as condições fortemente oxidantes na análise da DQO, a maioria dos compostos orgânicos fornece de 95 à 100 % do oxigênio teórico consumido. Então, a demanda química de oxigênio (DQO) indica a quantidade de oxigênio que seria consumido através de reações químicas de oxidação de diversos compostos orgânicos presentes, sem a intervenção de microrganismos, indicando de maneira indireta a quantidade de matéria orgânica presente no líquido.

Determinação do Oxigênio Dissolvido Materiais e Reagentes

a) equipamentos

- Espectrofotômetro DR2000 ou similar ($\lambda = 600 \text{ nm}$)
- Tubo tipo ensaio de vidro com tampa rosqueável (medidas, Tabela 01)
- Bloco digestor com capacidade de 150°C
- Balões volumétricos

- Pipetas volumétricas
- Béquers 100, 250 e 500 mL
- Agitador magnético
- Espátulas

b) reagentes

- **Solução de digestão:** adicionar em 125 mL de água destilada 2,554 g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), previamente seco em estufa a $103^\circ C$ por 2 horas, 41,75 mL de ácido sulfúrico, 8,325 g de $HgSO_4$. Dissolver, esfriar e completar com água destilada o volume em balão volumétrico de 250 mL.

- **Reagente de ácido sulfúrico:** adicionar sulfato de prata (Ag_2SO_4) cristal ou pó em H_2SO_4 numa proporção de 2,03 g de Ag_2SO_4 para 200 mL de ácido sulfúrico concentrado. A dissolução completa do sulfato de prata demora cerca de 24 horas, por isso se deve estar sempre atento à necessidade de se fazer nova solução.

- **Solução padrão de Biftalato de potássio:** de uma quantidade de Bifatalato de potássio, $HOOC C_6H_4 COOK$, seca a $120^\circ C$ por 2 horas, pesar 425,0 mg e dissolver em aproximadamente 500 ml de água destilada e então completar o volume para 1000 ml em balão volumétrico. Esta solução é estável por até 3 meses quando guardada sob refrigeração. Relação teórica entre o biftalato de potássio e a DQO: 1 mg de biftalato de potássio = 1,171 mg O_2 .

- **Ácido sulfúrico concentrado** Ácido sulfúrico 20%: dissolver 20 mL de H_2SO_4 concentrado para cada 100 mL de solução.

Procedimento

Determinação da DQO de uma amostra:

- 1 – Lavar os tubos com H_2SO_4 20% para eliminar interferentes de amostras anteriores;
- 2 – Fazer uma prova em Branco, adicionando água destilada no lugar da amostra e executar o mesmo procedimento descrito para a amostra. O Branco será utilizado para “zerar” o espectrofotômetro.

A amostra de água residuária deve ser homogeneizada, agitando-se o frasco que contém a amostra, em seguida, quando for necessário fazer a diluição da amostra, deve-se diluir a amostra, utilizando-se o respectivo fator de diluição. A alíquota de amostra deve ser obtida com pipeta volumétrica, transferida em balão volumétrico e completado o volume com água destilada até o menisco. Em seguida, homogeneizar a amostra contida no balão, antes de retirar a alíquota a ser analisada na metodologia.

Em capela, executar as seguintes etapas:

3 - Colocar nos tubos, 1,5 mL da solução de digestão;

4 – Adicionar 2,5 mL de amostra de água residuária;

5 – adicionar 3,5 mL de reagente ácido sulfúrico;

6- fechar os tubos e agitar várias vezes para a homogeneização (cuidado: reação exotérmica (quente!));

7 – Colocar os tubos no bloco digestor para fazer a digestão da amostra a 150 °C por 2 horas (tempo estabelecido no Standard Methods);

8- Retire os tubos do bloco digestor, esfriar, agitar e deixar sedimentar. Tomar o cuidado de limpar bem os tubos antes das leituras, para evitar a interferência na passagem da luz.

9 – ligar o espectrofotômetro, chamar o método 955, ajustar o comprimento de onda para 600 nm e “zerar” com a prova em **Branco**. Fazer a leitura da amostra. O valor obtido no espectrofotômetro já está expresso em mgO₂/L de DQO.

4.2.7 Resíduos

Separamos os resíduos presentes na água em três subgrupos:

- Resíduos totais,
- Resíduos fixos
- Resíduos voláteis.

Resíduos totais pode ser descritos como toda matéria que permanece como resíduo depois da evaporação à temperatura de 105 °C. Os resíduos fixos são a fração orgânica que oxida como cinza após aquecimento a 550 °C, e os resíduos voláteis são a fração orgânica que oxida a temperatura de 550 °C. Segundo Viterbo (1998).

Determinação dos Resíduos

Materiais:

- Balança;
- Dessecador;
- Estufa;
- Mufla;
- Cápsula de porcelana;
- Proveta.

Procedimento

O método Gravimétrico foi o adotado para determinação dos resultados quantitativos dos resíduos total, fixo e volátil das amostras .

Os ensaios para determinação dos resíduos das amostras foram realizados foram feitos posteriormente a coleta das amostras, pois não é possível preservar as amostras.

Para que o experimento seja realizado de forma eficaz, a amostra estar livre de sólidos ou aglomerados submersos de materiais não homogêneos, e também caso exista a presença de óleo ou graxa , os mesmos devem ser dispersos com o auxílio de um liquidificador antes de dar início à análise

O primeiro passo é colocar uma cápsula de porcelana na mufla a 550°C por 30 minutos.

Posteriormente, a capsula é levada até o ar livre para se resfriar, logo após é levada ao dessecador onde permanece por 40 minutos. Passados os 40 minutos, retira-se a amostra do dessecador e pesa-se a cápsula obtendo-se P1 (mg).

Depois desses processos acrescenta-se a cápsula cerca de 250 ml de amostra homogeneizada, e leva-se para secar em banho-maria. Assim transfere-se a cápsula para a estufa a 105°C deixando-a na estufa por 12 horas, ou até ela adquirir peso constante. A cápsula passa a ser esfriada no dessecador e pesa-se a cápsula, obtendo-se P2 (mg).

Levamos a cápsula novamente à mufla a 550°C durante uma hora. Depois de retirada a cápsula da mufla, deixa-se esfriar parcialmente ao ar livre e depois a cápsula é colocada no dissecador até o seu resfriamento completo, geralmente leva em torno de 40 minutos. Depois de resfriada, pesa-se a cápsula novamente, obtendo-se P3 (mg). 52

Com os valores de P1, P2 e P3 é possível se determinar os resíduo total (RT), o resíduo fixo (RF) e o resíduo volátil (RV) das amostras através das seguintes equações:

$$RT \text{ (mg/L)} = \frac{P2-P1}{Vol.amostra} \cdot 1000$$

$$RF \text{ (mg/L)} = \frac{P3-P1}{Vol.amostra} \cdot 1000$$

$$RV \text{ (mg/L)} = RT - RF$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados é muito discussiva, pois trata-se de um procedimento onde um grande número de fatores externos podem influenciar nos resultados obtidos.

No dia da coleta ocorreram situações as quais podem ter interferido nos resultados, como por exemplo o tempo, que no período de coleta se mostrou chuvoso e com alguns temporais, isso influencia diretamente nas propriedades da água coletada, já que a água agiria como um diluente. Outro fator que pode ter muita influência nos resultados é a ação humana, já que ao arredores dos pontos coletados encontramos aglomerados populacionais, como se trata de uma região carente, existem muitos problemas relacionados ao saneamento básico, e devido a isso muitas vezes pode ocorrer o contato de esgoto com a água do rio. A tabela abaixo nos mostra os resultados obtidos:

Tabela3: Relatório de Análises da água.

		UNESP - CAMPUS DE GUARATINGUETÁ DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL LABORATÓRIO DE SANEAMENTO							
		RELATÓRIO DE ANÁLISES DA ÁGUA MÊS NOVEMBRO ÁGUAS SUPERFICIAIS - ZONA OESTE GUARATINGUETÁ							
DADOS DAS AMOSTRAS COLETORES: João Paulo/Robson		Chuvas nas últimas 24h: (X) SIM () NÃO DATA DA COLETA: 05/11/2013 Período da coleta: manhã							
IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS	COLORAÇÃO	COLI TOTAL (NMP/100mL)	COLI FECAL (NMP/100mL)	COR (mg Pt-Co/L)	TURBIDEZ (NTU)	Temperatura (°C)	pH	DQO (mg O ₂ /L)	Resíduos Sol. Tot. (mg/L)
Ponto 1 - Entrada de Água do B. Sta Luzia	Amarela - leve	16 000	3 500	1427,5	100,0	23,1	7,1	1470,0	1 505,0
Ponto 2 - Saída de Água do B. Sta Luzia	Amarela-leve	2 800	490	187,0	26,5	22,9	6,5	9,6	74,0
Ponto 3 - Entrada de Água do B. Colônia do Piauí	Amarela-leve	54 000	3 500	1200,5	120,0	22,7	7,0	1100,0	1 499,0
Ponto 4 - Saída de Água do B. Colônia do Piauí	Amarela-leve	11 000	790	175,0	27,0	22,6	6,5	10,4	97,0
Ponto 5 - Montante do Ponto 4	Amarela-leve	11 000	1 300	210,0	28,0	22,7	6,4	10,5	93,0
Ponto 6 - Jusante do Ponto 4	Amarela-leve	14 000	1 300	164,0	22,8	22,8	6,8	8,0	156,0
OBS 1: PARÂMETROS / MÉTODOS EMPREGADOS									
COLI TOTAIS: Técnica dos Tubos Múltiplos COLI FECAL: Técnica dos Tubos Múltiplos COR: Método Fotocolorimétrico (Aparelho Quimis modelo Q406Cor) TURBIDEZ: Método Nefelométrico (Aparelho Policontrol modelo Ap2000) pH: Potenciométrico (Marconi, modelo mPa2010, com eletrodo combinado de Ag/AgCl (3 mol/L)) DQO: Digestão Ácida crômica seguida de determinação Titulométrica - Sulfato Ferroso Amomiacal. Resíduo Sol. T: Gravimétrico (Balança Analítica Sartorius BL 210S, Estufa Secagem Nova Técnica, modelo NT 515).									
OBS 2: VALORES DE REFERÊNCIAS:									
Resolução nº 357/2005 Resolução nº 430/2011 Resolução nº 903/2013									

Fonte: Feg-Unesp

Segundo a Resolução CONAMA nº 357 (2005), temos quatro tipos de classes para a classificação da água doce:

I - classe especial: águas destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- à pesca amadora;
- à recreação de contato secundário; e
- à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- à navegação; e
- à harmonia paisagística.

Resolução CONAMA n° 357 (2005),

Os águas superficiais analisadas em nosso trabalho é direcionada para o cultura de arroz (rizicultura), segundo os critérios da Resolução CONAMA n° 357 (2005), as amostras poderiam ser enquadradas na classe 3 , porém, sua coloração não se enquadra nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357 (2005), que seria de até 75 mg Pt/L .Outro parâmetro que não atende a Resolução CONAMA n° 357 (2005) é o de coliformes termotolerantes, que superam 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, que é o limite para o uso de contato secundário , que o caso do cultivo de arroz. Porém, como lembrado no início da discussão, existem inúmeros fatores que podem influenciar a coleta no dia, como o grande volume de chuvas no dia e o despejo de esgoto nos rios devido aos aglomerados habitacionais.

Figura 12: Fase final



Fonte: Autor

Outra relação importante notada nos resultados que é a de que a água que passa pela plantação de arroz e pelo processo de cultura, apresenta na sua saída uma melhor qualidade comparada a de antes do cultivo como mostra a figura 8 (saída de água). Isso é importantíssimo nos dias de hoje, pois através de um processo que gera lucros, empregos e aquece a economia da região, conseguimos uma melhora no meio ambiente, beneficiando tanto o ser humano quanto o meio em que ele vive.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados e discussões, notamos que a região sofre de carência de saneamento básico, como os índices de coliformes termotolerantes acima do estipulado pela resolução do Resolução CONAMA nº 357 (2005), constatamos que os aglomerados populacionais que circundam a região podem estar influenciando diretamente no meio com despejos de esgotos residenciais, o que nos leva a pensar em novos métodos para solucionar os problemas de esgoto das regiões estudadas. Um exemplo de soluções plausíveis é a conscientização da sociedade em relação ao saneamento básico e também a criação e manutenção do sistema de saneamento na região em questão.

Podemos concluir também que a qualidade da amostra de água após sua utilização na rizicultura é superior à amostra coletada antes da irrigação. Esse é um fator benéfico tanto para os produtores de arroz, quanto para o meio ambiente, pois através de uma atividade econômica estaremos aquecendo a economia da região e ajudando a preservar o meio ambiente. Com o constante crescimento da população fica visível a necessidade de sustentabilidade junto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: APHA, 1998, 937 p.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água**. Disponível em:

<http://www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/eng/eng_analAgua.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2013.

Brasil. “Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005”. 2005.

Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS). **Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em:

<<http://www.comiteps.sp.gov.br/docs/baciaCompleta.jpg>>. Acesso em: 14 nov. 2013.

Fellenberg, Günter. **Introdução aos problemas de poluição ambiental**. 1 ed. São Paulo: EPU, 1980. 196 p.

FERREIRA, M. A.; TRANNIN I. C. B.; FERREIRA C. C.; SIMÕES S. J.C.. **Sistema de informações geográficas aplicado à análise do uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP)**.

In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba. Anais eletrônicos... Guaratinguetá: UNESP, 2011. Disponível em:

<<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0212.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2013.

Moreira, Heden Luiz Marques. et al. **Fundamentos da moderna aquicultura**. 1 ed. Canoas: ULBRA, 2001. 200 p. Disponível em:

<http://books.google.com.br/bookshttp://books.google.com.br/books?id=7mW0cYMJKc8C&pg=PT43&dq=condutividade+da+%C3%A1gua+e+polui%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&ei=J4TBTrLrIM36ggeDh_S2Bg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CEUQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 14 nov. 2013. 58

Oliveira, Rui de. **Análise de Água e de Esgotos**. Notas de aula. apud Carlos Fernandes. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>. Acesso em 09 nov. 2013.

Prefeitura de Guaratinguetá. **História de Guaratinguetá**. Disponível em: <[http://www.guaratingueta.sp.gov.br/novo/index.php?sitesig=PMGUARA&page=PMGUARA_0100_Hist\[ostoria\]ria](http://www.guaratingueta.sp.gov.br/novo/index.php?sitesig=PMGUARA&page=PMGUARA_0100_Hist[ostoria]ria)>. Acesso em 12 out. 2013.

Primel, Ednei Gilberto et al . **Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento**.

Química e Sociedade. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acesso em 08 out. 2013.

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). **Estudo e determinação do “pH”**. Disponível em: < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>. Acesso em 12 nov. 2013.

Universidade Federal de Viçosa (UFV). **Fontes de Poluição**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/poluicao.htm> - >. Acesso em: 09 out. 2013.

Universidade Federal de Viçosa (UFV). **Qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm> >. Acesso em: 02 nov. 2013.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **Oxigênio Dissolvido**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/oxi.htm>>. Acesso em: 08 out. 2013.

ANDREOLI, Cleverson Vitório **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final** Rio de Janeiro : RiMa, ABES, 2001.

CIRRA – Centro Internacional de Referência em reúso de água. Reúso de água. Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: www.usp.br/cirra/reusos. Acesso em: 24/04/2013

MANCIAIS. Disponível em: <<http://www.mananciais.org.br/site/agua/origem> . Acesso em: 26/05/2013

NBR-13.969/97 - ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS SABESP. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/sabesp/filesmng.nsf/site/tratamento_esgoto>. Acesso em: 20/04/2013.

WIKIPEDIA. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biodigestor_anaer%C3%B3bio>. Acesso em: 02/06/2013.