

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DE SUL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL**

FERNANDO GABRIEL DARIVA

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEUS RESÍDUOS EM
TRAMANDAÍ, RS**

IMBÉ

2011

FERNANDO GABRIEL DARIVA

QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEUS RESÍDUOS EM
TRAMANDAÍ RS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial, para obtenção de título de bacharel no Curso de Ciências Biológicas com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ORIENTADORA: PROFA. CATARINA DA SILVA PEDROZO

IMBÉ

2011

D218uDariva, Fernando Gabriel
Qualidade da água para consumo humano e seus resíduos em Tramandaí,
RS / Fernando Gabriel Dariva. - - 2011.
36 f.

Orientadora: Catarina da Silva Pedrozo.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado)- - Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Curso de Ciências
Biológicas com ênfases em Biologia Marinha e Costeira, Imbé / Cidreira,
BR – RS, 2011.

1. Uso da água. 2. Efluentes domésticos. 3. Água bruta
- .4. Tramandaí. I. Pedroso, Catarina , orient. II. Título.

FERNANDO GABRIEL DARIVA

QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEUS RESÍDUOS EM
TRAMANDAÍ RS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial, para obtenção de título de bacharel no Curso de Ciências Biológicas com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira, na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: 04/07/2011

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez

Dr. Nelson Flores Machado

Dr. Eduardo G. Barboza (Coordenador da
Atividade de Trabalho de Conclusão II)

RESUMO

O uso da água para fins de saneamento, na cidade de Tramandaí – RS, Brasil, consiste na captação de água do Manancial Emboaba, que tem a maior parte de suas águas provenientes de outra lagoa próxima, a Emboabinha. A adequação da qualidade da água que é realizada pela Estação de Tratamento de Água Emboaba, que para isso realiza análises periódicas tanto da água bruta, quanto da água tratada. Após tratada, a água é distribuída ao longo da cidade, consumida pela população e gerando esgoto, sendo que 29,14 % das economias possuem coleta de esgoto, e 70,86 % não possuem. O esgoto coletado vai para a estação de tratamento, que reduz a carga poluidora desse efluente. O presente trabalho teve por objetivo analisar as mudanças das características da água ao longo deste percurso, através de dados fornecidos pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN). Este trabalho objetivou também estimar a vazão significativa de entrada de água na Lagoa Emboaba, e comparar os valores com a vazão de água captada para saneamento. Foram avaliados os parâmetros que indicam a qualidade da água, em coletas de água bruta, água tratada, esgoto bruto e efluentes. Os resultados revelaram o efeito prático do tratamento de água, como redução da turbidez e da cor, de amostras de água tratada comparada à água bruta. Foi observado também que os teores de matéria orgânica dos efluentes são significativamente inferiores aos do esgoto bruto, mas são superiores ao da água bruta, evidenciando que o tratamento de esgoto não está sendo suficiente para devolver ao meio ambiente a água com qualidade similar à que foi captada. O cálculo da vazão significativa de entrada no manancial foi realizado através das medições de comprimento, velocidade e seção transversal, dos canais que passam por baixo da rodovia RS 30 e chegam a Lagoa Emboaba. O resultado desta medição demonstrou que a vazão de entrada de água no manancial é de 76844,16 metros cúbicos por dia. Considerando a vazão de retirada de água pela captação, que no ano de 2010 teve uma média de 269,189 metros cúbicos por dia, pode se concluir que esta retirada de água não afeta o manancial, pois a retirada representa apenas 0,35 % da vazão de entrada de água.

Palavras-chave: 1.Uso da água. 2.Efluentes domésticos. 3.Manancial. 4.Tramandaí

ABSTRACT

The use of water for sanitation in the city of Tramandaí - RS, Brazil, consists in obtaining water from the Fountain Emboaba, which has most of its water from another pond nearby, Emboabinha. The adequacy of water quality is undertaken by the Water Treatment Station Emboaba that it performs periodic reviews to both the raw water and treated water. Once treated, water is distributed throughout the city, consumed by the population and generating sewage and 29.14% of economies have sewage, and 70.86% do not. The sewage goes to wastewater treatment, which reduces the pollution load of effluent. This study aimed to analyze the changes of water features along this route, using data supplied by the *Companhia Rio-grandense de Saneamento* (CORSAN). This work also aimed to estimate the significant flow of water entering the lagoon Emboaba, and compare it with the flow of water abstracted for sanitation. We evaluated the variables that indicate water quality in samples of raw water, treated water, raw sewage and effluents. The data resulting from these tests were analyzed, and revealed the practical effect of water treatment, such as reduced turbidity and color from treated water samples compared to raw water. It was also observed that the levels of organic matter in the effluent are significantly lower than in raw sewage, but are superior to the raw water, indicating that wastewater treatment is not enough to restore the environment with water quality similar to that captured. The flow calculations significant input in the spring was made through measurements of length, velocity and diameter, the channels that pass under the highway and reach 30 RS lagoon Emboaba. The result of this measurement showed that the flow of water into the fountain is 76,844.16 meters cubic per day. Considering the flow rate of water removal by capture, which in 2010 had an average of 269.189 meters cubic per day, one can conclude that this withdrawal does not affect the water source, because the withdrawal represents only 0.35% of flow ingress of water.

Keywords: 1. Using water. 2. Efluentes home. 3. Manancial. 4. Tramandaí

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	13
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1. ANÁLISE DA VAZÃO DE ENTRADA DA LAGOA EMBOABA E DE RETIRADA DE ÁGUA PARA A CAPTAÇÃO	20
4.2. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE AS DIFERENTES ETAPAS NO SANEAMENTO DE TRAMANDAÍ – RS.	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	Erro! Indicador não definido.
5.1. ANÁLISE DA VAZÃO DE ENTRADA DA LAGOA E DE RETIRADA DE ÁGUA PARA A CAPTAÇÃO	Erro! Indicador não definido.
5.2. TRATAMENTO DE ÁGUA : CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA E DA ÁGUA POTÁVEL	25
5.3. QUALIDADE DA ÁGUA EM TRÊS ETAPAS: MANANCIAL, ESGOTO E EFLUENTES –	26
5.4. AVALIAÇÃO DA OSCILAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA BRUTA NO LOCAL DE CAPTAÇÃO, AO LONGO DO ANO.	27
5.5. AVALIAÇÃO DA OSCILAÇÃO DA QUANTIDADE E DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO ESGOTO PRODUZIDO AO LONGO DO ANO.	29
6. CONCLUSÕES	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

De todos os planetas que se tem conhecimento, a Terra é o único deles que apresenta água em grandes quantidades, estando ela em constante ciclagem, e nos três estados da matéria, sólido, líquido e gasoso. Não se conhece nenhuma forma de vida que não utilize água, portanto ela é essencial para manutenção da vida, e a sua qualidade se relaciona com a qualidade de vida dos organismos.

As características físicas, químicas e biológicas da Água Bruta, sofrem modificações no decorrer dos processos do saneamento. Tais modificações podem ser evidenciadas através dos dados fornecidos pela Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN), que realiza análises periódicas. A interpretação dos dados das análises pode demonstrar a eficácia tanto do tratamento da água bruta para fins de abastecimento quanto do esgoto.

A água encontra-se disponível sob varias formas, e é uma das substâncias mais comuns na natureza, cobrindo 70% da superfície do planeta, em estado líquido (BRAGA *et al.*, 2005). Ela é necessária para todos os organismos, porém deve conter substâncias essenciais e estar isenta de outras com efeitos deletérios, devendo ter condições físicas e químicas adequadas para os diferentes ecossistemas.

Segundo Braga *et al.* (2005), estima-se que exista 265400 trilhões de toneladas de água, porém 96,5% desta água é salgada, sendo que a água doce encontra-se em diversas fontes inacessíveis à população humana, como nas geleiras, restando 0,5% dessa água explorável sob o ponto de vista tecnológico e econômico. Mas se subtrairmos ainda as águas de difícil acesso ou já muito poluídas, nos restam apenas 0,003% da água do planeta.

A água é um solvente universal, com a capacidade de dissolver grande número de substâncias, seja de origem inorgânica ou orgânica, no estado sólido, líquido ou gasoso. Algumas dessas que se encontram dissolvidas, são essenciais para os organismos, por exemplo, os gases dissolvidos como o oxigênio e o dióxido de carbono, que permitem a existência da fotossíntese e da respiração aeróbica e alguns sais fundamentais para a constituição das cadeias alimentares no meio aquático, como sais de fósforo e nitrogênio que são fatores limitantes dos organismos autotróficos. Porém um aumento excessivo na concentração desses

sais pode gerar uma proliferação exagerada de algas, decorrente da eutrofização (ESTEVES, 1988).

Outro fator importante relacionado às substâncias que se encontram dissolvidas na água é o pH. A água pura a 25°C tem pH sete, considerado neutro. Muitas reações químicas ocorrem no ambiente e essas variações são afetadas pelo valor do pH, conseqüentemente influenciando os sistemas biológicos. No meio aquático o pH deve ter valor entre 6,5 e 8,5 para que não ocorram grandes danos aos organismos, porém, cada organismo possui uma faixa de sobrevivência específica.

Tendo-se condições físicas e químicas adequadas no meio aquático, surgirá uma cadeia composta por organismos produtores, consumidores de varias ordens e decompositores. Essa biota irá atuar na manutenção da qualidade da água, pela introdução e retirada de gases presentes na atmosfera e hidrosfera, e por outros fatores decorrentes de seus metabolismos.

O uso da água pelo homem vai além de suas necessidades metabólicas, por isso há regiões com intensa demanda de água, como irrigação, pólos industriais e centros urbanos. Esses geralmente acarretam danos ao recurso hídrico pela inserção de poluentes. Em alguns casos a demanda pode superar a oferta de água, em termos quantitativos, ou em termos qualitativos, pela água prejudicada por poluição.

O abastecimento humano é considerado o mais nobre e prioritário de todos os usos da água. A qualidade de vida dos seres humanos está diretamente relacionada à água. Por isso, o Ministério da Saúde criou a portaria nº 518, que estabelece valores máximos permitidos, para diversas substâncias, organismos e características químicas e físicas, como por exemplo: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, Coliformes Termotolerantes, diluições de substâncias orgânicas e inorgânicas, agrotóxicos, cianotoxinas, entre outros.

A água tratada e de alta qualidade, após o seu uso, se transforma em um resíduo chamado esgoto, caracterizado por despejos provenientes dos diversos usos da água, como o doméstico, o industrial, e o agrícola. Os esgotos domésticos compõem basicamente de águas de banho, urina, fezes, restos de comida, sabões, e detergentes. Os detergentes acarretam em um sério problema, além de gerarem espumas, alteram a tensão superficial da água, dificultando ou impedindo o

deslocamento de alguns organismos sobre ela, fazendo com que eles afundem. Outro problema é o isolamento das interfaces ar, água, a qual dificulta a troca de gases entre estes dois meios.

Os esgotos apresentam uma carga de matéria orgânica muito alta, fazendo com que as bactérias decompositoras consumam muito oxigênio, e liberem dióxido de carbono e gás metano, fazendo com que prevaleça a decomposição anaeróbia. Porém esta é bem mais lenta e menos eficaz que os processos aeróbios. Por isso as estações de tratamento de esgoto normalmente realizam aeração, suprimindo a demanda bioquímica de oxigênio gerada pela matéria orgânica. As bactérias decompositoras irão transformar estruturas orgânicas complexas em substâncias mais simples, que muitas vezes chegam a ser reduzidas a sais.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) 2008 - IBGE, que investiga os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos, em somente 17% dos municípios as prefeituras realizavam o abastecimento de água de forma exclusiva, ficando a prestação desse serviço, em maior medida, com outras entidades (58,2%) ou de forma combinada (24,7%). A situação se inverte quando se trata do serviço de coleta de esgoto: em 55,6 % dos municípios, as prefeituras executam o serviço de forma exclusiva, e 41,6% têm a execução sob a responsabilidade de outras entidades. O manejo de águas pluviais é executado quase que exclusivamente pelas prefeituras municipais (98,6%). No manejo dos resíduos sólidos a maior parte das prefeituras se responsabiliza exclusivamente da prestação dos serviços (59,1%), enquanto em 31,2% delas a forma de execução compreende outras entidades.

Quanto à existência de instrumentos legais, reguladores dos serviços de saneamento básico, constatou-se que o abastecimento de água é regulado em 32,5% dos municípios, o esgotamento sanitário, em 18,4%, e o manejo de águas pluviais, em 18%. Ainda, segundo o IBGE, em 2008, 5.531 (99,4%) dos 5.564 municípios brasileiros tinham abastecimento de água por rede geral, mesmo que apenas em parte do município. Entre 1989 e 2008 a cobertura desse serviço cresceu 3,5%, sendo que o maior avanço foi na região Norte (de 86,9% para 98,4% dos municípios). Desde 2000, o Sudeste é a única região com todos os municípios abastecidos por rede geral de água em pelo menos um distrito.

Em 33 municípios distribuídos em nove estados não havia rede geral de abastecimento de água, afetando cerca de 320 mil pessoas. Essa situação vem diminuindo sistematicamente no país: em 1989, eram 180 municípios sem rede de água, e em 2000, 116. Dos 33 municípios sem rede de água em 2008, 21 se localizavam na região Nordeste,

com destaque para os estados da Paraíba (11 municípios) e Piauí (5), e 7 estavam na região Norte, com destaque para o estado de Rondônia (4 municípios).

Além desses 33 municípios sem rede geral de abastecimento de água em nenhum distrito, outras 794 cidades tinham ao menos um distrito em que também não havia rede, somando 827 municípios (14,9% do total) em que a água era fornecida por formas alternativas, como carros-pipas e poços particulares. O Nordeste tinha o maior percentual de municípios com outras formas de abastecimento (30,1%), sendo que os maiores percentuais entre os estados estavam no Piauí (58,3%), Ceará (35,9%) e Maranhão (30,4%).

O número de domicílios abastecidos por rede geral de água cresceu 30,8%, de 34,6 milhões, em 2000, para 45,3 milhões, em 2008, segundo a PNSB. O maior crescimento foi no Nordeste (39,2%) e no Centro-Oeste (39,1%), e o menor no Norte (23,1%). Na região Sul, os domicílios abastecidos de água por rede geral, aumentaram de 69,1% em 2000 para 84,2% em 2008.

Os 5.531 municípios do país com abastecimento de água por rede geral tinham mais de 40 milhões de ligações das quais 84,2% contavam com medidores. Nos últimos oito anos, cresceu 30,8% no país o uso de hidrômetros, com destaque para o Norte (54,2%) e Centro-Oeste (53,1%). Os menores crescimentos foram no Sudeste (28,9%) e Nordeste (38,8%). No Sudeste, o baixo crescimento deveu-se aos avanços já obtidos: a região tem 92,5% das ligações de água com medidores.

Em 2008, em 94% dos municípios beneficiados por rede geral de distribuição, havia cobrança pelo serviço de abastecimento de água. A região Sul apresentava o menor percentual de municípios que não faziam cobrança (0,7%) e a Norte, o maior (13,6%).

Com relação ao tratamento do esgoto gerado, a PNSB 2008 indica que 55,2% dos municípios brasileiros tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, três pontos percentuais acima do índice verificado em 2000 (52,2%). Os melhores desempenhos foram encontrados nos estados de São Paulo (apenas 1 dos 645 municípios não tinha o serviço) e Espírito Santo (2 de 78 sem coleta de esgoto). A principal solução alternativa adotada pelos municípios que não possuíam rede de coleta de esgoto sanitário, foi a construção de fossas sépticas, que aumentou 7,4% em relação ao levantamento de 2000.

Apenas o Sudeste registrava percentual elevado de municípios com rede coletora de esgoto em 2008 (95,1%). Nas outras quatro regiões, menos da metade

dos municípios tinham o serviço: Nordeste (45,7%), Sul (39,7%), Centro-Oeste (28,3%) e Norte (13,4%). Apenas oito unidades da federação possuíam mais da metade dos municípios com rede geral coletora, sendo os casos extremos São Paulo (99,8%) e Piauí (4,5%).

Entre 2000 e 2008, o avanço no percentual de municípios com rede coletora de esgoto foi considerável no Norte (de 7,1% em 2000 para 13,4% em 2008) e no Centro-Oeste (de 17,9% para 28,3%). Já nas regiões com maior número de municípios, as melhoras foram pouco significativas: Sudeste (de 92,9% em 2000 para 95,1% em 2008) e Sul (de 38,9% para 39,7%). No Nordeste, houve pouca variação no registro dos municípios cobertos pelo serviço (de 42,9% em 2000 para 45,7% em 2008). Pode-se constatar que apenas 1/3 dos municípios brasileiros tratam seu esgoto.

No presente trabalho busca-se entender de maneira generalizada um pequeno segmento do ciclo da água, e que tem por finalidade o abastecimento humano da cidade de Tramandaí, RS, Brasil, sendo observada a origem da água que sustenta o manancial local, bem como estima da sua quantidade e qualidade, relacionando-os com a demanda.

2. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Analisar o uso da água usada para o abastecimento humano na cidade de Tramandaí, nos aspectos qualitativos e quantitativos, visando estimar o volume de água consumido pela população local;
2. Avaliar o grau de degradação do recurso hídrico, através de um levantamento de dados qualitativos da água bruta disponível no manancial, e do volume de retirada;
3. Averiguar o impacto gerado na estação de tratamento de esgoto, na qual é feito apenas o tratamento primário.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Conforme Von Sperling (1995), a água é o constituinte inorgânico abundante na matéria viva. Além disso, ela é de fundamental importância para o desenvolvimento cultural, social e econômico das populações. O desenvolvimento e o bem-estar social de todas as nações dependem da disponibilidade de água de boa qualidade e do uso racional dos seus recursos hídricos.

As atividades humanas levam a usos múltiplos dos recursos hídricos tais como: abastecimento público, irrigação, uso industrial, navegação, produção de energia, recreação e aquicultura e disposição de resíduos.

Estes mesmos recursos, utilizados largamente pelo homem, subterrâneos ou superficiais, encontram-se ameaçados pela contaminação de resíduos sólidos e esgotos lançados de forma indiscriminada, causando severos impactos nos corpos de água, prejudicando assim a qualidade físico-química e bacteriológica da água para a utilização humana. Surge assim a necessidade de tratar esses efluentes (SOLDATELLI, 2007).

De acordo com Crites&Tchobanoglous (1998), o tratamento de esgoto com disposição direta no solo foi, pela primeira vez, utilizado com eficácia, em 1.860, na Inglaterra e dez anos depois, em Paris e Moscou. Nos anos que se seguiram o processo foi se degradando e passou ao esquecimento.

Somente um século depois, 1970, este processo ressurgiu na NASA com o objetivo de ser utilizado nas viagens espaciais. Apesar do fracasso do seu uso para o fim desejado, sua aplicação evoluiu e foi integrada a lagoas aeradas.

Observando-se a variável custo-benefício e os aspectos funcionais, pode-se adotar um projeto em lagoas de estabilização, observando as variáveis como localização, manejo, operação, dentre outros (GOMES et al., 2003).

As lagoas de estabilização são grandes tanques de pequena profundidade, definidas por taludes de terra, as quais recebem águas residuárias brutas pré-tratadas e que oxidam a matéria orgânica nos processos naturais, envolvendo algas e bactérias (MARA & PEARSON, 1986).

Segundo Falcoet al. (2003), essas lagoas, construídas para o tratamento de águas residuárias, domésticas e industriais, são sistemas aquáticos que

representam alternativa econômica viável para os países tropicais onde as condições ambientais, como temperatura elevada e longos períodos de intensidade luminosa, atuam como aceleradores do processo de estabilização da matéria orgânica. Conforme Mendonça (1990), o tratamento através de lagoas de estabilização tem três objetivos: 1) remover a matéria orgânica das águas residuárias que causa a poluição; 2) eliminar os microorganismos patogênicos que representam um grave perigo a saúde; e 3) utilizar seu efluente para reuso, com outras finalidades, como agricultura e aquicultura.

No Brasil, as lagoas de estabilização apresentam algumas vantagens em relação aos tratamentos convencionais. Dentre elas podem-se citar: disponibilidade de área em várias regiões, clima favorável, simplicidade de construção, simplicidade na operação e manutenção, baixo custo operacional, grande aceitabilidade de mão-de-obra não especializada, utilização de pouco ou nenhum equipamento mecânico, alta qualidade microbiológica do efluente final, grande eficiência na transformação da matéria orgânica em biomassa de algas, rica em nutrientes e devido ao alto tempo de detenção das lagoas, apresentam grande capacidade de absorver choques hidráulicos e orgânicos sem alterar significativamente sua eficiência (SOLDATELLI, 2007).

Muitos pesquisadores nos nordeste do Brasil (MARA & SILVA, 1979; KONING *et al.*, 2002) e no sul do Brasil (BENTO *et al.*, 2002), e também em países da América Central (KOPITPOULOS, 2000), no México (MANTILLA *et al.*, 2002), na Argentina (SANGUINETTI *et al.*, 2000) e países Mediterrâneos (MARA & PEARSON, 1998) relatam estas vantagens.

No Brasil, tem-se pesquisado o desempenho de lagoas de maturação, com maior ênfase, na região tropical. Na região Sul do Brasil, com clima subtropical, ocorre uma variação climática bem acentuada, de acordo com as estações do ano, sendo que em algumas micro regiões, como na serra gaúcha e catarinense, ocorre precipitação de neve no inverno. Não raro são observadas temperaturas abaixo de zero. Salvo algumas pesquisas (NASCIMENTO *et al.*, 2000), há uma escassez de dados de desempenho desse tipo de lagoas (BEAL *et al.*, 2003).

De acordo com Zanette *et al.* (2000), no Rio Grande do Sul, este processo foi utilizado com sucesso, para disposição final do influente das lagoas do Sistema de Tratamento dos Efluentes Líquidos, SITEL, do Pólo Petroquímico, em Triunfo, Rio

Grande do Sul, onde o efluente da última lagoa de estabilização (tratamento terciário) é aplicado diretamente no solo vegetado (aspersão e gotejamento).

Ainda, de acordo com este autor, a Estação de Tratamento do Esgoto Sanitário, ETE, de Tramandaí foi implementada para recuperar a balneabilidade do mar e das lagoas, além de permitir um adensamento populacional, principalmente no centro da cidade.

A estação de tratamento de esgoto de Tramandaí no Estado do Rio Grande do Sul foi construída baseada em um projeto que previa operar apenas com infiltração do efluente sanitário, no solo em bacias. A degradação da matéria orgânica deveria acontecer nas camadas de areia, com ação da flora e da fauna que nela se desenvolvem. As observações feitas pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas, IPH, da Universidade Federal no Rio Grande do SUL, e as comprovações “in loco” pela Companhia Riograndense de Saneamento, CORSAN, na ETE de Capão da Canoa, permitem afirmar que nesse percolamento acontece uma degradação significativa da matéria orgânica além da redução da concentração de coliformes.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O solo da região de Tramandaí é de constituição arenosa, estando em uma planície costeira, assim como no local de captação de água bruta desta cidade, que é a lagoa Emboaba localizada no município de Osório. Este tipo de solo proporciona uma boa penetração da água da chuva, assim como permite o deslocamento horizontal e vertical das águas subterrâneas.

Por ser esta uma região plana, com altos índices pluviométricos e estando próximo a regiões montanhosas que escoam parte de suas águas para esta planície, o lençol freático é muito próximo da superfície terrestre, o que o torna muito vulnerável a qualquer tipo de poluente lançado na superfície.

O lençol freático raso em um solo arenoso proporciona a formação de diversas lagoas, que na maioria das vezes se interligam, formando verdadeiros “cordões de lagoas”.

O fato de essas lagoas estarem interligadas faz com que ocorra um fluxo entre elas prevalecendo o sentido Sul para Norte, que acabam por desaguar na laguna de Tramandaí. Algumas lagoas apresentam uma ligação mais direta com o estuário, por estar em nível muito semelhante, ocorrendo então à inversão

temporária desse fluxo por influência da maré alta, esse fenômeno faz com que essas lagoas apresentem águas salobras, desta forma se tornando inadequadas para fins de abastecimento Humano.

Outro grupo de pequenas lagoas, localizam-se mais à Oeste, na mesma região que as referidas anteriormente, e encontram-se em um nível um pouco acima do que o do estuário, de modo a não ocorrer o processo de inversão de fluxo, sendo estas dulcícolas e de excelente qualidade para o uso em saneamento. Como por exemplo, a Lagoa Emboaba, pertencente ao município de Osório, e que serve como manancial para a captação de água de Tramandaí.

A lagoa Emboaba drena sua área circundante, através de pequenos riachos, mas o principal aporte de água que chega nela, tem origem em outra lagoa ainda menor, a Lagoa Emboabinha, ligada a ela através de um canal que passa por debaixo da RS 30. A qualidade desse manancial depende da preservação da área de entorno dessas duas lagoas e dos arroios que se ligam a elas. Por ser uma região ainda pouco habitada, sem grande atividade agrícola, predominando a pecuária, e havendo um fluxo hídrico constante, essas águas apresentam boa qualidade.

No sistema de captação, a água bruta escoar por gravidade, através de uma tubulação subterrânea, da lagoa até um tanque que fica em baixo da estação de bombeamento, onde a água é recalçada diretamente para a estação de Tratamento de água.

Os primeiros produtos adicionados no tratamento de água são: cal virgem para regulação de pH e alcalinidade, e sulfato de alumínio, Uma grande revolução nos sistemas de tratamento de água foi quando se descobriu o processo de coagulação. Vários produtos podem ser utilizados como coagulante, como o ozônio, o sulfato de ferro e o sulfato de alumínio. No Brasil é usado o sulfato de alumínio, por questões econômicas e eficiência. O sulfato de alumínio é adicionado na água e passa por câmaras de mistura, para que seja possível a aproximação dele com o maior número possível de moléculas de água. Ele forma um núcleo eletrolítico que passa a trair substâncias coloidais dissolvidas, essas substâncias, junto ao sulfato de alumínio formam “fiapos” denominados coágulos, no decorrer dos processos de mistura esses coágulos se unem, formando o floco, que podem ser vistas a olho nu nas estações de tratamento. A água com floco vai passando lentamente por grandes

tanques denominados decantadores, para que possa dar tempo do floco precipitar, gerando lodo no fundo dos decantadores, que de tempo em tempo tem que ser removido. O próximo processo é a filtração através de filtros de areia, sendo posteriormente adicionado cloro para desinfecção de organismos patogênicos e flúor para prevenção de cárie.

Após tratada a água vai para um reservatório enterrado, onde é recalçada, abastecendo os primeiros bairros em marcha, depois chegando aos reservatórios da cidade, sendo distribuída pelas redes de distribuição.

A água tratada após chegar aos domicílios, passa a ser um resíduo, que segue agora dois caminhos diferentes, um que se infiltra diretamente no lençol, contaminando indiretamente as águas marinhas e de lagoas, através de consumidores particulares dos domicílios, e outro que segue para Estação de tratamento de esgoto de Tramandaí. Pois segundo a CORSAN de Tramandaí (unidade de saneamento 227) localizada na Av. da Igreja nº 800, só são coletados os esgotos dos imóveis que se localizam ao norte da Avenida Rubem Berta, com a exceção de dois imóveis, o hospital da ULBRA e o prédio Clínica Dr. Morita.

As redes coletoras de esgoto não são pressurizadas, ecoando por gravidade, de modo que essas redes vão se aprofundando cada vez mais, sendo necessário em alguns pontos o recalque, por pequenas Estações de Bombeamento de Esgoto (EBE) subterrâneas compostas cada uma por duas Bombas. Elas são atualmente três: EBE Flores da Cunha, EBE Manoel Sesário, EBE Ernesto Bandeira. Os nomes indicam as ruas em que se localizam. Essas pequenas EBEs recalcam para uma central, muito maior e mais complexa, a EBE Ubatuba de Farias, que se constitui de um grande reservatório onde desemboca todo o esgoto coletado da cidade. No centro desse reservatório existe um compartimento fechado onde o técnicos tem acesso as bombas, que são três, e ao painel de controle elétrico.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Tramandaí consiste em Bacias de infiltração e segundo Zanette *et al.* (2000), foi construída com a finalidade de restaurar a balneabilidade local do mar e das lagoas, além de viabilizar a construção de edifícios. A primeira área escolhida para a construção desta ETE não teve êxito, pois no processo de implantação se percebeu que nível do lençol freático oscilava por influência das marés, devido a proximidade com lagoa Cústódia. Por isso a CORSAN comprou uma nova área, escolhendo um local onde era localizado um

antigo aterro sanitário de Tramandaí. O que pareceu de início ser uma boa solução apresentou sérios problemas, pois o local de escavação para a construção das bacias já estava com o solo muito poluído que precisou ser removido e recolocado nova areia, por isso também as bacias foram construídas 90cm abaixo do que seria no projeto inicial, ZANETTE *et al.* (2000).

A ETE de Tramandaí se localiza em uma região peculiar, entre a Lagoa das Custódias e o Parque General Osório, no município de Tramandaí, estando ao lado do aterro sanitário local, conforme mostra a figura 1.

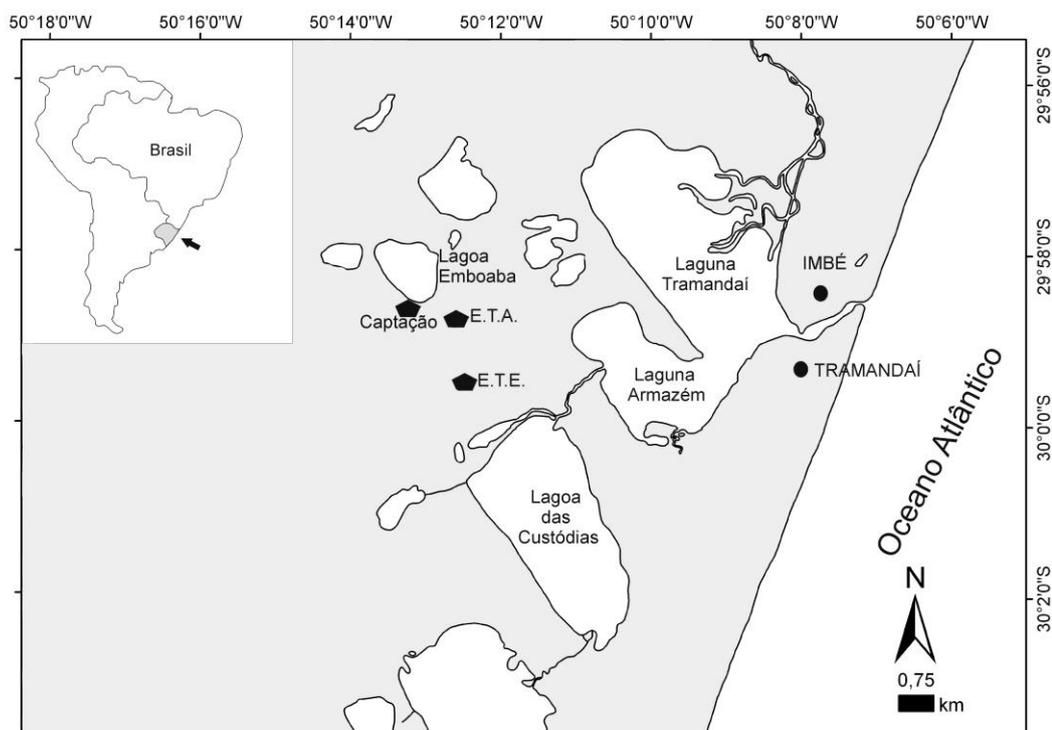


Figura 1. Mapa com a localização da área de estudo.

Após o recalque realizado pela EBE Ubatuba de Farias, o esgoto vai diretamente até a câmara de chegada da ETE, onde o Esgoto Bruto sofre uma pequena queda para o desprendimento de gases como metano, dióxido de carbono, gases sulfídricos entre outros e absorção de O₂. Este também é o ponto de coleta de Esgoto Bruto. A partir dessa câmara seguem duas tubulações paralelas para a distribuição nas bacias.

As bacias de infiltração são oito e são dispostas quatro para cada lado, com a tubulação de distribuição e uma passarela no meio. Ao entorno dessas bacias, e não entre elas, possui um valo de drenagem que auxilia no processo de infiltração. Externamente ao valo de drenagem estão dispostos os Piezômetros (PZ) que são pontos de amostragem do lençol freático, como mostra a figura 2.

Ao final da passarela, existem em seus lados dois canos por onde extravasa, os efluentes ímpar e efluente par que retiram uma quantia da água de superfície e sub-superfície das bacias, menor do que a vazão de Esgoto Bruto.

O efluente gerado segue por um valo, percorrendo cerca de 4Km, até desaguar na Lagoa Custódia.

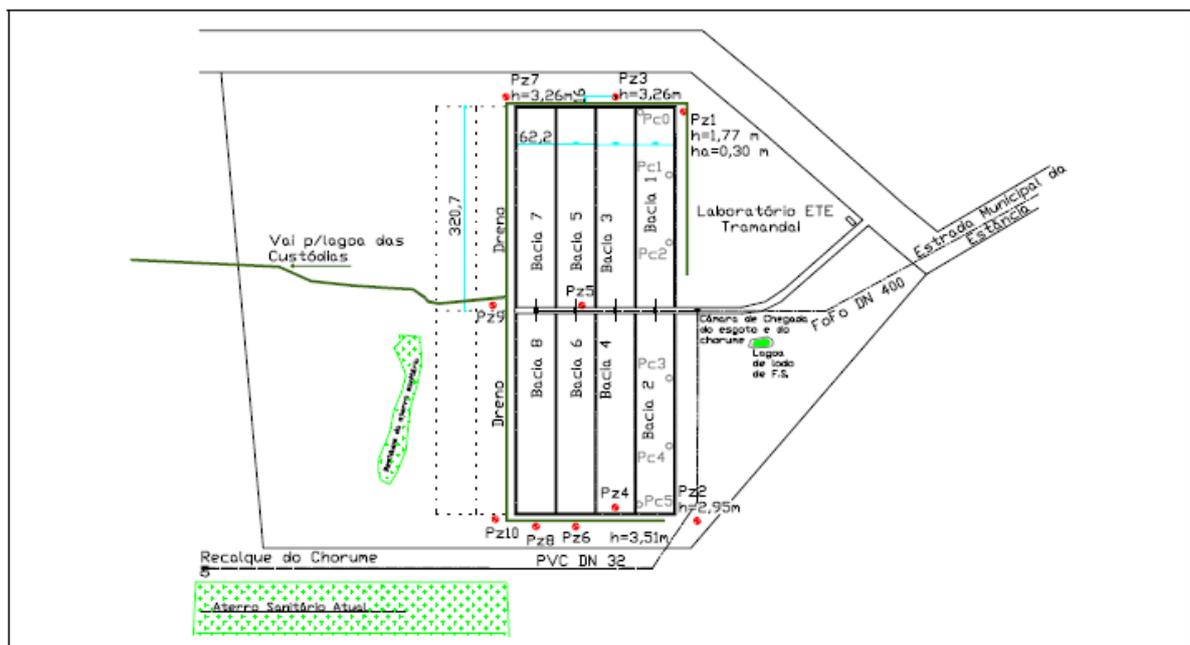


Figura 2. Planta geral da ETE com indicação dos Piezômetros, Bacias, Dreno e demais constituintes. FONTE: ZANETTE *et al.* (2000).

4.2 ANÁLISE DA VAZÃO DE ENTRADA DA LAGOA EMBOABAE DE RETIRADA DE ÁGUA PARA A CAPTAÇÃO

Para o cálculo da vazão de entrada na Lagoa Emboaba foi realizado o cálculo de velocidade da água através do deslocamento de um flutuador pelo canal que interliga as lagoas, e a medição da área da secção transversal do canal. Também foi

analisando o grau de interferência antrópica, pela observação das atividades realizadas nas áreas adjacentes e pelas modificações do ecossistema.

4.1. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DURANTE AS DIFERENTES ETAPAS NO SANEAMENTO DE TRAMANDAÍ – RS.

Para atingir este objetivo, foram utilizados os resultados de análises de água realizadas pela CORSAN, no período de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. Os dados de qualidade da água bruta e da água tratada foram Turbidez, cor, pH, Alcalinidade, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias), Matéria Orgânica e Coliformes Termotolerantes. Do esgoto bruto, efluentes e do lençol freático foram obtidos os resultados para Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias), Matéria Orgânica, Demanda Química de Oxigênio, pH e Temperatura.

Foram analisados dados de água bruta (tabela 1.) e água tratada (tabela 2).

Tabela 1 – Resultados de exames e análises do laboratório da Estação de Tratamento de água de Tramandaí, em todo o ano de 2010 e Janeiro e Fevereiro de 2011. Características físicas, químicas e bacteriológicas da água bruta.

Mês	Turbidez (mg/L de SiO ₂)	Cor (mg/pt)	pH	Alcalinidade mg/L (CaCO ₃)	O ₂ (mg/L)	DBO (mg/L)	MO (mg/L)	NMP/100 ml
Jan.	3,4	104	6,9	9	6,7	1,3	12,3	220
Fev.	3,6	84	6,9	9	6,2	1,4	11,4	70
Mar.	4	83	6,9	10	6,8	1,1	11,1	17
Abr.	3,7	65	6,6	8	7,5	1,2	10	17
Mai	3,5	82	6,5	8	7,5	0,5	10,8	9
Jun.	3,3	104	6,4	7	8,5	0,8	10,1	30
Jul.	4,8	91	6,3	6	9	0,5	10,5	30
Ago.	11	109	6,4	6	9,4	0,6	11,2	2
Set.	9,3	111	6,6	6	8,4	0,7	11,8	9
Out.	6,9	94	6,7	6	8,4	0,9	11,3	14
Nov.	5,6	90	6,9	8	7,8	1	10,7	
Dez.	4,1	62	7,1	8	7,7	1,2	10,2	4
Jan.	3,7	50	7,1	9	7,3	1,6	9	2
Fev.	3,1	51	7	9	7,2	1,5	9,2	8

Na Tabela 2 estão apresentados os dados dos resultados de análise de água coletada no esgoto bruto, efluentes e em água de lençol freático, piezômetros 3, 7 e 9 mostrados anteriormente na figura 2.

Tabela 2. – Resultados de exames e análises do laboratório da Estação de Tratamento Esgoto de Tramandaí, no período de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. Características físicas e químicas do esgoto bruto, efluentes e água do lençol freático(PZ3, PZ7 e PZ9)

	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
jan/10	PZ3	8,6	24	7,6	5,6	22
	PZ7	0	65	9,9	6,6	24
	PZ 9	0	3,2	26,3	6,4	25
	Esgoto Bruto	160	183	83,8	6,9	27
	Efluente Impar	14,6	45	28,6	6,7	25
	Efluente Par	4	42	26,4	6,6	24
fev/10	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	3	10	6,8	5,6	23
	PZ7	8,7	14	10	6,4	24
	PZ 9	2,8	53	22,2	6,6	25
	Esgoto Bruto	30,8	192	85,8	6,8	27
	Efluente Impar	12	78	23,4	6,7	24
Efluente Par	7,8	45	30,6	6,7	25	
mar/10	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	7,8	23	7,4	5,6	23
	PZ7	12,2	22	9,8	6,4	24
	PZ 9	5,6	45	24,5	6,4	24
	Esgoto Bruto	147,8	588	81,6	6,8	26
	Efluente Impar	12,1	80	22,4	6,6	24
Efluente Par	4,6	61	26	6,7	24	
abr/10	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	6,3	25	7,6	5,6	22
	PZ7	5,6	26	11,6	6,5	22
	PZ 9	3,3	93	23,8	6,6	23
	Esgoto Bruto	107	459	85,8	6,8	24
	Efluente Impar	N.A.	51	26,1	6,7	22
Efluente Par	A	A	A	A	A	
mai/10	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	5,4	11	8,8	5,7	18
	PZ7	11	11	10,6	6,6	18
	PZ 9	4,9	61	22	6,6	20
	Esgoto Bruto	61	61	82,8	6,8	20
	Efluente Impar	4,4	36	22,5	6,9	20
Efluente Par	A	A	A	A	A	
jun/10	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	3,2	34	7,8	5,6	16
	PZ7	3,9	16	10,8	6,4	17
	PZ 9	2,2	11	21,6	6,6	18
	Esgoto Bruto	16	44	87,2	6,7	17
	Efluente Impar	A	A	24,5	6,7	17
Efluente Par	A	A	A	A	A	

	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
jul/10	PZ3	1,6	10	10,4	5,7	17
	PZ7	2,7	30	18,2	6,5	17
	PZ 9	4	67	27,6	6,7	18
	Esgoto Bruto	94	84	74	6,8	19
	Efluente Impar	N.A.	87	41,3	6,8	19
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
ago/10	PZ3	1,4	18	8,6	5,5	16
	PZ7	1,7	23	11,4	6,4	16
	PZ 9	1,3	103	22,6	6,6	18
	Esgoto Bruto	2,5	92	80,1	7	17
	Efluente Impar	N.A.	65	24,6	7	17
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
set/10	PZ3	2,7	8	16	6	18
	PZ7	2,2	35	19	6,4	18
	PZ 9	2,7	100	20	6,5	17
	Esgoto Bruto	79	101	8,4	7,1	19
	Efluente Impar	4,4	42	21	6,6	19
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
out/10	PZ3	0,8	2	75,2	7,1	19
	PZ7	N.A.	12	46,8	6,7	20
	PZ 9	4	115	24,8	6,4	20
	Esgoto Bruto	76	113	90	7,2	19
	Efluente Impar	9,7	25	22,8	6,4	20
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
nov/10	PZ3	N.A.	5	8,9	5,9	18
	PZ7	N.A.	17	13,4	6,4	18
	PZ 9	6	53	23,2	6,4	20
	Esgoto Bruto	41	81	93,9	6,8	19
	Efluente Impar	8,4	55	26,7	5,9	20
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
dez/10	PZ3	5,5	N.A.	9,8	6	20
	PZ7	2,8	18	11,4	6,4	21
	PZ 9	0,7	64	16,5	6,7	22
	Esgoto Bruto	55	91	95	6,9	22
	Efluente Impar	4,8	38	26,9	7,2	23
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
jan/11	PZ3	1,5	N.A.	58,1	6,1	23
	PZ7	8,4	5	41,3	6,2	23

	PZ 9	5,5	26	37,8	6,6	24
	Esgoto Bruto	205	535	154	6,4	24
	Efluente Impar	21	71	74	7	24
	Efluente Par	A	A	A	A	A
	local	DBO	DQO	MO	PH	Temp.
	PZ3	N.A.	4	83,2	6,4	21
	PZ7	4,2	21	59,1	6,8	20
fev/11	PZ 9	10	70	47,9	6,6	22
	Esgoto Bruto	45	207	109	6,5	22
	Efluente Impar	N.A.	39	44,6	6,8	22
	Efluente Par	A	A	A	A	A

N.A = não analisado; A = não coletado, por manutenção no sistema;

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. TRATAMENTO DE ÁGUA: CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA BRUTA E DA ÁGUA POTÁVEL

Ocorrem modificações das características físicas e químicas da transformação de Água Bruta retirada para o abastecimento em Água Tratada, devido à adição de produtos químicos e processos de floculação decantação e filtração descritos anteriormente. Três parâmetros principais são demonstrados na figura 3 apresentada abaixo. O parâmetro cor é em consequência de substâncias dissolvidas, a água pura, tem uma coloração azulada, a presença de ácidos húmicos da uma coloração amarelada. A medida da cor de uma água pode ser feita pela comparação com soluções conhecidas de platina-cobalto, ou discos de vidro calibrados com solução de platina cobalto (APHA, 1995). As quantidades de cor encontradas no manancial deste estudo podem representar a presença de material húmico, uma vez que a Lagoa Emboabinha tem origem em uma região de turfeira. No tratamento ela deverá ser reduzida como é mostrado na figura abaixo. A turbidez é a medida de um feixe de luz que atravessa certa quantia de água. Segundo Dias & Lima (2004), materiais sólidos em suspensão como, argila, colóides, matéria orgânica, silte, dificultam a passagem dos feixes de luz, indicando sua presença. A turbidez aumenta com a agitação da água, como em dias de vento, por exemplo, mas é facilmente removida pelo processo do tratamento. O pH tem uma diminuição devido à utilização de sulfato de alumínio e de cloro que proporcionam a acidificação da água, ele só não decai mais porque é adicionado cal na água para elevar a alcalinidade.

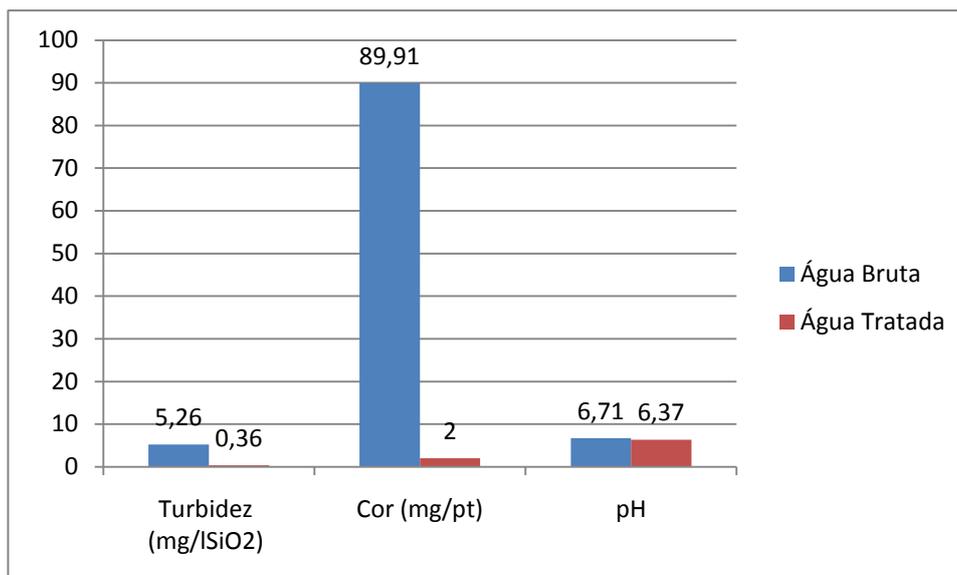


Figura 3. Características de Turbidez, cor e pH da água bruta e água tratada que serve para o abastecimento para o Município de Tramandaí.

5.2. QUALIDADE DA ÁGUA EM TRÊS ETAPAS: MANANCIAL, ESGOTO E EFLUENTES

A matéria orgânica é constituída de restos de plantas e animais mortos, que ainda não se decompuseram completamente, segundo Fiorutti & Benedetti Filho (2005). A maior parte de carbono orgânico na água é composta de substâncias húmicas; decerto modo, são de plantas degradadas, de materiais provenientes de animais e são resistentes à degradação microbiológica. As atividades fotossintéticas e as lixiviações dos solos contribuem com o carbono orgânico dissolvido no sistema aquático (McNEELY *et al.*, 1979; HUTZINGER, 1980/1986).

A água bruta possui um baixo teor de matéria orgânica, como mostra a figura 4, apresentada abaixo, característico desse manancial e de águas não tão poluídas por esgoto domésticos.

A água tratada e distribuída, utilizada pelo município de Tramandaí, passa a ser um efluente doméstico, com níveis extremamente altos de matéria orgânica, cerca de 8 vezes mais do que o teor natural. Na estação de tratamento de esgotos, os microorganismos decompõem essa matéria orgânica, reduzindo sua concentração, embora não chegando a atingir os níveis originais, observa-se que o tratamento do esgoto retira grande quantidade da matéria orgânica, restando cerca de 2 vezes o valor natural.

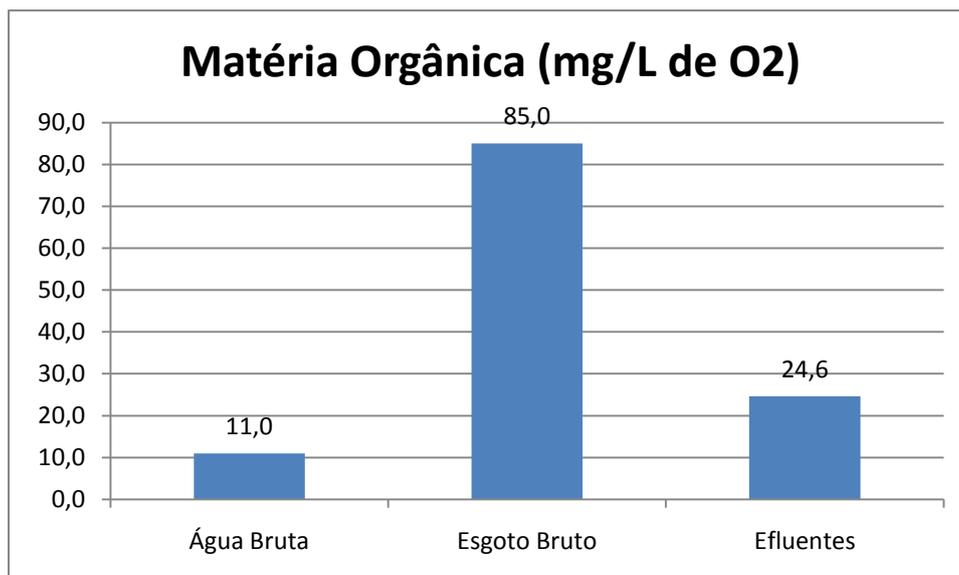


Figura 4. Concentração de matéria orgânica, em três etapas: água bruta, esgoto bruto e efluentes.

5.3. AVALIAÇÃO DA OSCILAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA BRUTA NO LOCAL DE CAPTAÇÃO, AO LONGO DO ANO.

5.3.1. Avaliação das concentrações de oxigênio dissolvido:

O oxigênio dissolvido na água é proveniente da absorção da atmosfera e dos processos de fotossíntese, realizado pelo fitoplâncton. A difusão de oxigênio da atmosfera para água depende da pressão parcial desse gás, pois sua concentração na atmosfera varia pouco. A pressão parcial do O₂ decresce com o aumento da altitude, e principalmente com o aumento da temperatura. Sais dissolvidos diminuem a solubilidade de oxigênio (FIORUTTI & BENEDETTI FILHO, 2005). Como este manancial não está conectado ao estuário, não tem variações significativas em sua salinidade. As oscilações do oxigênio dissolvido observadas no presente estudo, se devem a variações de temperatura, evidenciado pelo aumento de O₂ nos meses de inverno.

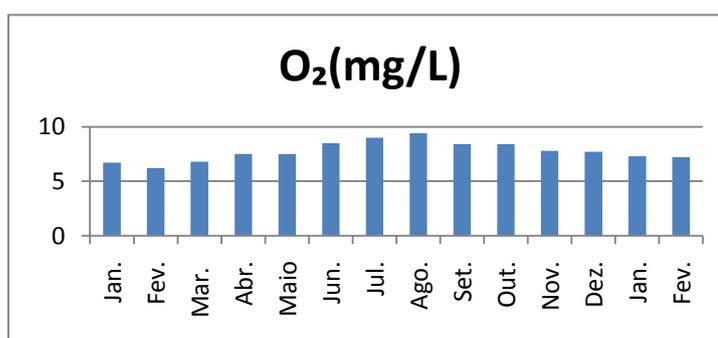


Figura 5. Concentração de O₂ dissolvido na água bruta

5.3.2. Variação da cor

A intensidade da cor, além das substâncias húmicas, depende da quantidade de substâncias coloidais dissolvidas, e estas são carregadas pelas chuvas. Portanto, os baixos índices de cor estão relacionados a períodos de estiagem, como mostra a figura 6. Dias e Lima (2004) referenciam em seu trabalho a influência da estiagem em baixos valores encontrados para a cor.

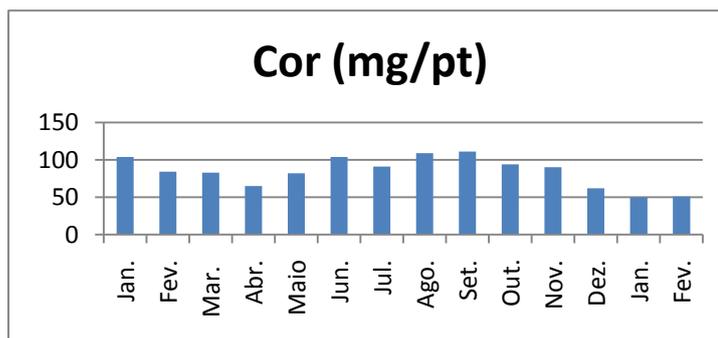


Figura 6. Cor da água bruta

5.3.3. Demanda Bioquímica de oxigênio

O aumento da solubilização de Oxigênio no inverno intensifica a decomposição aeróbia, diminuindo a matéria orgânica biodegradável, diminuindo a demanda bioquímica de oxigênio, como ressaltado na figura 7. Os baixos níveis de DBO_5 são devidos à qualidade ambiental da Laboa Emboabinha que não apresenta contribuição antrópica. Em lagoas do litoral norte, onde a influência da ação do homem é mais presente, Pedrozo & Rocha (2007) encontrou valores que variam de 4 a 11 $mg.L^{-1} O_2$, nas lagoas Marcelino e Peixoto. Já nas lagoas Pinguela, Palmital e Malvas os valores não foram maiores do que $1 mg.L^{-1}$.

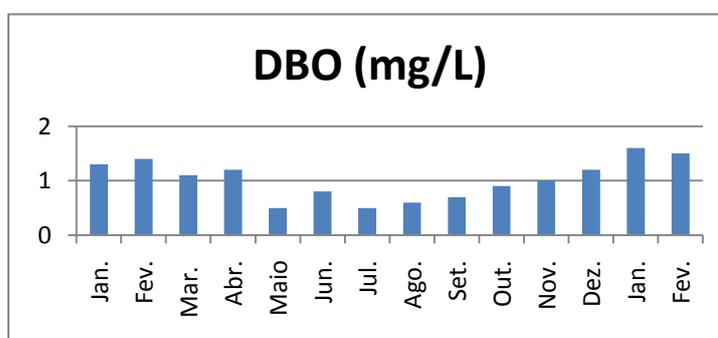


Figura 7. Demanda Bioquímica de oxigênio em água bruta

5.3.4. Matéria orgânica dissolvida

A água da chuva transporta a matéria orgânica para os corpos d'água, elevando esse índice nos períodos chuvosos. Isto pode ser observado na figura 8, apresentada a seguir. Como ressaltado anteriormente, a matéria orgânica observada neste corpo hídrico é baixa, evidenciando que não existe influência antrópica importante no seu entorno.

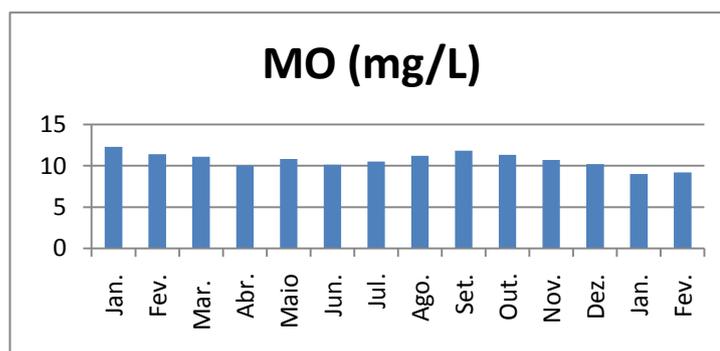


Figura 8. Matéria Orgânica em água bruta

5.4. Avaliação da oscilação da quantidade e das características físicas e químicas do esgoto produzido ao longo do ano.

5.4.1. Esgoto bruto

A figura 9 mostra as Demandas Bioquímica e Química de Oxigênio e Matéria Orgânica. A Demanda Bioquímica de Oxigênio consiste na quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica biodegradável. Já a Demanda Química de Oxigênio é a quantidade necessária para oxidar toda a matéria dissolvida, seja ela biodegradável ou não. É por isso que o valor da DQO normalmente se encontra mais elevado que o da DBO (FIORUCCI & BENEDETTI FILHO, 2005). A DQO está relacionada com a matéria orgânica total – não biodegradável e biodegradável. O teste de DQO é importante na medida da matéria orgânica em despejos que contenham substâncias tóxicas à vida, inclusive as bactérias e outros microorganismos que oxidam a matéria orgânica biodegradável. No presente estudo, observou-se maiores valores de DQO do que DBO para o esgoto bruto da ETE de Tramandaí. São valores extremamente elevados, característicos de esgotos e efluentes industriais.

Observa-se um incremento nas medidas nos meses relacionados aos períodos de temperaturas mais elevadas, que podem ser justificadas pelo aporte de esgotos gerados pela maior densidade populacional nestes meses.

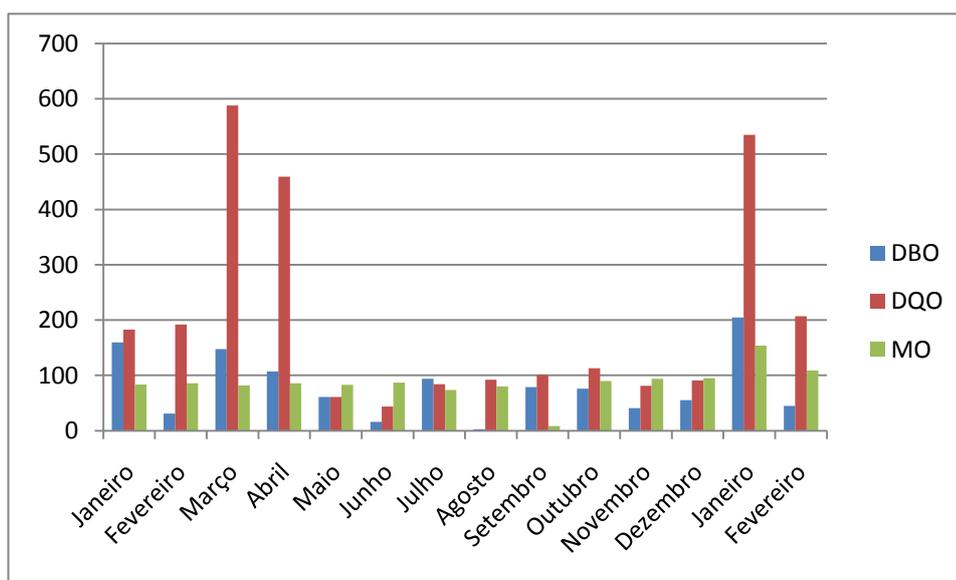


Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica (MO) em Esgoto Bruto

5.4.2. Esgoto Tratado

Embora as escalas das figuras 10 e 11 sejam diferentes, pode-se observar uma diminuição dos valores de DBO, DQO e Matéria Orgânica no esgoto tratado, como evidenciado na figura 8.

De acordo com Braga et al. (2005), as Estações de Tratamento de Esgoto têm como objetivo reduzir a carga poluidora dos esgotos sanitários antes de seu lançamento no corpo de água receptor. Parte do esgoto tratado da ETE de Tramandaí é lançado na Lagoa Custória e parte dele é infiltrado no solo. Os resultados apresentados demonstram que a estação de tratamento de esgoto de Tramandaí é eficiente na remoção da carga orgânica representada pela DBO, DQO e Matéria Orgânica, como apresentado abaixo, uma vez que os valores são bem menores do que aqueles mostrados na figura anterior.

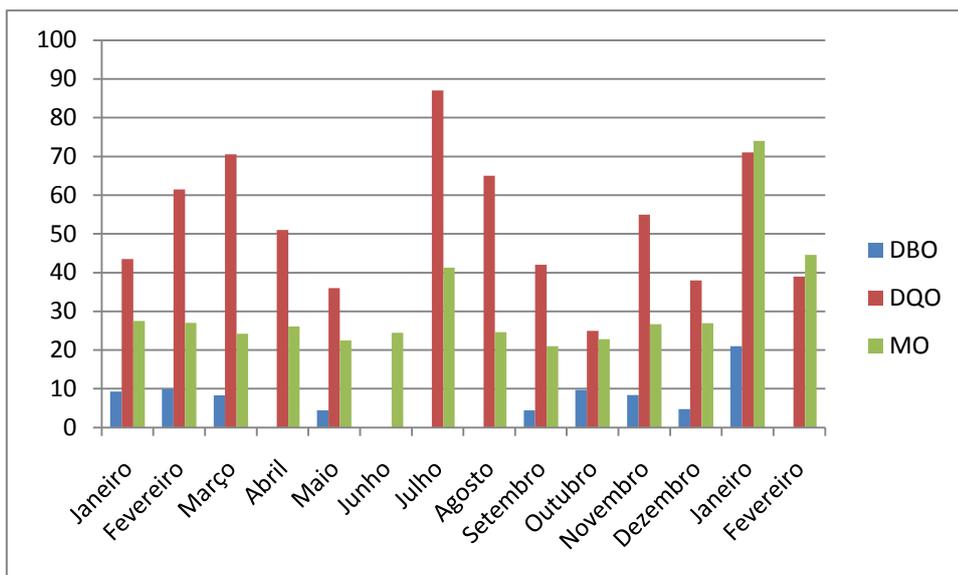


Figura 10. Demanda Bioquímica de Oxigênio(DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica (MO) em Efluentes (esgoto tratado).

5.4.3. Água do lençol freático

A água do lençol freático apresenta-se com uma qualidade um pouco melhor quando comparada com o esgoto bruto e tratado, como pode ser evidenciado nas figuras 11 e 12, apresentadas abaixo.

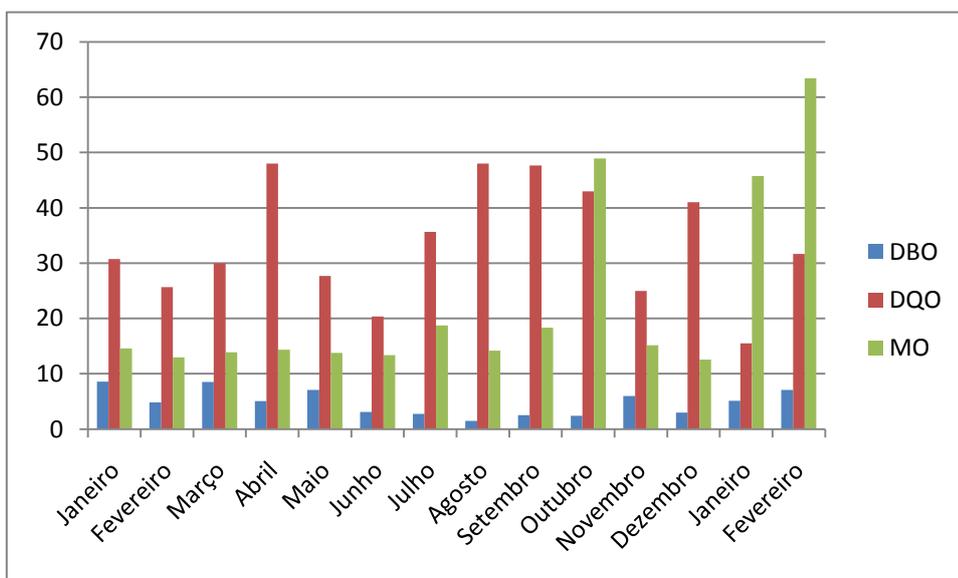


Figura 11. Demanda Bioquímica de Oxigênio(DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica (MO) água de lençol freático, proxima a zona de descarte de efluentes.

Os altos valores, principalmente de DQO e Matéria Orgânica, detectados para a água do lençol freático indicam contaminação deste recurso hídrico pelas infiltração das bacias da ETE.

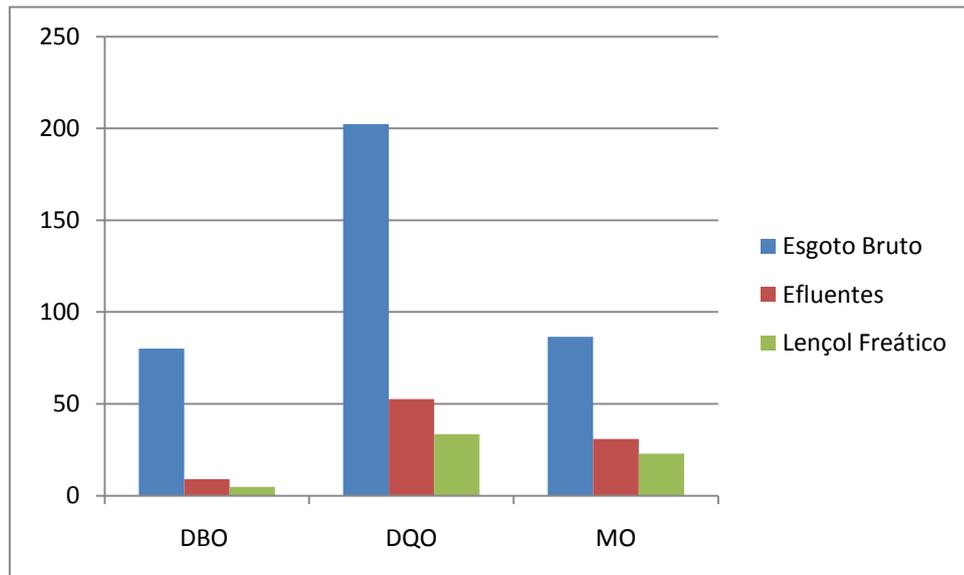


Figura 12. Demanda Bioquímica de Oxigênio(DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Matéria Orgânica (MO). Médias mensais de 2010, em Esgoto Bruto, Efluentes e Lençol Freático.

6. CONCLUSÕES

As análises referentes ao manancial de captação revelaram que suas águas apresentam excelente qualidade, provavelmente relacionadas ao fato de que a região ainda é pouco povoada e que a água da lagoa emboaba apresenta uma circulação constante. As oscilações dos parâmetros analisados se devem a fatores meteorológicos e climatológicos.

Os cálculos de vazão revelaram que a retirada de água da lagoa Emboaba, para fins de abastecimento humano, não acarretam grandes problemas ao manancial, pois o volume de retirada representa apenas 0,35% do de entrada.

O sistema de tratamento de água bruta para o abastecimento mostrou-se muito eficaz, em relação aos parâmetros analisados, pois reduz muito a cor e a

turbidez, o que indica que os processos de coagulação, floculação e filtração estão sendo eficientes.

Com relação ao pH, podemos dizer que a adição de cal tem sido adequado, pois este parâmetro mostra pouca variação mesmo após a adição de Sulfato de alumínio e cloro, que tendem a diminuir o pH.

O esgoto bruto mostra-se extremamente rico em matéria orgânica, características comuns neste tipo de efluente.

O esgoto tratado apresenta características físicas e químicas diferenciadas do esgoto bruto, evidenciando a eficiência do tratamento, principalmente na redução da Matéria Orgânica, DBO₅ e na redução da DQO.

As análises químicas realizadas nas águas do lençol freático mostram que a infiltração resultante do tratamento do esgoto influencia a qualidade da água subterrânea.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAL, L.L.; PANAROTTO, C.T.; FINKLER, R. Performance de um sistema de lagoas em clima subtropical. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, SC. 14 a 19 de Setembro. 2003.

BENTO, A.P.; RIBEIRO, L.F.; SARTORATO, J. Wastewater stabilization ponds: Florianópolis experience, south of Brazil. In: International Iwa Specialist Group Conference on Waste Stabilization ponds. Auckland, New Zealand: Pond Technology for the New Millenium, p.679-684. 2002.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2005.

CRITES, R. & TCHOBANOGLOUS, G..Small and Decentralized Wastewater Management Systems. Boston WCB, McGRAW-Hill, New York - 1998 - 1084p

DIAS, J.C. & LIMA, W.N. Comparação de Método para a determinação de Matéria Orgânica em Amostras Ambientais. Revista Científica da UFPA. <http://www.ufpa.br/revistaic> Vol. 4, abril 2004.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1988.

FALCO, P.B.; CALIJURI, M.C.; GRANADO, D.C.; HOEPPNER, A.F.; MIWA, A.C.P. Estudo da variação diária de parâmetros físico-químicos e biológicos em sistemas de lagoas de estabilização. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, SC. 14 a 19 de Setembro. 2003.

FIORUTTI, A.R.; BENEDETTI FILHO, E. a Importância do Oxigênio Dissolvido em ecossistemas aquáticos. Revista Química Nova na Escola, no. 22. 2005.

GOMES, L.A.; PEDROZA, M.M.; LIMA, M.G.S.; ARAÚJO, G.M.; SANTOS, F.F. Análises das concentrações de Nitrogênio Amoniacal e Ortofosfatosóúvel em um sistema de lagoas de estabilização em série, localizado no município de Juazeiro do Norte, Ce. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, SC. 14 a 19 de Setembro. 2003.

http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=1. Site visitado em 24.06.2011

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_471143.shtm. Site visitado em 24.06.2011

KONING, A.; CEBALLOS, B.S.O.; CAVALCANTI, L.E.G. Pre-evaluation of real scale WSP performance in Northeast of Brazil. In: International Iwa Specialist Group Conference on Waste Stabilization ponds. Auckland, New Zealand: Pond Technology for the New Millenium, p.61-68. 2002.

KOPITOPOULOS, D. Situación del tratamiento de águas residentes em America Central. In. Conferência Latino Americana em Lagunas de Estabilizacion y Reuso. 1., Santiago de Cali, Colombia: s.n., p.1-18. 2000.

McNEELY, R. N.; MEIMANIS, V. P.; DWYER, L. **Water Quality Sourcebook: A guide to water quality parameters.** Ottawa: Inland Water Directorate, Water Quality Branch, 1979.77p.

MANTILLA, M.G.; MOELLER, C.G.; FLORES, B.R. The performance of waste stabilization ponds system in Mexico. In: International Iwa Specialist Group Conference on Waste Stabilization ponds. Auckland, New Zealand: Pond Technology for the New Millenium, p.69-74. 2002.

MARA, D.D.; SILVA, S.F. Sewage treatment in waste stabilization ponds. Recent research in northeast Brazil. *Progress Water Technology*, 11: 341-34. 1979.

MARA, D.D.; PEARSON, H.W. Artificial freshwater environmental: waste stabilization ponds. *Biotechnology*, 8: 177-206. 1986.

MARA, D.D.; PEARSON, H.W. Design manual for waste stabilization ponds in Mediterranean Countries. European Investment Bank, Mediterranean Environmental Technic Assistance Programme. Leeds, England: Lagoons Tecnology International. 112p.

MENDONÇA, S.R. Lagoas de Estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos. João Pessoa, PB. 388p.

NASCIMENTO, J.R.S.; MONTEGGIA, L.O.; GOMES, R.J. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios em lagoas de alta taxa de produção de algas. XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental. Porto Alegre, Brazil. 2000.

PEDROZO, C.S.; ROCHA, O. Environmental Quality Evaluation of lakes in the Rio Grande do Sul Coastal Plain. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 50, 4:673-685. 2007.

SANGUINETTI, G.; INGALLINELLA, A.M.; FERNANDEZ, R.G. Evaluación de Sistemas de Lagunas de Estabilizacion em La Region Templada de Argentina. In. Conferência Latino Americana em Lagunas de Estabilizacion y Reuso. 1., Santiago de Cali, Colombia: s.n., p.74-84. 2000.

SOLDATELLI, V. F. Avaliação da Comunidade Fitoplanctônica em lagoas de estabilização utilizadas no tratamento de efluentes domésticos – Estudo de Caso – ETE UCS. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia – UFRGS. 2007. 182p.

VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Vol. 1. DESA – UFGM. 240p.

ZANETTI, P.H.; HECK, A.N.; LOPEZ, D.A.R. Sistemas de Tratamento de Efluentes Sanitários através de Bacias de Escoamento Superficial com Vegetais Fixos, Tipo Wetland, na ETE de TRAMANDAÍ, RS – Brasil. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, RS.