

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

FLÁVIO JOSÉ PEREIRA

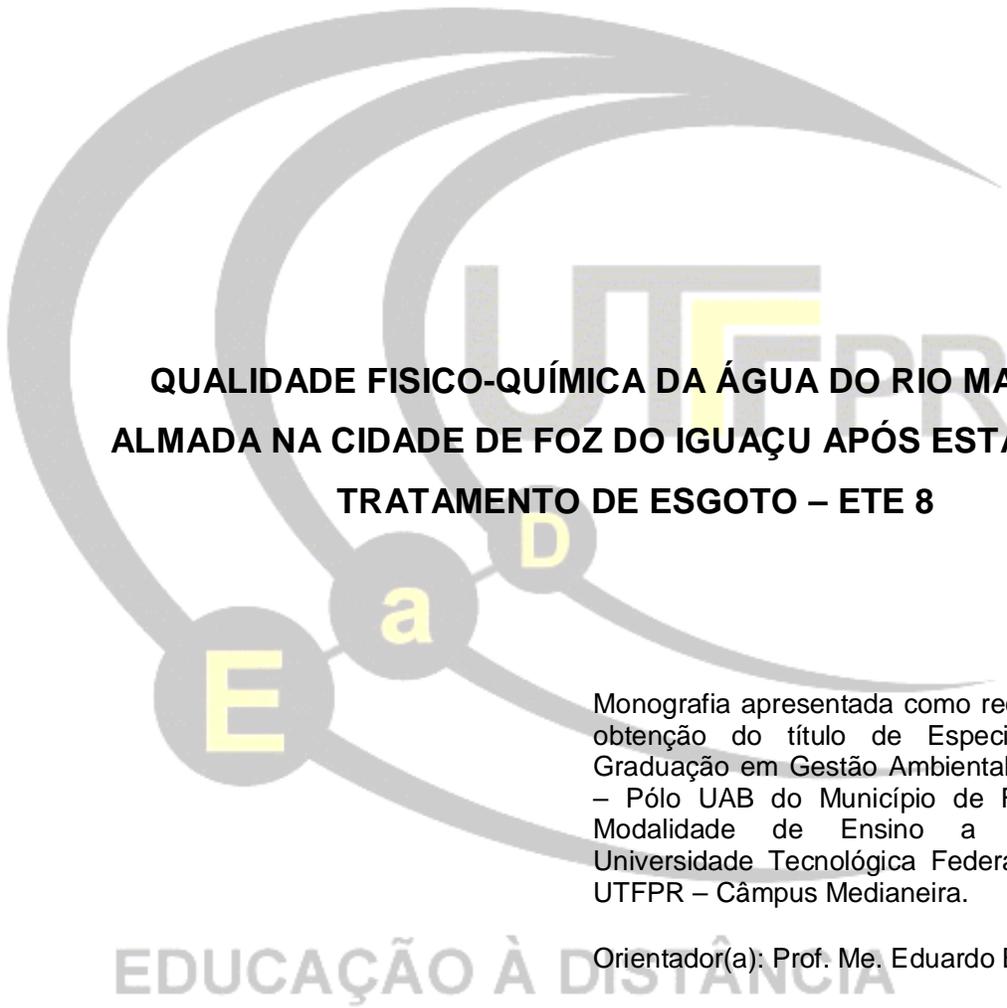
**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO MATHIAS
ALMADA NA CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU APÓS ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE 8**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2013

FLÁVIO JOSÉ PEREIRA



**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO MATHIAS
ALMADA NA CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU APÓS ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO – ETE 8**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo UAB do Município de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador(a): Prof. Me. Eduardo Borges Lied

MEDIANEIRA

2013



TERMO DE APROVAÇÃO

Qualidade Físico-Química da água do Rio Mathias Almada na Cidade de Foz do Iguaçu Após Estação de Tratamento de Esgoto – ETE8

Por

Flávio José Pereira

Esta monografia foi apresentada às 10:00 h do dia 05 de abril de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Pólo de Foz do Iguaçu, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Eduardo Borges Lied
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof^a. Dra. Michelle Budke Costa
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Dra. Angela Laufer Rech
UTFPR – Câmpus Medianeira

Dedico a Deus por sempre guiar meus passos.

Dedico a minha família a qual me baseio.

Dedico à esposa, filhas e amigos pela compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

A minha esposa Micheli, minhas filhas Letícia, Larissa e Lisiane, pois estive ausente em muitos momentos de pesquisa e estudo.

Ao meu orientador professor Me. Eduardo Borges Lied pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a todos os professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Ao amigo e colega Joeltom que me indicou, auxiliou e apontou a estação e os pontos na margem para as coletas no Rio Almada, bem como disponibilizou seu tempo em me acompanhar nesta etapa.

Agradeço a companheira de trabalho Roseli das Graças que diretamente me orientou nas análises laboratoriais e procedimentos das coletas.

Agradeço ao companheiro de trabalho Haroldo Virgílio que me auxiliou com as imagens.

Ao grupo de química da Itaipu Binacional que realizou as análises físico-química da água coletada e apresentada no trabalho.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

“Mantenha seus pensamentos positivos, porque seus pensamentos tornam-se suas palavras. Mantenha suas palavras positivas, porque suas palavras tornam-se suas atitudes. Mantenha suas atitudes positivas, porque suas atitudes tornam-se seus hábitos. Mantenha seus hábitos positivos, porque seus hábitos tornam-se seus valores. Mantenha seus valores positivos, porque seus valores... Tornam-se seu destino”. (MAHATMA GANDHI)

RESUMO

PEREIRA, Flávio José. Qualidade físico-química da água do Rio Mathias Almada na cidade de Foz do Iguaçu após estação de tratamento de esgoto – ETE 8. 2013. 46 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

Este trabalho teve como temática avaliar a qualidade físico e química da água do Rio Mathias Almada na cidade de Foz do Iguaçu-Pr que é tratada na estação de tratamento de esgoto denominada ETE 08 de responsabilidade da Sanepar. A água proveniente do tratamento foi comparada com duas outras amostras, uma jusante e a outra a montante do local despejado pelo tratamento. Os resultados obtidos na determinação dos parâmetros físico-química indicam que a água do tratamento está dentro de sua caracterização que é de águas doces de classe II, estando em conformidade com a resolução 357 do CONAMA. Após feito as comparações verificou-se que a demanda química de oxigênio (DQO) apresenta um teor mas baixo após as precipitações e que passado alguns dias o teor é nulo, este teor provavelmente se dá devido ligações clandestinas de águas pluviais jogadas diretamente ao esgoto sanitário. Este rio que em sua extensão é utilizado pela comunidade ribeirinha apresentou resultados considerados normais pois o mesmo recebe cargas diretas de poluição que em seu decorrer absorve garantindo a vida aquática e utilização humana.

Palavras-chave: Qualidade de água. Poluição. Tratamento de esgoto. Análise físico-química.

ABSTRACT

PEREIRA, Flávio José. Physico-chemical quality of water from the River Mathias Almada in Foz do Iguacu station after sewage treatment - ETE 8. 2013. 46 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

This study was to evaluate the quality thematic physical and chemical water Mathias Almada River in the city of Foz do Iguacu -PR which is treated in sewage treatment plant called ETE 08 SANEPAR responsibility . The water from the treatment was compared with Class II, one upstream and the other downstream of the place cleared by the treatment. The results obtained in the determination of physicochemical parameters indicate that water treatment is within your characterization that is freshwater class II and are in compliance with the Resolution CONAMA 357 . After done the comparisons it was found that the chemical oxygen demand (DQO) presents a content but low after precipitation and spent a few days the content is null , this content most likely is due to illegal connections rainwater moves directly to the sanitary sewer . This river in its extension is used by the riverside community showed normal results because it receives direct loads of pollution in their course absorbs ensuring aquatic life and human use .

Keywords: Quality of water. Pollution. Sewage treatment. Physico-chemical analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização Rio Mathias Almada e ETE 8	23
Figura 2 - Localização da ETE 8 no Município de Foz do Iguaçu	24
Figura 3 – Localização dos Pontos de Coleta no Rio Almada.....	25
Figura 4 - ETE 08 - Estação de Tratamento Três Lagoas.....	28
Figura 5 - Rio Mathias Almada antes da estação de tratamento.....	28
Figura 6 - Rio Mathias Almada antes da estação de tratamento e local da coleta de água.	29
Figura 7 - Água proveniente da estação de tratamento.	29
Figura 8 - Encontro do Rio Mathias Almada e da Água do Tratamento da ETE.	30
Figura 9 - Rio Mathias Almada à 50 metros após lançamento do tratamento da ETE.	30
Figura 10 - Recipientes para Coletas.....	31
Figura 11 - Valores médios e limites das análises do ponto A.	33
Figura 12 - Valores médios e limites das análises do ponto B.	33
Figura 13 - Valores médios e limites das análises do ponto C.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Metodologias de Análises Físico-Químicas.....	26
Tabela 2. Análise Físico-Químicas de Água Coletada nos Pontos A, B e C.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 ESGOTO SANITÁRIO.....	13
2.2 CARACTERIZAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO	14
2.3 QUALIDADE DA ÁGUA.....	15
2.4 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	16
2.4.1 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	17
2.4.2 POTENCIAL HIDROGÊNIONICO (pH)	17
2.4.3 TURBIDEZ	18
2.4.4 SÓLIDOS TOTAIS.....	19
2.4.5 CLORETOS.....	19
2.4.6 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	20
2.4.7 DUREZA.....	20
2.4.8 ALCALINIDADE.....	21
2.5 PROBLEMAS DA FALTA DE CONTROLE E TRATAMENTO NO LANÇAMENTO DE ESGOTO	21
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
3.1 LOCAL DA PESQUISA	23
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	24
3.3 AMOSTRAGEM.....	24
3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS	25
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	26
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	27
3.7 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ETE	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1 pH.....	34
4.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	34
4.3 CONDUTIVIDADE.....	35
4.4 DUREZA.....	35
4.5 ALCALINIDADE E ALCALINIDADE TOTAL.....	35
4.6 CLORETO.....	36

4.7 SÍLICA.....	36
4.8 DQO	36
4.9 SÓLIDOS TOTAIS.....	36
4.10 TEMPERATURA	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A água está em nosso entorno, imprescindível para a vida na Terra, maior componente das plantas e animais, incluindo o ser humano. Seja em forma de gelo, vapor, neblina, chuva ou no ar. Está nos rios, lagos, mares e nas calotas polares.

Como este recurso natural é finito, apresenta em sua característica alto poder de dissolução. A água quimicamente pura não existe na natureza por ser um ótimo solvente, daí é considerada como solvente natural, nunca é encontrada em estado de pureza. Sua capacidade de dissolução aumenta significativamente quando estão associadas ao O₂, CO₂ e outros gases. A água natural contém substâncias minerais que são características do solo por onde a mesma circula. Somente apresenta isenção de substâncias dissolvidas em estado gasoso.

A água apresenta como característica um alto poder de dissolução, diferenciando-se pelas características do solo da bacia hidrográfica, também atua como meio de transporte, em escoamento superficial e subterrâneo, permitindo que as características de um mesmo curso d' água alterem-se temporal e espacialmente (LIBANEO, 2008).

O reaproveitamento ou reuso de água, e comumente chamada de água residuária, não é um conceito atual e já vêm sendo praticado há muitos anos. Devido à demanda crescente por água, o reuso planejado é de supra importância. Desta maneira os esgotos tratados têm um papel importante no planejamento e gestão dos recursos hídricos. Ao se escoar águas de boa qualidade aos rios a água residuária contribui para a conservação do recurso.

O reuso apresenta consequência positiva, como redução de demanda sobre os mananciais de água potável por uma de qualidade inferior, isto em função da qualidade requerida e atendendo a disposição da legislação (CONAMA, 2005).

As águas residuais transportam quantidade apreciável de materiais poluentes que devem ser retirados, caso contrário podem prejudicar a qualidade das águas dos rios, comprometendo não só toda a fauna e flora destes meios, mas também, todas as utilizações que são dadas a estes.

O Rio Mathias Almada corta a cidade de Foz do Iguaçu-Paraná e é comumente chamado de Rio Almada, localizado na região norte onde sua nascente localiza-se no bairro Três Lagoas na mesma cidade, a água residuária que o rio

Almada recebe é proveniente de bairros situados em seu entorno com vazão aproximada de 15 m³/s, que após passar pela estação de tratamento de esgoto (ETE8 – Três Lagoas) é lançado ao rio que têm em sua extensão em torno de 9.580 metros até chegar ao leito do Rio Paraná.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo geral avaliar a qualidade físico-química da água do rio, após o lançamento da água residuária liberada pela ETE no Rio Mathias Almada, bem como verificar a capacidade do tratamento dado pela ETE e comparar sua qualidade da água conforme os valores limites permitidos pela legislação aplicável. O estudo visa dar respaldo ambiental no intuito de prevenir a degradação dos recursos existentes neste curso d'água e proteger a saúde da população ribeirinha que utiliza deste recurso como abastecimento e alimento.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESGOTO SANITÁRIO

De acordo com Neto (2011) a nomenclatura de esgoto, deriva da água após ser utilizada pelo ser humano, que devido a suas diferentes utilizações apresentam suas características alteradas conforme seu uso: doméstico, comercial ou industrial. O retorno destas águas residuais ao meio ambiente deve ser controlado e seguir legislação pertinente onde são tratadas e posteriormente lançadas ao corpo receptor, que pode ser aos rios, mares ou lagoas. Estas águas após tratamento são transportadas ao seu destino por canalizações projetadas na ETE.

As estações de tratamento de efluentes (ETEs) no Brasil em sua grande maioria têm sido projetadas com o intuito de remover sólidos sedimentáveis e matéria orgânica, onde apresentam falhas na remoção de nutrientes (fósforo e nitrogênio), que são responsáveis pela contaminação e deterioração dos recursos hídricos, onde acelera a eutrofização dos efluentes receptores (JORDÃO, 1995).

No que concerne às companhias de saneamento, o lançamento de esgoto doméstico bruto em corpos hídricos altera as características da água, a partir do ponto de lançamento, e compromete sua qualidade para consumo humano, ou, mesmo, para uso em atividades agropecuárias (Von Sperling, 2011).

Para se remover o nitrogênio das águas residuárias têm se utilizado em sua maioria o processo biológico de nitrificação e desnitrificação. A remoção de fósforo por via biológica ocorre quando micro-organismos específicos fósforo-acumuladores assimilam fósforo, o qual entra na composição de várias macromoléculas no interior das células, sendo armazenado como polifosfato. Para que esse fenômeno aconteça é necessário que os reatores biológicos apresentem zonas/fases anaeróbias-aeróbias. Na fase anaeróbia, os micro-organismos ficam sob intenso estresse podendo ocorrer a relargagem do fósforo acumulado nas células. Na fase aeróbia ocorre o consumo exagerado de fósforo pelos micro-organismos que foram submetidos ao estresse na fase anaeróbia (LAMEGO NETO, 2011).

De acordo com Sperling (1996) a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais, do uso e da ocupação do solo da bacia hidrográfica por atividades humanas neste último caso por interferência antrópica, quer de forma

concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, ou de forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO

Conforme Neto (2011) o conceito da palavra esgoto está para caracterizar os despejos das mais variadas utilizações como o uso doméstico, comercial, industrial, dentre outros efluentes sanitários. Os esgotos são classificados geralmente em dois grupos, em sanitários e industriais. Os sanitários constituídos de despejos domésticos, águas pluviais e de infiltração, já os industriais apresentam características próprias.

Os esgotos domésticos são constituídos de água de banho, fezes, urina, papel, restos de comida, detergentes, sabão, dentre outros. Os esgotos industriais provêm de qualquer processo industrial e que utiliza em sua produção a utilização de água. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares (JORDÃO, 1995).

Os esgotos apresentam características, sendo elas físicas, químicas e biológicas.

Características físicas: as características físicas dos esgotos apresentam os seguintes parâmetros: matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez.

Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A remoção da matéria sólida é fonte de uma série de operações unitárias de tratamento, ainda que represente apenas cerca de 0,08% dos esgotos (água compõe os restantes 99,92%) (JORDÃO, 1995).

Características químicas: a composição química presentes nos esgotos domésticos é variável, compreendendo hábitos da comunidade como principal fator. A variação da utilização de vários produtos de limpeza e das mais variadas fórmulas em suas composições, principalmente os detergentes.

Características Biológicas: os principais grupos de microorganismos encontrados nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e os grupos de plantas e animais. As bactérias são consideradas o elemento mais importante deste grupo de microorganismos, responsável pela decomposição e

estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas unidades de tratamento biológico.

2.3 QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água apresenta várias características, muita delas mensuráveis, conforme sua natureza química, física ou biológica. Trata-se de um recurso finito e comum a todos, devido a suas características as mesmas devem ser mantidas dentro de alguns padrões e limites conforme resolução nº 357 de 17/03/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

A água é considerada um solvente natural, além de solvente tem capacidade de transportar partículas, o que define o seu grau de pureza, pois dificilmente é encontrada totalmente pura.

O desenvolvimento social e econômico de qualquer país está fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de conservação e proteção dos mananciais. Uma das causas fundamentais do aumento de consumo de água e da rápida deterioração da qualidade é o aumento da população mundial e a taxa de urbanização (SILVA, 2003).

O ser humano atualmente consome muita água em relação aos outros bens e matérias-primas. Com a crescente demanda por água o fator qualidade passa a ser tão importante quanto o fator quantidade e disponibilidade. A qualidade das águas é um dos principais problemas a ser resolvido devido a ocorrências de diversas fontes poluidoras.

Para se garantir os parâmetros de qualidade, deve-se fazer monitoramento contínuo para sua avaliação. Devido à ação antrópica, a água sofre alterações físicas, químicas e biológicas, sendo que variações podem ocorrer no tempo e no espaço de forma elevada ou baixa.

Com base na resolução nº. 357 de 17/03/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente as águas doces, salobras e salinas no território nacional, são classificadas em treze classes de qualidade de acordo com seus usos preponderantes (CONAMA, 2005). As águas doces foram classificadas em cinco classes de qualidade, destacando-se neste estudo as águas doces de classe II, que, de acordo com a referida resolução podem ser destinadas aos seguintes usos:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário;
- 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;
- Aquicultura e atividade de pesca.
- A classe de qualidade é definida por um conjunto de condições e padrões de qualidade da água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros (CONAMA, 2005).

2.4 CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água se tornou uma questão de interesse para a saúde pública no final do século 19 e início do século 20. Anteriormente, a qualidade era associada apenas a aspectos estéticos e sensoriais, tais como a cor, o gosto e o odor. Métodos para melhorar o aspecto estético e sensorial da água já foram encontrados há 4.000 anos a.C. em documentos escritos em sânscrito. Entretanto, na Grécia antiga utilizavam-se técnicas como a filtração, a exposição ao sol e a fervura para melhorar a qualidade da água. Mesmo que motivados mais pela aparência turva que a água apresentava, os gregos apontavam empiricamente para a existência de relações causais entre água e enfermidades, como fez Hipócrates (Usepa, 1999).

Na atualidade, a Organização Mundial de Saúde (OMS) é a instituição que acompanha e recomenda os valores máximos permitidos, a partir dos estudos toxicológicos realizados em todo o mundo e publicados em diferentes revistas e eventos científicos especializados no tema. Alguns países, como os Estados Unidos, o Canadá, e a Comunidade Européia, apesar de se basearem também nas recomendações da OMS, estimulam pesquisas toxicológicas e bioensaios que, reciprocamente, acabam servindo de referência tanto para a OMS como para os demais países. Todas as normas de potabilidade no Brasil seguem basicamente os padrões recomendados pela Organização Mundial de Saúde no Guidelines for Drinking-Water Quality (WHO, 1996).

O modelo atual de urbanização tem resultado na geração de grandes quantidades de esgotos sanitários. Por essa razão, a inadequação dos sistemas de esgotamento sanitário é a principal causa de doenças e de poluição ambiental (Zhao *et al.*, 2010).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, de 2008, 44,8% dos municípios brasileiros não possuem rede coletora de esgoto doméstico e apenas 28,5% desses municípios dispõem de sistemas de tratamento de esgoto sanitário (IBGE, 2010).

2.4.1 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

Demanda química de oxigênio (DQO), é a quantidade necessária de oxigênio para oxidar a matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico. O aumento da concentração de DQO em um corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), onde se observa a biodegradabilidade de despejos. Como na DBO mede-se a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO, significa que mais biodegradável será o efluente (CETESB, 2013).

A DQO de amostras de águas residuárias pode ser determinada pelos métodos titulométrico e colorimétrico. A principal vantagem do método titulométrico é a possibilidade de sua utilização em amostras de elevada turbidez e cor residuais após a digestão com dicromato. Suas desvantagens incluem o consumo e preparo de agente titulante e indicador, o uso de vidraria adicional (erlemeyers e aparato de titulação), e a potencial relativização do ponto final da titulação, ou seja, cada analista pode ter uma percepção diferente do ponto de mudança de cor que determina o término da titulação com o sulfato ferroso amoniacal (AQUINO, 2006).

2.4.2 POTENCIAL HIDROGÊNIONICO (pH)

Sua influência nos ecossistemas aquáticos são relativos aos efeitos sobre a fisiologia das espécies. Outro efeito é o indireto, que em determinadas condições de

pH, apresenta precipitação de elementos químicos tóxicos como exemplo os metais pesados, podendo apresentar também efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. Desta forma, apresenta restrições de faixas que são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais de acordo com a legislação.

Conforme Weinstein (1997) o pH é definido como concentração de íons hidrogênio presentes em uma solução, sendo que quando igual ao logaritmo negativo (10^{-7}) é classificado como neutro, pois permite que os íons hidrogênio sejam neutralizados pelos íons hidroxila.

Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9. Nos sistemas biológicos formados nos tratamentos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo de tratamento. Normalmente, a condição de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios. Nos reatores anaeróbios, a acidificação do meio é acusada pelo decréscimo do pH do lodo, indicando situação de desequilíbrio. A produção de ácidos orgânicos voláteis pelas bactérias acidificadoras e a não utilização destes últimos pelas metanobactérias, é uma situação de desequilíbrio. O decréscimo no valor do pH, que a princípio funciona como indicador do desequilíbrio (CETESB, 2013).

2.4.3 TURBIDEZ

A determinação da turbidez permite evidenciar alterações na água. A água que possui turbidez faz com que as partículas em suspensão reflitam a luz, fazendo com que a esta não chegue aos organismos aquáticos. Para Santos (2007) alguns vírus e bactérias podem se alojar nas partículas em suspensão, se protegendo da ação de desinfetantes, passando a turbidez a ser considerada também sob o ponto de vista sanitário.

A turbidez é o grau de atenuação de uma amostra de água de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido presença de sólidos em suspensão como argila, areia e silte e também partículas orgânicas como plâncton, algas e bactérias.

Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por

sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2013).

2.4.4 SÓLIDOS TOTAIS

Correspondem a toda matéria que se encontra na água de saneamento como resíduo, após evaporação e secagem em temperatura e tempo pré-estabelecido. Nesta fase define as diversas frações de sólidos presentes na água, onde se apresentam como sólidos totais em dissolvidos, fixos, suspensão e volúteis. Sua classificação é determinada utilizando-se de balança analítica ou de precisão por meio de sua gravimetria.

Em estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações de concentração das frações de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição das partículas com relação ao tamanho e natureza.

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Podendo sedimentar no leito dos rios causando destruição dos organismos que fornecem alimentos aos peixes.

Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas (CETESB, 2013).

2.4.5 CLORETOS

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas, oriundo da percolação da água através de solos e rochas. Nas águas superficiais, são fontes importantes de cloreto as descargas de esgotos sanitários. Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloreto elevadas como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes dentre outras. Nas águas tratadas a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água. O cloreto não apresenta toxicidade ao ser humano, exceto no caso da deficiência no metabolismo de cloreto de sódio. A concentração de cloreto em águas de abastecimento público

constitui um padrão de aceitação, já que provoca sabor “salgado” na água (CETESB, 2013).

2.4.6 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica da água representa em síntese a facilidade ou a dificuldade de passagem da eletricidade, ou seja, o poder de conduzir corrente elétrica. Depende praticamente de concentrações iônicas e da temperatura que indica quantidade de sais existentes na coluna d'água e representa uma medida indireta da concentração de poluentes.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2013).

2.4.7 DUREZA

Sais minerais são encontrados dissolvidos na água, que apresenta dependendo da região variações de composição e sabor. A concentração de íons dissolvidos na água é expressa em termos de concentração de carbonato de cálcio (CaCO_3) e denominada dureza.

A dureza pode ser classificada como dureza carbonato ou dureza não carbonato, dependendo do ânion com o qual ela está associada. A dureza carbonato corresponde à alcalinidade, estando portanto, em condições de indicar a capacidade de tamponamento de uma água. A dureza de uma água pode ter origem natural ou antropogênica (UNICAMP, 2008).

A toxicidade de várias substâncias e elementos varia de acordo com o grau de dureza da água. Existem indicações, por exemplo, de que a toxicidade dos metais pesados é tanto menor quanto maior a dureza da água (CETESB, 2013).

2.4.8 ALCALINIDADE

A alcalinidade total de uma água é dada pelo somatório das diferentes formas de alcalinidade existentes. A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento (FUNASA, 2009).

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Constitui-se, portanto, em uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água.

A alcalinidade é devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Valores muito elevados de alcalinidade podem ser indesejáveis em uma água a ser utilizada para fins industriais, uma vez que podem ocasionar problemas de formação de depósitos e corrosão, de acordo com a utilização desta água (CETESB, 2013).

2.5 PROBLEMAS DA FALTA DE CONTROLE E TRATAMENTO NO LANÇAMENTO DE ESGOTO

A água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades, sejam domésticas, comerciais ou industriais. Estas atividades geram poluentes característicos e que têm implicação direta na qualidade do corpo receptor. A poluição hídrica pode ser de origem física, química ou biológica.

A contaminação ou poluição dos recursos hídricos é um assunto muito sério, ocasionando diversos problemas ambientais como: doenças, desvalorização dos imóveis, diminuindo ou até mesmo acabando com a vida nos rios e oceanos.

Desta maneira é muito importante que um sistema de esgotamento sanitário realize no seu conjunto de instalação a perfeita coleta, transporte, tratamento e uma correta disposição das águas residuárias.

O esgoto é composto praticamente de água, uma pequena parte de materiais sólidos e micro-organismos. Estes materiais sólidos e micro-organismos presentes no esgoto que provocam a poluição hídrica, fazendo se necessário tratamento prévio

antes de seu lançamento no corpo d'água receptor. Já os materiais sólidos nos esgotos podem ser de origem orgânica ou inorgânica. Os micro-organismos encontrados nos esgotos são os vírus, protozoários, bactérias e os helmintos. Mas dentre estes o que predomina os esgotos são as bactérias que consome oxigênio e que é responsável pela decomposição da matéria orgânica.

Os esgotos se não receberem o devido tratamento podem transmitir doenças das mais variadas formas como:

- Contato direto da pele com a água contaminada ou solo contaminado por esgoto;
- Ingestão de alimentos irrigados com água contaminada por esgoto;
- Ingestão de alimentos contaminados por vetores ou ingestão de alimentos manuseados sem higienização.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada no município de Foz do Iguaçu, que se situa no sudoeste do estado do Paraná a uma latitude $25^{\circ} 32' 49''$ S e longitude $54^{\circ} 35' 18''$ W, possui uma altitude de 174 metros, sua área é de $617,7 \text{ Km}^2$, e possui segundo o censo do IBGE realizado em 2010, uma população de 256.088 habitantes, sendo que 99,17 % residem na área urbana. A temperatura média anual deste município é de $20,4^{\circ}\text{C}$, e a precipitação anual média de 1800 mm (IBGE, 2010).

A pesquisa será feita no Rio Mathias Almada no município de Foz do Iguaçu, as coletas serão realizadas antes e após tratamento do esgoto. Este rio é classificado conforme CONAMA (2005) em classe II e definido pelo Comitê da Bacia do Paraná 3, onde é destinado ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; 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.

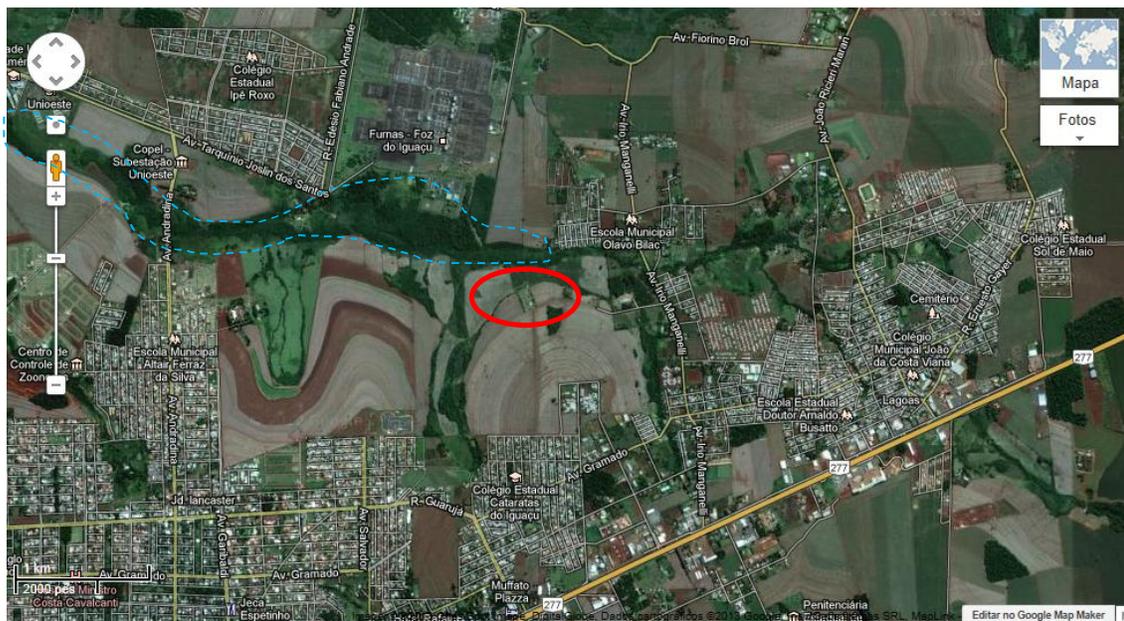


Figura 1 - Localização Rio Mathias Almada e ETE 8

Fonte: Google maps (2013).



Figura 2 - Localização da ETE 8 no Município de Foz do Iguaçu

Fonte: Google maps (2013).

3.2 TIPO DE PESQUISA

Para a realização desta pesquisa utilizou-se a técnica de Pesquisa Experimental, com coleta de água e posterior análise das amostras em laboratório, de forma a obter informações a respeito da água residuária, por meio de indicadores ambientais como qualidade da água antes e após o despejo.

3.3 AMOSTRAGEM

As coletas das amostras seguiram os procedimentos descritos por CETESB (1987).

Realizou-se o monitoramento da qualidade da água do rio Mathias Almada em pontos a jusante do lançamento do esgoto tratado pela ETE 8, verificando desta forma, seu correto sistema de tratamento, por meio de: Demanda química de oxigênio (DQO), Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Turbidez, Sólidos totais, Cloretos, Condutividade elétrica, Dureza e Alcalinidade.

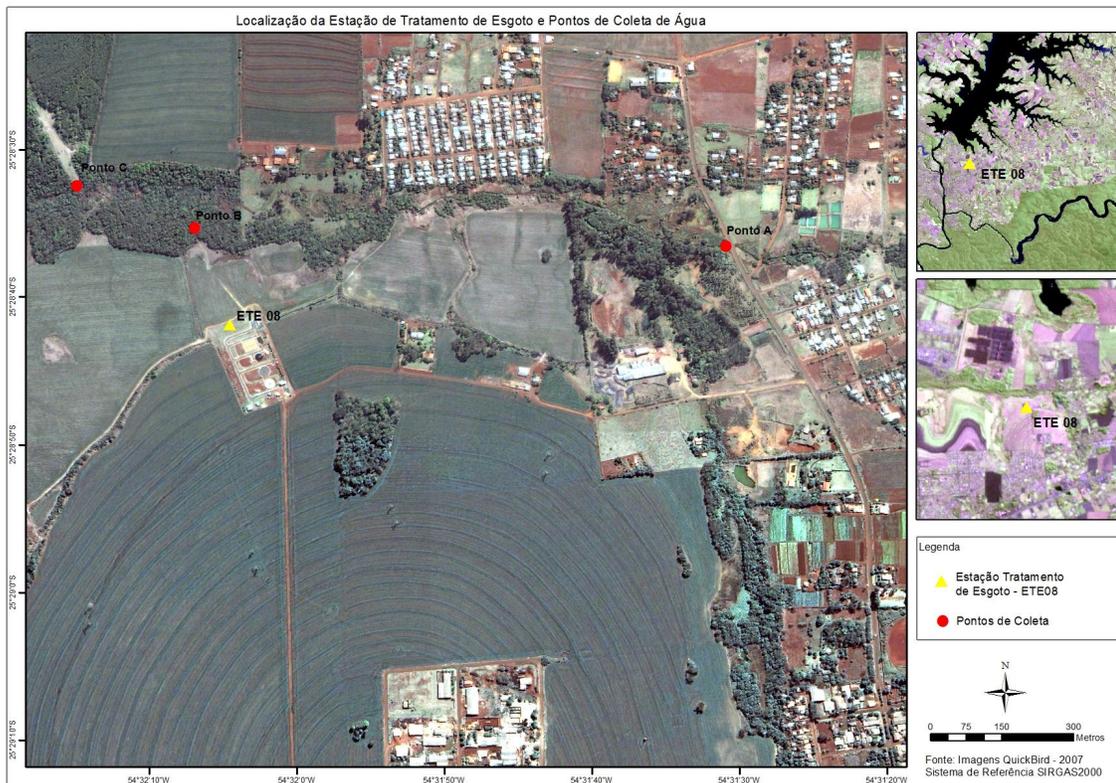


Figura 3 – Localização dos Pontos de Coleta no Rio Almada

Fonte: Imagens QuickBird (2007).

3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a realização desta pesquisa utilizou-se a técnica de Pesquisa Experimental com a coleta de água, e posterior análise das amostras em laboratório. Os pontos de coletas foram definidos e localizados próximos a ETE (Figura 3):

- A montante da estação, em torno de 100 metros e definida como sendo a coleta A;
- Saída da estação (ponto de lançamento do esgoto) e definida como coleta B;
- A jusante do ponto de lançamento, em torno de 50 metros após a saída e definida como coleta C.

Foram realizadas as seguintes análises conforme procedimentos de análise de água da Cetesb (2010) onde as mesmas foram realizadas no laboratório Eletro-

Eletrônico e Químico da Itaipu Binacional. Os respectivos métodos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Metodologias de Análises Físico-Químicas.

Parâmetro	Método
DQO	Titulometria ¹
pH	Potenciometria ²
Temperatura	Termômetro ³
Turbidez	Aparelho nefolométrico ⁴
Sólidos Totais	Cálculos de condutividade ¹
Cloretos	Titulometria ¹
Condutividade Elétrica	Condutivímetro de eletrodo ⁵
Dureza	Titulometria ¹
Alcalinidade total	Titulometria ¹
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro portátil ⁶

Fontes:

¹ De acordo com os procedimentos constantes no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998);

² Utilizado o pHmetro digital de bancada da marca Mettler Toledo (Modelo 340);

³ Utilizado o Termômetro digital de bancada da marca Thermo Orion (Modelo 130A);

⁴ Utilizado o aparelho de bancada Spectrophotometer da marca Hach (Modelo DR2000);

⁵ Utilizado o condutivímetro de bancada da marca TecnoPON (Modelo mCA 150P);

⁶ Utilizado o Orbisphere de bancada da marca Hach (Modelo 3650);

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A precisão e exatidão das análises dos dados estão, além de outros fatores, ligadas ao uso adequado do material de vidro dentro do laboratório. Portanto, se faz necessário seguir regras internas de limpeza e qualidade, onde toda a vidraria esteja perfeitamente limpa, livre de impurezas, tais como sabões, detergentes e outros produtos que possam ficar aderidos às paredes dos recipientes no auxílio das análises dos materiais, alterando assim os valores das amostras.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para o trabalho foi definido análise estatística dos dados, sendo feita a média aritmética e o Desvio Padrão.

A média aritmética é obtida de um conjunto de dados, onde o valor obtido é gerado somando-se todos os elementos do conjunto e dividindo-se a soma pelo número total de elementos. Abaixo a fórmula utilizada:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

O desvio-padrão é definido como uma medida da magnitude do espalhamento ou dispersão dos dados em relação à média da série. A expressão para o cálculo do desvio-padrão amostral (s) é dada pela formula:

$$s = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

onde x_i é cada elemento do conjunto de dados, \bar{x} é a média do conjunto e n é o número total de elementos.

3.7 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ETE

A ETE 08 - Três Lagoas (Figura 5) foi inaugurado em 26 de junho de 2006, garantindo a população em seu entorno tratamento adequado e de qualidade. A estação recebe em torno de 40 m³/h de esgoto. A estação trabalha 24 horas por dia e possui em seu tratamento as seguintes operações:

- Filtração grossa;
- Sedimentação primária;
- Filtração;
- Tanque de Aeração;
- Sedimentação final;
- Cloração.



Figura 4 - ETE 08 - Estação de Tratamento Três Lagoas.

Uma das principais preocupações com a instalação de uma estação de tratamento de esgoto é a relação aos recursos hídricos e seu correto despejo. Este trabalho buscou avaliar a qualidade da água pós tratamento da estação. Para uma análise visual mais detalhada foram realizadas alguns registros fotográficos de ambientes próximos a estação, na figura 6 e figura 7 tem-se o local da coleta antes da estação e localizada aproximadamente 100 metros do local do despejo.



Figura 5 - Rio Mathias Almada antes da estação de tratamento.



Figura 6 - Rio Mathias Almada antes da estação de tratamento e local da coleta de água.

Na figura 7 tem-se o local da coleta proveniente das tubulações da estação de tratamento, que percorre pela terra até alcançar o leito do rio.



Figura 7 - Água proveniente da estação de tratamento.

Na figura 8 o local de encontro entre o leito do Rio Mathias Almada e a água proveniente do tratamento da estação.



Figura 8 - Encontro do Rio Mathias Almada e da Água do Tratamento da ETE.

Na figura 9 tem-se o local da coleta a 50 metros após a confluência do esgoto tratado da ETE com o Rio Almada. Neste local, ribeirinhos utilizam para pesca e diversão, com retirada de parte da mata ciliar.



Figura 9 - Rio Mathias Almada à 50 metros após lançamento do tratamento da ETE.

O próximo passo foi análise da água coletada. As coletas foram definidas em três pontos: A, B e C. A figura 10 apresenta os recipientes utilizados para a coleta, estes foram lavados com solução de água destilada e reutilizados. Ao se fazer a

coleta eram lavados com água do rio a ser coletada para evitar qualquer tipo de contaminação.



Figura 10 - Recipientes para Coletas.

Todas as águas coletadas não apresentaram cheiro, mas com algumas partículas sólidas e matéria orgânica.

Depois de feita a coleta nos pontos relatados, o material foi encaminhado ao laboratório para análise. Quando a coleta foi realizada no fim de semana a mesma foi colocada em refrigerador para manter suas características.

Os dados obtidos com os ensaios das análises físico-químicas das águas coletadas no Rio Mathias Almada encontram-se registrados na tabela 2, foram realizadas nove amostras por ponto e intervalo de dois em dois dias começando no dia 21 de outubro de 2013 e se encerrou no dia 08 de novembro de 2013.

As amostras coletadas de número 1 a 4 foram realizadas pós precipitações, já as amostras 5 até a 9 foram coletadas sem precipitações em seu intervalo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse estudo foram avaliadas as condições físico-químicas das amostras coletadas, verificando sua média e seu desvio padrão. Desta maneira ao analisar os resultados percebe-se que o Rio Mathias Almada ao receber cargas do esgoto tratado não apresentou alterações significativas nas condições de qualidade da água, tanto em época de precipitação quanto em tempo de estiagem.

A vazão do rio Mathias Almada medido pela estação de hidrologia da Itaipu Binacional é entorno de 105 m³/s, já a ETE08 possui uma capacidade de vazão de projeto de 30 m³/s, e atualmente possui uma vazão média de despejo de 15 m³/s.

Os dados estão apresentados na Tabela 2, esses resultados correspondem às análises Físico-Químicas do Ponto A, localizado acima da estação, na sua montante a 100 metros de distância do lançamento; Ponto B, após a saída da estação de tratamento e que é lançada na superfície do solo até alcançar o leito do rio. Já o Ponto C, após o lançamento, ou seja, a jusante da recepção do tratamento da estação e sua coleta foi realizada a 50 metros do ponto de recepção do rio.

Tabela 2. Análise Físico-Químicas de Água Coletada nos Pontos A, B e C.

Análises	Ponto A		Ponto B		Ponto C	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
pH	6,6	0,1	6,4	0,2	6,7	0,1
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2	1	2	1	3	1
Condutividade (uS/cm)	100	9	23	3	155	13
Dureza (mg/L)	35	5	12	4	24	7
Alcalinidade (mg/L)	1,4	0,1	1,2	1,8	4,8	6,8
Alcalinidade Total (mg/L)	28	3	12	1	49	6
Cloreto (mg/L)	10,2	1,6	3,4	1,1	14,2	1,5
Sílica (ppm)	12,4	4,4	11,6	4,8	15,4	0,9
DQO (mg/L)	2	2	3	3	4	4
Sólidos Totais (mg/L)	66	8	15	1	103	9
Temperatura (°C)	25	1	25	1	25	1

Os resultados encontrados para oxigênio dissolvido apresentados na Figura 11, Figura 12 e Figura 13 estão abaixo do limite inferior especificado pela resolução CONAMA (2005) que para esta grandeza especifica um limite inferior de 5 mg/L. Com relação aos demais parâmetros pode se observar que encontram se dentro dos limites, considerando as amostras normais.

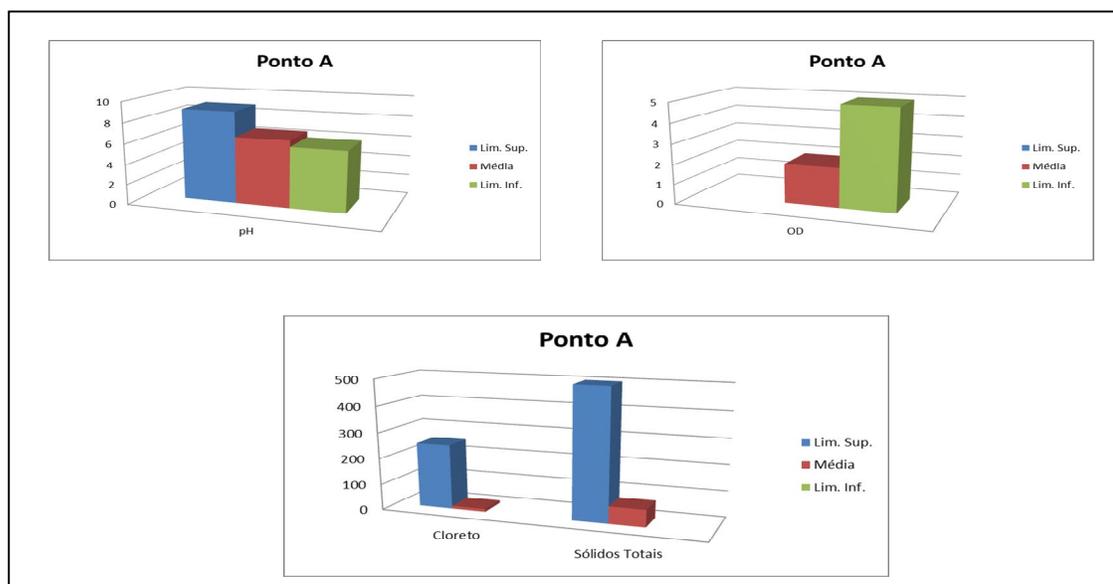


Figura 11 - Valores médios e limites das análises do ponto A.

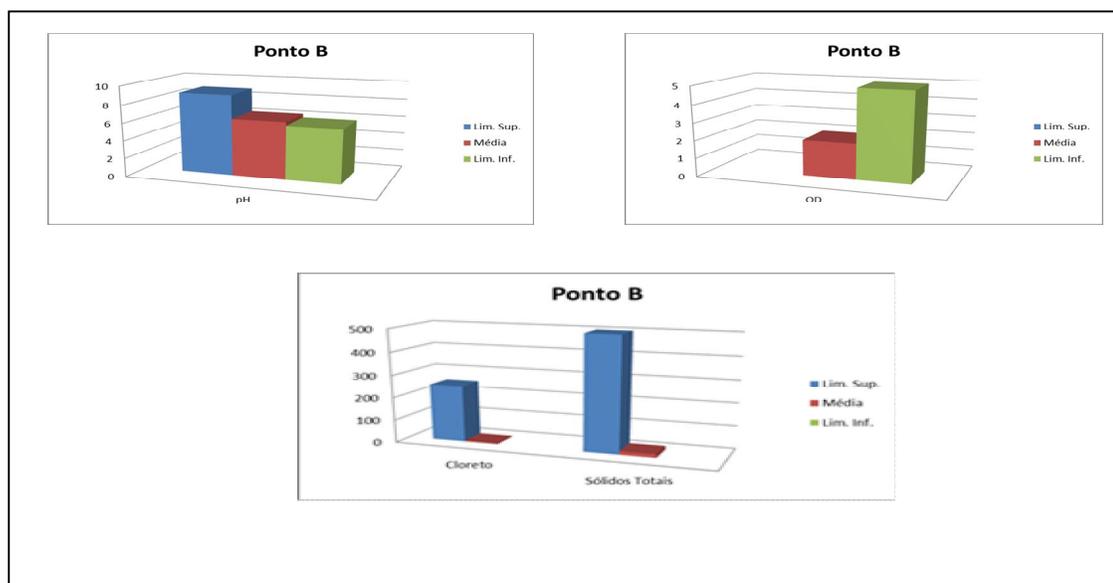


Figura 12 - Valores médios e limites das análises do ponto B.

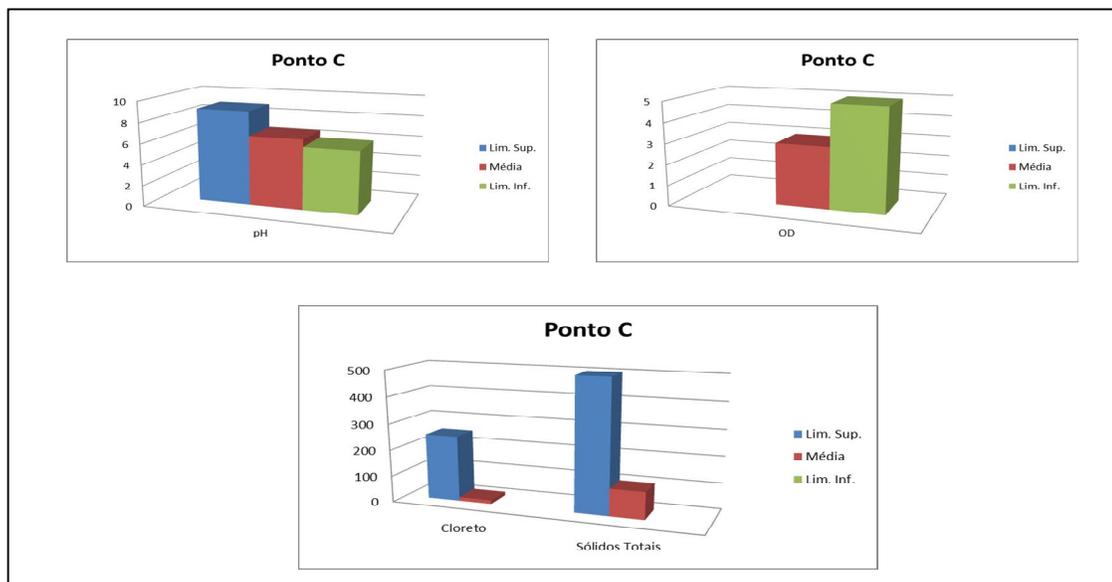


Figura 13 - Valores médios e limites das análises do ponto C.

4.1 pH

Segundo a resolução 357 do CONAMA (2005), é estabelecido que o valor de pH não deve ser inferior a 6 e superior a 9 em águas doces classes I, II, III e IV. Desta forma as análises realizadas de pH situaram-se nesta faixa, atendendo ao enquadramento estabelecido pelo Comitê da Bacia do Paraná 3 de classe II. As amostras apresentaram pH com índice mais alto no ponto C com valor médio de 6,7, indicando que o rio Mathias Almada apresenta condições de pH praticamente neutro.

4.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Uma das análises feitas e muito importante para a vida aquática de um rio é o teor de oxigênio dissolvido. O oxigênio dissolvido é empregado como padrão de classificação para águas doces conforme CONAMA (2005), que estabelece concentração desse parâmetro para classe II não pode ser inferior a 5 mg/L.

Em todas as análises feitas, foram constatados valores de oxigênio dissolvido inferiores aos determinados pela resolução CONAMA 357. Conclui-se que para esses valores os usos previstos para os corpos de água classe II podem ser

seriamente comprometidos, principalmente com relação à proteção das comunidades aquáticas.

4.3 CONDUTIVIDADE

A Resolução do CONAMA (2005) não estabelece limites inferiores e nem superiores de concentração para condutividade elétrica. No entanto, ressalta-se a importância de seu controle e monitoramento com o objetivo de estimar a influência dos despejos de esgoto na qualidade da água do rio.

A condutividade elétrica da amostra da saída estação de tratamento apresentou relativamente um valor baixo de condutividade, enquanto que o leito do rio apresentou um valor alto em relação ao ponto B. Percebe-se que há uma variação discreta após a mistura do tratamento e do corpo receptor, com valor observado de 155 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no ponto C.

4.4 DUREZA

Os valores de dureza que diretamente estão relacionados com os íons de magnésio e cálcio presentes nas águas, apresentam valores de 35 mg/L, 12 mg/L e 24 mg/L, para as amostras A, B e C, respectivamente.

Nota-se que a água do leito do rio apresenta uma dureza superior que a da água proveniente do tratamento, desta maneira percebe que o tratamento está sendo eficaz e não altera a qualidade da água do rio após despejo do tratamento em seu leito.

4.5 ALCALINIDADE E ALCALINIDADE TOTAL

A Resolução CONAMA (2005) não apresenta especificações para este parâmetro. Em relação à alcalinidade total, as amostras coletadas no rio apresentaram valores superiores as coletas do tratamento da ETE e o mesmo acontecem com a alcalinidade que são diretamente proporcional. As amostras apresentaram níveis de alcalinidade total com média para as amostras A de 28 mg/L e desvio padrão de 3 mg/L, as amostras B indicaram valor médio de 12 mg/L e

desvio padrão de 1 mg/L, já as amostras C apresentaram valor médio de 49 mg/L e desvio padrão de 6 mg/L.

4.6 CLORETO

As amostras apresentaram níveis de cloretos abaixo do limite superior de enquadramento para classe II, o qual prevê um valor máximo de 250 mg/L. Desta maneira, os valores atendem ao exigido pela legislação, de modo que os usos previstos para esta bacia não sejam restringidos do ponto de vista deste parâmetro.

4.7 SÍLICA

A Resolução CONAMA (2005) não apresenta especificações para sílica. Os resultados da análise de sílica evidenciam que os valores são similares. A amostra A apresentou valor médio de 12,4 ppm, a amostra B valor médio de 11,6 ppm e amostra C valor médio de 15,4 ppm. Pode-se afirmar que o lançamento de esgoto não representa em alterações significativas à qualidade da água.

4.8 DQO

A Resolução CONAMA (2005) não apresenta especificações para este parâmetro. A DQO que é um parâmetro indireto de presença de matéria orgânica e demonstrou em suas análises valores baixos, apresentando desta forma, baixa contaminação, devido tanto ao tratamento realizado pela estação quanto a educação ambiental dos ribeirinhos a montante do rio. Desta forma suas médias e desvios padrões são bem próximos, demonstrando que após intempérie é baixa, e basicamente nula em época de seca.

4.9 SÓLIDOS TOTAIS

O parâmetro sólidos totais é utilizado como padrão de classificação para águas naturais conforme resolução CONAMA (2005), não podendo ser superior a 500 mg/L para as classes I, II e III.

Os valores encontrados após análise mostraram que os mesmos estão inferior ao limite estabelecido na resolução e dentro da classificação que o rio Mathias Almada esta inserido de classe II.

4.10 TEMPERATURA

A temperatura da água não é parâmetro de classificação para águas naturais, segundo a resolução CONAMA (2005).

A partir deste parâmetro chega-se a conclusão de que o esgoto não acarreta nenhuma alteração, todas as amostras apresentaram temperatura de 25°C.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo conclui-se que a qualidade do efluente está diretamente relacionada ao sistema de tratamento aplicado da ETE 08, os resultados das amostras coletadas dos parâmetros analisados em laboratório estão influenciados diretamente pelo despejo realizado pelo sistema. Desta maneira é importante monitorar e diagnosticar a qualidade dos efluentes a serem lançados, para assim então verificar a eficiência do tratamento da estação.

Quanto aos parâmetros analisados, suas características físico-químicas encontram-se em sua maioria de acordo com a resolução 357 do CONAMA, para lançamento de efluentes ou valores máximos permitidos à classe do rio receptor, e apresentaram resultados satisfatórios. O parâmetro oxigênio dissolvido apresentou valores fora do que estabelece a resolução, podendo afetar a vida aquática do rio. As análises foram realizadas com intuito de avaliar a mistura da água do tratamento com o rio, percebe-se que a estação está cumprindo com as normas ambientais, devolvendo ao meio ambiente por meio do leito do rio Almada uma água tratada dentro dos padrões estabelecidos na legislação de águas doces de classe II.

Um ponto relevante observado está relacionado as condições climáticas de intempérie e seca, pois nas primeiras quatro coletas das amostras, foram realizadas as análises após chuvas, onde os valores de DQO apresentaram valores baixos mais consideráveis em relação aos dias secos, o que comprova que quando há presença de intempérie, a população usuária do esgoto sanitário, utilizam este para escoamento pluvial.

O monitoramento do sistema de tratamento por meio de análises físico-químicas mostrou-se necessário e importante, desta forma indica que o tratamento realizado pela empresa responsável está sendo eficaz nos parâmetros estudados, contribuindo desta forma para correta manutenção da qualidade no corpo receptor.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação e enquadramento dos corpos de água.** Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 15 de maio de 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Disponível Em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>>. Acessado em 15 de maio de 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia de coleta e preservação de amostras de água.** SP. 1987. 150 p. Disponível Em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>. Acessado 15 de maio de 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Disponível Em: < http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas>. Acessado em 25 de julho de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Estimativas de população.** 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>>. Acessado em: 15 de maio de 2013.

JORDÃO, E.P; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 3.ed., Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, 1995 – 681 p. **REUSO DE ÁGUA.** Disponível em : http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_aguas_urbanas/reuso_de_agua.html>. Acesso em 17 jul. 2013.

LAMEGO NETO, Luiz Gonzaga e COSTA, Rejane Helena Ribeiro da. **Tratamento de esgoto sanitário em reator híbrido em bateladas sequenciais: eficiência e estabilidade na remoção de matéria orgânica e nutrientes (N, P).** *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2011, vol.16, n.4, pp. 411-420. ISSN 1413-4152. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso dia: 15 maio 2013.

LÍBANO, MARCELO. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 11 p. Campinas, SP: Editora átomo, 2008, 2ª edição.

SILVA, Ana Lúcia. **A utilização do modelo WinHSPF no estudo de cargas difusas de poluição da bacia do Ribeirão da Estiva, SP.** 2003. 153 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <http://dedalus.usp.br:4500/ALEPH/POR/USP/DEDALUS/FULL/1366787?>. Acessado em 08 de maio de 2013.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia Sanitária Ambiental: UFMG, 1996.

AQUINO, Sérgio F. de; SILVA, Silvana de Queiroz and CHERNICHARO, Carlos A. L.. **Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios.** *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2006, vol.11, n.4, pp. 295-304. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.br>>. Acessado em 16 de set de 2013.

Weinstein SM. **Plumer's principles and practice of intravenous therapy.** 6th ed. Philadelphia: Lippincott; 1997.

SANTOS, F. A., Tese de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS (2007).

Usepa (United States Environmental Protection Agency) 1999. **25 years of the safe drinking water act: history and trends.** Disponível em <<http://www.epa.gov/safe-water/consumer/trendrpt.pdf>>. Acessado em 16 de set de 2013.

WHO (World Health Organization) 1996. **Guidelines for drinking-water quality**, vol. 2. WHO, Geneva.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008.** Rio de Janeiro, MPOG/MC. 219p.

Zhao L, Wang Y, Yang J, Xing M, Li X, Yi D & Deng D (2010) Earthworm-microorganism interactions: **A strategy to stabilize domestic wastewater sludge.** *Water Research*, 44:2572-2582.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia de coleta e preservação de amostras de água.** SP. 1987. 150 p. Disponível Em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb>. Acessado 15 de maio de 2013.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual Prático de Análise de Água.** 2009. 38 p. Disponível Em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf>. Acessado em 16 de Set de 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS CENTRO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA (UNICAMP). **Tratamento Físico Químico de Efluentes Líquidos,** 2008. Disponível Em:

<<http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502.pdf>>. Acessado em 15 de Set de 2013.

FERNANDES, Valdir; MALHEIROS, Tadeu Fabrício; PHILIPPI JR, Arlindo e SAMPAIO, Carlos Alberto Cioce. **Metodologia de avaliação estratégica de processo de gestão ambiental municipal**. *Saude soc.* [online]. 2012, vol.21, suppl.3, pp. 128-143. ISSN 0104-1290. Disponível em:<http://www.scielo.br>. Acesso dia: 26 marc 2013.

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington DC: APHA, 1998.