



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Carlos Alessandro Barroso Apinagé

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIBEIRÃO TAQUARUSSU DE PALMAS - TO

Palmas – TO
2016

Carlos Alessandro Barroso Apinagé

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIBEIRÃO
TAQUARUSSU DE PALMAS - TO**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, elaborada sob orientação do Prof. *M.Sc.* José Geraldo Delvaux Silva.

Palmas - TO
2016

CARLOS ALESSANDRO BARROSO APINAGÉ

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIBEIRÃO
TAQUARUSSU DE PALMAS - TO**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, elaborada sob orientação do Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

Aprovado em ___ de _____ 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador MSc José Geraldo Delvaux Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Examinador MSc. Joaquim José de Carvalho
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Examinador MSc. Walkíria Régis de Medeiros
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO
2016

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, e a minha esposa Bárbara de Fatima S. Carreira Apinagé e a nossa filha Isabela Carreira Apinagé. Sou profundamente grato a ti Senhor por me dar uma família linda e iluminada que me motivou a chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido essa benção de chegar até aqui, e por sempre me livrar e guardar de todo mal. Sou profundamente grata a ti Senhor.

Agradeço a minha esposa Bárbara de Fatima Silva Carreira Apinagé, que sempre está ao meu lado, nos momentos bons e ruins, sempre com muita paciência, sempre me dando força, incentivo, e me ajudando e acompanhando em cada etapa na elaboração desse trabalho. Por isso essa conquista eu dedico a você e a nossa filha que esta por vir um presente de Deus em nossas vidas.

Agradeço ao meu pai, mãe e irmãos, pelos bons exemplos plantados em nossa casa que sempre me deram forças e conselhos, e acreditaram em meus sonhos me ajudando a tornarem realidades, mesmo com muitas dificuldades e desafios pelo caminho, nunca deixaram desistir dessa jornada. Agradeço a Deus por por ter me proporcionado essa família maravilhosa.

Ao meu sogro e sogra, que são joias raras em minha vida, agradeço a vocês pelo carinho, amor, confiança e por sempre orarem por mim, para que meus objetivos sejam alcançados. São minhas inspirações de como ser um profissional honesto, correto e ético.

Agradeço também ao meu professor José Geraldo Delvaux Silva pelas valiosas orientações, sempre me ajudando para que o mérito deste trabalho seja alcançado.

Por fim, agradeço a todos da família que acreditaram em mim e me deram incentivos nessa jornada.

RESUMO

APINAGÉ, Carlos Alessandro Barroso. Trabalho de Conclusão de Curso. 2016. **Avaliação do índice de qualidade da água no ribeirão Taquarussu de Palmas – TO.** Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Orientador Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

A qualidade da água é um termo que diz respeito tanto à determinação de sua pureza como as suas características desejadas para os seus múltiplos usos, assim, ao longo dos anos foram desenvolvidos vários índices e indicadores ambientais para avaliação de sua qualidade com base em suas características físico-químicas e microbiológicas, um desses índices é o IQA (Índice de Qualidade das Águas), o qual estabelece níveis e padrões de qualidade. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água da bacia do Ribeirão Taquarussu, compreendido no Plano Diretor Sul de Palmas – TO. Para isso foram realizadas coletas de amostra de sua água em fevereiro de 2016. Foram estabelecidos dois pontos de coletas, um à montante e outro à jusante do lançamento de efluente da ETE Aurenay. Em cada ponto foram coletadas três amostras para ter maior segurança nos dados e encaminhadas ao Laboratório WQL Quality para as análises. Foram analisados oito parâmetros físico-químicos e um microbiológico necessários para os cálculos do Índice da Qualidade da Água (IQA). Os dados obtidos das análises permitiram classificar as águas do Ribeirão Taquarussu segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Através dos dados analisados, apenas o parâmetro Fósforo Total e Nitrogênio total, na jusante, obtiveram valores acima do permitido pela legislação. O parâmetro Fósforo Total, obteve uma média de 0,47 mg/L na montante e 0,31 mg/L na jusante, conforme a Legislação específica CONAMA 357/2005, para ambiente lótico o valor estabelecido é de até 0,050 mg/L, portanto as médias encontradas estão acima do permitido. O parâmetro Nitrogênio Total à jusante obteve uma média de 2,63 mg/L, também ficando acima do valor permitido, o qual é de no máximo 2,18 mg/L. Os demais parâmetros ficaram dentro do estabelecido pela Legislação. Após os resultados obtidos dos nove parâmetros foi feito o Cálculo do IQA para analisar a qualidade do Ribeirão Taquarussu à montante e à jusante do lançamento do efluente. De acordo com os cálculos do IQA, a montante apresentou resultado de 69,69, tendo uma classificação considerada média, e a jusante obteve um valor de 66,92, também obtendo classificação média.

Palavras-Chave: Água. Índice. Qualidade. Monitoramento. Ribeirão Taquarussu.

ABSTRACT

Apinagé, Carlos Alessandro Barroso. Completion of Course work. 2016. **Evaluation of water quality index in Taquarussu Ribeirão from Palmas – TO. Civil Engineering Course.** Palmas Lutheran University Center. Advisor Prof. Msc José Geraldo Delvaux Silva.

Water quality is a term that refers both to the determination of its purity as its desider characteristics for its multiple uses, so over the years have developed various environmental indexes and quality indicators based on its physicochemical and microbiological characteristics, one of these indexes is the WQI (water quality index), which sets levels and quality standards. This work aim was evaluating the water quality in Taquarussu Ribeirao basin, comprised The South Director Plan Palmas/TO. For this collection were performed samples from its water in February 2016. They were established two collection points, one upstream and the other downstream effluent release and ETE Aurenny. At each point three samples were collected for a greater data security and forwarded to the WQL Quality Lab for analysis. Eight physicochemical and one microchemical parameters were analysed as necessaries for the Water Quality Index callulations. The gotten analysis dice allowed to classify the Taquarussu Ribeirao water as the n 357 CONAMA Resolution from march 17, 2005. Through the analysed dice, only the Total Phosphor and Nitrogen parameter, the downstream, have gotten values above the law allowed. The Phosphor Total parameter, have gotten a 0,47 mg/L average at the amount and 0,31 mg/L downstream, according the CONAMA 357/2005 specific law , to lotic environment the established value is up 0,050 mg/L , so the found average are above allowed. The Nitrogen Total parameter upstream have obtained a 2,63 mg/L average, also being above the allowed value, which is 2,18 mg/L maximum. The others parameters were within law established. After the gotten results from nine parameters, it was done the WQL callulation to analyse the Taquarussu Ribeirao quality upstream and downstream of the effluent release. According to the WQL callulations, the upstream presented a 69,69 result, having a médium rating, and the downstream presented a 66,92, also having a médium rating.

Key words: Water. Index. Quality. Monitoring. Taquarussu Ribeirao.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Pontos de Coleta e Localização no Ribeirão Taquarussu.....	34
Tabela 2 - Parâmetros analisados e método empregado.....	37
Tabela 3 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.....	38
Tabela 4 - Classificação da qualidade da água segundo IQA-NSF e IQA – CETESB	43
Tabela 5. Resultado das análises das três coletas da montante e as respectivas médias obtidas.	56
Tabela 6. Resultado das análises da amostra coletada em triplicata a jusante e as respectivas médias obtidas.	56
Tabela 7. Resultado das médias obtidas das análises das amostras coletada em triplicata a montante e jusante.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das micro bacias do município de Palmas	33
Figura 2 - Pontos de coleta realizado no Ribeirão Taquarussu.....	34
Figura 3 - Ponto de coleta a Montante do Lançamento do Esgoto da ETE Aurenny. .	35
Figura 4 - Ponto de coleta a Jusante do Lançamento do Esgoto da ETE Aurenny.....	35
Figura 5 - Ponto de Lançamento do Esgoto da ETE Aurenny.....	36
Figura 6 - Armazenagem das amostras coletadas.....	36
Figura 7 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro DBO à montante do lançamento da ETE Aurenny.....	44
Figura 8 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro DBO à jusante do lançamento da ETE Aurenny	45
Figura 9 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Fósforo Total a montante do lançamento da ETE Aurenny.....	46
Figura 10 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Fósforo Total a jusante do lançamento da ETE Aurenny.	46
Figura 11 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Nitrogênio Total a montante do lançamento da ETE Aurenny.	47
Figura 12 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Nitrogênio Total a jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	47
Figura 13 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Oxigênio Dissolvido à montante do lançamento da ETE Aurenny.	48
Figura 14 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Oxigênio Dissolvido à jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	49
Figura 15 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro pH a montante do lançamento da ETE Aurenny.	50
Figura 16 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro pH a jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	50
Figura 17 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Temperatura a montante do lançamento da ETE Aurenny.	51
Figura 18 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Temperatura à jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	51
Figura 19 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos à montante do lançamento da ETE Aurenny.	52

Figura 20 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos à jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	52
Figura 21 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Turbidez a montante do lançamento da ETE Aurenny.....	53
Figura 22 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Turbidez à jusante do lançamento da ETE Aurenny.	54
Figura 23 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Escherichia Coli a montante do lançamento da ETE Aurenny.	55
Figura 24 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Escherichia Coli a jusante do lançamento da ETE Aurenny.	55
Figura 25. Classificação da qualidade da água do Ribeirão Taquarussu à montante do lançamento da ETE Aurenny.....	57
Figura 26. Classificação da qualidade da água do Ribeirão Taquarussu a jusante do lançamento da ETE Aurenny.....	58
Figura 27. Médias finais obtidas dos resultados das análises das amostras em triplicata dos pontos a montante e jusante do lançamento de efluente da ETE Aurenny.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A importância da água	16
2.2 Conceito de Bacia Hidrográfica	17
2.3 Monitoramento da Qualidade da Água	17
2.4 Poluição Hídrica	18
2.5 Importância do Tratamento do esgoto	19
2.6 Padrões de Qualidade da Água	21
2.7 Legislação Brasileira Sobre o Uso da Água	22
2.8 Índice Sobre a Qualidade da Água	24
2.9 Parâmetros de Qualidade das Águas	25
2.9.1 Temperatura	25
2.9.2 Turbidez	25
2.9.3 Sólidos	26
2.9.4 Oxigênio Dissolvido	27
2.9.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)	28
2.9.6 Nitrogênio	28
2.9.7 Coliformes termotolerantes	29
2.9.8 Fósforo	30
2.9.9 Demanda bioquímica de oxigênio	30
2.10 Corpo Receptor da ETE Aurenny	31
3 METODOLOGIA	32
3.1 Local de estudo	32

3.2 Tipo de estudo	33
3.3 Coletas	33
3.4 Pontos de coletas.....	33
3.5 Procedimento de Coletas	37
3.6 Parâmetros analisados	37
3.7 Metodologia do Cálculo do Índice de Qualidade das Águas	37
3.7.1 Oxigênio Dissolvido (OD).....	39
3.7.2 Coliformes Fecais	40
3.7.3 Potencial hidrogeniônico.....	40
3.7.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	41
3.7.5 Nitrato Total	41
3.7.6 Fosfato Total.....	42
3.7.7 Turbidez.....	42
3.7.8 Sólidos Totais	42
3.7.9 Variação da Temperatura	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Resultados das análises das amostras coletadas à montante e jusante do lançamento do efluente ETE Aureny	44
4.2 Comparação da média final dos resultados das análises dos parâmetros das amostras coletadas à montante e jusante do lançamento da ETE Aureny.	58
5 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

Com passar do tempo vimos a crise hídrica atingir o país e com ela um sinal de alerta começou a acender em relação à água que consumimos, pois o país tenta de uma maneira a outra gerir a falta desse bem tão precioso, tal crise é decorrente do grande crescimento populacional e o descontrole com planejamento.

O Brasil possui 8% da água doce disponível no mundo, e seu maior reservatório é na região Amazônica, com cerca de 80%, onde apenas 5% da população brasileira vive (CHAGAS et al., 2012). Além desta desigualdade da distribuição, existem também problemas de desperdício, na qual a média mundial de perdas nas redes de distribuição é aproximadamente de 10%, e no Brasil esse número chega a 30% nas regiões Sul e Sudeste, e 60% no nordeste, a região mais afetada com a escassez da água (MILARÉ, 2003).

De acordo com BÁRBARA et al., (2010) além dos problemas com disponibilidade e desperdício, a qualidade das águas de muitos corpos hídricos também está afetada, seja por despejos de esgoto e lixo, processos erosivos naturais ou causados pelo homem, ou dentre outras causas que dificultam a utilização desta água. Este talvez seja o problema mais grave, pois a contaminação por meio de esgoto doméstico e descargas industriais vêm afetando de maneira irreversível a água subterrânea e superficial e também o solo (CHAGAS et al., 2012).

A poluição das águas tem sido um problema para nossa população, e hoje se pode afirmar que este recurso natural, que durante muitos anos foi considerado abundante, vem sofrendo transformações cada vez mais eminentes. A introdução dos poluentes nos rios e oceanos por longo período de tempo conduz a acumulação de substâncias tóxicas disseminando mortandade e contaminando os seres marinhos. A maior parte dos poluentes atmosféricos reage com o vapor d'água na atmosfera e volta à superfície sob a forma de chuva, contaminando pela absorção do solo, os lençóis subterrâneos, e, além disso, o lixo dos centros industriais e urbanos que geram um grande problema para população (ALVES; LOT, 2004).

O Sistema de esgotamento sanitário de Palmas atende apenas 50,3% da população urbana do município. Já os Distritos de Buritirana e Taquarussu não possuem sistema de esgotamento sanitário (ODEBRECHT AMBIENTAL, 2014).

Na Região Sul, atualmente apenas três bairros possuem sistema de coleta de esgotos sanitários: Aurenny I, II e III. Seus esgotos são conduzidos para tratamento na ETE Aurenny. Já Taquaralto, Taquari e outros bairros próximos serão contemplados com tratamento de esgoto da ETE Taquari. Atualmente quatro bacias de esgotamento compõem o sistema de esgotamento sanitário do Plano Diretor. Para o tratamento dos esgotos gerados na Região Central está em operação ETE Norte desde 5 de junho de 2013, que compõem-se das bacias do Brejo Comprido, Sussuapara, Bacia do Água Fria e Bacia do Prata (ODEBRECHT AMBIENTAL, 2014).

O trabalho presente será sobre a bacia do Ribeirão Taquarussu, que corta a área urbana na região Sul de Palmas no sentido Leste-Oeste, afluente do lago de Palmas na margem direita, situada no município de Palmas – TO. A qualidade da água é um termo que não diz respeito somente à determinação da pureza da mesma, mas também as suas características desejadas para os seus múltiplos usos. Assim, ao longo dos anos foram desenvolvidos vários índices e indicadores ambientais para avaliação da qualidade da água com base em suas características físico-químicas e microbiológicas. Um desses índices é o IQA (Índice de Qualidade das Águas), o qual estabelece níveis e padrões de qualidade que possibilita a classificação das águas em classes, determinada pelo resultado encontrado no seu cálculo (LIMA et. al., 2007).

Desta maneira, este trabalho teve por finalidade realizar um monitoramento da qualidade da água, por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológico das bacias hidrográficas do Córrego Ribeirão Taquarussu, em função da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE Aurenny), aplicando o Índice de Qualidade da Água, realizando assim, um diagnóstico das condições em que se encontram essas águas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água da bacia do Ribeirão Taquarussu, compreendido no Plano Diretor sul de Palmas - TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Monitorar os atributos físico-químicos e biológicos do corpo hídrico antes e após lançamento de efluente;
- Analisar a qualidade da água do Ribeirão Taquarussu, utilizando-se do Índice de qualidade das águas (IQA);
- Dar subsídios técnicos para a elaboração dos Relatórios de situação da Bacia Ribeirão Taquarussu através do IQA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância da água

Sem sombra de dúvidas a água é um dos elementos mais importante do mundo. De acordo com Sperling (1996) a água é encontrada em 70% da superfície do planeta, onde quase 97% estão concentradas nos oceanos. Segundo CHAGAS *et al* (2012) essas águas contidas em oceanos não há meio economicamente viável para explorá-la, e dos 2,5% de água doce, 80% estão em geleiras nos polos do Planeta, restando somente 0,3% adequada ao consumo humano.

Afirmam os autores Braga *et al* (2005) que a água é de grande relevância e é responsável por inúmeras funções fisiológicas do corpo humano.

Tendo em vista sua grande relevância. A água representa 70% do peso do corpo humano, e é responsável por diversas funções fisiológicas do nosso organismo. Além do seu papel biológico no organismo humano, a água é um solvente universal, tendo a capacidade de diluir uma grande quantidade de substâncias (soluto). BRAGA *et al*, 2005)

Conhecendo todas as características da água, a função de dissolver naturalmente alguns elementos, dando uma configuração natural ao ciclo da água, é de grande importância para as indústrias e para a agricultura. Levando em consideração que são essas as atividades econômicas que mais causam impactos ao meio ambiente. Pois passam a alterar as características naturais do ambiente e deixam consequências graves ao meio em que desenvolve seus produtos.

Como o Brasil detém as maiores e mais volumosas bacias de água doce do mundo. O país vem se preocupando com estudos que envolvem a qualidade da água. O Brasil possui cerca de 8% da água doce do mundo e sua distribuição de água por região é muito desigual (CHAGAS *et al.*, 2012).

Pode-se destacar que as maiores bacias hidrográficas do Brasil são: Bacia do Rio Amazonas, Bacia do Rio Tocantins e Bacia do Rio São Francisco. Essas bacias estão em regiões de menor população, só a Amazônica tem cerca de 80% d'água doce, entretanto, é uma das regiões menos habitada do país, tendo aproximadamente 5% da população. Além da má distribuição em relação à

quantidade demográfica, o desperdício, mal uso, e a poluição dos rios são graves problemas (CHAGAS *et al.*, 2012).

2.2 Conceito de Bacia Hidrográfica

De acordo com (TONELLO *et al.*, 2006), a bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da precipitação que faz escoar para um único ponto de saída chamada de exutório. É composta por uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório

Essas bacias hidrográficas possuem um papel muito importante no processo do ciclo hidrológico, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e sub-superficial (TONELLO *et al.*, 2006).

A maneira como as bacias hidrográficas vêm sendo utilizadas e preservadas reflete diretamente na água da população, servindo tanto para a zonas rurais e urbana. Dessa maneira, conhecer, entender e estudá-las resulta para renovação e conservação dos recursos naturais renováveis (TONELLO *et al.*, 2006).

2.3 Monitoramento da Qualidade da Água

Uma água de qualidade está ligada aos fatores de desenvolvimento urbano e rural. O agente desta limitação está associado à poluição dos recursos hídricos onde a disponibilidade natural é limitada. E isso está adjunto ao crescimento populacional descontrolado e desordenado sem conservação do recurso. Assim, suas características ambientais, especialmente a sua identidade biológica, fornecem informações sobre as conseqüências das ações do homem (CALLISTO, MORETTI & GOULART, 2001).

Valle (1995, p. 38), define monitoramento ambiental como sendo:

Um sistema contínuo de observações, medições e avaliações com objetivos de: documentar os impactos resultantes de uma ação proposta; alertar para impactos adversos não previstos, ou mudanças nas tendências previamente observadas; oferecer informações imediatas, quando um indicador de impactos se aproximar de valores críticos; oferecer informações que permitam avaliar medidas corretivas para modificar ou ajustar as técnicas

utilizadas. O período de monitoramento deve cobrir desde a fase de concepção do empreendimento, passando pelas fases de construção, montagem e operação e deve terminar após a vida útil do empreendimento.

Assim sendo, numa tática de sustentabilidade ao longo prazo, o problema da carência dos recursos hídricos deve ser compreendido como uma preocupação: da quantidade da água, necessária para atender a demandas atuais e futuras, sem o comprometimento do ecossistema. Para estabelecer um sistema de monitoramento da qualidade das águas, baseado no conceito de cargas poluentes, capaz de usar as informações existentes, complementando-as de modo adequado a seleção de variação de amostra (FEWTRELL, 2001).

Para estes pontos de monitoramento hidrológico, utilizar parâmetros de qualidade de água com o Índice de Qualidade de Água – IQA, que qualificam a água, atribuído nota que pode variar de zero a cem para qualidade da água, definindo assim os possíveis usos aos quais ela pode servir (FEWTRELL, 2001).

2.4 Poluição Hídrica

Com a escassez da água, está havendo uma grande preocupação com a IQA – índice de qualidade das águas, pois é do conhecimento geral que muitos mares, rios, lagos e outras fontes naturais se encontram em processo de degradação, com altos índices de substâncias orgânicas e inorgânicas muito prejudiciais à saúde humana e para o equilíbrio ecológico (SOUZA, 2014).

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81 define poluição como sendo a alteração de suas características naturais, decorrente de atividades que direta ou indiretamente prejudicando a saúde, a segurança e ao bem-estar da população, além do mais, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, influenciem desfavoravelmente a biota, às condições estéticas e sanitárias do ambiente ou lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

De acordo com (PEREIRA, 2004), a poluição da água está associada com a mudança de suas características físicas, químicas ou biológicas, sejam elas determinadas por causas naturais ou provocadas pelo ser humano.

Sendo assim a poluição hídrica é constituída pela introdução de qualquer matéria ou energia responsável pela alteração das propriedades físico-químicas de

um corpo hídrico. Os principais responsáveis por esse tipo de poluição são os lançamentos de efluentes industriais, agrícolas, comerciais e esgotos domésticos, além de resíduos sólidos diversos. Isso compromete a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, afetando a saúde de espécies animais e vegetais em vários pontos do planeta (BRASIL ESCOLA).

Segundo Von Sperling (2005), a poluição das águas é a adição de substâncias ou formas de energia que diretamente alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dela são feitos. Dessa forma, o lançamento indiscriminado dos efluentes industriais e domésticos sem tratamento pode causar vários danos para o corpo receptor e também pode limitar os usos da água, causando prejuízos incalculáveis para saúde. E além de comprometer a qualidade da água para abastecimento, ocorre a mortandade de espécies aquáticas, além da proliferação de doenças como a febre tifoide, meningite, cólera, hepatites A e B, entre outras doenças.

Com isso, outros pontos desfavoráveis da poluição da água são: odor, grande concentração de mosquitos e eutrofização (quando o esgoto é lançado no meio aquático, o excesso de nutrientes provoca o crescimento de algas, impedindo a passagem da luz e a transferência do oxigênio atmosférico para o meio aquático) (BRASIL ESCOLA).

2.5 Importância do Tratamento do esgoto

O homem é um grande gerador de diversos tipos de resíduos, tais como, esgotos, lixo e partículas na atmosfera. Infelizmente, não é dada a seriedade necessária para condicionar estes resíduos refugados pelo organismo e pela própria comunidade (PESSOA; JORDÃO, 1982, p. 1).

Pessoa e Jordão (1982, p. 9) definem esgoto como:

A palavra esgoto costumava ser usada para definir tanto a tubulação condutora das águas servidas de uma comunidade, como também o próprio líquido que flui por estas canalizações. Hoje este termo é usado quase que apenas para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais, etc.

Segundo Pessoa e Jordão (1982, p. 10), a não coleta e tratamento dos esgotos ou a saturação de um corpo receptor pode gerar problemas graves nos âmbitos econômicos e ambientais. Alguns destes problemas são:

- a) matérias orgânicas solúveis: causam depleção do oxigênio contido nos rios e estuários. O despejo deve estar na proporção da capacidade de assimilação do curso d'água em relação a um efluente normal;
- b) matérias orgânicas solúveis produzindo gostos e odores as fontes de abastecimentos de água. Como por exemplo os fenóis;
- c) matérias tóxicas e íons de metais pesados. Ex.: cianetos, Cu, Zn, Hg, etc., geralmente o despejo desses materiais é sujeito a uma regulamentação estadual e federal; apresentam problemas de toxidez e de transferência através da cadeia alimentar;
- d) cor e turbidez, indesejáveis do ponto de vista estético. Exigem trabalhos maiores as estações de tratamento d'água;
- e) elementos nutritivos (nitrogênio e fósforo) aumentam a eutrofização dos lagos e dos pântanos. Inaceitáveis nas áreas de lazer e recreação;
- f) materiais refratários. Ex.: plásticos ABS. Formam espumas nos rios; não são removidos nos tratamentos convencionais;
- g) óleo e matérias flutuantes: os regulamentos exigem geralmente sua completa eliminação – indesejáveis esteticamente –, interferem com a decomposição biológica;
- h) ácidos e álcalis: neutralização exigida pela maioria dos regulamentos; interferem com a decomposição biológica e com a vida aquática;
- i) substâncias que produzem odores na atmosfera: principalmente com a produção de sulfetos e gás sulfídrico;
- j) matérias em suspensão: formam bancos de lama nos rios e nas canalizações de esgotos;
- k) temperatura: poluição térmica conduzindo ao esgotamento do oxigênio dissolvido (abaixamento do valor da saturação).

De acordo com (PESSOA; JORDÃO, 1982, p. 1), os esgotos tem que retornar aos corpos hídricos receptores em boas condições e devem passar por estações de tratamento. A grande quantidade de matéria orgânica, metais pesados, microrganismos patógenos, entre outros, nos esgotos faz com que seja

imprescindível a implementação de estações de tratamento, mesmo que os mananciais tenham uma autodepuração considerável.

2.6 Padrões de Qualidade da Água

Depois que é feito o tratamento do esgoto e o despejo no corpo receptor, são estabelecidos teores máximos de impurezas permitidos na água em função dos seus hábitos. Esses teores de qualidade constituem em padrões, os quais são definidos por órgãos públicos, com o objetivo de garantir uma boa e saudável a água e que possa haver o consumo (GONÇALVES, 2009).

Segundo o ponto de vista do (GONÇALVES, 2009), a água deve chegar ao consumidor final e atender aos padrões de qualidade pré-definidos pela legislação de serviços de água e esgoto local. Por isso, os responsáveis pelo serviço de abastecimento de água devem manter um controle da eficiência do processo de tratamento.

Por consequência dessa responsabilidade com consumidor e feito uma verificação dos sentidos como olfato, visão e paladar, com isso há uma avaliação da água utilizando equipamentos de laboratório químicos para um cálculo da qualidade de fornecimento dessa água a população. É importante lembrar que esses equipamentos tem sua margem de limitações, de forma que tenha substâncias presentes na água que alteram o seu grau de pureza, são classificadas de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, algumas dessas características foram definidas como parâmetros e critérios para a qualidade da água (RECESA, 2007)

Segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, E aplicado diversos tipos e padrões que estabelecem requisitos para a qualidade das águas, que variam de um lugar para outro. Esses podem variar porque os estados podem estabelecer padrões próprios, legalmente compatíveis entre si. No Brasil o padrão de qualidade para águas que vigora é a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

Para Von Sperling (2007, pág. 23):

A qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Tal se deve aos seguintes fatores: condições naturais – mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, a qualidade das águas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da

precipitação atmosférica [...] A interferência do homem, quer de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade.

Para Von Sperling (2005, pág.40), a qualidade da água está ligada ao uso que se deve dar a esta água. Podendo ter uso doméstico, industrial ou para irrigação. Tendo cada uma um critério dos requisitos de qualidade e padrões devem ser cumpridos, por força da legislação, pelas entidades envolvidas com a água a ser utilizada. Da mesma forma que os requisitos, também os padrões são função do uso previsto para a água. Assim, o padrão de potabilidade é previsto na portaria 518, do Ministério da Saúde, e o padrão dos corpos d'água na Resolução CONAMA 357 (2005), do Ministério de Meio Ambiente e eventuais legislações estaduais; e o padrão de lançamento pela Resolução CONAMA 357 (2005), do Ministério de Meio Ambiente e eventuais legislações estaduais.

2.7 Legislação Brasileira Sobre o Uso da Água

Dê acordo com Chagas *et al* (2012) a preocupação mundial em relação à proteção aos recursos hídricos iniciou-se no século XX na França.

O gerenciamento dos Recursos Hídricos foi implantando a partir da constituição de 1988. Atendendo a esse princípio constitucional, foi promulgada a Lei nº 9.433, em 9/1/1997, que instituiu a política nacional e a criação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos (Braga *et al*, 2005).

Após as mudanças na constituição federal de 1988, o Código das Águas sofreu algumas alterações. Tais como, a extinção de alguns casos de domínio legal de uso privado das águas doces. A partir dessas modificações todos os corpos de água são do controle público. (CHAGAS *et al*, 2012).

Hoje, a Lei das águas estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PNMA, 2009).

O objetivo da política nacional de recurso hídrico é garantir a disponibilidade da água, e a utilização consciente dos recursos, tal como a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos (BRAGA *et al*, 2005)

Em concordância com a Resolução do Conama nº 357 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em seu Art. 25, "é extremamente

proibido o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em que não esteja nos padrões e condições estabelecidos nesta Resolução”. No seu Art. 26, cita que “os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no campo de sua jurisdição, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, deixando bem claro qual a carga máxima poluidora para o lançamento de substâncias que poderão estar presentes nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água”.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor”.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

Baseando-se na legislação ambiental, que tem o intuito de dar uma ampla visão de preservação e melhoria da qualidade das águas dos recursos hídricos no Brasil.

Visando a classificação dos corpos de água e dar diretrizes ambientais para enquadrar e classificar o CONAMA nº 357 de 2005, estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes. A classificação das águas (doces, salinas e salobras), foi estabelecida limites e/ou condições em função de sua destinação final ou segundo seus usos preponderantes.

De acordo com **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357 de 2005** (CAPÍTULO I, Artigo 2º):

- Águas Doces: são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰;
- Águas Salobras: são águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰;
- Águas Salinas: são águas com salinidade igual ou superior a 30‰.

A Resolução classifica as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional em treze classes, segundo seus usos preponderantes. As águas doces são classificadas em: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4, as salobras em: Classe Especial, Classe 1, Classe 2 e Classe 3 e as águas salinas em: Classe Especial, Classe 1, Classe 2 e Classe 3. Os cursos de água devem ter o seu

uso prioritário definido por legislação e, a partir daí, com base nos critérios de qualidade da água, são estabelecidos limites para todos os parâmetros.

CAPÍTULO II, Da Classificação dos Corpos de Água CONAMA 357, 2005

SEÇÃO I – Das Águas Doces.

“Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

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

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA no 274, de 2000;

- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao

solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

- d) 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

- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

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

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística”.

Conforme o artigo 42 da Resolução do CONAMA, enquanto não for feita a classificação de água, o Ribeirão Água Taquarussu será de Classe 2. As águas da Classe 2 são destinadas ao abastecimento e consumo humano, após tratamento convencional.

2.8 Índice Sobre a Qualidade da Água

Em 1970 foi criado o Índice de Qualidade das Águas por Brown, McClelland, Deininger e Tozer que foi financiado pela National Sanitation Foundation (PNMA II,

2006). Denominado de Water Quality Index (WQINSF), que a partir de 1975 começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Hoje em dia é um dos principais índices de qualidade da água utilizado no país.

Segundo a ANA (2012) o índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como principal característica a utilização para o abastecimento público, considerando um tratamento convencional dessas águas. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

2.9 Parâmetros de Qualidade das Águas

O IQA avalia a qualidade da água dando notas que vai de zero a cem. Sendo assim são adotados nove parâmetros analíticos, que são: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. E com resultados é possível saber se a água está ótima, boa, regular, ruim ou péssima para o consumo humano.

2.9.1 Temperatura

A temperatura de águas superficiais é influenciada pela medida de intensidade de calor, apresenta origem natural, ou seja, transferência de calor por radiação, condução e convecção. Sua origem deve-se, especialmente, aos despejos industriais, as altas temperaturas aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases (SPERLING, 2005).

Quando há altas temperaturas os organismos aquáticos são severamente prejudicados por esta totalmente fora de seus limites de tolerância térmica, o que provoca grande impacto sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água expõem variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. Contudo, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto expressivo nos corpos d'água (BRASIL- ANA, 2013)

2.9.2 Turbidez

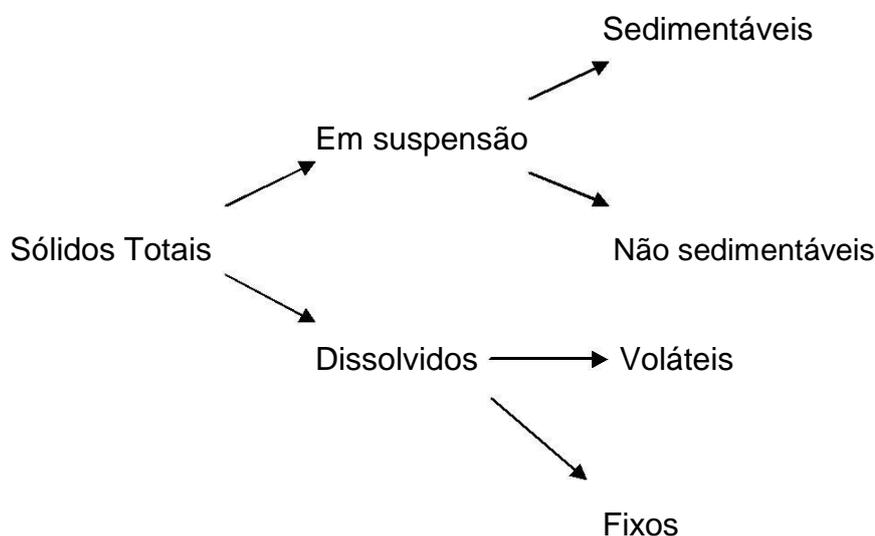
Grande nível de turbidez é prejudicial ao processo de fotossíntese da vegetação mais enraizada ou submersa, prejudicando a produção de peixes, tendo grande influência nas comunidades aquáticas e todo o equilíbrio das condições de qualidade da água e seus processos biológicos (CETESB, 2010).

A turbidez é avaliada com a diminuição de um feixe de luz ao atravessar uma determinada parcela de água, por meio de mecanismos de espalhamento ou absorção de distintos comprimentos de onda de forma natural, ou seja, partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microorganismos ou de origem da ação humana como despejos de lixos domésticos ou industriais e erosão. A sua origem pode estar diretamente ligada à presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos. Ao diminuir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água, que é medida através de unidades de turbidez (SPERLING, 2005).

2.9.3 Sólidos

A determinação dos níveis de concentração de sólidos resulta em um quadro geral da distribuição de elementos com relação ao tamanho do sólidos em suspensão e dissolvidos e com relação à natureza fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos (GONÇALVES, 2009).

Os sólidos presentes na água podem ser associados tanto a características químicas como biológicas, e sua distribuição pode ser da seguinte forma (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud BENEDET, 2008):



Para um recurso hídrico, os sólidos em suspensão podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Além disso, a presença de sólidos em um corpo d'água aumenta a turbidez, ocasionando o declínio das taxas de fotossíntese influenciando a produção primária e o teor de oxigênio dissolvido. Esses elementos que podem ser retidos por processos de filtração. Os sólidos dissolvidos são compostos por elementos com diâmetro inferior a 3-10 μm e que continuam em solução mesmo após a filtração. A existência de sólidos no corpo d'água pode estar de forma natural (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Mesmo que os parâmetros de turbidez e os sólidos estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes.

Para o padrão de potabilidade, somente o sólidos totais dissolvidos, com 1000mg/l, influencia o lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud BENEDET, 2008).

2.9.4 Oxigênio Dissolvido

Todos os organismos aeróbios do planeta são dependentes do Oxigênio Dissolvido (OD) como, por exemplo, os peixes que necessita do oxigênio para sua sobrevivência (FUZINATTO, 2009).

Quando nos deparamos com águas poluídas e vimos como seu nível de oxigênio é baixo devido ao grande consumo na decomposição de compostos orgânicos. Já em águas totalmente limpa e percebida que o (OD) é elevado, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação (FUZINATTO, 2009).

Segundo (PEREIRA, 2004), uma das principais fontes de renovação de oxigênio na água e a troca com atmosfera (aeração) promovida por cachoeiras, quedas d'água ou outros mecanismos de turbulência.

O oxigênio dissolvido é de grande valia para o controle das taxas de poluição nas águas, quando nos deparamos com crescimento excessivo de algas e preocupante pois é sinal que o nível de oxigênio na água está baixo.

2.9.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é apresentado por concentração de íons H^+ causando uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. A faixa de pH é de 0 a 14. O fator gerado pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e de gases dissolvidos (SPERLING, 2005).

A origem natural do pH é pela dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, à oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese. A sua origem antropogênica é pelos despejos domésticos (degradação de matéria orgânica) ou industriais (lavagem ácida de tanques, por exemplo). Este parâmetro não apresenta riscos em termos de saúde pública, a não ser que seu valor seja muito baixo ou muito alto, podendo provocar irritações nos olhos e na pele. Os valores longes da neutralidade podem abalar a vida aquática. Os valores muito altos podem estar associados à proliferação de algas. A neutralidade ocorre com pH igual a 7,0. Valores abaixo disso causam condições ácidas e valores acima condições básicas (VON SPERLING, 2005).

2.9.6 Nitrogênio

O ciclo do nitrogênio se transforma entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático o nitrogênio pode ser detectado sob a forma molecular (N_2), como amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). A forma do constituinte responsável pela ocorrência do nitrogênio na água são os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos (SPERLING, 2005).

O nitrogênio amoniacal e a configuração mais reduzida do nitrogênio e o termo que abrange as formas do nitrogênio como amônia (NH_3) e íon amônio, e o primeiro composto produzido na degradação da matéria orgânica. (GONÇALVES, 2009).

De acordo com a legislação federal em atividade, a classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos, entra o nitrogênio amoniacal como referencial de classificação. A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida aquática como (dos peixes), sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio (CETESB, 2008).

A sua procedência natural é em virtude do mesmo ser constituinte de proteínas e vários outros compostos biológicos, além de ter na sua composição celular os microrganismos. A sua origem antropogênica deve-se aos despejos domésticos, despejos industriais, uso de fertilizantes e excrementos de animais (SPERLING, 2005).

O nitrogênio é de grande importância para o crescimento de algas, podendo conduzir a processos de eutrofização do corpo hídrico em algumas ocasiões. Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, tem-se o consumo de oxigênio dissolvido no meio, podendo prejudicar a biota local (SPERLING, 2005).

A configuração achada do nitrogênio no corpo d'água pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição ocasionada por despejo doméstico no mesmo. Em caso de poluição recente, o nitrogênio encontra-se, principalmente, sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente, sob a forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos prevalecem as formas orgânicas e amônia (SPERLING, 2005).

2.9.7 Coliformes termotolerantes

Os Coliformes Termo tolerantes são determinados como microrganismos do grupo coliforme que é constituído por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Possível de ser encontrados semelhantemente em águas de regiões tropicais ou subtropicais, sem qualquer poluição visível por material de origem fecal. Porém, sua presença em águas de regiões de clima quente não pode ser rejeitada, por que não pode ser excluída, tendo a possibilidade da presença de microrganismos patogênicos (CETESB, 2008).

As bactérias coliformes termo tolerantes tem o poder de se multiplicar na temperatura de 44,5°C, tendo a capacidade de fermentar carboidratos. O uso de bactérias coliformes termo tolerantes para indicar poluição sanitária é melhor do que o uso das bactérias coliformes totais, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente (CETESB, 2008).

A grande concentração dos coliformes tem importância como parâmetro

indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

2.9.8 Fósforo

Em ambientes aquáticos o fósforo surge por descargas de esgotos sanitários, e nos detergentes (sabão líquido que contém superfosfatados) usados bastante domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (GONÇALVES, 2009).

Como o nitrogênio, o fósforo ajuda no crescimento de algas, e com grande quantidade de algas origina-se o processo de eutrofização nas águas. E de suma importância para o crescimento dos microrganismos que estabiliza a matéria orgânica no corpo d'água (SPERLING, 2005).

2.9.9 Demanda bioquímica de oxigênio

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, é a quantidade de oxigênio necessária para ocorrer a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas. Essa é uma unidade de medida avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em miligramas (mg), equivalente à quantidade que será consumida pelos organismos aeróbicos ao degradarem a matéria orgânica. Esses processos são feitos por bactérias aeróbias, para transformar a matéria orgânica em uma forma inorgânica estável. Trata-se de uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica (carbono orgânico biodegradável) (SPERLING, 2005).

Isso significa que toda matéria biodegradável pode ser consumida como alimento, e vai ser fonte de energia aos microorganismos que existem nas águas. Com isso a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, com uma temperatura específica e com 5 dias de incubação, a DBO é conhecida como DBO₅. Sendo assim, a DBO pode ser considerada como um

parâmetro para avaliar a qualidade da água, onde a poluição orgânica é quantificada (BRASIL ESCOLA).

2.10 Corpo Receptor da ETE Aurenys

De acordo com a ODEBRECHT AMBIENTAL (2014), o corpo receptor direto da ETE Aurenys é o Ribeirão Taquarussu, que possui uma área de 458,16 km² e alonga-se por aprox. 36,9 km contribuindo ao lago Lajeado, formado pelo rio Tocantins. Esta região é designada pela Agência Nacional de Águas como Unidade de Planejamento do Alto Médio Tocantins. O lançamento da ETE ocorre em um ponto distante cerca de 6 km do corpo do lago, em uma região já considerada como "braço do lago".

No último terço do Ribeirão Taquarussu, a urbanização se torna mais intensa, Nesta área localiza-se uma parcela da cidade de Palmas e os bairros Taquaralto, Bertaville e Aurenys I, II e III, bem como o aeroporto de Palmas. A captação de água pela Saneatins é feita a jusante da união dos Ribeirões Taquarussuzinho e Taquarussu Grande, tendo como vazão de captação 700 l/s. Esta captação abastece parte de Palmas Centro e os bairros de Taquaralto e Aurenys I, II e III (ODEBRECHT AMBIENTAL, 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Palmas - Tocantins, especificamente na micro bacia do Ribeirão Taquarussu Grande que possui uma área de 458,16 km² e alonga-se por aproximadamente 36,9 km no sentido leste-oeste. O Ribeirão Taquarussu Grande é um afluente direto do Tocantins na sua margem direita. Suas nascentes se encontram na Serra do Lajeado, dentro da APA (Área de Proteção Ambiental) Serra do Lajeado. É formado por duas sub-bacias: Ribeirão Taquarussuzinho e ribeirão Taquarussu Grande. Seus principais contribuintes pela margem esquerda são o Ribeirão Taquarussuzinho, o Córrego Machado e o Córrego Buritizal, e pela margem direita são o Córrego Macacão e o Córrego Tiúba. O Ribeirão Taquarussu Grande, nasce dentro da APA Serra do Lajeado, tendo seu percurso natural dentro de chácaras e fazendas, na região sul de Palmas. O lançamento da ETE Aureny ocorre em um ponto distante cerca de 6 km do corpo do lago, em uma região já considerada como "braço do lago". A Estação de Tratamento de Esgotos AURENY (Palmas) recebe os esgotos produzidos dos bairros Aureny I, II e parte do bairro Aureny III, totalizando 5.541 ligações, que resultam em uma vazão média de 37,51 L/s. O processo utilizado é de lagoas de estabilização, consistindo em 4 etapas, tratamento preliminar com grades e desarenador de limpeza manual, lagoa anaeróbica, lagoa facultativa e lagoa de maturação.

A localização inicia-se no encontro da cota 220m do lago formado pela Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) com o Ribeirão Taquarussu, entre as coordenadas Latitude: 10°17'7.18" sul e Longitude :48°19'56.24" oeste com altitude de 215 metros nos limites do Município de Palmas - TO. A Figura 1, a seguir apresenta a localização da área em estudo.

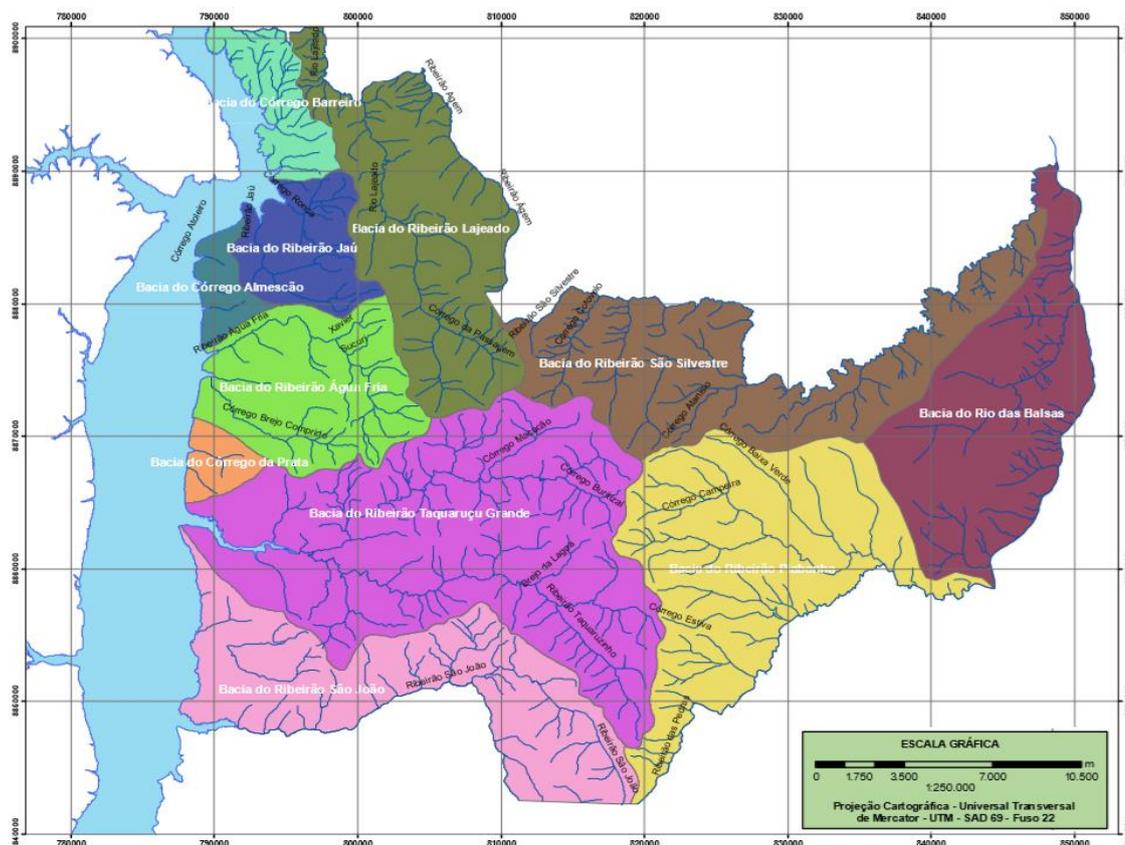


Figura 1 - Mapa das micro bacias do município de Palmas
Fonte: Prefeitura de Palmas (2015)

3.2 Tipo de estudo

Aplicou-se o padrão metodológico de pesquisa de campo, qualitativa, com amostras coletadas no manancial Ribeirão Taquaruçu.

3.3 Coletas

As coletas foram realizadas em 22 de fevereiro de 2016, sendo coletadas à montante e à jusante do lançamento de esgoto tratado pela ETE Aurenny. Foram analisados diversos parâmetros de interesse para a avaliação da qualidade das águas, conforme será citado posteriormente.

3.4 Pontos de coletas

Os pontos de amostragem foram definidos de tal maneira a ter uma melhor representatividade das zonas de degradação do efluente ao longo do percurso do manancial em questão, foram estabelecidos 2 pontos de coletas, um à montante do

leito e outro pontos à jusante onde se faz o lançamento da ETE Aurenny, conforme a Figura 2 e Tabela 1 abaixo. Em cada ponto foram coletadas três amostras. As coletas de amostras de água foram realizadas no mês fevereiro de 2016, conforme as figuras 3,4,5 e 6 a seguir, e acondicionadas em uma caixa de isopor com gelo e encaminhadas ao Laboratório WQL Quality para as análises.



Figura 2 - Pontos de coleta realizado no Ribeirão Taquarussu.

Fonte: Adaptado pelo autor de Google Earth

Tabela 1 - Pontos de Coleta e Localização no Ribeirão Taquarussu

Ponto	Referência	Endereço	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
1	Montante do lançamento (ETE Aurenny)	Clube Bertaville	10°17'7.18"	48°19'14.01"	217
2	Jusante do lançamento (ETE Aurenny)	Ao lado direito da Ponte (sentido Sul-Norte)	10°17'20.91"	48°19'56.24"	215

Fonte: Do autor (2016)



Figura 3 - Ponto de coleta a Montante do Lançamento do Esgoto da ETE Aurenny.
Fonte: Do autor (2016)



Figura 4 - Ponto de coleta a Jusante do Lançamento do Esgoto da ETE Aurenny.
Fonte: Do autor (2016)



Figura 5 - Ponto de Lançamento do Esgoto da ETE Aurenly.
Fonte: Do autor (2016)



Figura 6 - Armazenagem das amostras coletadas.
Fonte: Do autor (2016)

3.5 Procedimento de Coletas

As amostras foram coletadas de acordo com o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

3.6 Parâmetros analisados

Os parâmetros físicos-químicos e biológicos das amostras, foram realizados de acordo com as metodologias descritas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), e segue as técnicas recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2005), respectivamente para determinar o Índice de Qualidade da Água – IQA, que estão descritos na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Parâmetros analisados e método empregado

Parâmetros Analisados	Referência
Parâmetros físico-químicos	
DBO	APHA (2005)
OD	APHA (2005)
Temperatura	APHA (2005)
Fósforo Total	APHA (2005)
Nitrogênio Total	APHA (2005)
pH	APHA (2005)
Sólidos Totais	APHA (2005)
Turbidez	APHA (2005)
Parâmetros microbiológicos	
<i>Escherichia Coli</i>	APHA (2005)

Fonte: APHA (2005)

3.7 Metodologia do Cálculo do Índice de Qualidade das Águas

Segundo Von Sperling (2005), o IQA é composto por nove parâmetros citados no trabalho com seus respectivos pesos (w). São fixados na tabela 3 abaixo demonstrada em função de sua importância para a qualidade da água.

Tabela 3 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
DBO ₅ , (mg/L)	0,10
Temperatura(°C)	0,10
Nitrogênio total (mg/L)	0,10
Fósforo total (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB, (2008)

O IQA é determinado pela a seguinte fórmula abaixo:

$$\text{IQA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Sendo:

IQA: índice de qualidade das águas (número entre 0 e 100)

q_i: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de concentração ou medida.

w_i: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

i = número do parâmetro, variando de 1 a 9 (n=9, ou seja, o número de parâmetros que compõem o IQA é 9).

O somatório dos pesos de todos os parâmetros é igual a 1, conforme a expressão abaixo:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A partir

do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

3.7.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

Para determinar o índice de oxigênio dissolvido e necessário determinar a concentração de oxigênio saturado.

$$C_s = (14,2 * e^{-0,0212 \times T} - (0,0016 * C_{Cl} * e^{-0,0264 \times T})) \times (0,994 - (0,0001042 \times H)) \quad (3)$$

Em que:

C_s – concentração de saturação de oxigênio (mg/L)

T – temperatura (°C)

C_{Cl} – Concentração de Cloreto (mg/L)

H – Altitude (m)

Depois se calcula a porcentagem de oxigênio dissolvido, dada pela fórmula:

$$\%OD = (OD/C_s) \times 100$$

Sendo:

$OD\%$ – porcentagem de oxigênio dissolvido OD – oxigênio dissolvido (mg/L)

C_s – concentração de saturação de oxigênio dissolvido (mg/L)

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Oxigênio Dissolvido são:

Para $OD\%$ saturação ≤ 100

$$q_i = 100 \times (\text{sen}(y_1))^2 - [(2,5 \times \text{sen}(y_2) - 0,018 \times OD\% + 6,86) \times \text{sen}(y_3)] + \frac{12}{e^{y_4} + e^{y_5}} \quad (4)$$

Em que:

$$y_1 = 0,01396 \times OD\% + OD\% 0,0873$$

$$y_2 = \frac{\pi}{56} \times (OD\% - 27)$$

$$y_3 = \frac{\pi}{85} (OD\% - 15)$$

$$y_4 = \frac{(OD\% - 65)}{10}$$

$$y_5 = \frac{(65 - OD\%)}{10}$$

Para $100 < OD\%$ saturação ≤ 140

$$q_i = -0,00777142857142832x (OD\%)^2 + 1,27854285714278 + OD\% + 49,8817148572 \quad (5)$$

Para $OD\%$ saturação $> 140 \longrightarrow q_i = 47$

3.7.2 Coliformes Fecais

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Coliformes Fecais estão descritas abaixo:

Para $CF \leq 105$ NMP/100ml

$$q_i = 98,24034 - 34,7145 \times (\log.(CF)) + 2,614267 \times (\log.(CF))^2 + 0,107821 \times (\log.(CF))^3 \quad (6)$$

Para $CF > 105$ NMP/100ml $\longrightarrow q_i = 3,0$

3.7.3 Potencial hidrogeniônico

As equações para o cálculo do q_s para o parâmetro Potencial Hidrogeniônico (pH) são:

Para $pH \leq 2,0 \longrightarrow q_i = 2,0$

Para $2,0 < pH \leq 6,9$

$$q_i = -37,1085 + 41,91277 \times pH - 15,7043 \times pH^2 + 2,417486 \times pH^3 - 0,091252 \times pH^4 \quad (7)$$

Para $6,9 < pH \leq 7,1$

$$q_i = -4,69365 - 21,4593 \times \text{pH} - 68,4561 \times \text{pH}^2 + 21,638886 \times \text{pH}^3 - 1,59165 \times \text{pH}^4 \quad (8)$$

Para $7,1 < \text{pH} \leq 12$

$$q_i = -7.698,19 + 3.262,031 \times \text{pH} - 499,494 \times \text{pH}^2 + 33,1551 \times \text{pH}^3 - 0,810613 \times \text{pH}^4 \quad (9)$$

Para $\text{pH} > 12,0 \longrightarrow q_i = 3,0$

3.7.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) são:

Para $\text{DBO} \leq 30 \text{ mg/L}$

$$q_i = 100,9571 - 10,7121 \times \text{DBO} + 0,49544 \times \text{DBO}^2 - 0,011167 \times \text{DBO}^3 + 0,0001 \times \text{DBO}^4 \quad (10)$$

Para $\text{DBO} > 30 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = 2,0$

3.7.5 Nitrato Total

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Nitrato Total (NO_3^-) são:

$$\text{Para } \text{NO}_3^- \leq 10 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = -5,1 \times \text{NO}_3 + 100,17 \quad (11)$$

$$\text{Para } 10 < \text{NO}_3^- \leq 60 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = -22,853 \times \ln(\text{NO}_3) + 101,18 \quad (12)$$

$$\text{Para } 60 < \text{NO}_3^- \leq 90 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = 10.000.000.000 \times (\text{NO}_3)^{-5,1161} \quad (13)$$

Para $\text{NO}_3^- > 90 \text{ mg/L}$ → $q_i = 1,0$

3.7.6 Fosfato Total

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Fosfato Total (PO_4^{3-}) são:

$$\text{Para } \text{PO}_4^{3-} \leq 10 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = 79,7 \times (\text{PO}_4 + 0,821)^{-1,15} \quad (14)$$

$$\text{Para } \text{PO}_4^{3-} > 10 \text{ mg/L} \longrightarrow q_i = 5,0$$

Observação: Para a conversão de Fósforo Total em Fosfato Total, foi feita a multiplicação dos valores por 3,066.

3.7.7 Turbidez

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Turbidez (Tu) são:

Para $Tu \leq 100$

$$q_i = 90,37 \times e^{(-0,0169 \times Tu)} - 15 \times \cos(0,0571 \times (Tu - 30)) + 10,22 \times e^{(-0,231 \times Tu)} - 0,8 \quad (15)$$

$$\text{Para } Tu > 100 \longrightarrow q_i = 5,0$$

3.7.8 Sólidos Totais

As equações para o cálculo do q_i para o parâmetro Sólidos Totais (ST) são:

Para $ST \leq 500 \text{ mg/l}$

$$q_i = 133,17 \times e^{(-0,0027 \times ST)} - 53,17 \times e^{(-0,0141 \times ST)} + [(-6,2 \times e^{(-0,00462 \times ST)}) \times \text{sen}(0,0146 \times ST)] \quad (16)$$

$$\text{Para } ST > 500 \text{ mg/l} \longrightarrow q_i = 30,0$$

3.7.9 Variação da Temperatura

As equações desenvolvidas pela NSF levam em consideração as características dos corpos de água e variações climáticas dos EUA, sendo a variação de temperatura de equilíbrio o principal parâmetro afetado. Como no nosso caso, os ambientes não recebem cargas térmicas elevadas, as equações não condizem com a realidade brasileira, pois a variação da temperatura de equilíbrio é próxima de zero, então teremos:

Para $-0,625 < T \leq 0,625$ $q_i =$

$4,8 T + 93$

$q_i = 4,8 \times (0) + 93$

$q_i = 93,0$

O q_i utilizado para variação de temperatura neste estudo é constante igual a 93.

Finaliza-se o cálculo do IQA, pelo produtório ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro encontrado, elevado para cada peso específico entre os nove parâmetros analisado, conforme fórmula seguinte:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

O Resultado do IQA é uma nota atribuída entre 0 – 100, que com esse resultado atribuímos uma classificação de nível de qualidade da água, conforme a Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Classificação da qualidade da água segundo IQA-NSF e IQA – CETESB

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA
Bom	70 < IQA 90
Médio	50 < IQA 70
Ruim	25 < IQA 50
Muito ruim	0 < IQA 25

Fonte: IGAM (2005)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados das análises das amostras coletadas à montante e jusante do lançamento do efluente ETE Aurenny

Após coleta em triplicata à montante e à jusante do lançamento do efluente da ETE Aurenny no Ribeirão Taquarussu, foram feitas as análises dos nove parâmetros necessários para o Cálculo do IQA, segue os resultados das análises.

Os Gráficos das Figuras 7 e 8 abaixo mostram, respectivamente, os resultados das análises do parâmetro DBO à montante e à jusante do lançamento.

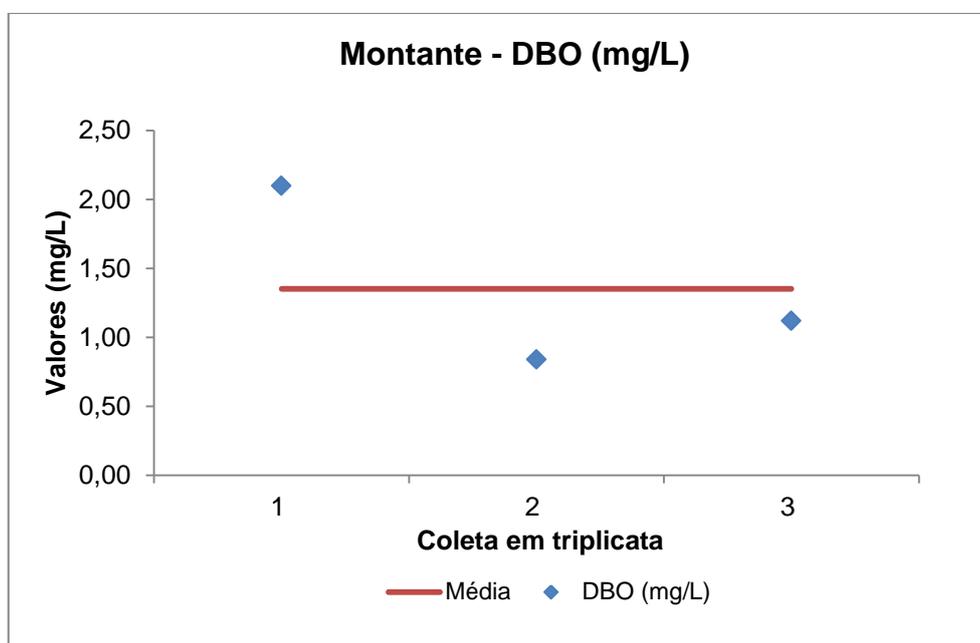


Figura 7 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro DBO à montante do lançamento da ETE Aurenny.

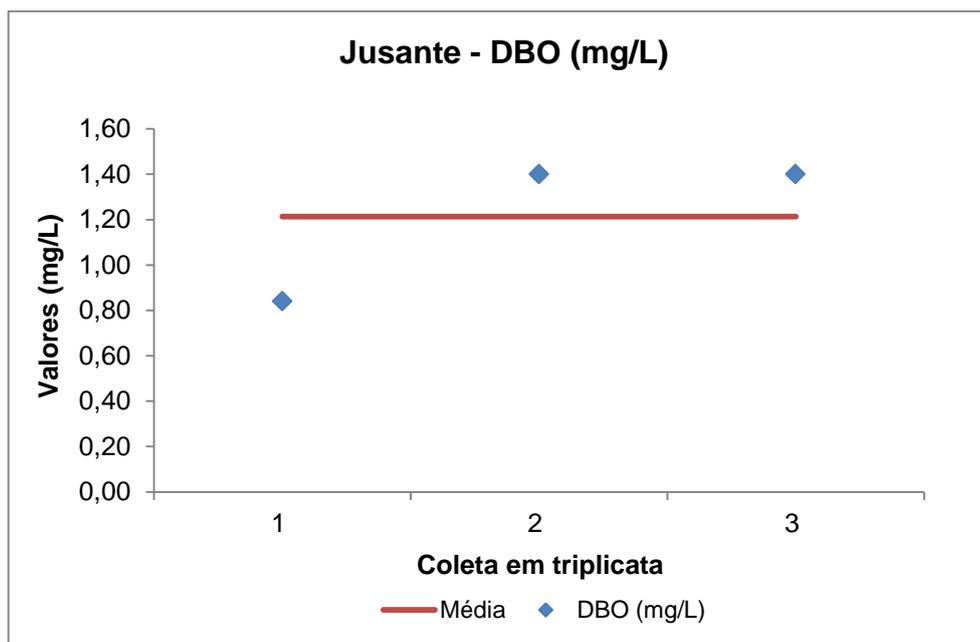


Figura 8 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro DBO à jusante do lançamento da ETE Aurenny

De acordo com a Figura 7 acima, que traz os resultados das análises do parâmetro DBO à montante do lançamento, o valor encontrado na primeira coleta foi de 2,10 mg/L, na segunda foi 0,84 mg/L e a terceira 1,12 mg/L, tendo como média o valor de 1,35 mg/L. A Figura 8 mostra que à jusante o valor encontrado na primeira coleta foi de 0,84 mg/L, na segunda de 1,4 mg/L e a terceira 1,4 mg/L, tendo como média um valor de 1,21 mg/L. De acordo com Conama 357, para rios classificados em classe 2, o limite de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pode ser até 5,0 mg/L O₂. Portanto a média encontrada na montante e jusante esta de acordo com a legislação específica.

As Figuras 9 e 10 a seguir, mostram os resultados das análises do parâmetro Fósforo Total à montante e à jusante do lançamento de efluente da ETE Aurenny.

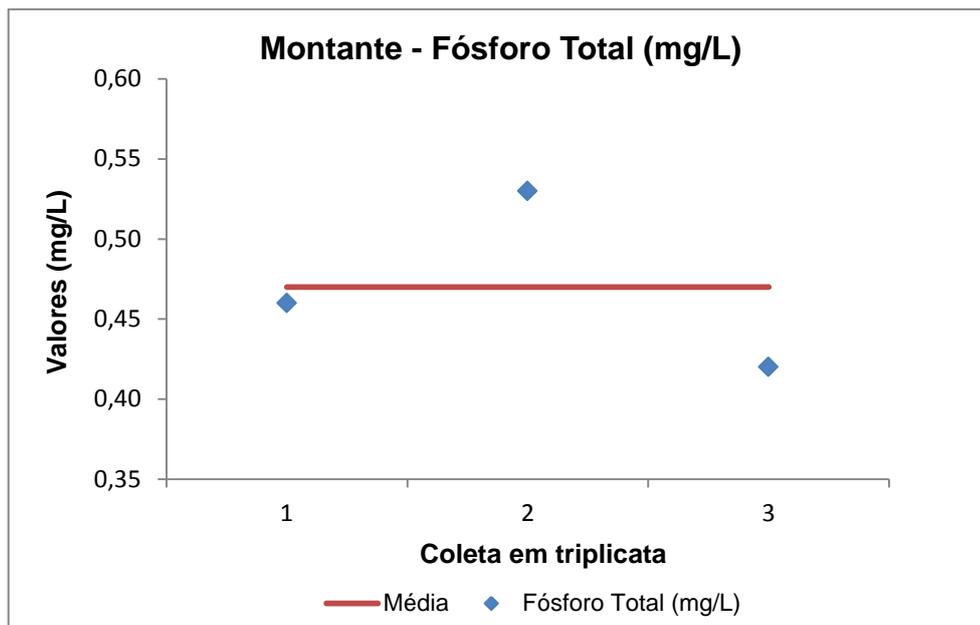


Figura 9 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Fósforo Total a montante do lançamento da ETE Aurenny.

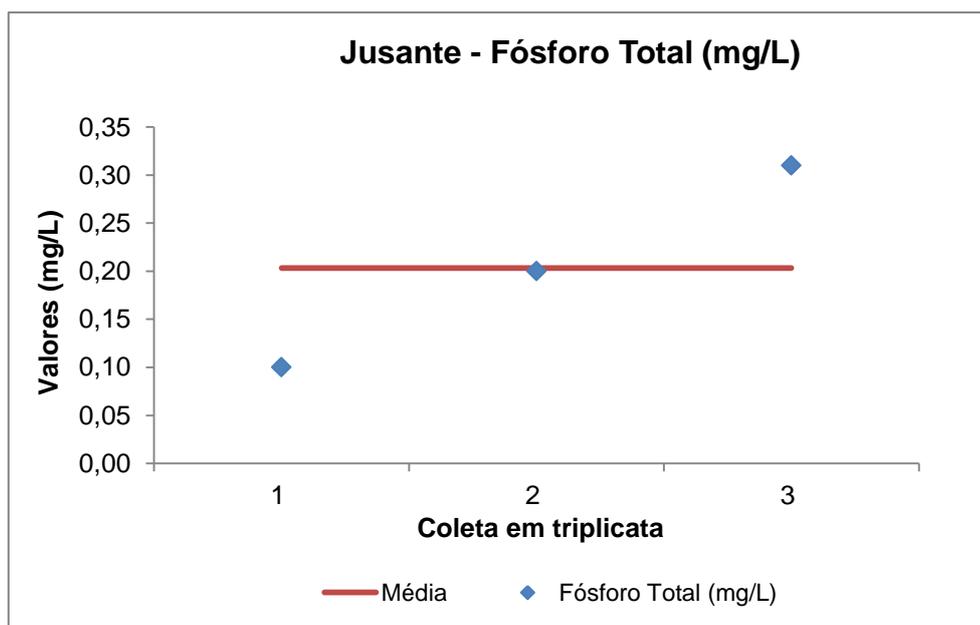


Figura 10 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Fósforo Total a jusante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com o Gráfico da Figura 9 acima, o valor encontrado na primeira coleta à montante do lançamento foi de 0,46 mg/L, na segunda foi de 0,53 mg/L e na terceira foi de 0,42 mg/L, obtendo assim uma média de 0,47 mg/L. No Gráfico da Figura 10, o valor encontrado na primeira coleta foi de 0,1 mg/L, na segunda foi de 0,2 mg/L e na terceira foi de 0,31 mg/L, obtendo assim uma média de 0,20 mg/L. Conforme a Legislação específica CONAMA 357/2005, para ambiente lótico o valor estabelecido é de até 0,050 mg/L, portanto a média encontrada na montante e

jusante está acima do permitido pela Legislação. Tal concentração elevada de Fósforo Total deve estar relacionada a lixiviação oriunda da drenagem de águas pluviais dos bairros arredores, e demais lançamentos de chácaras e residências irregulares que estão construídas próximas ao ponto de coleta.

As Figuras 11 e 12 abaixo, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro Nitrogênio Total do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenny.

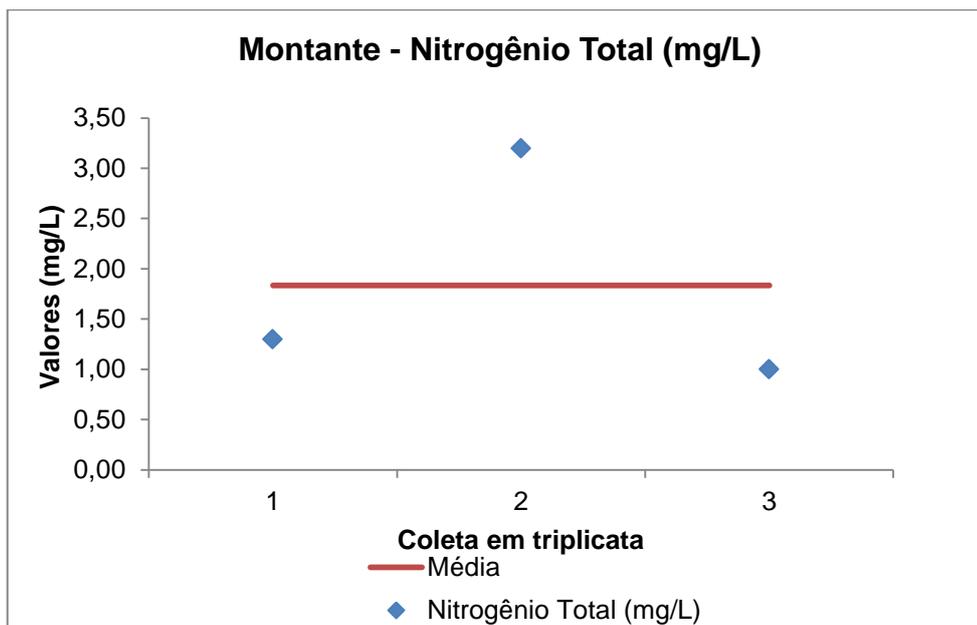


Figura 11 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Nitrogênio Total a montante do lançamento da ETE Aurenny.

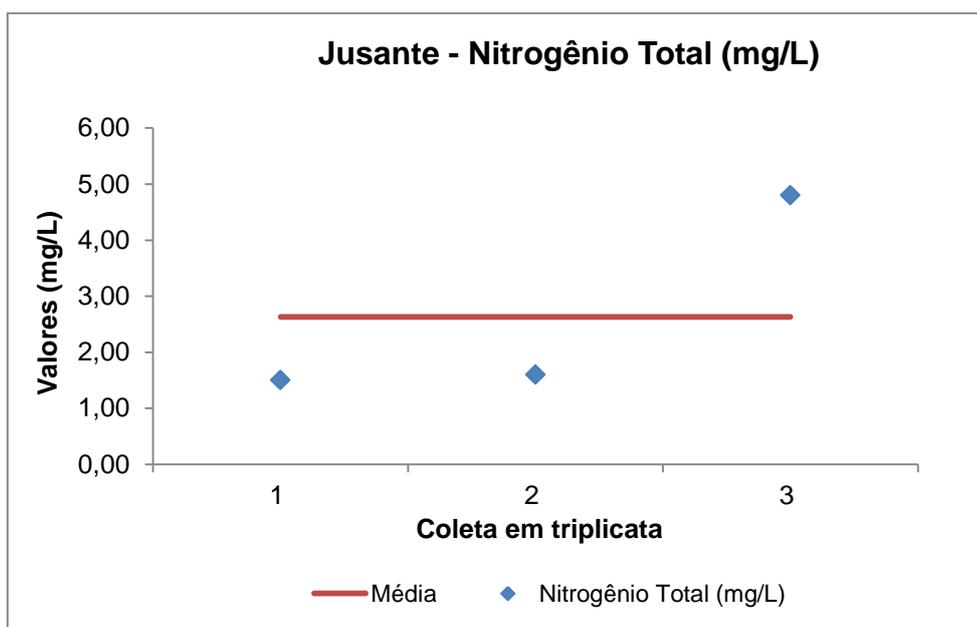


Figura 12 - Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Nitrogênio Total a jusante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com o Gráfico da Figura 11, o valor encontrado na amostra da primeira coleta à montante do lançamento foi de 1,3 mg/L, na segunda foi de 3,2 mg/L e na terceira foi de 1,0 mg/L, obtendo assim uma média de 1,83 mg/L. Conforme a Legislação específica CONAMA 357/2005, para ambiente lótico o valor estabelecido é de até 2,18 mg/L, portanto a média encontrada está dentro do permitido. Apenas a segunda amostra apresentou resultado acima do permitido. De acordo com o Gráfico da Figura 12, o valor encontrado na amostra da primeira coleta foi de 1,5 mg/L, na segunda foi de 1,6 mg/L e na terceira foi de 4,8 mg/L, obtendo assim uma média de 2,63 mg/L, portanto, a média encontrada à jusante do lançamento do efluente da ETE Aurenny está acima do permitido. Esse fato pode estar relacionado a descarga de algum esgoto clandestino ou fertilizantes usados por chacareiros ao redor do ribeirão taquarussu, ressaltando que também uma amostra da montante teve uma alteração acima do permitido pela legislação.

As Figuras 13 e 14 abaixo, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro Oxigênio Dissolvido do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenny.

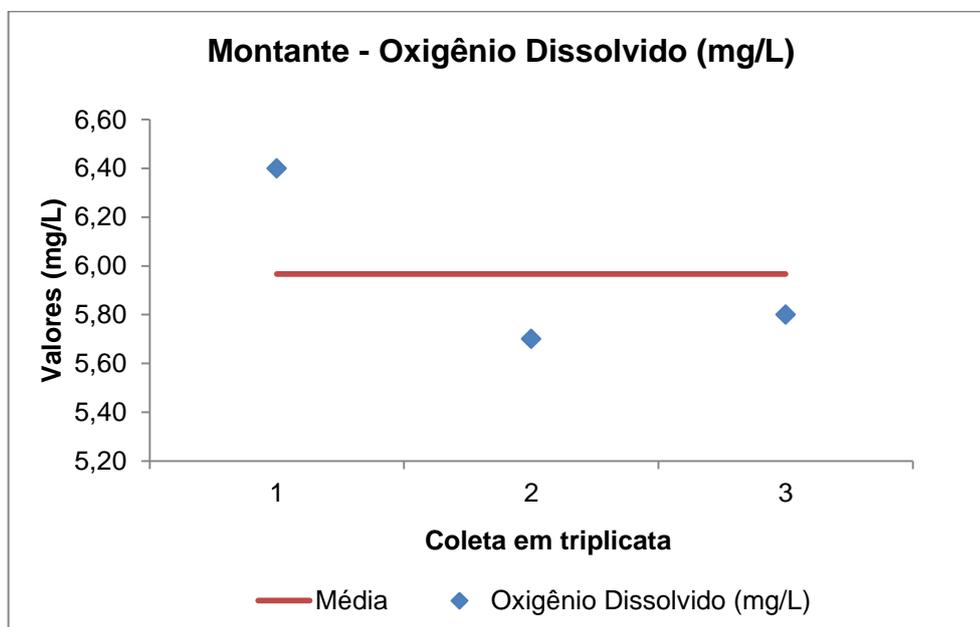


Figura 13 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Oxigênio Dissolvido à montante do lançamento da ETE Aurenny.

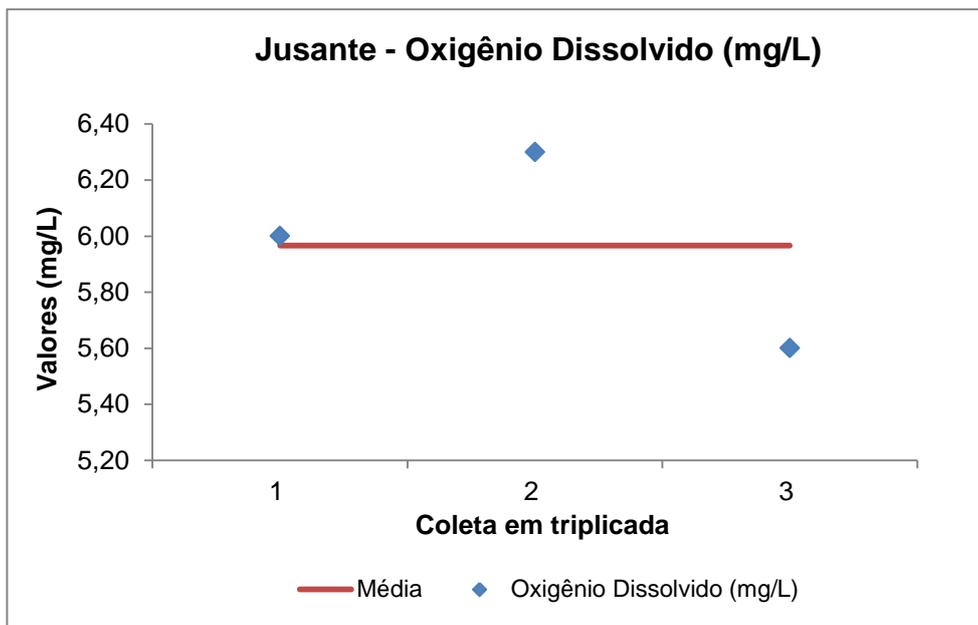


Figura 14 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Oxigênio Dissolvido à jusante do lançamento da ETE Aurenny.

Conforme o Gráfico da Figura 13, o valor encontrado de Oxigênio Dissolvido na primeira coleta à montante foi de 6,4 mg/L, na segunda foi de 5,7 mg/L e na terceira foi de 5,8 mg/L, obtendo assim uma média de 5,97 mg/L. No Gráfico da Figura 14 acima, o valor encontrado na primeira coleta foi de 6,0 mg/L, na segunda foi de 6,3 mg/L e na terceira foi de 5,6 mg/L, obtendo assim uma média de 5,97 mg/L, dessa maneira todas as amostras ficaram de acordo com a Legislação específica CONAMA 357/2005 o valor estabelecido é maior ou igual a 5 mg/L.

As Figuras 15 e 16 abaixo, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro pH do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenny.

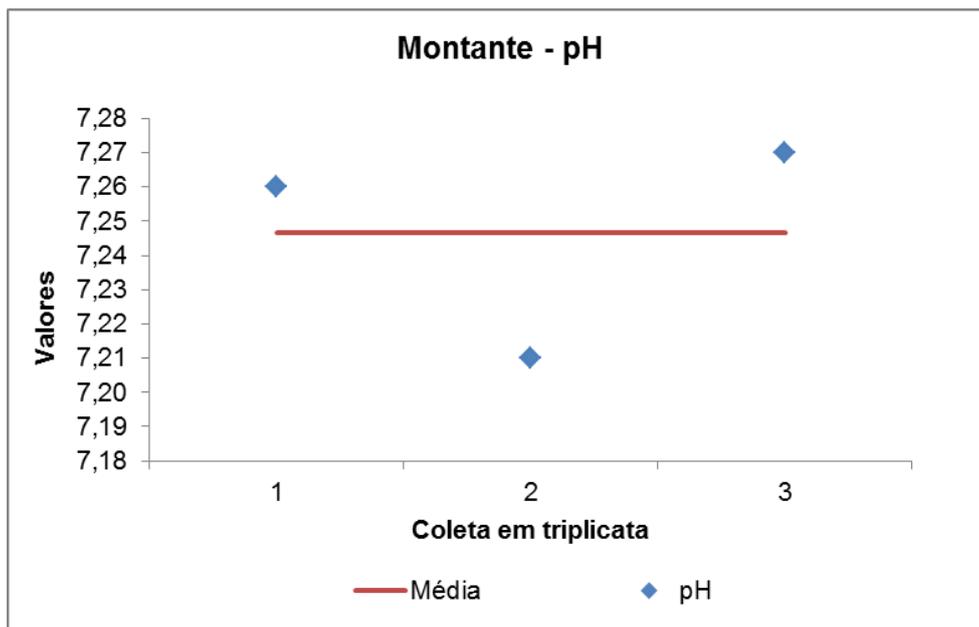


Figura 15 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro pH a montante do lançamento da ETE Aurenny.

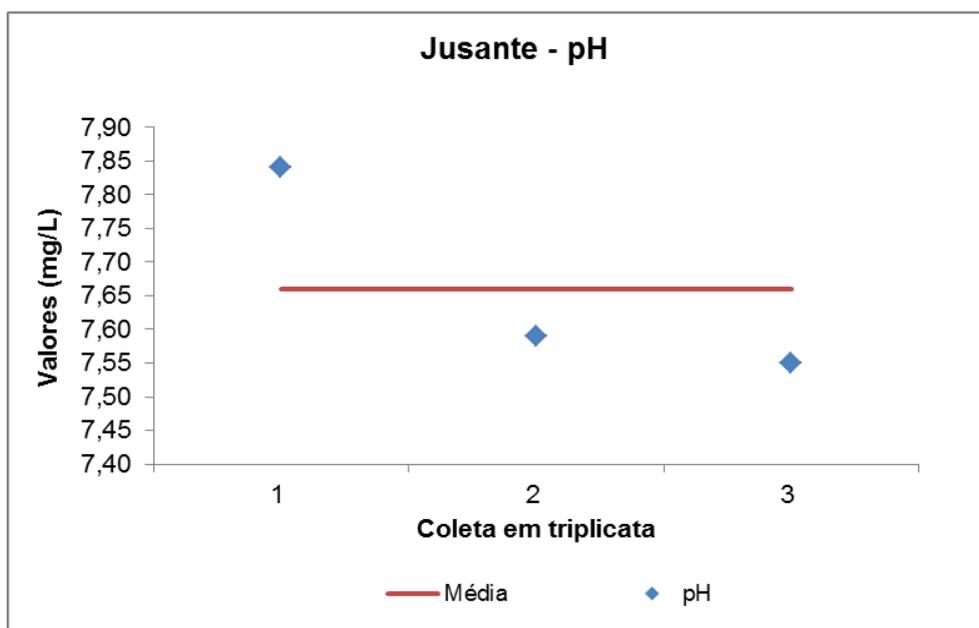


Figura 16 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro pH a jusante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com o gráfico da Figura 15, na montante, o valor de pH encontrado na amostra da primeira coleta foi de 7,26, da segunda coleta foi de 7,21 e da terceira foi 7,27, obtendo assim média de 7,25. No Gráfico da Figura 16 acima, na jusante, o valor de pH encontrado na amostra da primeira coleta foi de 7,84, na segunda coleta foi de 7,59 e na terceira foi 7,55 obtendo assim uma média de 7,66. Conforme a Legislação CONAMA 357/2005 o valor estabelecido de pH é de 6,0 a 9,0, dessa

maneira todas as amostras ficaram no intervalo especificado pela Legislação.

As Figuras 17 e 18 abaixo, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro Temperatura do ponto a montante e jusante Lançamento da ETE Aurenny.

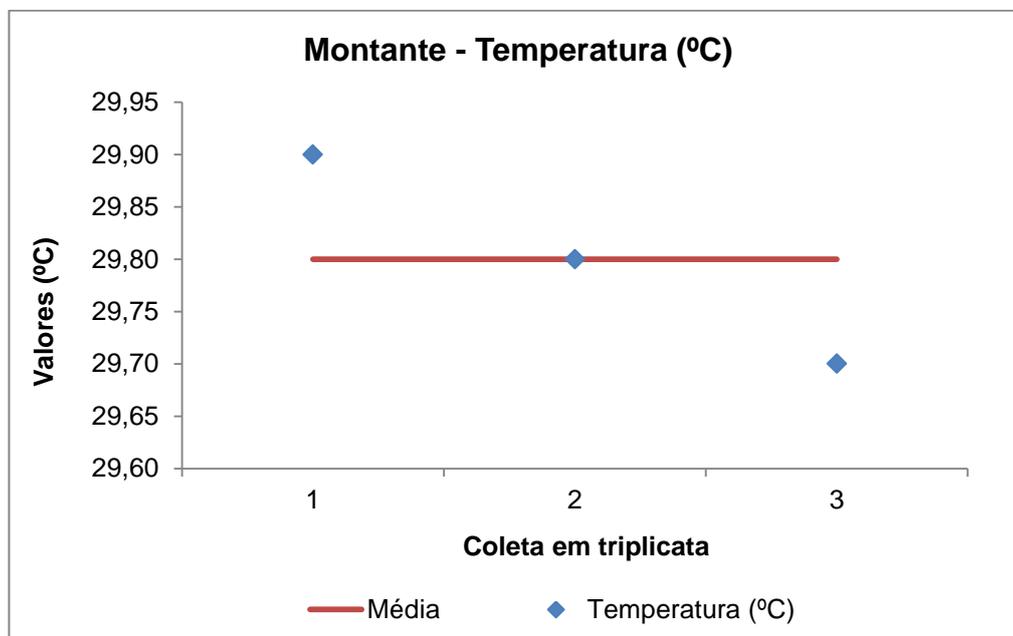


Figura 17 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Temperatura a montante do lançamento da ETE Aurenny.

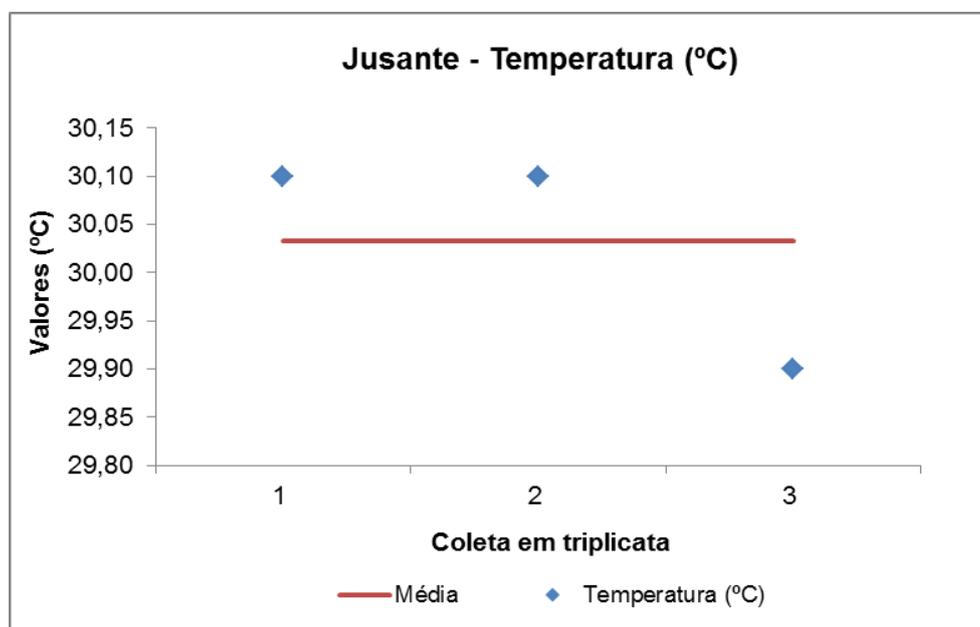


Figura 18 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Temperatura à jusante do lançamento da ETE Aurenny.

Na montante a primeira coleta a temperatura encontrada foi 29,9 °C, na segunda foi 29,8 °C e na terceira 29,7 °C, tendo como média das três o valor de 29,8

°C, Na jusante primeira coleta a temperatura encontrada foi 30,1 °C, na segunda foi 30,1 °C e na terceira 29,9 °C, tendo como média das três o valor de 30,03 °C estando de acordo com o clima tropical.

As Figuras 19 e 20 a seguir, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenny.

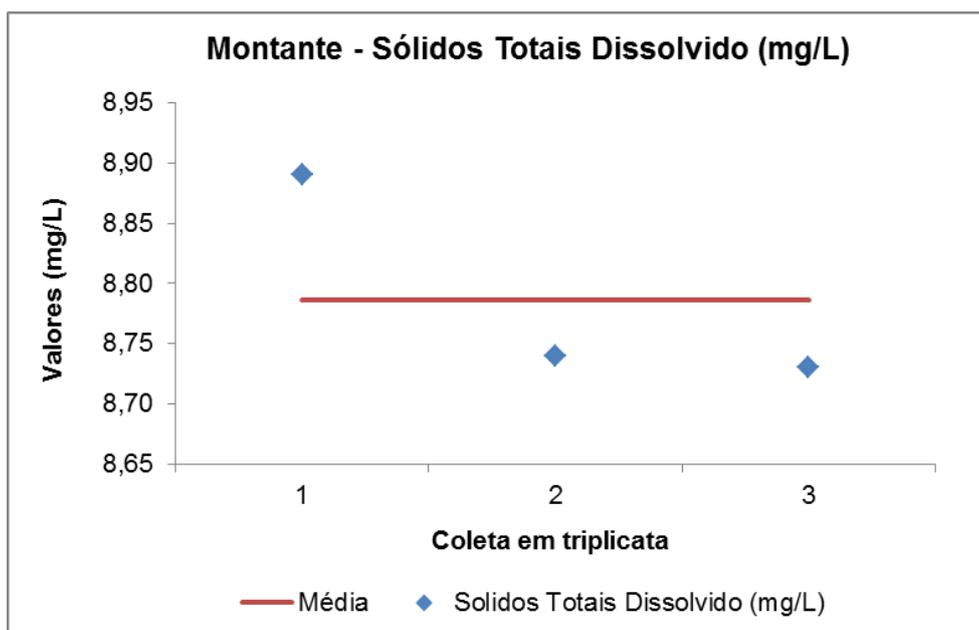


Figura 19 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos à montante do lançamento da ETE Aurenny.

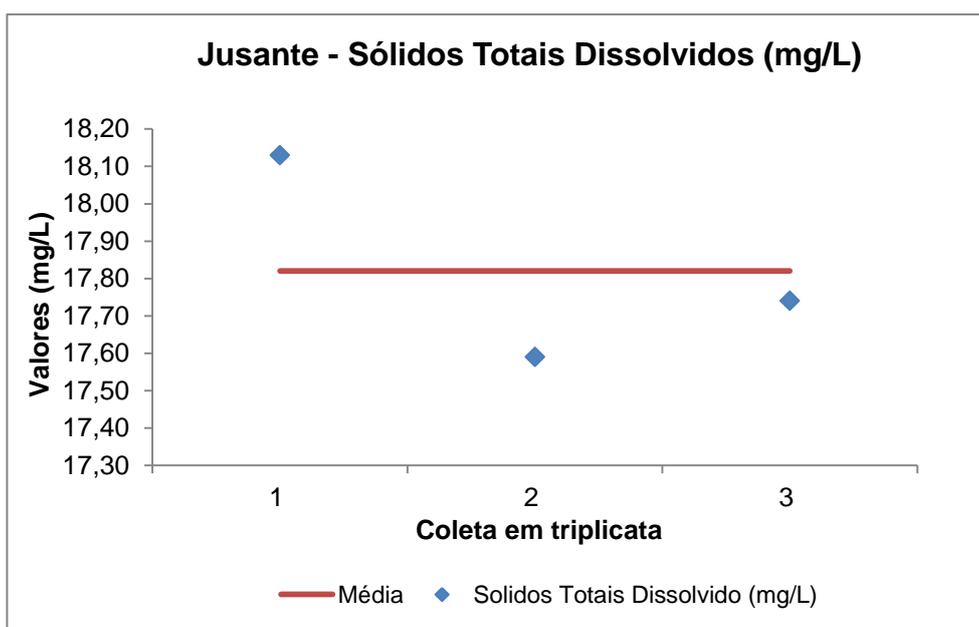


Figura 20 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos à jusante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com o Gráfico da Figura 19 acima, na montante do lançamento o valor de Sólido Total Dissolvido encontrado na primeira coleta foi de 8,89 mg/L, na segunda foi 8,74 mg/L e na terceira 8,73 mg/L, dessa maneira a média obtida foi 8,79 mg/L. Conforme o Gráfico da Figura 20, na jusante, o valor de Sólido Total Dissolvido encontrado na primeira coleta foi de 18,13 mg/L, na segunda foi 17,59 mg/L e na terceira 17,74 mg/L, dessa maneira a média obtida foi 17,82 mg/L. Conforme a Legislação CONAMA 357/2005 o valor máximo estabelecido é de 500 mg/L, sendo assim todas as amostras coletadas ficaram com os valores bem abaixo, logo estão em conformidade com a Legislação pertinente.

As Figuras 21 e 22 abaixo, mostram os resultados obtidos das análises do parâmetro Turbidez do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenly.

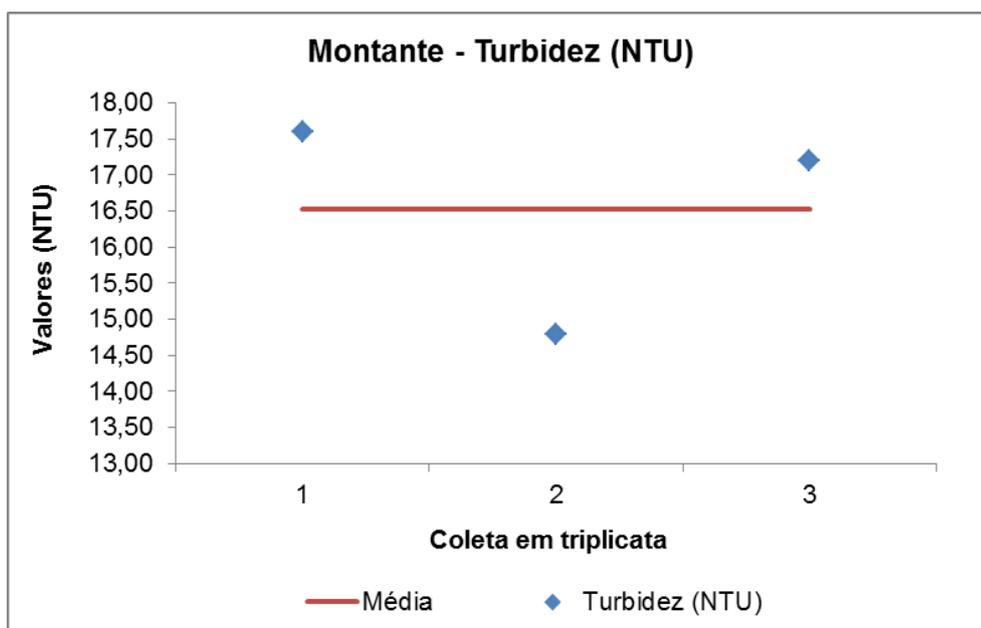


Figura 21 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Turbidez a montante do lançamento da ETE Aurenly.

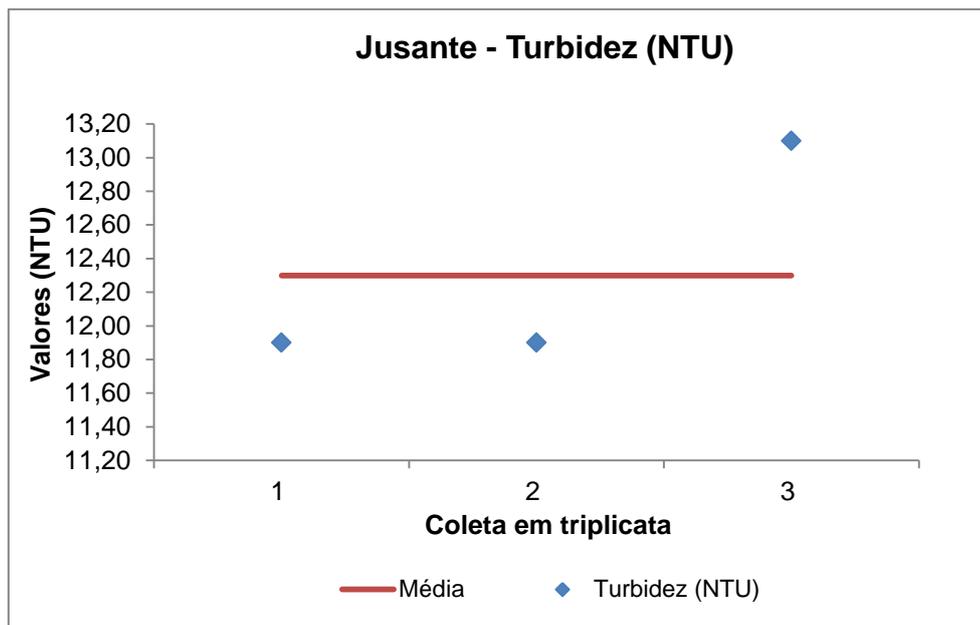


Figura 22 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro Turbidez à jusante do lançamento da ETE Aurenny.

Fechando os parâmetros físico-químicos, de acordo com o Gráfico da Figura 21, o valor de turbidez encontrado nas coletas à montante do lançamento foram respectivamente de 17,6 NTU, 14,8 NTU e 17,2 NTU, apresentando o valor de 16,53 NTU como média das três coletas. Já no gráfico da Figura 22 acima, na jusante, o valor de Turbidez foi de 11,9 NTU na primeira amostra coletada, 11,9 NTU na segunda e 13,1 NTU na terceira, apresentando o valor de 12,30 NTU. Todos os resultados estão conforme a legislação CONAMA 357/2005, a qual estabelece que o valor máximo é de 100 NTU.

As Figuras 23 e 24 abaixo mostra os resultados obtidos das análises do parâmetro microbiológico *Escherichia Coli* do ponto à montante e jusante do Lançamento da ETE Aurenny.

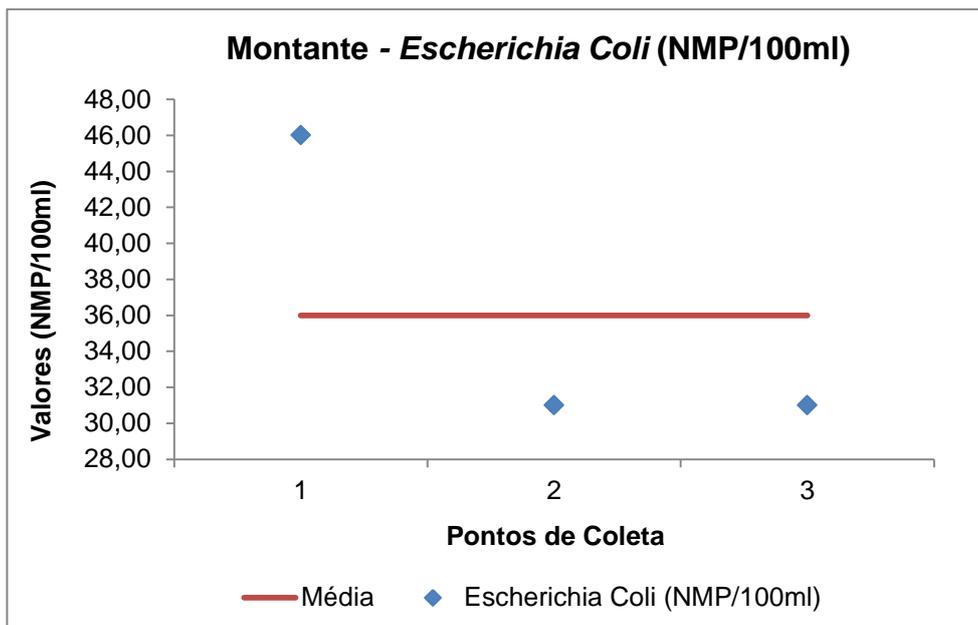


Figura 23 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro *Escherichia Coli* a montante do lançamento da ETE Aurenny.

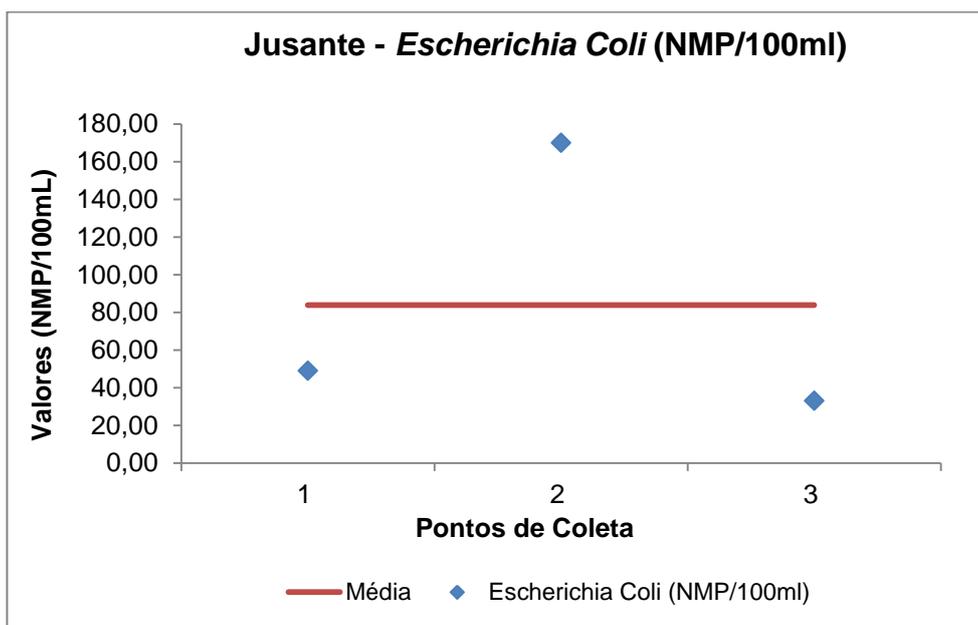


Figura 24 – Resultados das análises da amostra coletada em triplicata do parâmetro *Escherichia Coli* a jusante do lançamento da ETE Aurenny.

Conforme o gráfico da Figura 23 acima mostra o resultado obtido na primeira coleta, o qual foi de 46 coliformes, na segunda e terceira apresentaram a mesma quantidade de 31 coliformes. A média obtida foi de 36 *Escherichia Coli* por 100 mL. Na jusante, no gráfico da Figura 24 acima, o resultado obtido na primeira coleta foi de 49 coliformes, na segunda 170 coliformes e terceira 33 coliformes. A média obtida foi de 84 *Escherichia Coli* por 100 mL. A legislação CONAMA 357/2005 diz que não deve exceder o limite de 1.000 coliformes por 100 mililitros, como os valores obtidos

ficaram abaixo do estabelecido, os resultados das amostras estão em conformidade com a Legislação.

A partir dos dados levantados nas três coletas à montante e jusante do lançamento, foram analisados nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA. Segue abaixo a Tabela 5 e 6 e a Figura 25 e 26 com o resultado geral das análises dos parâmetros determinados. Através da média com o auxílios das fórmulas citadas determinou-se o IQA.

Tabela 5. Resultado das análises das três coletas da montante e as respectivas médias obtidas.

Parâmetros de qualidade da água	1	2	3	Média
DBO (mg/L)	2,10	0,84	1,12	1,35
Fósforo Total (mg/L)	0,46	0,53	0,42	0,47
Nitrogênio Total (mg/L)	1,3	3,2	1,0	1,83
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,4	5,7	5,8	5,97
pH	7,26	7,21	7,27	7,25
Temperatura (°C)	29,9	29,8	29,7	29,80
Sólidos Totais Dissolvido (mg/L)	8,89	8,74	8,73	8,79
Turbidez (NTU)	17,6	14,8	17,2	16,53
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100ml)	46	31	31	36,00

Tabela 6. Resultado das análises da amostra coletada em triplicata a jusante e as respectivas médias obtidas.

Parâmetros de qualidade da água	1	2	3	Média
DBO (mg/L)	0,84	1,4	1,4	1,21
Fósforo Total (mg/L)	0,1	0,2	0,31	0,20
Nitrogênio Total (mg/L)	1,5	1,6	4,8	2,63
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,0	6,3	5,6	5,97
pH	7,84	7,59	7,55	7,66
Temperatura (°C)	30,1	30,1	29,9	30,03
Sólidos Totais Dissolvido (mg/L)	18,13	17,59	17,74	17,82
Turbidez (NTU)	11,9	11,9	13,1	12,30
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100ml)	49	170	33	84,00

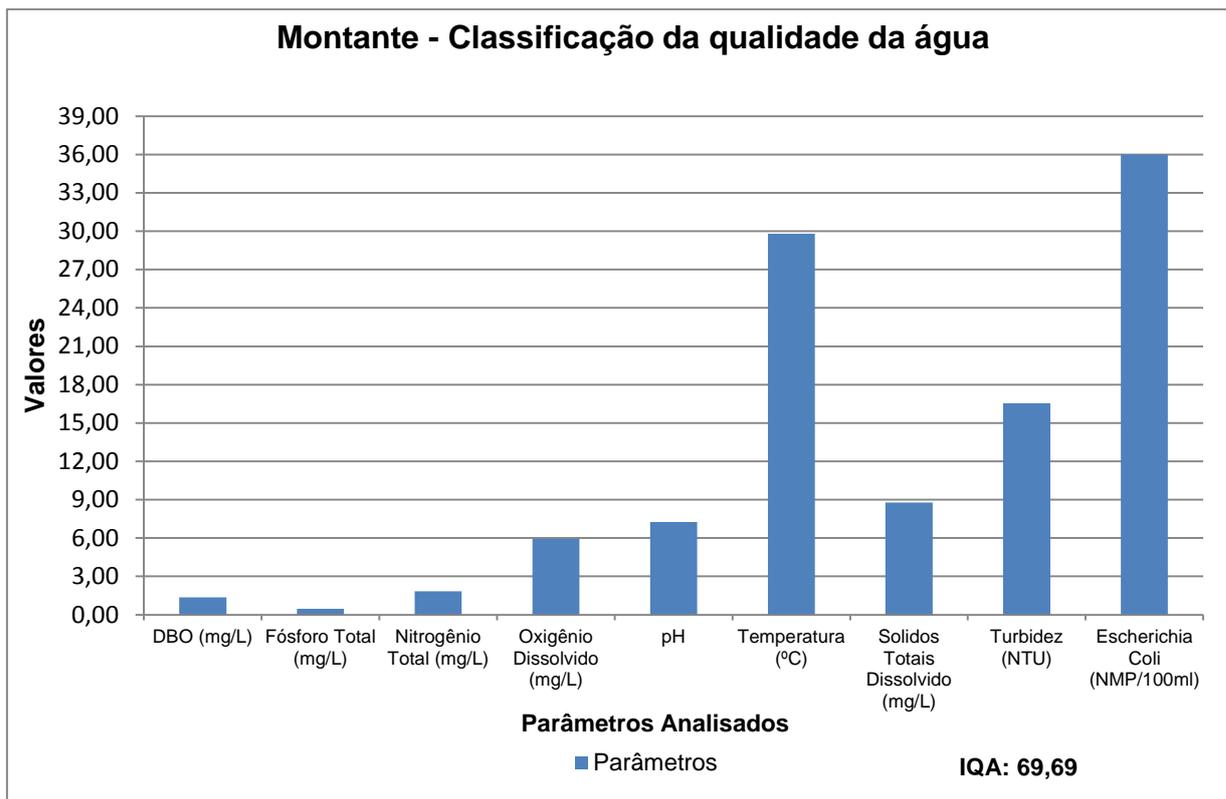


Figura 25. Classificação da qualidade da água do Ribeirão Taquarussu à montante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com os cálculos do IQA o resultado obtido foi 69,69, portanto a situação do Ribeirão Taquarussu à montante do lançamento do efluente da ETE Aurenny se classifica como média, conforme a Tabela 4 (Classificação da qualidade da água segundo IQA-NSF e IQA – CETESB) no tópico 3.7 (Metodologia do Cálculo do Índice de Qualidade das Águas).

Segue abaixo a Figura 26 com o resultado geral das análises dos parâmetros determinados e o IQA do ponto à jusante do lançamento do efluente da ETE Aurenny.

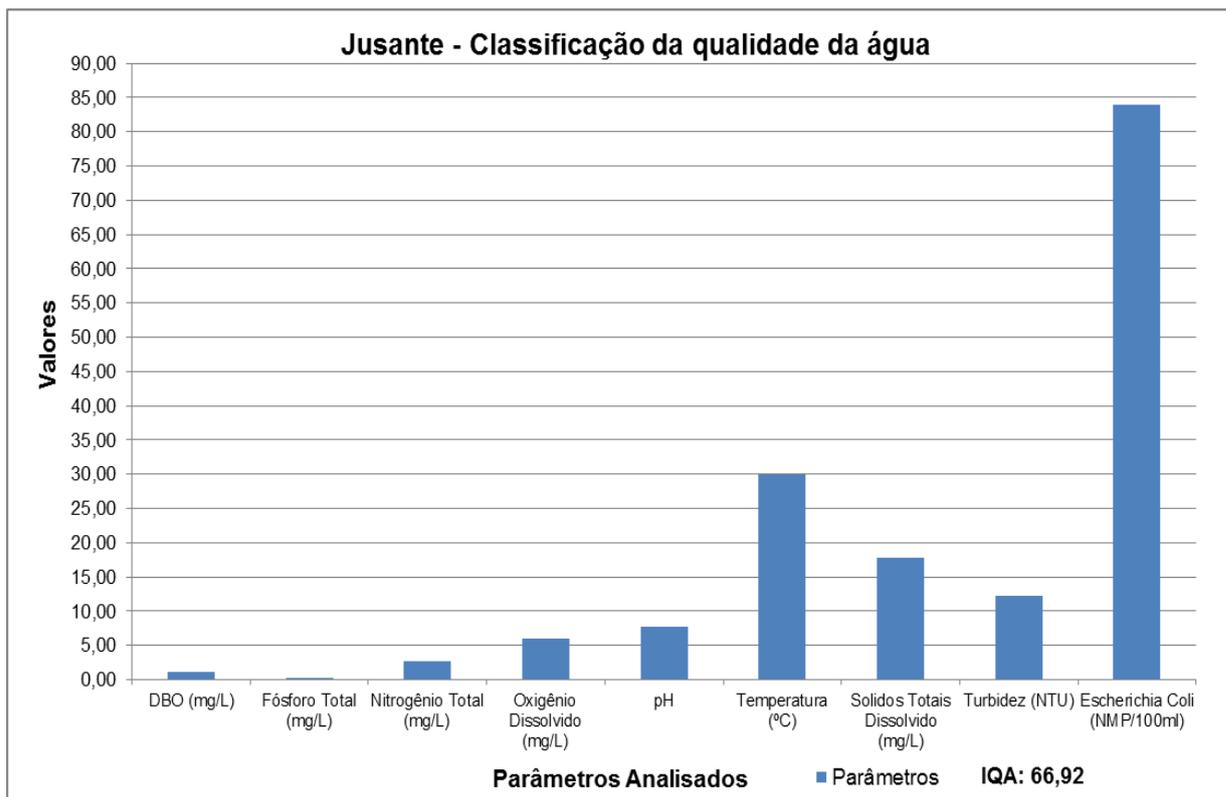


Figura 26. Classificação da qualidade da água do Ribeirão Taquarussu a jusante do lançamento da ETE Aurenny.

De acordo com os cálculos do IQA o resultado obtido foi 66,92, portanto a situação do Ribeirão Taquarussu à jusante do lançamento do efluente da ETE Aurenny se classifica como média

4.2 Comparação da média final dos resultados das análises dos parâmetros das amostras coletadas à montante e jusante do lançamento da ETE Aurenny.

Segue abaixo a Tabela 7 e o gráfico da Figura 27 com a relação de todas médias e um comparações da montante com a jusante do lançamento da efluente da ETE Aurenny.

Tabela 7. Resultado das médias obtidas das análises das amostras coletada em triplicata a montante e jusante

Parâmetros de qualidade da água	Montante média	Jusante média
DBO (mg/L)	1,35	1,21
Fósforo Total (mg/L)	0,47	0,20
Nitrogênio Total (mg/L)	1,83	2,63
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,97	5,97
pH	7,25	7,66
Temperatura (°C)	29,80	30,03
Solidos Totais Dissolvido (mg/L)	8,79	17,82
Turbidez (NTU)	16,53	12,30
<i>Escherichia Coli</i> (NMP/100ml)	36,00	84,00

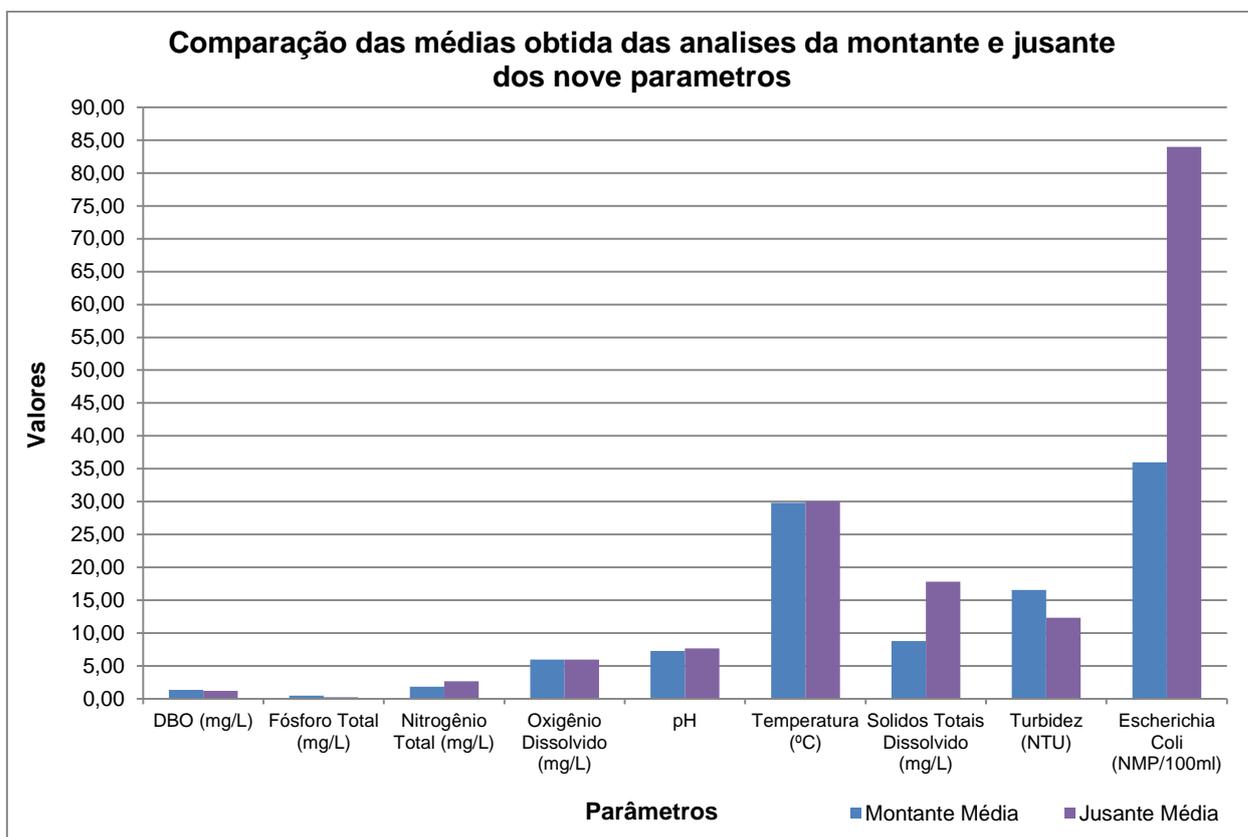


Figura 27. Médias finais obtidas dos resultados das análises das amostras em triplicata dos pontos a montante e jusante do lançamento de efluente da ETE Aurenly.

A Tabela 7 e o Gráfico da Figura 27 acima, traz os nove parâmetros necessários para o cálculo do IAQ. Começando com a DBO, que deu um valor à montante de 1,35 mg/L e a jusante o valor de 1,21 mg/L ficando o índice inferior ao da montante. Já o fósforo total teve uma média na montante de 0,47 mg/L e na jusante 0,20 mg/L, ambos os resultados ficaram acima do permitido pela Resolução

CONAMA 357/2005 a qual estabelece um valor máximo de 0,1 mg/L para ambiente lótico de classe 2 . O Nitrogênio Total teve uma média na montante de 1,83 mg/L e a jusante 2,63 mg/L, nesse caso apenas a jusante está fora dos parâmetros permitidos pela legislação, a qual permite um valor máximo de 2,18 mg/L para ambientes lótico de classe 2. No resultado do Oxigênio Dissolvido, tanto a montante como a jusante apresentaram valores iguais de 5,97 mg/L ficando em conformidade com a legislação, a qual estabelece valor maior ou igual a 5 mg/L. No caso da temperatura a montante ficou com uma média de 29,80°C e a jusante com 30,03°C estando assim de acordo com o clima tropical da região, e o pH nas respectivas temperaturas ficou com uma média de 7,25 mg/L e 7,66 mg/L ficando dentro do intervalo (6,0-9,0) que a Resolução do CONAMA 357/2005 estabelece. O Sólidos Totais apresentou uma média na montante de 8,79 mg/L e na jusante de 17,82 mg/L, ambas estão de acordo com norma exigida. Fechando os resultados fisico-químicos, o parâmetro Turbidez, apresentou um valor à montante de 16,53 NTU e à jusante de 12,30 NTU ficando também, assim, dentro do permitido pelas normas específicas.

O parâmetro microbilógico analisado, *Escherichia Coli* ficou com valor na montante de 36 coliformes/100mL e a jusante apresentou uma quantidade de 84 coliformes/100mL, obtendo um valor de mais de 100% acima da montante, Mesmo que fosse feito uma análise de discrepância de valores descartando a segunda amostra da jusante não mudaria o resultado final tendo em vista que os valores acabam permanecendo dentro do limite que a Resolução do CONAMA 357/2005 estabelece para corpo hídrico de Classe 2.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos das análises, observamos que os valores dos parâmetros ficaram parecidos ao comparar as amostras da montante com a jusante do lançamento do efluente da ETE Aurenny.

Todos os parâmetros apresentaram resultados dentro do estabelecido pelo CONAMA 357/2005, com exceção do ponto à montante e jusante do parâmetro Fósforo Total, que apresentou respectivamente média de 0,47 mg/L e 0,31 mg/L e conforme a Legislação o valor estabelecido é de até 0,050 mg/L. E à jusante do parâmetro Nitrogênio total com média de 2,63 mg/L, a legislação permite até 2,18 mg/L.

O valor da jusante do parâmetro Nitrogênio Total está acima do permitido devido ao valor da terceira amostra (4,8 mg/L), pois a primeira (1,5 mg/L) e segunda (1,6 mg/L) amostra ficaram dentro do especificado pela legislação (até 2,18 mg/L). No ponto a montante desse mesmo parâmetro, o valor encontrado na amostra da primeira coleta foi de 1,3 mg/L, na segunda foi de 3,2 mg/L e na terceira foi de 1,0 mg/L, obtendo assim uma média de 1,83 mg/L, o valor estabelecido pela legislação é de até 2,18 mg/L, portanto a média encontrada está dentro do permitido. Apenas a segunda amostra apresentou resultado acima do permitido, mais não alterou de forma significativa a média final.

Conforme o cálculo do IQA, o ponto a montante do lançamento da ETE Aurenny apresentou resultado de 69,69 e a jusante obteve um valor de 66,92, sendo assim, a água do Ribeirão Taquarussu enquadra-se em condições médias na classe 2.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th edition. Washington: APHA,2005.**

ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012.** 1ª edição. Brasília/DF, Brasil. Agência Nacional das Águas, 2012.

BÁRBARA, V. F., CUNHA, A. C. e SIQUEIRA, E. Q. **Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP.** REV. BIOCÊNCIAS, UNITAU-SP. Vol. 16, N 1, p 57-72. 2010.

BENEDET, Alex Vieira. QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA SC. 2008. 65 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível:<<http://www.ens.ufsc.br/principal/pdfs/5de60fb82772a3a0cd6be6661abdf7194a56ce58.pdf>>.Acesso em: 09 setembro 2015.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; EIGER, S. *Introdução à Engenharia Ambiental.* São Paulo, SP: Prentice Hall: 2005.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. Água na medida certa: Hidrometria no Brasil. Brasília/DF:2012.72p.Disponível:<[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedida erta.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedida%20certa.pdf)>. Acesso em: 05 setembro 2015.

BRASIL ESCOLA. **Poluição Hídrica.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/poluicao-hidrica.htm>> Acesso em: 05 de setembro. 2015.

CALLISTO, M., MORETTI, M., GOULART, M. D. C. 2001b. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6 (1)71-82.

CHAGAS, T. Walter Geniselli; SALATI, E.; TAUK-TORNISIELO, S. Maria. **Sistemas construídos de áreas alagadas: Revisão da legislação e dos padrões de qualidade da água**. Holos Environmental. V. 12, n.1, 2012.

CETESB. **Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%20aguassuperficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas>> Acesso em: 01 de set. 2015.

CETESB. “Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem”. In: Série Relatórios/CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009**. 2ª edição. Apêndice A. São Paulo/SP, Brasil. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2010.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo . **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 2008.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 10 out. 2014.

FEWTRELL, L. AND BARTRAM, J. **Water quality: Guidelines, Standards and Health**. IWA Publication: London, 2001.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GONÇALVES, Elano Mário. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Uberabinha – Uberlândia – MG**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro de Pós, 2009.

MILARE, E. **Direito do Ambiente**. 3-ed. Revista Atual e Ampliada. São Paulo, Editora Revista dos Tribunais, 2003

ODEBRECHT AMBIENTAL/SANEATINS. Companhia de Saneamento do Tocantins. **Relatórios Operacionais**. Palmas-TO, 2014.

PEREIRA, R. D. S., Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos (RERH)**. Porto Alegre/RS, Brasil. Volume 1. Número 1. p. 20-36. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, 2004.

PEREIRA, R.S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH- UFRGS. V.1, n.1. p. 20-36. 2004. Disponível em : <<http://WWW.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>. Acesso em : 08 Set. 2015

PESSOA, C. A.; JORDÃO, E. P. **Tratamento de esgotos domésticos**: concepções clássicas de tratamento de esgotos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1982.

PNMA. **Índice e Indicadores de Qualidade da Água - Revisão da Literatura**. Estudos para Seleção de Índices e Indicadores de Qualidade da Água para o Monitoramento no Estado de Pernambuco.

PNMA II. **Índice e Indicadores de Qualidade de Água**: Revisão da Literatura, 2006. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/indice-agua-volume1.pdf>>. Acesso em: 01 de Setembro de 2015.

RECESA. **Qualidade da água e padrões de potabilidade:** abastecimento de água: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte: RECESA, 2007. 80 p.

SPERLING, M. V. *Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 1º Ed. Minas Gerais: 1996.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

SOUZA, Márcio. **Lixo acumulado gera desvalorização social e econômica**. Manaus: PCEAMAZONAS, 2014. Disponível em:< <http://pceamazonas.com.br/wp-content/uploads/2014/04/A-origem-da-polui%C3%A7%C3%A3o-h%C3%ADrica.jpg>> Acesso em: 07 de Set. 2015.

Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L.; Alvares, C. A.; Ribeiro, S.; Leite, F. P. **Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas**, Guanhães – MG. Revista *Árvore*, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental: o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 1995.

ANEXOS