



# **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*

**Paulo Ricardo Silva Machado**

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

Palmas – TO  
2015

**Paulo Ricardo Silva Machado**

**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIBEIRÃO  
ÁGUA FRIA 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  
2015

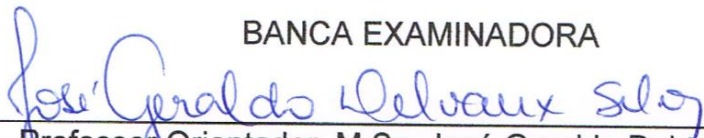
PAULO RICARDO SILVA MACHADO

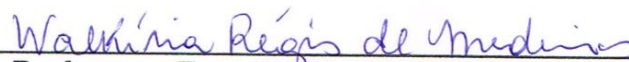
**AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO RIBEIRÃO  
ÁGUA FRIA DE PALMAS - TO**

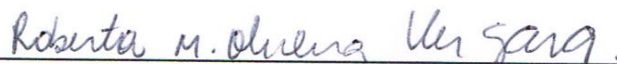
Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, elaborada sob orientação do Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

Aprovado em \_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2015.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Professor Orientador M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Professora Examinadora M.Sc. Walkiria de Medeiros  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Professora Examinadora M.Sc. Roberta de Oliveira  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO  
2015

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus todo poderoso, por ser essencial e maravilhoso em minha vida, autor de meu destino, meu guia, meu socorro e meu refúgio.

Dedico à minha família, minha companheira noiva Kerry Allyne Masson Affonso e meus pais Jonas Coelho Machado e Marizete Pereira da Silva e meu companheiro irmão Ítalo Silva Machado que sempre me apoiaram e me incentivaram para o êxito dessa monografia.

## 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 noiva Kerry Allyne Masson Affonso, 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 por ser essa pessoa maravilhosa em minha vida.

Agradeço ao meu pai, mãe e irmãos, e o Stark 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 ter me dado essa família abençoada.

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 que acreditaram em mim e me deram incentivos nessa jornada.

## EPÍGRAFE

“Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

*Charles Chaplin.*

## RESUMO

MACHADO, Paulo Ricardo Silva. Trabalho de Conclusão de Curso. 2015. **Avaliação do índice de qualidade da água no ribeirão água fria de Palmas – TO**. Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Orientador Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

Nesta pesquisa analisou-se o índice de Qualidade de Água da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria no Município de Palmas - TO. Este trabalho utilizou os dados de monitoramento do Ribeirão Água Fria, realizado pelo Laboratório de Saneamento (LABSAN) da Universidade Federal do Tocantins nos meses de fevereiro e março de 2015. Os dados obtidos no monitoramento permitiram classificar as águas do Ribeirão Água Fria segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Foram calculados o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Analisaram-se 8 parâmetros físicos, químicos, e 01 parâmetro biológico, distribuídos em 4 pontos definidos estrategicamente pela maior zona de degradação do efluente e de acordo com o grau de importância das ações antrópicas. Os pontos 01 e 02 estão localizados a montante da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Norte, os pontos 03 e 04 encontram-se a jusante do lançamento da ETE Norte. Conclui-se que, através dos dados analisados, o Ribeirão Água Fria apresenta classes diferentes ao longo do mesmo. O ponto 03 e 04 a jusante da ETE onde é feito o despejo do efluente no córrego, apresentou um IQA ruim. As altas concentrações encontradas de nitrogênio, fósforo, coliformes termotolerantes e baixo nível de oxigênio dissolvido em todos os 04 pontos coletados indicam a contaminação do corpo hídrico, conforme os níveis de tolerância apresentados na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, onde constam os parâmetros de origem de esgotos domésticos, que alterando a qualidade da água classificando-se os pontos 01, 02, 03, 04 como sendo classe 03.

**Palavras-Chave:** Água. Qualidade. Monitoramento. Ribeirão Água Fria.

## ABSTRACT

MACHADO, Paulo Ricardo Silva. Completion of course work. 2015. **Evaluation of the water quality index in ribeirão água fria de Palmas-TO**. Civil Engineering course. Centro Universitário Luterano de Palmas. Advisor Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

This research analyzed the Water quality index of the watershed of the cold water Creek in the city of Palmas-TO. This work used the monitoring data of the Ribeirão Água Fria, performed by the laboratory of sanitation (LABSAN) of the Federal University of Tocantins in the months of February and March 2015. The data obtained in monitoring allowed to classify the waters of Ribeirão Água Fria by CONAMA resolution nº 357 of March 17, 2005. Were calculated the water quality index (IQA). Were analyzed eight physical parameters, chemical, and biological parameter 01, distributed in 4 strategically set points for the largest area of effluent degradation and according to the degree of importance of anthropic actions. The points 01 and 02 are located upstream of the sewage treatment plant-ETE North, points 03 and 04 are downstream of the release of the ETE North. It is concluded that, through the data analyzed, the Ribeirão Água Fria offers different grades along the same. The point 03 and 04 downstream of ETE where is done the dump of the effluent stream, presented an IQA bad. High concentrations of nitrogen, phosphorus, found coliforms termotolerantes and low level of dissolved oxygen in all collected points 04 indicate contamination of the water body, as tolerance levels presented in CONAMA resolution nº 357 of March 17, 2005, which includes the parameters of origin of domestic sewage, that altering the water quality ranking points 01 02, 03, 04, as being class 03.

Keywords: Water. Quality. Monitoring. Ribeirão Água Fria.



## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.....	36
Tabela 2 - Classificação da qualidade da água segundo IQA-NSF e IQA - CETESB .....	44
Tabela 3 - Pontos de Coleta e Localização no Ribeirão Água Fria .....	48
Tabela 4 - Data e estação do ano em que foram realizadas as coletas.....	52
Tabela 5 - Parâmetros analisados e método empregado.....	53
Tabela 6 - Resultados obtidos para análises realizadas em fevereiro de 2015.....	57
Tabela 7 - Resultados obtidos para análises realizadas em março de 2015 .....	58
Tabela 8 - Média aritmética dos meses de fevereiro e março de 2015 dos resultados obtidos para análises .....	58
Tabela 9 - Média do Índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados nas coletas.....	59
Tabela 10 - Valores limites aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005....	60
Tabela 11 - Classificação dos resultados obtidos nas coletas de acordo com a resolução CONAMA 357/2005. ....	63

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poluição Hídrica .....	19
Figura 2 - Impurezas contidas na água .....	21
Figura 3 - Sólidos em Suspensão .....	30
Figura 4 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas .....	38
Figura 5 - Mapa das micro bacias do município de Palmas .....	46
Figura 6 - Pontos de coleta realizado no Ribeirão Água Fria .....	48
Figura 7 - Ponto de coleta 1 .....	49
Figura 8 - Ponto de coleta 2 .....	49
Figura 9 - Ponto de lançamento do efluente da ETE norte. ....	50
Figura 10 - Ponto de coleta 3 .....	50
Figura 11 – Ponto de coleta 4 .....	51
Figura 12 - Armazenagem das amostras coletadas .....	51

## 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 Conceito de Bacia Hidrográfica .....	16
2.2 Monitoramento da Qualidade da Água.....	16
2.3 Poluição Hídrica .....	18
2.4 Padrões de Qualidade da Água .....	20
2.5 Legislação Brasileira e Qualidade da Água.....	25
2.6 Parâmetros de Qualidade das Águas.....	28
2.6.1 Temperatura .....	28
2.6.2 Turbidez .....	29
2.6.3 Sólidos .....	29
2.6.4 Oxigênio Dissolvido.....	31
2.6.5 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	32
2.6.6 Nitrogênio Amoniacal .....	32
2.6.7 Coliformes termotolerantes .....	33
2.6.8 Fósforo.....	34
2.6.9 Demanda bioquímica de oxigênio.....	35
2.7 Índice de Qualidade da Água .....	35
2.7.1 Metodologia do Cálculo do Índice de Qualidade das Águas.....	36
2.7.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD) .....	39
2.7.1.2 Coliformes Fecais.....	40
2.7.1.3 Potencial hidrogeniônico .....	40
2.7.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio .....	41
2.7.1.5 Nitrato Total.....	41
2.7.1.6 Fosfato Total.....	42
2.7.1.7 Turbidez .....	42
2.7.1.8 Sólidos Totais.....	43
2.7.1.9 Variação da Temperatura.....	43

3 METODOLOGIA.....	45
3.1 Local de estudo.....	45
3.2 Tipo de estudo.....	47
3.3 Coletas.....	47
3.4 Pontos de coletas.....	47
3.5 Procedimento de Coletas.....	52
2.6 Parâmetros á serem analisados.....	53
2.7 Análise de coliformes termotolerantes.....	54
2.8 Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO).....	54
2.9 Fósforo.....	55
2.10 Nitrogênio Total kjeldahl (NTK).....	55
2.11 Sólidos Totais.....	55
2.12 Turbidez.....	56
3.6 Tabulação e análise dos dados.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 Classificação do Índice de Qualidade da Água.....	57
4.2 Avaliação dos parâmetros segundo a resolução CONAMA 357 de 2005.....	60
5 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXO.....	69

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à manutenção da vida e é o constituinte inorgânico mais encontrado no ser vivo, essencial para sobrevivência de todos os seres existente.

Maior parte do planeta é composta por água, no entanto a maior parte não está disponível para consumo humano, pois aproximadamente 97% é água salgada, encontrada nos oceanos e mares, e 2% formam geleiras inacessíveis, ou seja, apenas 1% de toda a água é doce podendo ser utilizada para consumo do ser humano e dos animais. E deste total 97% estão armazenados em fontes subterrâneas (ANA, 2003).

No planeta em que vivemos, parece que o homem esqueceu da grande importância da água e o seu grande papel da vida e existência na terra, e não tem tratado corretamente esse precioso recurso natural. Há milhares de anos a natureza vem sofrendo alterações, sendo transformada pelo homem que destrói e contribui na maioria das vezes com a extinção de espécies animais e vegetais existentes no nosso ecossistema.

A poluição das águas tem sido um problema para nossa população, e hoje se pode afirmar e concluir que este recurso natural, que durante muitos anos foi considerado abundante, vem sofrendo transformações cada vez maiores, encontrando-se em situações de risco iminente. A introdução dos poluentes nos oceanos por longo período de tempo poderá conduzir a uma 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. Os oceanos recebem boa parte dos poluentes dissolvidos nos rios, além do lixo dos centros industriais e urbanos (ALVES; LOT, 2004).

Normalmente as bacias hidrográficas aparecem nas principais áreas e de maiores populações, que é essencial para toda forma de vida, como consequência são as alterações de seus limites naturais.

De acordo com a Prefeitura de Palmas - TO, O Sistema de esgotamento sanitário de Palmas atende apenas a Sede Municipal, representando 50,3% da

população urbana do município, sendo que, deste montante, 100% do volume coletado é tratado. Já os Distritos de Buritirana e Taquaruçu não possuem sistema de esgotamento sanitário.

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. 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.

O trabalho presente será sobre a bacia do Ribeirão Água Fria, que corta a área urbana na região Norte do Plano diretor no sentido Leste-Oeste, afluente do lago de Palmas na margem direita, situada no município de Palmas – TO. O trabalho vai analisar a qualidade da água disponível é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. 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 Água Fria, em função da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE Norte), aplicando o Índice de Qualidade da Água. IQA, 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 Água Fria, compreendido no Plano Diretor Central 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 Água Fria, utilizando-se do Índice de qualidade das águas (IQA).
- Dar subsídios técnicos para a elaboração dos Relatórios de situação da Bacia Ribeirão Água Fria através do Índice de qualidade das águas (IQA).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Conceito de Bacia Hidrográfica**

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 basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (CARDOSO; *et al*, 2006).

As bacias possuem importante papel nos processos 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).

As definições de bacias hidrográficas apontam para um importante senso de responsabilidade para preservação desses meios hídricos, pois é de uso e à apropriação da população e bem estar da sociedade, em todos os aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos com a principal tarefa de cuidar de todas elas.

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.

### **2.2 Monitoramento da Qualidade da Água**

A disponibilidade de água, em forma de quantidade e em qualidade, é um dos principais fatores que limita o desenvolvimento urbano e rural. As causas desta limitação está associada à poluição dos recursos hídricos onde a disponibilidade natural é limitada. E isso está associado ao crescimento populacional descontrolado e desordenado sem conservação do recurso. Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas como consequência muito ruins



sobre atividades mineração, canalização, construção de represas, etc. Assim, suas características ambientais, especialmente a sua identidade biológica, fornecem informações sobre as conseqüências das ações do homem (CALLISTO; MORETTI; GOULART, 2001).

A qualidade de água é uma ciência que depende diretamente do uso a que se destina por exemplo: balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática. Assim o sistema de avaliação, monitoramento e muito importante para estudo de conservação desses meios.

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.

Portanto, numa estratégia de sustentabilidade de longo prazo, o problema da carência dos recursos hídricos deve ser entendido como uma preocupação: da quantidade da água, necessária para atender a demandas atuais e futuras, sem o comprometimento prejudicial do ecossistema. (PONTES & SCHRAMM, 2004)

Para contribuir como ações de conservação da qualidade das águas frente a este quadro, os instrumentos de outorga de uso da água e licenciamento das atividades potencialmente poluidoras necessitam de fundamentação técnica respaldada na capacidade assimilativa dos corpos d'água receptores. Para tal estabelecemos um sistema de monitoramento da qualidade das águas, baseado no conceito de cargas poluentes, capaz de usar as informações existentes, complementando-as de modo a adequar a rede de coleta às necessidades de representatividade, seleção de variáveis e freqüência amostral. (ÁGUAS PARARA).

Para estes pontos de monitoramento hidrológico, utilizar parâmetros de qualidade de água com o Índices 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.

## 2.3 Poluição Hídrica

Hoje em dia existe 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, 2013).

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81 define poluição como sendo a decomposição perder 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.

A poluição da água está agregado com a mudança de suas características físicas, químicas ou biológicas, sejam elas determinadas por causas naturais ou provocadas pelo ser humano. Em virtude disso, estes poluentes podem alterar também as outras características naturais da água. Neste ponto a forma do conhecimento das interações entre elas é de suma importância para que se possa lidar da melhor forma possível com as fontes de poluições hídricas (PEREIRA, 2004).

A poluição hídrica é formalizada 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 inconvenientes para o corpo receptor e também pode limitar os usos da água.

Os prejuízos desse processo são imensos, além de comprometer a qualidade da água para abastecimento, ocorre a morte de espécies aquáticas, além da proliferação de doenças como a febre tifoide, meningite, cólera, hepatites A e B, entre outras, conforme apresentado na Figura 1 abaixo, a poluição hídrica que causam todos esses danos para o meio ambiente e para os seres vivos.

Figura 1 - Poluição Hídrica



Fonte: SOUZA (2014).

Outros pontos desfavorável 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).

A poluição hídrica normalmente é causada como já mencionado, pelo lançamento criminoso de restos industriais, agrícolas e esgotos domésticos formados pelas cidades. Os resíduos formados pelas indústrias, cidades e atividades agrícolas são sólidos ou líquidos, tendo uma grande potencia poluidora.

Os resíduos formados pelas cidades, como lixo, entulhos e produtos tóxicos são levados para os rios com a ajuda das chuvas. Os resíduos líquidos conduzem poluentes orgânicos (que são mais fáceis de ser controlados do que os inorgânicos, quando em pequena quantidade). As indústrias produzem grande quantias de resíduos em seus processos industriais, sendo uma parte retida pelas instalações de tratamento da própria indústria, que retêm tanto resíduos sólidos quanto líquidos, e a outra parte jogada no meio ambiente. As cidades podem ser ainda poluídas pelas enxurradas de chuvas, pelo lixo e pelo esgoto (VIVA TERRA).

Os esgotos domésticos poluentes residencial, contêm materiais orgânicos que nutrem bactérias aeróbias que consomem oxigênio da água podendo matar todo ser vivente nesse meio aquático por falta de oxigênio. Ainda podem existir vermes, protozoários, vírus e outras bactérias nesse meio poluidor.

Sobre a contaminação hídrica agrícola temos, no primeiro caso, os resíduos do uso de agrotóxicos (comum na agropecuária), que origina-se de uma prática intensiva muitas vezes desnecessária nos campos, enviando grandes quantidades de produtos tóxicos para os lençóis freáticos e rios através das chuvas (VIVA TERRA).

## **2.4 Padrões de Qualidade da Água**

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 para consumo (GONÇALVES, 2009).

A água deve chegar aos usuários e atender aos padrões de qualidade pré-estabelecidos 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.

Para que os profissionais fazem o controle de qualidade da água durante as etapas do tratamento, é importante saber identificar as impurezas presentes nos copos d'água que podem causar algum dano à saúde de seu consumidor. Em geral, a reclamação da qualidade da água quando ela apresenta gosto, cheiro ou

coloração desagradável, mas uma água insípida, inodora e incolor não é necessariamente uma água segura do ponto de vista sanitário.

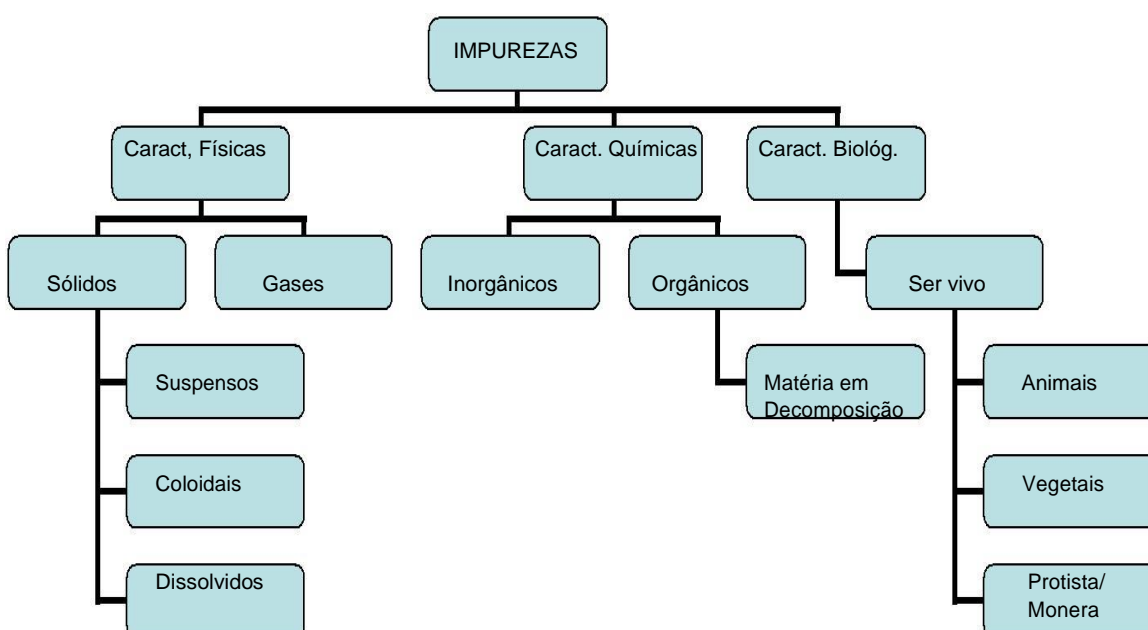
Por isso, além de verificar os sentidos como olfato, visão e paladar, é obrigatoriamente que se faça uma caracterização, avaliação da água utilizando equipamentos de laboratório químicos para uma avaliação da qualidade de fornecimento dessa água a população, e importante lembrar que esses equipamentos tem sua margem de limitações (RECESA, 2007).

As substancia presentes na água que alteram o seu grau de pureza, são classificadas de acordo com suas caraterísticas físicas, químicas e biológicas, algumas dessas características foram definidas como parâmetros e critérios para a qualidade da água.

Uma das formas de avaliar a qualidade das águas dos corpos hídricos e classificá-las em classes, em funções de uso para os mesmos, estabelecendo-se parâmetros ou condições a serem atendidos.

As impurezas contidas na água, que a desqualificam, podem ser caracterizadas como na Figura 2 abaixo:

Figura 2 - Impurezas contidas na água



Fonte: GONÇALVES, 2009.

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 ().

Assim, a qualidade da água está intrinsecamente ligada ao uso que se deve dar a esta água. Para Von Sperling (1996, pág.40) “os requisitos de qualidade de uma água são função de seus usos previstos”.

Para o abastecimento de água de uso doméstico esta deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde;
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde;
- Adequada para serviços domésticos;
- Com baixa agressividade e dureza;
- Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor; ausência de microrganismos).

Para o abastecimento de água de uso industrial, quando incorporada ao produto (alimentos, bebidas, remédios), esta deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde;
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde;
- Esteticamente agradável (baixa turbidez, cor, sabor e odor).

Para o abastecimento de água de uso industrial, quando entra em contato com o produto, esta deve apresentar-se:

Variável com o produto.

Para o abastecimento de água de uso industrial, quando não entra em contato com o produto (ex.: refrigeração, caldeiras), esta deve apresentar-se:

- Com baixa dureza;
- Com baixa agressividade.

Para irrigação de hortaliças, produtos ingeridos crus ou com casca, a água deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde;  
Isenta de organismos prejudiciais à saúde;
- Com salinidade não excessiva.

Para irrigação de demais plantações, a água deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais ao solo e às plantações;
- Com salinidade não excessiva.

Para dessedentação de animais, a água deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde dos animais;
- Isenta de organismos prejudiciais à saúde dos animais;

Para preservação da fauna e da flora, a água deve apresentar-se com qualidade variável com os requisitos ambientais da flora e da fauna que se deseja preservar.

Para recreação e lazer, a água de contato primário, direto com o meio líquido (natação, esqui, surfe, etc.), deve apresentar-se:

- Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde;  
Isenta de organismos prejudiciais à saúde;
- Com baixos teores de sólidos em suspensão e óleos e graxas.

Para recreação e lazer, a água de contato secundário (não há contato direto com o meio líquido; ex.: navegação de lazer pesca e lazer contemplativo), deve apresentar-se:

- Com aparência agradável.

Para geração de energia (usinas hidrelétricas), a água deve apresentar-se:

- Com baixa agressividade.

Para geração de energia em usinas nucleares ou termelétricas (ex.: torres de resfriamento), a água deve apresentar-se:

- Com baixa dureza;

Para transporte a água deve apresentar-se:

- Com baixa concentração de material grosseiro que possa por em risco as embarcações.

Além dos requisitos de qualidade, para uma qualidade desejada para a água, há a necessidade de se estabelecer também padrões de qualidade, baseado por um suporte legal.

Os 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.



## 2.5 Legislação Brasileira e Qualidade da Água

O Código das Águas foi a primeira base legal característica aos recursos hídricos colocada dia 10 de julho de 1934, que embora mais de sessenta anos ainda é apreciado pela Doutrina Jurídica como um dos textos modelares do Direito Positivo Brasileiro (PNMA).

A Constituição Federal alterou em vários aspectos o Código das Águas, que foi Publicada em 1988. Uma das principais modificações foi à extinção de alguns casos de domínio legal de uso privado das águas. Todos os corpos d' água são do controle público, segundo a Constituição atuante. A Constituição traz uma série de outras modificações em relação ao Código das Águas.

Conhecida atualmente como Lei das Águas, a Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PNMA).

A Política Nacional de Recursos Hídricos tem como um de seus objetivos garantir à atual e às futuras gerações a essencial disponibilidade de água, com os padrões de qualidade adequados para o seu uso. Por dentro das diretrizes de ação para execução dessa política, a lei determina que a gestão sistemática dos recursos hídricos não deve modificar os aspectos de quantidade dos de qualidade (BRAGA et al., 2005).

De acordo com a Resolução Conama nº 357 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em seu Art. 25, “é vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução. Em seu Art. 26, a citada Resolução reza que “os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas 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.

Assim, na nossa legislação ambiental mostra-se ampla e dotada de instrumentos de gestão ambiental específicos, os quais o estudo tem a missão de colaborar com a preservação e melhoria da qualidade das águas de nossos recursos hídricos.

A resolução CONAMA nº 357 de 2005, também dispõe sobre a “classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes”. Além disso, estabeleceu a Classificação das águas (doces, salinas e salobras) e, para cada uma delas, foram estabelecidos 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.

### 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”.

Segundo o artigo 42 da citada Resolução, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas de Classe 2. Portanto, os corpos d'água da bacia Ribeirão Água Fria devem ser considerada de Classe 2 até que sejam realizados os seus enquadramentos. As águas da Classe 2 são destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; 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. O monitoramento da qualidade das águas permitirá ao Estado possuir uma base para o histórico ambiental de seus rios e subsidiar as

ações de gestão ambiental no tocante à aplicação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, assim como alimentar o Sistema de Informações sobre os recursos hídricos do Estado.

A avaliação do efluente líquido lançado no corpo hídrico, a fim de caracterizar a zona de mistura do corpo receptor, nesse trabalho tem como fundamento de uma avaliação mais ampla da qualidade desse corpo receptor como na montante e na jusante do ribeirão, sendo aqui apresentados estritamente os resultados da caracterização físico-química e microbiológica dos efluentes líquidos lançado à esse corpo receptor.

## **2.6 Parâmetros de Qualidade das Águas**

A água por ter a facilidade de transportar partículas por sua capacidade de diluição, introduz a si diversas impurezas que determinará sua qualidade. A resultante desta qualidade é causada de fenômenos naturais e da ação do homem, Pode-se dizer, de maneira geral que a qualidade de uma água é devido as condições naturais e da interferência dos seres humanos (VON SPERLING, 2005).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos métodos, que representam as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

### **2.6.1 Temperatura**

Os corpos d'água de acordo com as flutuações climáticas, possuem variações de temperatura que ocorrem de acordo com as estações. A temperatura de águas superficiais é influenciada pela latitude, altitude, estação, cobertura de nuvens, circulação e profundidade do corpo d'água. Em compensação, a temperatura afeta processos físicos, químicos e biológicos nos corpos de água e, portanto, a concentração de muitas variáveis (CHAPMAN, 1996)

A velocidade das reações químicas geralmente aumenta, quando mais a temperatura aumentar, assim como a evaporação e volatilização de substâncias da

água. A solubilidade dos gases na água é diminuída pelas altas temperaturas, como também agride o metabolismo dos organismos aquáticos, e, em ambientes quentes, a taxa de respiração aumenta, aumentando assim o consumo de oxigênio, e também o aumento da taxa de decomposição de matéria orgânica. As taxas de crescimento das bactérias e fitoplâncton também aumentam, causando florações fitoplanctônicas e aumentando a claridade da água, quando há suficiente oferta de nutrientes (CHAPMAN, 1996).

### 2.6.2 Turbidez

A turbidez em uma amostra de um corpo d'água é o grau de limitação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, de partículas nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz esbranquiçada), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos restos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral (CETESB, 2008).

A turbidez é formada por origem natural, ou seja, partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microorganismos ou de origem da ação humana como despejos domésticos, despejos industriais e erosão. A sua origem pode estar relacionada a presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos. Por diminuir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água. É medida através de unidades de turbidez (SPERLING, 2005).

### 2.6.3 Sólidos

Nos estudos de controle de poluição hídrica de leitos naturais e principalmente em definição de esgotos sanitários e de efluentes industriais, as determinações dos níveis de concentração de sólidos resultam em um quadro geral da distribuição de elementos com relação ao tamanho sólidos em suspensão e dissolvidos e com relação à natureza fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos

(GONÇALVES, 2009). Conforme ilustrado na Figura 3 abaixo, os sólidos em suspensão.

Figura 3 - Sólidos em Suspensão



Fonte: Resol. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>>  
Acesso em: 12 de out. 2014.

Os sólidos presentes na água podem ser associados tanto a características químicas como biológicas, e sua distribuição pode ser da seguinte forma:



Os sólidos em suspensão são elementos que podem ser retidos por processos de filtração. Os sólidos dissolvidos são compostos por elementos com diâmetro inferior a 3-10  $\mu\text{m}$  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.

O padrão de potabilidade trata-se somente a sólidos totais dissolvidos, com um limite de 1000mg/l, tendo em vista que essa parcela demonstra a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud BENEDET, 2008).

#### 2.6.4 Oxigênio Dissolvido

A qualidade de um ambiente aquático tem um parâmetro muito importante como a concentração de oxigênio dissolvido (OD). O oxigênio dissolvido é de fundamental importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). As bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, durante a estabilização da matéria orgânica podendo causar uma diminuição da sua concentração no meio. Dependendo da grandeza deste fenômeno, podem vir a morrer vários seres aquáticos, inclusive os peixes. Se o oxigênio for totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com geração de maus odores (CETESB, 2008).

A forma comitente responsável é o gás dissolvido e sua origem natural é a dissolução do oxigênio atmosférico e também produzido pelos organismos fotossintéticos, já a sua origem antropogênica é feita pela introdução de aeração artificial. O oxigênio dissolvido é essencial para a sobrevivência dos seres aquáticos aeróbios (GONÇALVES, 2009).

### 2.6.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico (pH) baseia num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de algum meio .

Podem ser caracterizadas pelo seu valor de pH, as substâncias em geral, sendo que este é estabelecido pela concentração de íons de Hidrogênio ( $H^+$ ). Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons  $H^+$  e menor a concentração de íons  $OH^-$ .

Os valores de pH variam de 0 a 14, podendo ser medidos através de um aparelho chamado phmetro, mas podemos medir o pH (com menos precisão) com o uso de indicadores. Os indicadores é uma substância que indicam a presença de íons hidrogênio livres em uma solução, mudando de cor em função da concentração de  $H^+$  e de  $OH^-$  de uma solução, ou seja, do pH (BRASIL ESCOLA).

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).

### 2.6.6 Nitrogênio Amoniacal

Segundo legislação federal em atividade, 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).

Considerando estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é um importante parâmetro de classificação das águas naturais e é normalmente utilizado na formação dos índices de qualidade das águas

As toxinas como os (nitratos), causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças até doze anos de idade (o nitrato reduz-se a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul). Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde (CETESB, 2008).

O nitrogênio pode causar superprodução de algas e cianobactérias nos corpos receptores dos efluentes de estações de tratamento de esgotos que não removem ou reduzem a quantidade desse elemento.

Os primeiros indicadores usados para verificar a ocorrência de poluição orgânica recente nos corpos de água, antes mesmo dos testes bacteriológicos para determinar a qualidade das águas, foi utilizado testes com nitrogênio sob forma de nitrogênio orgânico e amoniacal. Ainda hoje esses testes são usados para avaliar o grau de contaminação orgânica de um corpo d' água, principalmente com esgotos domésticos.

O nitrogênio amoniacal a forma mais reduzida do nitrogênio e o termo que abrange as formas do nitrogênio como amônia ( $\text{NH}_3$ ) e íon amônia, e o primeiro composto produzido na degradação da matéria orgânica. (GONÇALVES, 2009).

### 2.6.7 Coliformes termotolerantes

Os Coliformes Termotolerantes são determinados como microrganismos do grupo coliforme aptos a fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados de preferência pela *Escherichia coli*, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Somente a *E. coli* é de origem exclusivamente

fecal, no meio desses microrganismos, sendo sempre presente, em grandes densidades nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, estando raramente encontrada na água ou solo que não tenha tido essa contaminação fecal. Podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Possível de ser encontrados semelhantemente em águas de regiões tropicais ou sub-tropicais, 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 termotolerantes multiplicam-se na temperatura de 44,5°C, tendo a capacidade de fermentar carboidratos. A utilização das bactérias coliformes termotolerantes 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.

A concentração dos coliformes tem importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

#### 2.6.8 Fósforo

O fósforo surge em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários, e nos detergentes (sabão líquido que contem 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.

#### 2.6.9 Demanda bioquímica de oxigênio

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, e à 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.

Significa que biodegradável é a matéria que pode ser consumida como alimento, ela vai alimentar e ser fonte de energia aos microorganismos que existem nas águas. Sendo assim, a DBO pode ser considerada como um parâmetro para avaliar a qualidade da água, onde a poluição orgânica é quantificada (BRASIL ESCOLA)

A DBO é conhecida como a quantidade de oxigênio consumida durante um determinado período de tempo, com uma temperatura de incubação específica. E com 5 dias de incubação, em uma temperatura de incubação de 20°C, a DBO é conhecida como DBO<sub>5</sub>, (CETESB, 2008).

### **2.7 Índice de Qualidade da Água**

O Índice de Qualidade das Águas – IQA, foi criado pela *National Sanitation Foundation* nos Estados Unidos em 1970. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). E hoje um dos principais índices de qualidade da água utilizado no país.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.

A avaliação da qualidade da água obtida pelo IQA, é uma espécie de nota atribuída à qualidade da água, podendo variar entre zero e cem. Os especialistas adotaram os parâmetros principais com importância relativa são os mesmos do trabalho que são: Oxigênio dissolvido demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

### 2.7.1 Metodologia do Cálculo do Índice de Qualidade das Águas

O IQA é composto por nove parâmetros citados no trabalho com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a qualidade da água, conforme a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.

<b>Parâmetros de qualidade da água</b>	<b>Peso (w)</b>
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
DBO <sub>5</sub> , (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 pelo produtório ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro, conforme a seguinte fórmula abaixo:

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

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

**q<sub>i</sub>:** 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<sub>i</sub>:** 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:

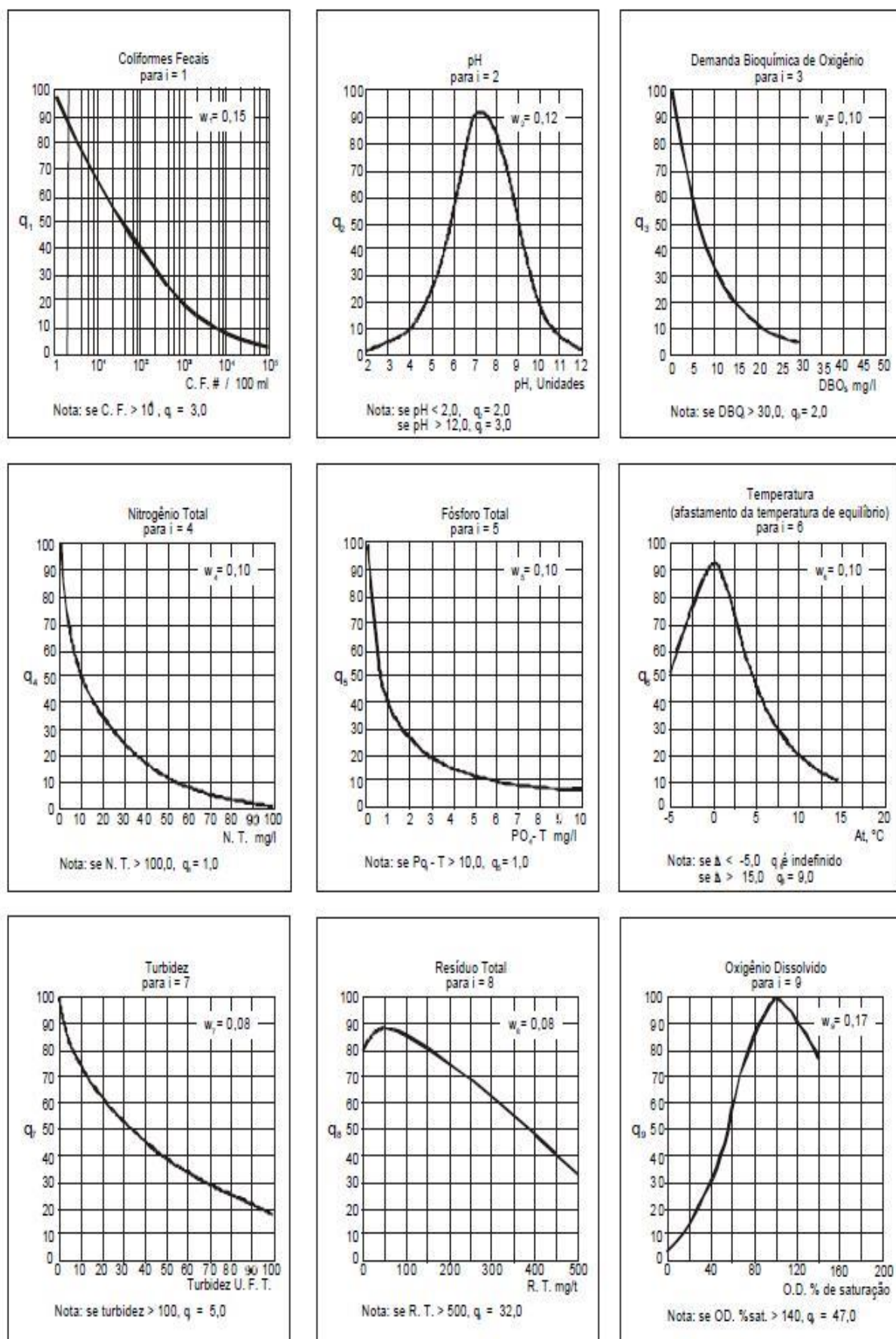
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

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.

A figura 4, abaixo, mostra as Curvas Médias de Variação da Qualidade da Água, que segundo a CETESB são responsáveis pelo apontamento dos parâmetros necessários à determinação do nível de qualidade de uma amostra de água segundo os indicadores físico-químicos para esse tipo de avaliação.

Figura 4 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: CETESB, (2008)

### 2.7.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

O primeiro passo para a determinação do índice para Oxigênio Dissolvido é a determinação da Concentração de saturação de oxigênio:

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

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  $\leq 100$

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

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  $\leq 140$

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

Para  $OD\%$  saturação  $> 140$

$$q_i = 47$$

### 2.7.1.2 Coliformes Fecais

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

Para  $CF \leq 105$  NMP/100ml

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

Para  $CF > 105$  NMP/100ml  $\longrightarrow$

$$q_i = 3,0$$

### 2.7.1.3 Potencial hidrogeniônico

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



Para  $\text{pH} \leq 2,0$   $\longrightarrow$

$$q_i = 2,0$$

Para  $2,0 < \text{pH} \leq 6,9$

$$q_i = -37,1085 + 41,91277 \times \text{pH} - 15,7043 \times \text{pH}^2 + 2,417486 \times \text{pH}^3 - 0,091252 \times \text{pH}^4$$

Para  $6,9 < \text{pH} \leq 7,1$

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

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

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

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

$$q_i = 3,0$$

#### 2.7.1.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

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

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

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

Para  $\text{DBO} > 30 \text{ mg/L}$   $\longrightarrow$

$$q_i = 2,0$$

#### 2.7.1.5 Nitrato Total

As equações para o cálculo do  $q_i$  para o parâmetro Nitrato Total ( $\text{NO}_3^-$ ) são:

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

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

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

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

#### 2.7.1.6 Fosfato Total

As equações para o cálculo do  $q_i$  para o parâmetro Fosfato Total ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) são:

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

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.

#### 2.7.1.7 Turbidez

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

Para  $Tu \leq 100$

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

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

### 2.7.1.8 Sólidos Totais

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

Para  $ST \leq 500$  mg/l

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

Para  $ST > 500$  mg/l

$$q_i = 30,0$$

### 2.7.1.9 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 2 abaixo:

Tabela 2 - Classificação da qualidade da água segundo IQA-NSF e IQA - CETESB

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

Fonte: IGAM (2005).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Local de estudo

O estudo implementado foi desenvolvido no município de Palmas - Tocantins, especificamente na micro bacia do Ribeirão Água Fria, que ocupa uma área de 90,17 km<sup>2</sup> e distribuindo-se por quase 22,5 km no sentido aproximado leste-oeste, englobando a maior parte da área urbana de Palmas. Antes do enchimento do reservatório da UHE Lajeado, seus principais contribuintes eram o Córrego Brejo Comprido e o Córrego Suçuapara, ambos pela margem esquerda. Com o reservatório o Ribeirão Água Fria, passou a contribuir diretamente a montante da confluência com estes dois córregos. Este ribeirão está localizado ao norte da cidade de Palmas, sendo que a maior parte da bacia encontra-se ocupada pela zona rural do Município. Tem a sua nascente em uma área de proteção permanente denominada “APA – Lajeado”. Atualmente, existe um ponto de captação de água de abastecimento e ponto de lançamento de efluentes da Estação de Tratamento de Esgoto Norte, (ETE Norte) neste ribeirão.

A localização inicia-se no encontro da Cota 212m do lago formado pela Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães (UHE Lajeado) com o Ribeirão Água Fria, entre as coordenadas Latitude(S) 10°09'22.25" e Longitude(O) 48°21'24.35" com Altitude de 230 metros nos limites do Município de Palmas - TO. A figura 5, abaixo apresenta a localização da área em estudo.

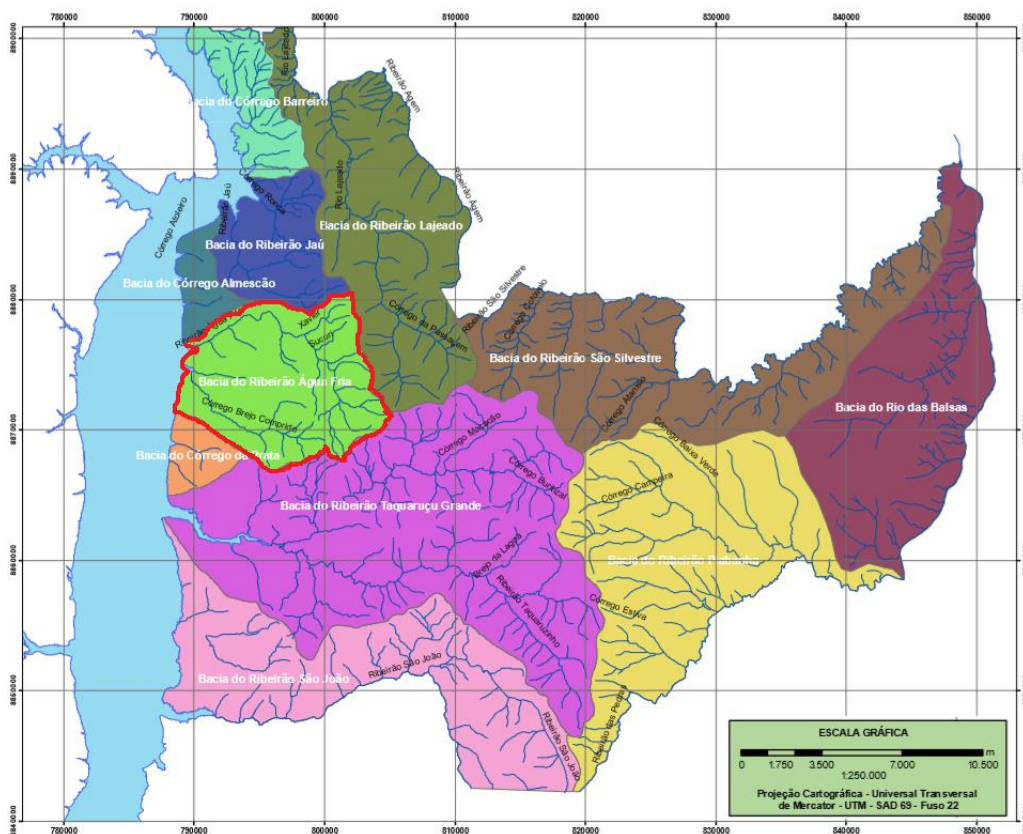


Figura 5 - Mapa das micro bacias do município de Palmas  
 Fonte: Prefeitura de Palmas (2015)

## LEGENDA

### Convenções Cartográficas

- Lago
- Cursos d'água

### Microbacias

- Córrego Almescão
- Córrego Barreiro
- Córrego da Prata
- Ribeirão Jáu
- Ribeirão Lajeado
- Ribeirão Piabanha
- Ribeirão São João
- Ribeirão São Silvestre
- Ribeirão Taquaruçu Grande
- Ribeirão Água Fria
- Rio das Balsas

### **3.2 Tipo de estudo**

Foi aplicado o padrão metodológico de pesquisa de campo, qualitativa, com amostras coletadas no manancial Ribeirão Água Fria.

### **3.3 Coletas**

As coletas foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2015, tais amostras foram coletadas à montante do manancial e à jusante após o lançamento de esgoto tratado pela ETE Norte, analisados diversos parâmetros de interesse para a avaliação da qualidade das águas.

### **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 4 pontos de coletas, 2 à montante do leito e 2 pontos à jusante onde se faz o lançamento da ETE Norte, conforme a Figura 6, abaixo. As coletas de amostras de água foram realizadas em duas campanhas de coletas, nos meses de fevereiro e março de 2015. A entrega das amostras no laboratório ocorreram em menos de 24 horas após as coletas.

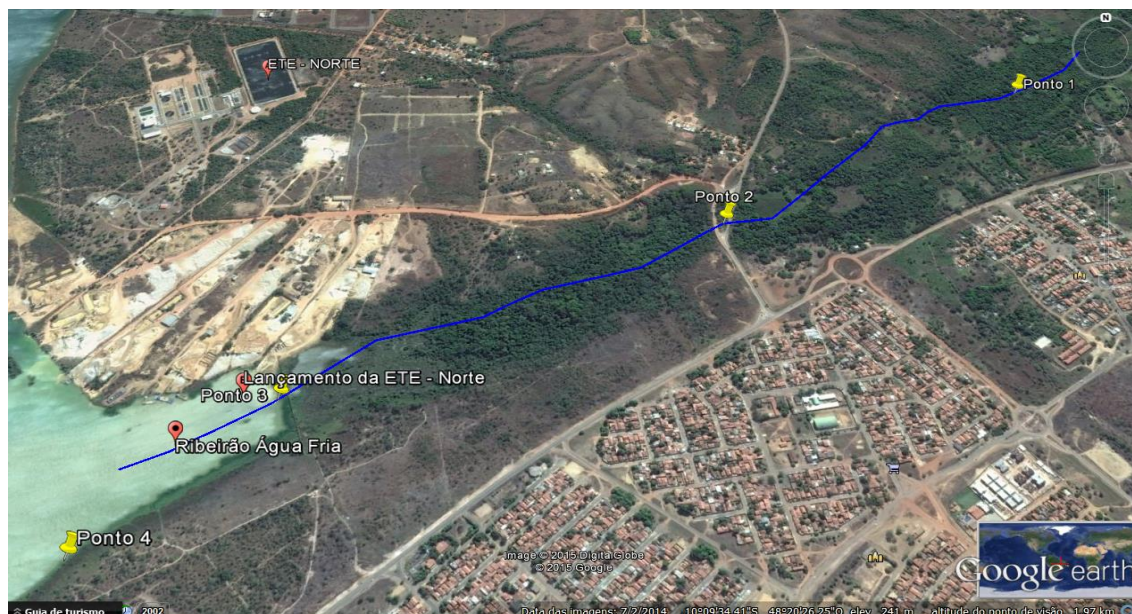


Figura 6 - Pontos de coleta realizado no Ribeirão Água Fria

Fonte: Adaptado pelo autor de Google Earth

Os pontos de coleta citados acima podem ser observados na tabela abaixo:

Tabela 3 - Pontos de Coleta e Localização no Ribeirão Água Fria

Ponto	Referência	Endereço	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
1	Montante do lançamento (ETE Norte)	Área Rural Chácara, próximo à TO 050	10°8'47.89"	48°20'20.09'	230
2	Montante do lançamento (ETE Norte)	Ponte sentido ao residencial Polinésia, próximo à TO 050	10°9'3.24"	48°20'46.68"	230
3	Jusante do lançamento (ETE Norte)	Draga Norte	10°9'19.32"	48°21'18.14"	230
4	Jusante do lançamento (ETE Norte)	Draga Norte	10°9'31.03"	48°21'28.97"	230

Fonte: Do autor (2015)

Abaixo na figura 7, abaixo, encontra-se o ponto de coleta 1 de amostras de água para a pesquisa.





Figura 7 - Ponto de coleta 1  
Fonte: Do autor (2015)



Figura 8 - Ponto de coleta 2  
Fonte: Do autor (2015)

Conforme demonstrado na figura 8, acima, tem-se o ponto de coleta 2 das amostras de água.



Figura 9 - Ponto de lançamento do efluente da ETE norte.  
Fonte: Do autor (2015)

Na figura 9, acima encontra-se o ponto de lançamento do efluente produzido pela Estação de Tratamento de Esgotos da região norte de Palmas (ETE – Norte).



Figura 10 - Ponto de coleta 3  
Fonte: Do autor (2015)

O ponto de coleta 3 das amostras de água destinadas à análise laboratorial referentes a pesquisa encontra-se demonstrado na figura 10, acima.



Figura 11 – Ponto de coleta 4  
Fonte: Do autor (2015)



Figura 12 - Armazenagem das amostras coletadas  
Fonte: Do autor (2015)

Tabela 4 - Data e estação do ano em que foram realizadas as coletas.

<b>Data da coleta</b>	<b>Estação do ano</b>
09/02/2015	Inverno
09/03/2015	Inverno

Fonte: Do autor (2015)

### 3.5 Procedimento de Coletas

As coletas foram realizadas em duas campanhas nos meses de fevereiro e março de 2015, conforme citado anteriormente, assim foram determinados quatro pontos de coletas no Ribeirão Água Fria, dois pontos à montante do lançamento da estação e dois pontos à jusante do lançamento da estação, para ter um estudo de possíveis impactos gerados pela estação de tratamento de esgoto. Foram coletadas 48 amostras de água, retiradas de pontos distintos do ribeirão durante os dois meses analisados, as coletas foram realizadas nos mesmos pontos em duas campanhas mês de coletas em quatro pontos do ribeirão.

Como em qualquer análise laboratorial, a coleta adequada das amostras é de fundamental importância para garantir representatividade, conseqüentemente, resultados confiáveis. É importante salientar que, devido às constantes alterações ambientais, não existem amostras iguais; dessa forma, o planejamento da coleta deve ser criterioso para fornecer quantidade de amostras suficiente para a realização de todos os testes requeridos.

A presente coleta de amostras segue referências da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e (NBR) como:

- NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987;
- NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987;
- Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, (EATON et al., 2005).

Para a realização da análise dos parâmetros físicos e químicos, para cada ponto de amostra foi coletado 2 frascos plásticos com capacidade de 1 litro, mais 6 frascos de coletor universal de 80 mL, confeccionado em Polipropileno para o parâmetro biológico, também foi utilizado luvas cirúrgicas descartáveis e álcool 70% para não contaminar as amostras, caixa térmica com gelo para conservar sua temperatura entre 2°C e 10°C para preservar suas maiorias de características físicas, químicas e biológicas em curto de prazo de 24 horas para a entrega no laboratório, como segue recomendado pelo norma. Após todas as coletas 2 horas depois, foram levadas para o Laboratório de Saneamento (LABSAN) da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas – CUP, para análise, seguindo orientação da norma vigente.

## 2.6 Parâmetros á serem analisados

Os parâmetros físicos-químicas e biológicas das amostras, foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no Standard methods for examination of water and wasterwater,(EATON et al., 2005), e segue as técnicas recomendadas pela American Public Health Association (APHA, 2005), respectivamente para determinar o Índice de qualidade da água – IQA estão descritas na tabela 1 abaixo:

Tabela 5 - Parâmetros analisados e método empregado

<b>Parâmetros Analisados</b>	<b>Referência</b>
<b>Parâmetros físico-químicos</b>	
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)
<b>Parâmetros microbiológicos</b>	
<i>Escherichia Coli</i>	APHA (2005)

Fonte: LABSAN (2015)

As análises coletada no Ribeirão Água Fria foram levadas refrigeradas com a caixa térmica com gelo entre 0-4°C, no mesmo dia da coleta em um prazo máximo de 5 horas respeitando as referências adotadas. Os parâmetros de pH, temperatura, e OD foram realizada, com o equipamento Medidor Multiparâmetro portátil HANNA instruments modelo HI 769828, aferidos no Laboratório de Saneamento (LABSAN) da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus Universitário de Palmas, - CUP.

## **2.7 Análise de coliformes termotolerantes**

A análise dos coliformes termotolerantes foi realizada no máximo 24 h após a coleta, pegou-se 15 tubos contendo 10,0 mL cada, do meio A1 – Medium, colocou-se 10,0 mL em 5 tubos, 1,0 mL em mais 5 tubos, e 0,2 mL nos 5 tubos restantes. Posteriormente, colocou-se os tubos em estufa a 105°C durante 3 horas, passado este período, colocou-se por 21 horas em banho Maria, a 45°C. Logo após analisou-se se existem bolhas no tubo de Duran ou se o meio está turvo, se ocorrer qualquer um dos dois casos, existe a presença de coliformes. Após a contagem dos tubos, se buscou em uma tabela qual o número mais provável (NMP) de coliformes presentes na amostra.

## **2.8 Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)**

Para cada amostra foram utilizados três frascos de DBO, um identificado como inicial e dois outros finais, juntamente com as amostras colocou-se dois frascos com água de diluição inicial e final e mais dois frascos de semente inicial e final. Após a identificação, colocou-se em uma proveta de 1000 mL o conteúdo desejado de amostra e se completou o volume até alcançar o menisco com água de diluição e transferiu-se para o frasco de DBO identificado previamente. Nos frascos de DBO da semente, acrescentou-se o 1,0 mL do RBA e completou-se com a água de diluição, nos frascos da água de diluição, só colocou-se a mesma. Removeu-se

as pequenas bolhas que porventura tenham se formado, os frascos identificados como iniciais foram analisados de imediato para a determinação de OD inicial e os frascos finais foram incubados a 20°C para determinação do OD após 5 dias. Após os 5 dias de incubação, a 20°C, as amostras foram tituladas com Tiosulfato.

## **2.9 Fósforo**

Para a análise de fósforo, foi utilizado 50,0 mL de amostra, colocados em um balão volumétrico de fundo chato de 100,0 mL, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína e NaOH até coloração rosa constante, o volume foi completado com água destilada até atingir o menisco.

Retirou-se com proveta um volume de 35,0 mL do balão de 100,0 mL e transferiu-se para um balão de 50,0 mL, adicionou-se 10,0 mL de vanádio molibdato, foi adicionada água destilada e aguardou-se por 40 minutos para fazer a leitura da amostra em um espectrofotômetro, em comprimento de onda de 470 nm.

## **2.10 Nitrogênio Total kjeldahl (NTK)**

Foram adicionados 50,0 mL de amostra em um tubo de digestão, colocou-se 1 colher de chá do reagente de digestão (Solução R-4) e 5,0 mL de ácido sulfúrico p.a e levou-se ao microdigestor Kjeldahl na capela, a uma temperatura entre 380° C e 400° C até a turbidez ter desaparecido ou a coloração da amostra seja transparente ou verde pálido.

Após a digestão, levou-se a amostra ao destilador até obter um volume aproximado de 200 mL, logo após titulou-se o destilado com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,02 N livre de amônia.

## **2.11 Sólidos Totais**

As cápsulas de porcelana foram taradas previamente, logo após foi adicionado 100,0 mL de amostra em cada cápsula e, logo em seguida transferidas para a estufa, a 105° C até atingir peso constante.

## **2.12 Turbidez**

A turbidez foi determinada através da leitura da amostra em um espectrofotômetro, em um comprimento de onda de 580 nm.<sup>3</sup>

## **3.6 Tabulação e análise dos dados**

Após as coletas e análises do Índice de Qualidade de Água (IQA) do córrego do Ribeirão Água Fria, os dados serão sistematizados e apresentados por meio da leitura e análise crítica das amostras, e posterior transcrição do conteúdo analisado, de forma a fundamentar a importância da efetiva aplicação dos apontamentos da Resolução CONAMA nº 357/2005, como medida preventiva de degradação ambiental.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Classificação do Índice de Qualidade da Água

A partir dos dados levantados nas coletas realizadas nos quatro pontos de coleta, foram analisados nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA.

Os resultados das análises do IQA refletem as condições do Ribeirão Água Fria no exato momento da coleta, dessa forma podem apresentar resultados variados nos pontos 1 e 2 a montante e nos pontos 3 e 4 a jusante do lançamento do efluente.

Tabela 6 - Resultados obtidos para análises realizadas em fevereiro de 2015

Parâmetro Físico-químicos	Resultados do mês de fevereiro de 2015				
	Unidade	P1	P2	P3	P4
DBO	mg/L	1,01	1,08	2,33	3,21
OD	mg/L	4,12	4,51	3,48	3,22
Temperatura	°C	23	26	29,2	28,8
Fósforo Total	mg/L	0,19	0,22	0,55	0,71
Nitrogênio Total	mg/L	2,18	2,37	3,15	3,88
pH	-	6,59	6,22	7,38	8,21
Sólidos Totais	mg/L	400	356	244	294
Turbidez	NTU	20,3	21,7	52,4	71,5
Parâmetros Biológicos					
Coliformes termotolerantes	NMP/100 (mL)	986,08	1423,04	3698,54	4102,7

Fonte: LABSAN (2015)

Resultados das análises do IQA para o mês de março de 2015, para os pontos 1 e 2 à montante do leito natural e 3 e 4 a jusante do lançamento do efluente

Tabela 7 - Resultados obtidos para análises realizadas em março de 2015

<b>Parâmetro Físico-Químicas</b>		<b>Resultados do mês de março de 2015</b>			
<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
DBO	mg/L	1,19	1,41	2,54	2,86
OD	mg/L	3,89	4,21	3,21	3,16
Temperatura	°C	26	28	32,5	34,2
Fósforo Total	mg/L	0,15	0,29	0,73	0,76
Nitrogênio Total	mg/L	2,43	2,31	3,78	4,09
pH	-	6,78	7,34	7,89	8,78
Sólidos Totais	mg/L	444	497	296	326
Turbidez	NTU	19,9	31,4	52,8	68,5
<b>Parâmetros Biológicos</b>					
Coliformes termotolerantes	NMP/100 (mL)	781,21	942,67	3112,11	3587,4

Fonte: Fonte: LABSAN (2015)

Com base nos dados levantados nas coletas realizadas dos meses de fevereiro e março de 2015 resultou em duas campanhas de 4 amostras mês, fez-se uma média aritmética entre os meses de fevereiro e março coletados, entre os nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA.

Tabela 8 - Média aritmética dos meses de fevereiro e março de 2015 dos resultados obtidos para análises

<b>Parâmetro Físico-Químicas</b>		<b>Média Aritmética dos pontos</b>			
<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
DBO	mg/L	1,1	1,25	2,44	3,04
OD	mg/L	4,01	4,36	3,35	3,19
Temperatura	°C	24,5	27	30,85	31,5
Fósforo Total	mg/L	0,17	0,24	0,64	0,74
Nitrogênio Total	mg/L	2,31	2,34	3,47	3,99
pH	-	6,69	6,78	7,64	8,5
Sólidos Totais	mg/L	422	426,5	270	310
Turbidez	NTU	20,1	26,55	52,6	70
<b>Parâmetros Biológicos</b>					
Coliformes termotolerantes	NMP/100 (mL)	883,65	964,38	3112,11	3405,3

Fonte: Fonte: LABSAN (2015)

Observou-se que nas primeiras coletas os pontos P1 e P2 à jusante da estação de tratamento de esgoto norte - ETE Norte, apresentou respectivamente um IQA de nota de acordo com a Tabela 2 de classificação do IQA da CETESB junto o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, o valor de 57,38 e 56,63, obtendo-se assim uma água de qualidade Média. O ponto P3 à jusante da ETE Norte, próximo ao lançamento de efluente da estação, obteve uma classificação de nível ruim da qualidade da água, apresentou a nota do IQA de 45,43. O ponto em seguida P4 apresentou uma nota do IQA de 42,96 obtendo-se também nível ruim de qualidade de água. (Tabela 4).

Tabela 9 - Média do Índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados nas coletas.

<b>Média das coletas</b>		
<b>Pontos</b>	<b>Valor IQA</b>	<b>Nível da Qualidade</b>
P1	57,38	Média
P2	56,63	Média
P3	45,43	Ruim
P4	42,96	Ruim

Fonte: Do Autor (2015)

Observou-se que no quarto ponto do Ribeirão, por estar em uma área de despejo de efluente tratado de responsabilidade da ETE Norte, apresenta um nível pior que os outros pontos coletados e estudados pelo presente trabalho.

O IQA classificou a água do Ribeirão Água Fria no inverno estação chuvosa como de qualidade “Média à Ruim” um índice desfavorável para a microbacia Ribeirão Água Fria, pelo fato da concessionária de posse de saneamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE Norte) de nível de tratamento terciário das águas com o papel remoção de nutrientes como o nitrogênio, fósforo e micro-organismos com o título da maior estação da capital de Palmas –TO, no entanto a estação ainda apresenta falhas no tratamento com níveis elevados de coliformes termotolerantes, Fósforo e Nitrogênio em níveis altos, matérias que comprova presença de Esgoto no meio hídrico e apresenta risco que podem prejudicar o equilíbrio do ecossistema das bacias da capital tocantinense.

## 4.2 Avaliação dos parâmetros segundo a resolução CONAMA 357 de 2005.

Na tabela 9 acima, está apresentada a média aritmética dos resultados de fevereiro e março de 2015, obtidos nos quatro pontos de coleta de água no Ribeirão Água Fria. De acordo com os nove parâmetros analisados do IQA, para avaliação e classificação segundo a resolução CONAMA 357 de 2005 temos a tabela 20 abaixo que consta o valor máximo permitido (VMP) para cada amostra dentro da sua classificação.

Tabela 10 - Valores limites aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

<b>Parâmetro Físico-Químicas</b>				
<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMP Classe 1</b>	<b>VMP Classe 2</b>	<b>VMP Classe 3</b>
DBO	mg/L	≤ 3	≤ 5	≤ 10
OD	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Temperatura	°C	-	-	-
Fósforo Total	mg/L	≤ 0,020	≤ 0,030	≤ 0,05
Nitrogênio Total	mg/L	≤ 1,27	≤ 1,27	≥ 1,27
pH	-	6 – 9	6 – 9	6 – 9
Sólidos Totais	mg/L	500	500	500
Turbidez	NTU	≤ 40	≤ 100	≥ 100
<b>Parâmetros Biológicos</b>				
Coliformes termotolerantes	NMP/100 (mL)	≤ 200	≤ 1000	≤ 2500

Fonte: CONAMA 357 (2005)

1 - Valores Máximos Permitidos para águas doces, baseados na Resolução nº 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

2 - Valores Máximos Permitidos em ambientes lênticos: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

3 – (UNT) Unidade Nefelométrica de Turbidez;

4 - coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental

competente;

Os parâmetros de temperatura não possuem limites estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005.

Nos pontos P1 e P2 a montante do lançamento demonstra níveis acima de 200 e inferior a 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 6 amostras coletadas, classificando em classe 02 e os pontos a jusante P3 e P4 apresenta níveis acima de 2500 coliformes termotolerantes, classificando-se em classe 03.

A presença das bactérias coliformes termotolerantes demonstra que ocorre a poluição fecal proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos, principalmente, nos despejos domésticos produzidos e despejados pela estação de tratamento de esgoto da região norte (ETE Norte) na jusante do Ribeirão. Sua presença em grandes números possibilita transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifoide, cólera).

A concentração de Fósforo Total em todos os pontos analisados encontra-se acima de 0,050 mg/L, já se auto classificando em classe 03. E o Nitrogênio Total também se encontra em todos os pontos estudados acima de 1,27 mg/L, classificando-se em classe 03 de acordo com a resolução CONAMA 357 de 2005, valores acima do limite permitido.

O nitrogênio e o fósforo são um dos principais nutrientes para os processos biológicos, porque quando presentes em altas concentrações podem ocasionar o fenômeno de eutrofização, que consiste no excesso destes nutrientes, podendo causar um aumento excessivo de algas na água (BRASIL – ANA, 2013).

A média da concentração de OD (Oxigênio Dissolvido) em todos os pontos 01, 02, 03 e 04 constam inferiores a 04 mg/L, classificando-se em classe 03. O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que organismos vivos como os peixes precisam de oxigênio para respirar, e sobreviverem em seu ecossistema (BRASIL – ANA, 2013). As baixas concentrações de oxigênio dissolvido indicam que a água pode estar poluída por efluentes, pois o OD é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, e juntamente com outros fatores, pode ocasionar a morte em geral de peixes e a redução da biodiversidade dos corpos hídricos nos seus leitos (BRASIL – ANA, 2013).

A concentração média de pH (Potencial Hidrogeniônico) encontrada nas coletas, ficaram entre 6,5 e 8,5, se enquadrando no padrão de classificação de

Classe 01 segundo a resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 06 e 09.

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas (BRASIL – ANA, 2013). Alterações nos valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

A concentração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) encontrado nas amostras, nos pontos P1, P2 e P3 apresenta valores inferiores à 03 mg/L, classificando-se na classe 01, já no último ponto P4 apresenta valor superior à 3mg/L, classificando-se na classe 02 da resolução.

DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia, que é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO, num corpo hídrico e prova de lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos. A ocorrência de altos valores de DBO causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortalidade de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

A temperatura encontrada nos pontos do Ribeirão Água Fria, apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água, tais como: Tensão superficial e a viscosidade. A Resolução CONAMA não tem classificação para a temperatura.

Os sólidos totais nos pontos P1, P2, P3 e P4 mostrou ser menor do que o permitido 500 mg/L e a turbidez estão dentro do padrão da Classe 03, pois estes estão virtualmente presentes na média de todas as coletas. A alta concentração de sólidos e de turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e das 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).

A turbidez e a cor elevada dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver.

Tabela 11 - Classificação dos resultados obtidos nas coletas de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetros	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3			Ponto 4		
DBO (mg/L)	1,1			1,25			2,44			3,04		
OD(mg/L)			4,01			4,36			3,35			3,19
Temperatura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo Total (mg/L)			0,17			0,24			0,64			0,74
Nitrogênio Total (mg/L)			2,31			2,34			3,47			3,99
pH	6,69			6,78			7,64			8,5		
Sólidos Totais (mg/L)	422			427			270			310		
Turbidez (NTU)	20,1			26,6				52,6			70	
Coliformes Termotolerantes NMP/100 (mL)		884			964				3112			3405

Fonte: LABSAN (2015)

Quadrado verde= classe 1, quadrado amarelo=classe 2, quadrado vermelho=classe3 VP = virtualmente presente

## 5 CONCLUSÃO

Para a realização das análises laboratoriais foram escolhidos 04 pontos distintos no ribeirão Água Fria, para melhor aferir o nível de degradação da Bacia. A realização do cálculo do IQA na Bacia do Ribeirão Água Fria possibilitou a classificação da qualidade da água coletada e disponibilizada para a pesquisa, colaborando com a gestão dos recursos hídricos desse manancial que se encontra situado em área urbana, na condição de afluente do lago da UHE – Lajeado, na margem direita nos limites do município de Palmas - TO.

Dois pontos da coleta estão a montante da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Norte, e dois pontos situados a jusante, onde há lançamento de efluente pela Estação de Tratamento de Esgoto. Pôde-se observar que nos pontos 01 e 02, localizados na jusante do lançamento do efluente da ETE Norte, o IQA classificou como Média a qualidade da água, isto pode ser devido aos resíduos sólidos lançados pela própria população no perímetro da bacia. No ponto 02, próximo a ponte sentido ao residencial Polinésia, são vistos a olho nu resíduos sólidos de vários tipos, como garrafa pet, latas e papel, dispostos na margem do córrego, o que vem contribuir com a contaminação e degradação da referida bacia.

O ponto 03 e 04 a jusante da Estação de Tratamento de Esgoto onde é feito o lançamento do efluente na margem do córrego, apresentou um IQA de classificação Ruim, devido as altas concentrações encontradas de nitrogênio, fósforo, coliformes termotolerantes e baixo nível de oxigênio dissolvido em todos os 04 pontos coletados, que indicam a contaminação do corpo hídrico, parâmetros de origem de esgotos domésticos, responsáveis pela alteração da qualidade da água, em decorrência das falhas no processo de tratamento do Esgoto e retorno dos efluentes fora dos padrões exigidos.

Através da elaboração da pesquisa, e visitas in loco durante a etapa de coleta, somado a análise laboratorial realizada no LABSAN da Universidade Federal do Tocantins - UFT, observamos algumas falhas no efluente tratado, com o despejo, devolução em nossas bacias e suas áreas de contribuição, que incluem os córregos Ribeirão Água Fria, Bacia do Brejo Comprido, Sussuapara e Bacia do Prata, apresentando falhas que comprometem todo o bioma ao redor, interferindo diretamente na qualidade de vida da população residente nas proximidades desses



fluxos hídricos bem como não apresentando características de sustentabilidade ao meio ambiente como um todo.

Uma das ações que podem ser realizadas como dever socioambiental é trabalhar a educação ambiental com toda a população e moradores vizinhos de bacias em perímetro urbano e rural, como dever de cada cidadão que luta para preservação hídrica sustentável de nossas bacias, com o intuito de ensinar e educar aos moradores alertar sobre riscos, doenças geradas pela disposição inadequada dos resíduos sólidos e domésticos, jogados na margem das bacias, contaminando o meio aquático e sem falar sobre os prejuízos imensos e as vezes não recuperável de nossas bacias. Portanto, numa estratégia de sustentabilidade de longo prazo, o problema da carência dos recursos hídricos deve ser entendido como uma preocupação: da quantidade da água, necessária para atender a demandas atuais e futuras.

Para estes pontos de monitoramento hidrológico, pode adequar a utilização de 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.

Conclui-se que se faz necessário, a adoção de medidas que visem à recuperação da estrutura biótica que compõe a bacia do Ribeirão Água Fria além da implementação de programas e ações de revitalização e educação ambiental junto à população de abrangência da referida bacia, com ênfase na importância da preservação do manancial e da flora ali existente, considerando os aspectos ecológicos e sociais que implicam em retorno na qualidade de vida de toda a população palmense. É necessário que sejam implantados pontos de monitoramento da qualidade da água desse manancial, visando à manutenção dos níveis aceitáveis da qualidade do corpo hídrico através da coleta constante de amostras para análise laboratorial e classificação da mesma dentro dos parâmetros estabelecidos. Essas ações contribuirão para que seja feita a devida fiscalização dos serviços prestados pela concessionária de serviços de saneamento com o intuito de fiscalizar a eficiência da mesma no cumprimento das obrigações contratuais e legais em face da prestação desse importante serviço, de necessidade primária para toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jaqueline Colvara. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. Monografia de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas Centro de Engenharias, 2013.

ALVES, C. R.; LOT, E. F. **Química da Biosfera e Hidrosfera**. Fortaleza, CE: Ed. Demócrito Rocha, 2004. p.111.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Água Subterrâneas**. Disponível em <<http://www.ana.gov.br/aguasSubterr/EstudoAguasSubterraneasANA22-08-02.doc>>. Acesso em: 23 de set. 2014.

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 em:<<http://www.ens.ufsc.br/principal/pdfs/5de60fb82772a3a0cd6be6661abdf7194a56ce58.pdf>>. Acesso em: 20 de set. 2014.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL ESCOLA. **Poluição Hídrica**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/poluicao-hidrica.htm>> Acesso em: 01 de out. 2014.

CETESB. **Turbidez**. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-nteriores/variaveis/aguas/variaveis\\_fisicas/turbidez.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-nteriores/variaveis/aguas/variaveis_fisicas/turbidez.pdf)> Acesso em: 01 de out. 2014.

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. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/relatorio/qualidade/aguas.pdf>> Acesso em: 03 nov. 2014.

CETESB. **Índice de Qualidade de Água.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>> Acesso em: 01 out. 2014.

CETESB. **Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%20aguassuperficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas>> Acesso em: 06 out. 2014.

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.

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.

GOVERNO DO PARANÁ. **Monitoramento da Qualidade das Águas.** Curitiba: Instituto Águas do Paraná, S/D. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>> Acesso em 03 mai 2015.

LIMA, A. M. **Limnologia e qualidade ambiental de um corpo lântico receptor de efluentes tratados da indústria de petróleo.** 2004. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande Norte.

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 : 10 de out. 2014

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.

RAMALHO, M. F. J. L; BORGES, J. P; FARIAS, L. R. C. B. Uso do spring na análise do processo de ocupação em Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte/RN. **Espaço & Geografia**, v.11, n. 2, p.1516-9375, 2008. Disponível em: <[http://vsites.unb.br/ih/novo\\_portal/portal\\_gea/lsie/revista/arquivos/vol11%20numero02/1%20-%20EeG%20-%202008\\_v11n2\\_p\\_1a22b.pdf](http://vsites.unb.br/ih/novo_portal/portal_gea/lsie/revista/arquivos/vol11%20numero02/1%20-%20EeG%20-%202008_v11n2_p_1a22b.pdf)> . Acesso em: 13 Out. 2014.

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.

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 out. 2014.

SOUZA E JUNIOR. **Poluição Hídrica e Qualidade de vida: O caso do saneamento básico no Brasil.**

VIVA TERRA. **Poluição Hídrica.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/poluicao-hidrica.htm>> Acesso em: 12 de out. de 2014.

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.

UFV. **Qualidade da água.** Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>> Acesso em: 27 set de 2014.

## ANEXO

## RELATÓRIO DE ANÁLISE

### Dados do cliente

**Solicitante:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Responsável:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Município:** Palmas-TO

### Dados da amostra

**Nome do coletor:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Natureza da amostra:** Água do Ribeirão Água Fria, de Palmas-TO  
**Data da coleta:** 09/02/2015

### Relatório de Resultados para **Água do Ribeirão Água Fria de Palmas-TO**

As metodologias para análises estão descritas na Tabela 01. Os resultados encontrados estão listados na Tabela 02.

### METODOLOGIA

**Tabela 01-** Parâmetros analisados e método empregado.

Parâmetros Analisados	Referência
<b>Parâmetros físico-químicos</b>	
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)
<b>Parâmetros microbiológicos</b>	
<i>Escherichia Coli</i>	APHA (2005)

Laboratório de Saneamento  
 Universidade Federal do Tocantins  
 Campus Universitário de Palmas - CUP

ALCNO 14, Avenida NS 15, Caixa Postal 114, Palmas – TO CEP: 77.001-090

Fone: (63) 3232 8018

**Tabela 02.** Resultados obtidos para análises realizadas

Análises físico-químicas						
Parâmetro	Unidade	VMP <sup>1</sup>	Resultado			
			P1	P2	P3	P4
DBO	mg/L	≤ 5	1,01	1,08	2,33	3,21
OD	mg/L	≥ 5	4,12	4,51	3,48	3,22
Temperatura	°C	-	23	26	29,2	28,8
Fósforo Total	mg/L	*	0,19	0,22	0,55	0,71
Nitrogênio Total	mg/L	-	2,18	2,37	3,15	3,88
pH	-	6 – 9	6,59	6,22	7,38	8,21
Sólidos Totais	mg/L	1000	400	356	244	294
Turbidez	NTU	100	20,3	21,7	52,4	71,5
Parâmetros Biológicos						
Parâmetro	Unidade	VMP	Resultado			
			P1	P2	P3	P4
<i>Escherichia Coli</i> <sup>2</sup>	NMP/100 (mL)	1000	986,08	1423,04	3698,54	4102,7

**Referência Bibliográfica:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater–21th Edition, 2005.

1 - Valores Máximos Permitidos para águas de classe 2, baseados na Resolução n° 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

2 - 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

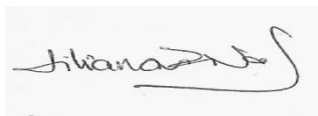
\* Valores Máximos Permitidos para Fósforo Total : a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Valores máximos permitidos estabelecidos pela Resolução n° 357, de 12 de Março de 2005, para águas de classe 2.

#### Abrangência:

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.

Os dados do cliente e da amostra são fornecidos e de responsabilidade do mesmo.



COORDENADORA  
**Liliana Pena Naval**

Laboratório de Saneamento  
Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Palmas - CUP

ALCNO 14, Avenida NS 15, Caixa Postal 114, Palmas – TO CEP: 77.001-090

Fone: (63) 3232 8018

## RELATÓRIO DE ANÁLISE

### Dados do cliente

**Solicitante:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Responsável:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Município:** Palmas-TO

### Dados da amostra

**Nome do coletor:** Paulo Ricardo S. Machado  
**Natureza da amostra:** Água do Ribeirão Água Fria, de Palmas-TO  
**Data da coleta:** 09/03/2015

### Relatório de Resultados para Água do Ribeirão Água Fria de Palmas-TO

As metodologias para análises estão descritas na Tabela 01. Os resultados encontrados estão listados na Tabela 02.

### METODOLOGIA

**Tabela 01-** Parâmetros analisados e método empregado.

Parâmetros Analisados	Referência
<b>Parâmetros físico-químicos</b>	
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)
<b>Parâmetros microbiológicos</b>	
<i>Escherichia Coli</i>	APHA (2005)



**Tabela 02.** Resultados obtidos para análises realizadas

Análises físico-químicas						
Parâmetro	Unidade	VMP <sup>1</sup>	Resultado			
			P1	P2	P3	P4
DBO	mg/L	≤ 5	1,19	1,41	2,54	2,86
OD	mg/L	≥ 5	3,89	4,21	3,21	3,16
Temperatura	°C	-	26	28	32,5	34,2
Fósforo Total	mg/L	*	0,15	0,29	0,73	0,76
Nitrogênio Total	mg/L	-	2,43	2,31	3,78	4,09
pH	-	6 – 9	6,78	7,34	7,89	8,78
Sólidos Totais	mg/L	1000	444	497	296	326
Turbidez	NTU	100	19,9	31,4	52,8	68,5
Parâmetros Biológicos						
Parâmetro	Unidade	VMP	Resultado			
			P1	P2	P3	P4
<i>Escherichia Coli</i> <sup>2</sup>	NMP/100 (mL)	1000	781,21	942,67	3112,11	3587,4

**Referência Bibliográfica:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater–21th Edition, 2005.

1 - Valores Máximos Permitidos para águas de classe 2, baseados na Resolução n° 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente.

2 - 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

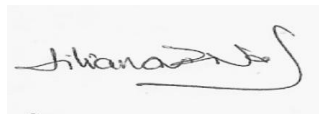
\* Valores Máximos Permitidos para Fósforo Total : a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Valores máximos permitidos estabelecidos pela Resolução n° 357, de 12 de Março de 2005, para águas de classe 2.

### Abrangência:

Os resultados referem-se somente à amostra analisada.

Os dados do cliente e da amostra são fornecidos e de responsabilidade do mesmo.



COORDENADORA  
**Liliana Pena Naval**

Laboratório de Saneamento  
Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Palmas - CUP

ALCNO 14, Avenida NS 15, Caixa Postal 114, Palmas – TO CEP: 77.001-090

Fone: (63) 3232 8018