



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

JULIO CÉSAR DE CASTRO SABOIA

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO URBANO EM PALMAS – TO:
Análise de estudos do manancial Ribeirão Taquaruçu (ETA 006)**

Palmas – TO
2017

JULIO CÉSAR DE CASTRO SABOIA

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO URBANO EM PALMAS – TO:
Análise de estudos do manancial Ribeirão Taquaruçu (ETA 006)**

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. *Dr.* José Geraldo Delvaux Silva.

Palmas - TO
2017

JULIO CÉSAR DE CASTRO SABOIA

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO URBANO EM PALMAS – TO:
Análise de estudos do manancial Ribeirão Taquaruçu (ETA 006)**

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. *Dr.* José Geraldo Delvaux Silva.

Aprovado em ___ de _____ 2017.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. M.Sc. Examinador Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. M.Sc. Examinador Mênfis Bernardes Alves
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO
2017

DEDICATÓRIA

Presto este trabalho primordialmente a Deus Cujo me deu a capacidade de realiza-lo agradeço à minha família, por sua capacidade de acreditarem e investirem em mim. A todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço a meu pai, mãe e irmão por estarem sempre me dando forças e suporte para que seja possível tornar meus sonhos em realidade, sem a dedicação de vocês jamais conseguiria concluir essa etapa da minha vida. Agradecer a minha companheira e amiga Natália Ribeiro Muccini, que sempre esteve ao meu lado nos momentos bons e ruins que enfrentei para chegar até aqui, sempre com muita paciência e me incentivando de todas as formas.

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

E por fim a todas as amizades construídas no decorrer desta jornada, amigos os quais sempre estiveram prontos para ajudar e contribuir nessa caminhada.

ΕΠΪΓΡΑΦΕ

RESUMO

SABOIA, Julio César De Castro. Trabalho de Conclusão de Curso. 2015. **Qualidade da água de abastecimento urbano em Palmas – TO: Análise de estudos do manancial Ribeirão Taquaruçu (ETA 006)**. Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Orientador Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva.

O presente estudo objetivou demonstrar os resultados de pesquisas relativas ao índice de qualidade da água (IQA) do ribeirão Taquaruçu que serve de manancial para abastecimento de água tratada de uma fatia considerável da população Palmense. Os dados aqui apresentados foram obtidos nas pesquisas de Silva Neto; Peixoto (2015); Condo (2016); e Marques (2011), que monitoraram o Ribeirão Taquaruçu, e realizaram análises laboratoriais das amostras coletadas conforme determinado pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Os dados obtidos no monitoramento permitiram classificar as águas do Ribeirão Taquaruçu dentro dos parâmetros estipulados para a determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA). Cada autor analisou os parâmetros físico-químicos, e biológico, com a extração de 05 amostras em pontos diferentes do curso do manancial de acordo com o grau de importância das ações antrópicas. As três pesquisas trazem informações de pontos de coleta localizados a montante da Estação de Tratamento de Água – ETA 006, e, em um dos trabalhos apresentados foi feita a coleta em ponto localizado à jusante da referida ETA. Os resultados encontrados nas pesquisas em comento demonstram que todas as amostras de água analisadas apresentam níveis de IQA dentro dos padrões aceitáveis para o consumo humano depois de passar pelas etapas que compõem o processo de tratamento de água. Para outras aplicações que não sejam domésticas a água do Ribeirão Taquaruçu encontra-se pronta para uso.

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

ABSTRACT

SABÓIA, Julio Cesar De Castro. Final project. 2015. **Quality of urban water supply in Palmas-TO: analysis of studies of the Taquaruçu Creek (ETA 006)**. Civil Engineering course. University Center Lutheran of Palmas. Advisor. *M.Sc.* José Geraldo Delvaux Silva. Quality of urban water supply in Palmas-TO:

The present study aimed to demonstrate the results of research concerning the water quality index (IQA) of Taquaruçu Creek do that serves as a source to supply treated water to a considerable slice of the population Palmense. The data presented here were obtained for Silva Neto; Peixoto (2015); Condo (2016); and Marques (2011), which monitored the Taquaruçu Creek, and laboratory testing of samples collected as determined by CONAMA resolution n° 357 of 17 March 2005. The data obtained in the monitoring allowed the waters of Taquaruçu Creek do within the parameters laid down for the determination of the water quality Index (IQA). Each author has examined the physical and chemical parameters, and biological, with 05 extraction samples at different points of the course of spring according to the degree of importance of human actions. The three bring research information collection points located upstream of the water treatment Station-ETA 006, and, in one of the papers was made in collection point located downstream of that ETA. The results found in the polls in comment show that all water samples analyzed present IQA levels within acceptable standards for human consumption after going through the steps that make up the water treatment process. For other applications that are not domestic water from Taquaruçu Creek is ready for use.

Keywords: Water. Index. Monitoring. Quality. Taquaruçu Creek.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Distribuição da Água do Globo Terrestre.	24
Tabela 2 – Adaptação Resolução CONAMA Nº 357/2005	26
Tabela 3 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.	45
Tabela 4 - Classificação do IQA	45
Tabela 5 - Estações de amostragem da qualidade da água na bacia do ribeirão Taquaruçu	47
Tabela 6 – Resultado do IQA das amostras.....	49
Tabela 7 – Localização dos pontos de coletas das amostras de Marques (2011)	51
Tabela 8 – Valores dos parâmetros físico químicos encontrados por Marques (2011)	52
Tabela 9 – IQA das amostras de Marques (2011).....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pontos de Consumo.....	28
Figura 2 - Pontos de Consumo.....	29
Figura 3: Local da Área de Estudo - Ribeirão Taquaruçu e bacia contribuinte.	39
Figura 4 – Vista de trecho assoreado do Ribeirão Taquaruçu	40
Figura 5 – Divisão das micro bacias de Palmas com destaque para a bacia do Ribeirão Taquaruçu.....	41
Figura 6 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas.....	44
Figura 7 – Gráfico de culturas quantitativas de	50
Figura 8 - Registro fotográfico dos pontos de coleta - Baixo Taquaruçu Grande (BTG); Alto Taquaruçu Grande (ATG); Médio Taquaruçu Pequeno (MTP); Baixo Taquaruçu Pequeno (BTP); Alto Taquaruçu Pequeno (ATP).....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 Problema	17
1.3 Justificativa	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A Importância da Água	20
2.2 Utilizações da água ao longo da historia	21
2.3 Importância do uso racional da Água	22
2.4 A Escassez da Água	23
2.5 Qualidade da Água	25
2.5.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)	26
2.6 Distribuição de Consumo nas Residências	28
2.7 Estudos Referentes ao Consumo de Água em Residências	28
2.8 Parâmetros de Qualidade de Água	29
2.8.1 Turbidez	32
2.8.2 Cor aparente e cor verdadeira	32
2.8.3 Sabor e Odor	32
2.9 Características Inorgânicas	33
2.9.1 Alcalinidade, Acidez e Ph	33
2.9.2 Cloreto e Sulfato	33
2.9.3 Nitratos e Nitritos	34
2.9.4 Ferro e Manganês	34
2.10 Redes de Distribuição	35
2.10.1 Definições	36
2.11 Estimativa de Consumo de Água no Tocantins	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 Local de estudo	39
3.2 Tipo de estudo	42
3.3 Seleção das publicações	43

3.4 Parâmetros analisados nas publicações	43
3.5 Método de determinação do Índice de Qualidade da Água.....	43
3.6 Tabulação e análise dos dados	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1.1 Condo (2016).	47
4.1.2 Silva Neto; Peixoto (2015).....	49
4.1.3 Marques (2011).	51
5 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como principal objetivo apresentar dados e informações referentes a análise de estudos desenvolvidos sobre a qualidade da água do Ribeirão Taquaruçu, que é o principal manancial de abastecimento urbano de água potável para consumo humano de Palmas – Tocantins. A estrutura de processamento da água bruta encontrando-se instalada na área urbana capital e tem a denominação técnica de Estação de Tratamento de Água 006 (ETA 006), e responde pelo fornecimento de água para aproximadamente 70% da população do município.

A pesquisa aqui desenvolvida foi baseada nos resultados apontados por três diferentes autores, sendo três publicações de natureza acadêmica, ambas avaliando o Índice de Qualidade da Água (IQA) do Ribeirão Taquaruçu e posterior análise laboratorial para determinação dos índices parametrizados.

A água é o elemento mais essencial para a sobrevivência dos seres vivos que habitam o planeta terra, seja para o consumo com a finalidade de hidratação corporal vital ou mesmo para outras tantas finalidades a qual a mesma é empregada no cotidiano, sendo necessária para o desenvolvimento de praticamente todas as atividades realizadas pelo homem, sejam elas para o uso doméstico, comercial, público, industrial e rural.

Dos três quartos da superfície da terra que tem em sua composição a água, a maior parcela não se encontra disponível para consumo humano, pois aproximadamente 97% é composta por 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).

Os grandes centros urbanos sofrem com escassez da água, devido à elevada concentração populacional, o que demonstra a ausência de planejamento urbano apropriado. A falta de investimentos em saneamento básico torna ainda mais crítica a situação, pois ocorre uma contínua degradação dos mananciais e também à qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

O consumo de água se altera em função de uma série de fatores, tais como o clima, o padrão de vida da população, o sistema de fornecimento e cobrança

(serviço medido ou não), a qualidade da água fornecida, o custo e o sistema tarifário, a pressão na rede distribuidora, a existência ou não de redes de esgoto, que pode elevar em até 80% o custo final, além de outros fatores menores.

A água destinada ao consumo humano deve obedecer a uma série de requisitos para se constituir em água potável. O sistema de abastecimento de água – SAA, pode-se dizer, é uma indústria de potabilização da água, cabendo a ele cumprir as normas e padrões estabelecidos pelas autoridades sanitárias. (DANTAS 1994)

A poluição das águas tem sido um problema para a sociedade, e hoje se pode afirmar que este recurso natural, que durante muitos anos foi considerado inesgotável, vem sofrendo agressões 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).

Segundo descreve Ramalho; *et al*, (2008), as bacias hidrográficas geralmente aparecem como as principais áreas propícias a concentrarem maiores aglomerações humanas, como também propícias a apresentarem como consequência as alterações de suas capacidades naturais, necessárias à sobrevivência, não só do homem, mas de toda forma de vida vegetal e animal.

O trabalho presente será sobre a bacia do Ribeirão Taquaruçu situado na Região Sul do município de Palmas – TO. Conhecer a qualidade da água disponível é fundamental para uma melhor gestão dos recursos hídricos, especialmente para os processos de captação, tratamento e distribuição da água para consumo humano.

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.

Conforme descreve Lima; *et al* (2007) um dos principais parâmetros de determinação de potabilidade é o Índice de Qualidade das Águas (IQA), o qual estabelece níveis e padrões de qualidade que possibilita a classificação das águas em classes, determinada pelo resultado encontrado no seu cálculo.

Desta maneira, este trabalho tem por finalidade demonstrar os resultados de monitoramentos da qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos e microbiológico da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu aplicando o Índice de Qualidade da Água (IQA), realizando assim, um estudo voltado para a análise dos resultados das análises em exposição nas publicações pesquisadas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os resultados de pesquisas referentes ao Índice de Qualidade da Água (IQA) da bacia do Ribeirão Taquaruçu, compreendido no Plano Diretor Central de Palmas - TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar sobre a água e suas características físico-químicas, e microbiológicas;
- Estudar os parâmetros de avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA);
- Analisar os resultados de cinco publicações relativas a qualidade das águas do Ribeirão Taquaruçu com base no Índice de qualidade das águas (IQA).
- Confrontar os dados dos autores com os valores parametrizados.

1.2 Problema

A avaliação dos impactos causados pela interferência humana em corpos hídricos é feito através da caracterização da qualidade da água, o que possibilita seu manejo de forma correta. O que acompanha o estado dos recursos hídricos é de fundamental importância, pois é pela poluição que são inseridas substâncias nocivas, tóxicas ou patogênicas que modificam as características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente hídrico.

Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação devido ao lançamento de elementos poluentes nos corpos hídricos e por isso a necessidade de se obter os valores exatos desses agentes contaminantes.

A partir desse contexto ambiental tem-se o seguinte questionamento: Os valores de IQA apresentados nas publicações pesquisadas demonstram compatibilidade nos dados e informações apresentadas sobre o Ribeirão Taquaruçu?

1.3 Justificativa

A água é um elemento essencial à manutenção da vida e é o constituinte inorgânico mais encontrado no ser vivo, essencial para a sobrevivência e prolongamento da vida.

A avaliação da qualidade da água se faz uma importante ferramenta para prover subsídios às prefeituras e aos órgãos responsáveis pela cadeia logística da água de consumo humano em regime de concessão de serviço público, e dessa forma promover a adoção de uma gestão de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade da água, através do emprego de medidas e ações mitigadoras seguras.

A poluição da água está associada com a alteração de suas características físicas, químicas ou biológicas, sejam elas ocasionadas por causas naturais ou provocadas pelo homem. Em virtude disso, estes poluentes podem alterar também as outras características da água. Neste ponto, o conhecimento da forma de interação entre elas é de grande importância para que se possa delimitar métodos e ações voltadas a recuperação da qualidade da água, promovendo sua potabilidade necessária ao consumo humano (PEREIRA, 2004)

Sabe-se que a importância dos sistemas de abastecimento de água está relacionada com a melhoria da qualidade de vida e com o aumento da expectativa de vida da população.

O controle dos processos operacionais é fator preponderante na eficiência de prestação de serviços, principalmente nos sistemas de abastecimentos de água. A operação e o monitoramento de sistemas de distribuição de água vêm assumindo cada dia uma maior importância junto às empresas de saneamento. Isto tem como justificativa o custo da manutenção do processo produtivo e a disponibilidade da água, que em determinadas regiões é cada vez menor, tornando o fornecimento cada vez mais caro.

Atualmente existe uma preocupação muito grande, em todo o planeta, com o alto consumo dos recursos hídricos e tratamento das águas servidas.

Palmas, por se localizar na região norte do País, têm um consumo médio estimado de 180 l/hab/dia de água tratada (SANEATINS), considerando 05 pessoas por residência (IBGE), isto gera um consumo de aproximadamente 0.9 m³/dia.

Devido aos Métodos utilizados para garantir a qualidade e pureza da água isto eleva seu custo final, visto que há um grande desperdício de água tratada no seu uso doméstico: Jardins, lavagem de automóveis, descarga sanitária, dentre outros.

Dessa forma, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de se avaliar a qualidade da água de serventia pública da cidade de Palmas – Tocantins captada no Ribeirão Taquaruçu em função do seu amplo ramal de distribuição. Para a comunidade acadêmica o trabalho servirá como base de dados e informações para elaboração de novos estudos nessa mesma temática ou no aprofundamento da questão aqui levantada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Importância da Água

A água, essencial para o surgimento e manutenção da vida em nosso planeta, na vida moderna, é indispensável para o desenvolvimento das diversas atividades criadas pelo ser humano, apresentando, por esta razão valores econômicos, sociais e culturais, pois além da sua utilização para suporte a vida, a água pode ser utilizada para transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia, produção e processamento de alimentos, processos industriais diversos e recreação e paisagismo, além de ser amplamente utilizada para transporte e assimilação de efluentes, sendo esta, talvez, uma das aplicações menos nobres que poderia ser dada para este recurso tão essencial (MIERZWA, 2002).

De acordo com Marcelo Libânio (2005), a água ocupa aproximadamente 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando aproximadamente dois terços do corpo humano e atingindo até 98% em certos animais aquáticos, legumes, frutas e verduras, constitui-se também no solvente universal da maioria das substâncias, modificando-as e modificando-se em função destas.

Diversas características das águas naturais advêm dessa capacidade de dissolução, diferenciando-as pelas características do solo da bacia hidrográfica. Como consequência, o corpo d'água, rio ou lago, sempre inclui a bacia hidrográfica que, por sua vez, imprimirá muitas das suas características.

Aliada à capacidade de dissolução, a água atua como meio de transporte – em escoamento superficial e subterrâneo – permitindo que as características de um mesmo curso d'água alterem-se temporal e espacialmente. Por fim, as características das águas naturais influenciam o metabolismo dos organismos aquáticos e são também influenciadas por ele, conferindo estreita interação entre esses seres vivos e o meio ambiente, base da ciência denominada ecologia.

Esteves (1958) afirma que, algumas etapas do ciclo da água na biosfera constituem-se em um dos conhecimentos mais antigos da humanidade. Anaxágoras (aprox. 500 – 428 a.C.) tinha conhecimento de que as chuvas eram importantes na

manutenção do equilíbrio hídrico da Terra. Fenômenos como condensação e infiltração, já eram conhecidos há alguns séculos antes de Cristo (Heródoto, 485 – 424 a.C.; Aristóteles, 384 – 322 a.C.).

A água na biosfera faz parte de um ciclo denominado ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico se constitui, basicamente, em um processo contínuo de transporte de massas d'água do oceano para a atmosfera e desta, através de precipitações, escoamento (superficial e subterrâneo) novamente ao oceano. No contexto da limnologia, o estudo do ciclo hidrológico assume importância na medida que influencia diretamente a distribuição e a extensão dos corpos d'água continentais. Em muitas regiões, o ciclo hidrológico tem sofrido grandes alterações, especialmente nas últimas décadas. Estas alterações resultam das diferentes formas de interferência humana sobre o ambiente como, por exemplo, devastação de florestas e construção de grandes lagos artificiais (represas).

Atualmente, verifica-se a degradação dos recursos naturais de forma indiscriminada, pelo controle precário dos lançamentos de resíduos nos rios. Além disso, a mata ciliar está sendo substituída por plantações agrícolas, visando a ampliação da área de cultivo e conseqüentemente o aumento do lucro. Este procedimento, dentre outros grandes prejuízos ambientais, gera um aumento significativo da turbidez dos cursos d'água. Além de mais turva, a qualidade das águas dos rios torna-se cada vez pior, com maior variedade de componentes químicos, físicos e biológicos, dificultando e encarecendo seu tratamento (PAVANELLI, 2001).

2.2 Utilizações da água ao longo da historia

A importância da água no desenvolvimento científico e tecnológico, aparece na história desde o início da civilização, estudos revelam que na Civilização Romana, já existia a preocupação com o uso racional da água. Os romanos desenvolveram dispositivos para a medição do consumo da mesma, para controlar os desperdícios e na Idade Média, a tendência era substituir o serviço braçal por máquinas acionadas pela água.

No século X e XI expandiu-se o uso da roda hidráulica, ampliando seu uso para esmagamento de azeitonas, fibras, tecidos e minérios e peças metálicas, com isso a preocupação do uso controlado da mesma aumentava, existem relatos de que os Maias no século X, já utilizam do reaproveitamento da água da chuva para a irrigação de suas lavouras, a captação da água pluvial era armazenada em cisternas chamadas de Chultuns. O aproveitamento da água da chuva foi perdendo força conforme a evolução das tecnologias de abastecimento, como sistemas de abastecimento, barragens, irrigações.

A utilização das águas pluviais voltou a ser realidade por ser uma maneira simples e eficaz para controlar os problemas de escassez da água, em diversos países Europeus e Asiáticos já aproveitam a água da chuva em suas residências, indústrias, pois sabem da importância da mesma no nosso dia a dia.

2.3 Importância do uso racional da Água

O aumento no consumo de água em virtude do conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, além do crescimento demográfico, tem exigido uma maior atenção às necessidades de uso de água para as mais diversas finalidades.

Dadas as limitações hídricas de boa qualidade para o ser humano como rios, lagos, mananciais, lençóis freáticos e etc., torna-se essencial fazer o uso racional, evitar desperdícios e desenvolver maneiras que minimizem a degradação dos recursos hídricos. Surge como uma das alternativas para o enfrentamento do problema, o Reuso da água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água.

Estudos de hidrólogos e demógrafos apontam que o consumo de água doce duplica-se a cada 25 anos. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1999), o consumo mundial de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais de que o dobro das taxas de crescimento da população, e continua a crescer, embora o racionamento de água seja realidade em alguns lugares, existem locais onde se conserva a ilusão de que a água é infinita.

Nesse contexto, as práticas do uso eficiente da água, constituem uma maneira inteligente de se poder ampliar o número de usuários de um sistema de abastecimento, sem a necessidade de grandes investimentos em ampliações ou a instalação de novos sistemas de abastecimento. (SAUTCHÚK *et al.*,2007).

Segundo Mancuso et al (2007) a aceitação pública é o fator preponderante na determinação do sucesso ou do insucesso de um programa de reuso de água. A experiência internacional tem mostrado que projetos dessa natureza podem ser tecnicamente viáveis, a água produzida comprovadamente segura, atestada pelos melhores procedimentos científicos disponíveis, podem ser aceitos pelas agencias oficiais de meio ambiente e de saúde pública e, ainda assim, não ser aceitos pelo público.

2.4 A Escassez da Água

A escassez da água vem sendo ressaltada como um problema mundial que poderá comprometer gerações futuras. Segundo REBOUÇAS et al (1999), do total da água existente na Terra, 97,5% é salgada e apenas 2,5% é água doce.

No Brasil existe um problema sério de escassez da água, agravado pela distribuição desequilibrada dos aglomerados urbanos. Segundo REBOUÇAS (1999), o Brasil detém 53% da produção de água doce do continente Sul Americano e 12% da produção mundial. Deste montante, 80% concentra-se em três unidades hidrográficas – Amazonas, São Francisco e Paraná, sendo 72% na Bacia Amazônica, região Norte do País. Os grandes centros urbanos encontram-se nas regiões Sul e Sudeste e já não conseguem mais sua demanda atendida da maneira apropriada.

Segundo a AGENDA 21 PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (2000), o Desenvolvimento Sustentável é definido como o “desenvolvimento que atende às necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades”. Através dos conflitos mundiais causados pelo poder de uso da água, nota-se um grande descompasso mundial de muitos países no que diz respeito ao adequado uso deste recurso natural.

O relatório da UNESCO – *the un world water development report – water for people, water for life* (2003), detalha a distribuição de água através do globo terrestre, conforme a tabela abaixo apresentada:

Tabela 1 - Distribuição da Água do Globo Terrestre.

Localização	Volume (10³ Km³)	% do volume Total na hidrosfera	% de Água doce	Volume reciclado Anualmente (Km³)	Período em Anos para renovação
Oceano	1.338.000	96,5	-	505.000	2.500
Subsolo (gravidade e Capilaridade)	23.400	1,7	-	16.700	1400
Predominância de água doce subterrânea	10.530	0,76	30,1	-	-
Umidade do solo	16,5	0,001	0,05	16.500	1
Calotas	24.64	1.74	68.7	-	-
Antártica	21.600	1.56	61.7	-	-
Groelândia	2.340	0.17	6.68	2.477	9.700
Ártico	83.5	0.006	0.24	-	-
Regiões montanhosas	40.6	0.003	0.12	25	1.600
Solos gelados	300	0.022	0.86	30	10.000
Água em lagos	176.4	0.013	-	10376	17
Doce	91	0.007	0.26	-	-
Salgada	85.4	0.006	-	-	-
Pântanos	11.5	0.0008	0.03	2.294	5
Água os rios	2.12	0.0002	0.006	43.000	16 dias
Biomassa	1.12	0.0001	0.003	-	-
Água na atmosfera	12.9	0.001	0.04	600.000	8 dias
Volume total na hidrosfera	1.386	100	-	-	-
Total de água doce	35.029.2	2.53	100	-	-

Fonte: Shikolmanov (1998) apud Tundisi 2003.

Neste contexto, cada vez mais a busca por alternativas para otimização do consumo de água, bem como minimização da geração dos efluentes, como intuito de redução do impacto ambiental são temas que constantemente lideram o ambiente intelectual.

Segundo SAUTCHÚK (2004), para a humanidade conservar Água pode representar harmonizar a relação, em busca da preservação ao invés da deprecação. E garantir as futuras gerações os fundamentos da sobrevivência.

2.5 Qualidade da Água

Embora as tecnologias de tratamento tenham evoluído consideravelmente, a ponto de se poder dizer que, teoricamente, água de qualquer qualidade possa ser tratada, já que a potabilização pode ser conseguida até mesmo pela destilação, economicamente, no entanto, nem sempre se pode tratar qualquer água. Além disso, no Brasil, há normas que regulamentam o uso das águas para abastecimento público em função da qualidade que apresentam. A escolha do manancial deve ser precedida de um levantamento sanitário da bacia hidrográfica e de um profundo estudo da qualidade para a tecnologia de tratamento seja a mais econômica possível. (DI BERNARDO, 2003).

O conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da resolução Nº 357/2005 estabeleceu critérios padronizados para a classificação das águas doces, salobras e salinas, essa resolução estabelece por meio de vários artigos, uma serie de limites e condições físicas, químicas e bioquímicas, para assim manter a qualidade das mesmas.

Tabela 2 – Adaptação Resolução CONAMA Nº 357/2005

Classes	Utilização
Classe Especial	Abastecimento doméstico sem prévia ou com desinfecção; Preservação de equilíbrio natural das comunidades aquáticas; À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe I	Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; À proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA Nº 274 de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.
Classe II	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; À proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário conforme Resolução CONAMA Nº 274 de 2000; Irrigação de hortaliças e frutíferas, parques, jardins, campos de esporte, etc.; Aquicultura e à atividade de pesca.
Classe III	Ao abastecimento doméstico após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de cultura arbórea, cerealífera e forrageira; Pesca amadora; Recreação de contato secundário;
Classe IV	Navegação; Harmonia paisagística; Usos menos exigentes.

Fonte: CONAMA (2005).

2.5.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)

A importância da água para o homem não pode ser relativizada por ser o principal elemento garantidor da existência. Ele pode sobreviver por mais tempo sem comida do que sem água. A água é empregada no preparo dos alimentos, limpeza e higienização, saneamento, consumo, cultivo e funcionamento de toda a cadeia produtiva (indústria, comércio, serviços) (MACHADO, 2015).

Para Condo (2016), o homem moderno, diferentemente dos antepassados primitivos, é fortemente dependente da água para se sustentar. Porém, pelo fato de a água está livremente disponível através das chuvas, até recentemente o homem

tendeu a ter esse recurso como certo. Além do seu uso industrial, a água é uma comodidade social necessária. A provisão de água de boa qualidade pode ajudar na erradicação de doenças transmitidas pela água e na melhoria do saneamento geral das cidades e aglomerados urbanos.

A gestão inadequada dos recursos hídricos, direta ou indiretamente, resulta na degradação do meio hidrológico. Assim sendo, é necessário um monitoramento periódico da qualidade da água para que sejam tomadas medidas adequadas para as práticas de gerenciamento de recursos hídricos (MARQUES, 2011).

O Índice de Qualidade da Água (IQA), foi desenvolvido por Horton no início da década de 1970, e utiliza basicamente meios matemáticos para calcular um único valor a partir de múltiplos resultados de testes. O IQA, fornece números que expressam a qualidade global da água em um determinado local e tempo com base em vários parâmetros de qualidade da água. O objetivo do IQA é transformar dados complexos de qualidade da água em informações que são compreensíveis e utilizáveis pelo público (SILVA NETO; PEIXOTO, 2015).

Marques (2011), explica que uma série de índices foram desenvolvidos para resumir os dados de qualidade da água em um formato de fácil apresentação e compreensão, representando o nível de qualidade da água em uma determinada bacia hidrográfica, como lago, rio ou corpo hídrico corrente, possibilitando que os valores necessários para a determinação da qualidade sejam alcançados nos mais diversificados locais testados em todo o mundo com base na classificação universal dos parâmetros de qualidade da água.

No entendimento de Machado (2015), o uso do Índice de Qualidade da Água simplifica a apresentação dos resultados de uma investigação relacionada a um corpo de água, pois resume em um valor ou conceito uma série de parâmetros analisados. Desta forma, os índices são muito úteis para transmitir informações sobre a qualidade da água ao público em geral e dar uma boa ideia da tendência de evolução da qualidade da água para evoluir ao longo de um período de tempo.

Um único valor de IQA torna a informação mais fácil e rapidamente compreendida do que uma longa lista de valores numéricos para uma grande variedade de parâmetros. Além disso, o IQA também facilita a comparação entre diferentes locais de amostragem e eventos (CONDO, 2016).

2.6 Distribuição de Consumo nas Residências

No Brasil, o estudo de demanda de utilização da água dentro das residências é recente, tendo início em 1995, em um estudo de parceria do IPT (USP) com a Sabesp.

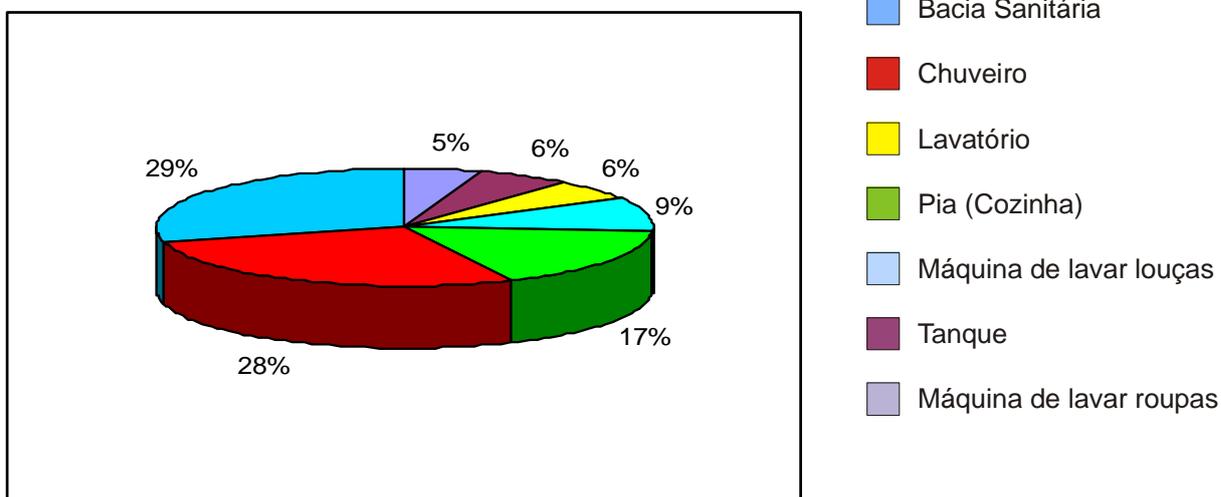
Experiências mostram que por dia, uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água por dia (dependendo da sua região). Este consumo tem sua distribuição em chuveiros, torneiras, bacias, máquinas de lavar, entre outros.

Para análise do consumo de água dentro da residência, é necessário que se realize uma boa coleta de dados, para uma perfeita caracterização dos ambientes, na qual devem ser analisados: pressão, vazão, clima, população, frequência de utilização, condições socioeconômicas, produtos instalados, entre outros.

Os estudos a baixo mostram duas situações de consumo dentro de uma residência, onde os dados são diferentes, devido a própria caracterização dos ambientes. A primeira, um prédio da Universidade de São Paulo (USP), e a segunda, uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbano (CDHU).

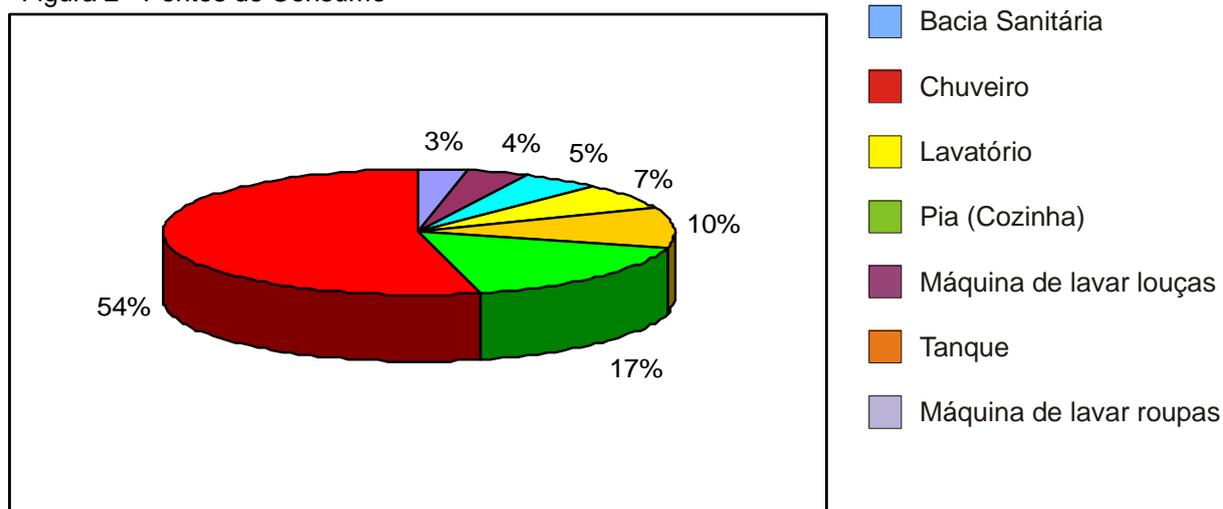
2.7 Estudos Referentes ao Consumo de Água em Residências

Figura 1 - Pontos de Consumo



Fonte: Pesquisa USP

Figura 2 - Pontos de Consumo



Fonte: Pesquisa IPT (CDHU)

2.8 Parâmetros de Qualidade de Água

Marcelo Libânio (2005) enfatiza a importante distinção deve ser feita entre as propriedades e as características (físicas, químicas e biológicas) das águas naturais. As propriedades da água – ou, por definição, característica do que é próprio – constitui-se no que lhe é inerente e a distingue dos demais fluidos.

Já as características diferenciam as águas naturais entre si, podendo se manifestar em uma ou outra condição. Por exemplo, para o abastecimento público, a estrutura de captação haverá de influenciar nas características da água bruta, mas não interfere nas suas propriedades (CONDO, 2016).

Segundo descreve Condo (2016), também deve-se mencionar que uma importante característica das águas, a temperatura, influenciará em algumas das suas propriedades. Nesse aspecto, há controvérsia se a temperatura seria uma propriedade ou característica física. Optou-se pela última devido à importância no tratamento e a mencionada influência em algumas das propriedades das águas naturais.

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das mencionadas capacidades de dissolução de

uma ampla gama de substância e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (MARQUES, 2011).

O conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água pela fórmula molecular H_2O . Isto porque a água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a qualidade da água. A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem (CONDO, 2016).

Para Silva Neto; Peixoto (2015), de maneira geral, pode-se dizer que 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. O impacto é dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas, substâncias e impurezas no solo. Assim, a incorporação de sólidos em suspensão (ex: partículas de solo) ou dissolvidos (ex: íons oriundos da dissolução de rochas) ocorre, mesmo na condição em que a bacia hidrográfica esteja totalmente preservada em suas condições naturais (ex: ocupação do solo com matas e florestas). Neste caso, têm grande influência a cobertura e a composição do solo.
- **Interferência dos seres humanos:** 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. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água. (VON SPERLING, 2005)

Von Sperling (2005), afirma ainda que, os diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados, de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas.

Marcelo Libânio (2005), afirma que, essas características decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das mencionadas capacidades de dissolução de uma ampla gama de substância e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo.

Salas; Martino (2001), através da análise de vários corpos de água em áreas tropicais e subtropicais da América do Sul e o Caribe, observaram que a limitação do crescimento do fitoplâncton nos mesmos é devida principalmente ao fósforo.

Segundo Esteves (1988), na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas.

A saúde ambiental de um corpo de água é afetada pelas atividades humanas desenvolvidas em suas bacias hidrográficas, incluindo: lançamento de esgotos domésticos; recepção da água de chuva, que escoar por áreas agrícolas e sobre solos sujeitos a erosão; recepção de água de chuva proveniente de regiões com poluição atmosférica como, por exemplo, chuvas ácidas; percolação do chorume de lixões próximos aos corpos de água; compostos tóxicos oriundos de pesticidas utilizados na agricultura e no reflorestamento; e águas contaminadas por xenobióticos, compostos orgânicos resistentes e traços de produtos farmacêuticos (BERNHARDT 1990).

Todos esses fatores induzem à degradação da qualidade da água, à perda de diversidade biológica e ao desperdício de recursos hídricos (STRASKRABA; TUNDISI 2008).

Segundo esses mesmos autores, existe uma forte relação entre o grau de poluição e a densidade populacional e os três fatores que governam essa relação são: urbanização, industrialização e desenvolvimento da agricultura em larga escala. O aumento populacional e a conseqüente urbanização reduzem, junto com o aumento das áreas agrícolas, a capacidade de retenção de água das bacias hidrográficas e a redução da capacidade natural de retenção dos poluentes.

Um dos tópicos essenciais da Agenda 21 brasileira, sugere que suprimentos adequados de água de boa qualidade sejam mantidos para toda a população do planeta, enquanto se conservem as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas naturais, adaptando as atividades humanas dentro dos limites da natureza e combatendo vetores e doenças de vinculação hídrica (SENADO FEDERAL, 1996).

A construção de reservatórios é uma das grandes experiências humanas na modificação dos ecossistemas naturais, e vem sendo executada pelo homem, desde tempos remotos, com o objetivo de armazenar água para o consumo, irrigação controle de inundação e agricultura (TUNDISI, 1988)

2.8.1 Turbidez

Conforme (DI BERNARDO, 1993) A turbidez das águas é devido à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. As soluções podem ser tanto dispersões das partículas muito pequenas, quando substâncias dissolvidas na água. No primeiro caso, existe uma dispersão coloidal, em que as partículas sedimentam com velocidade muito pequena, e no segundo, há uma solução, em que as moléculas de substâncias húmicas e tanino são responsáveis pela cor verdadeira.

2.8.2 Cor aparente e cor verdadeira

A presença de matéria orgânica nas águas pode ser decorrente de várias fontes. Os compostos orgânicos naturais nas águas são oriundas da degradação de plantas e animais e são denominadas substâncias húmicas. Antigamente, a medida da cor era feita apenas por motivos estéticos, porém com a descoberta de que as substâncias são precursoras de trihalometanos–THM, se a desinfecção for feita com cloro livre, a qualificação da cor passa a ser muito importante. Geralmente é usado o método da comparação visual, em aparelho que dispõe de disco padronizado. (BRANCO, 1989).

2.8.3 Sabor e Odor

Sabor e odor são características de difícil avaliação e decorre de matéria excretada por algumas espécies de algas e de substâncias dissolvidas, com gases, fenóis, clorofenóis e, em alguns casos, do lançamento de despejo industriais nos cursos de água. A remoção de tais substâncias requer, geralmente, aeração, além da aplicação de um oxidante e de carvão ativado (VON SPERLING, 2005).

2.9 Características Inorgânicas

2.9.1 Alcalinidade, Acidez e Ph

A alcalinidade pode ser entendida como a capacidade da água em neutralizar ácidos, e a acidez, como a de neutralizar bases. A alcalinidade e acidez de soluções aquosas baseiam-se, geralmente, no sistema do ácido carbônico. (CETESB,1993).

A alcalinidade é importantíssima, pois influi consideravelmente na coagulação química, já que os principais coagulantes primários, comumente usados no Brasil- sulfato de alumínio e cloreto férrico- são doadores de prótons em solução. Assim, se a alcalinidade da água for baixa, a coagulação eficiente poderá acontecer com a adição de um alcalinizante (cal hidratada) para o ajuste do Ph, mas se a alcalinidade e pH for relativamente altos, é provável que o sulfato de alumínio não seja indicado. (CETESB,1993).

2.9.2 Cloreto e Sulfato

Além dos bicarbonatos, sais dissolvidos com cloretos e sulfatos, e outros em menor quantidade, caracterizam os sódios totais dissolvidos, conforme já visto anteriormente. A presença de cloreto para indicar a presença excessiva de cloreto sem que haja contaminação pelo ser humano. Ademais de conferir sabor salino as águas, teores elevados de sulfatos causam efeitos laxativos mais acentuados que

outros sais. O teor máximo de sulfato admitido nas águas destinadas ao consumo humano é 250mg/l. (BRITO,1993).

2.9.3 Nitratos e Nitritos

Os nitratos são uma das maiores fontes de íons naturais das águas, cujo o teor é limitado a 10 mg/l_ N. nitridos não ocorrem nas águas em concentração significativas, tendo seu teor sido limitado a 1 mg/l_ N. problemas de saúde publica relacionados a presença excessiva de nitrato são metahemoglobinemia, principalmente em crianças, e possível formação de nitrosaminas carcinogênicas. Quando de origem orgânica os compostos de nitrogênio podem indicar contaminação recente_ quando se tem nitrogênio orgânico e amoniacal, ou remota_ quando nitritos e principalmente nitratos são as formas de nitrogênio presentes. A existência de compostos amoniacais de origem orgânica pode dar origem, quando o cloro é usado como desinfetante, á formação de cloraminas orgânicas, cujo poder de desinfecção é muito pequeno (CAMPOS,1993).

2.9.4 Ferro e Manganês

Geralmente, nas águas, o ferro solúvel está associado a bicarbonetos e cloretos; a presença de ferro não causa problemas no ser humano, porém, quando oxidado, traz inconvenientes sérios, com formação do precipitado, provocando manchas em sanitários e roupas e favorecendo o crescimento da bactéria Chrenotrix. O manganês apresenta problemas semelhantes aos do ferro, porém, é de mais difícil remoção, pois a formação do precipitado (MnO₂) ocorre para valores de pH relativamente altos (geralmente, maior que oito), o que poderá dificultar a coagulação. (DI BERNARDO, 1993).

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento publico de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do

desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bacterias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecido à concentração limite de 0.3 mg/L na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. (COMPARINI E MACEDO, 1999).

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar no estado de oxidação Mn^{+2} (Forma mais solúvel) e Mn^{+4} (Forma menos solúvel). (COMPARINI E MACEDO, 1999).

2.10 Redes de Distribuição

O abastecimento de água, desde os reservatórios de distribuição até os pontos de consumo da cidade, realiza-se através de uma ou várias redes de distribuição, com a finalidade de garantir que em cada ponto consumidor a água chegue com vazão precisa, pressão suficiente e que sua qualidade não seja deteriorada. (GOMES, 2002).

Segundo Porto (2001), o sistema de distribuição de água tem a finalidade de atender, dentro das condições sanitárias, de vazão e pressão convenientes a cada um dos diversos pontos de consumo de uma cidade ou setor.

Tubulação distribuidora é o conduto da rede de distribuição em que são efetuadas as ligações prediais dos consumidores. Esta tubulação pode ser classificada em condutos principais, aqueles tais que por hipóteses de cálculos permite a água alcançar toda a rede de distribuição, e secundários, demais tubulações ligadas aos condutos principais.

Para Gomes (2002), essa infra-estrutura de tubulações, principais e secundárias (às vezes podem ser subdivididas em tubulações terciárias e outras de menor ordem), compõe a rede de distribuição e toda essa terminologia evita a confusão que sempre há na ordenação das tubulações e facilita a compreensão dos métodos de dimensionamento das redes de distribuição.

2.10.1 Definições

A definição de terminologia específica facilita o entendimento dos componentes da rede de distribuição e dos constituintes do sistema. Conforme as normas da ABNT, NBR 12218 (1994), são adotadas as seguintes definições:

- SETOR DE MANOBRA: Menor subdivisão da rede de distribuição, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o abastecimento do restante da rede.
- SETOR DE MEDIÇÃO: Parte da rede de distribuição perfeitamente delimitada e isolável, com a finalidade de acompanhar a evolução do consumo e avaliar as perdas de água na rede.
- CONSUMO: Quantidade de água utilizada pelos consumidores, numa unidade de tempo.
- VAZÃO DE DISTRIBUIÇÃO: Consumo acrescido das perdas que podem ocorrer na rede.
- CATEGORIAS DE CONSUMIDOR: Qualificação do consumidor, de acordo com o uso principal que se faz da água.
- ÁREA ESPECÍFICA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO: Área de características própria de ocupação, concentração demográfica e categoria de consumidor.
- VAZÃO ESPECÍFICA: Vazão de uma área especificada expressa em vazão por unidade de área ou por unidade de comprimento de tubulação.
- PRESSÃO ESTÁTICA DISPONÍVEL: Pressão referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede, sob a condição de consumo nulo.
- PRESSÃO DINÂMICA DISPONÍVEL: Pressão referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede, sob condição de consumo não nulo.
- ZONA DE PRESSÃO: Área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual as pressões estáticas e dinâmicas obedecem a limites prefixados.

GOMES (2002) descreve algumas definições, tais como:

- TRECHO: Compreende cada um dos percursos da rede de distribuição, onde a vazão permanece constante.
- NÓ: Ponto de conexão entre dois trechos. Nos nós se produzem modificações na vazão circulante.
- NÓ DE DERIVAÇÃO: Nó que conecta três ou mais trechos.
- RAMAL: Conjunto de trechos conectados em série sem nenhum nó de derivação.
- ARTÉRIAS: Percursos principais da rede de distribuição, formados por ramais agrupados em série.
- TRAÇADO DA REDE: Configuração da distribuição das tubulações, com a definição da situação topográfica de todos os componentes da rede.
- ALIMENTAÇÃO OU CABECEIRA DA REDE: Origem da rede de distribuição. Normalmente coincide com o ponto inicial do sistema de transporte, onde se localiza o reservatório de distribuição ou bombeamento direto.

2.11 Estimativa de Consumo de Água no Tocantins

O Brasil hoje pode ser considerado o maior consumidor de água doce per capita do mundo, e no caso da região norte onde a disponibilidade de água na natureza é maior, o consumo tende a ser potencializado também (MACHADO, 2015).

O destino da água em uma casa de pessoas de classe média no Tocantins gira em torno de 200L por habitante totalizando 1000L numa casa de 5 pessoas, que podem ser dividido da seguinte forma: 27% consumo (cozinhar, beber água), 25% higiene (banho, escovar os dentes), 12% lavagem de roupa; 3% outros (lavagem de carro) e finalmente 33% descarga de banheiro, e ainda gasta uma média de 100L per capita para uso comum que seria, piscinas gramados e jardins, podendo então assim ser considerado 300L por habitante, totalizando 1500L diários podendo este

chegar a 2000L. Com os resultados desta estatística vem à justificativa deste projeto (SANEATINS, 2014).

Conforme descreve Machado (2015), como base de cálculo estimativo do consumo de água potável, coloca-se alguns dados relevantes sobre o consumo praticado cotidianamente:

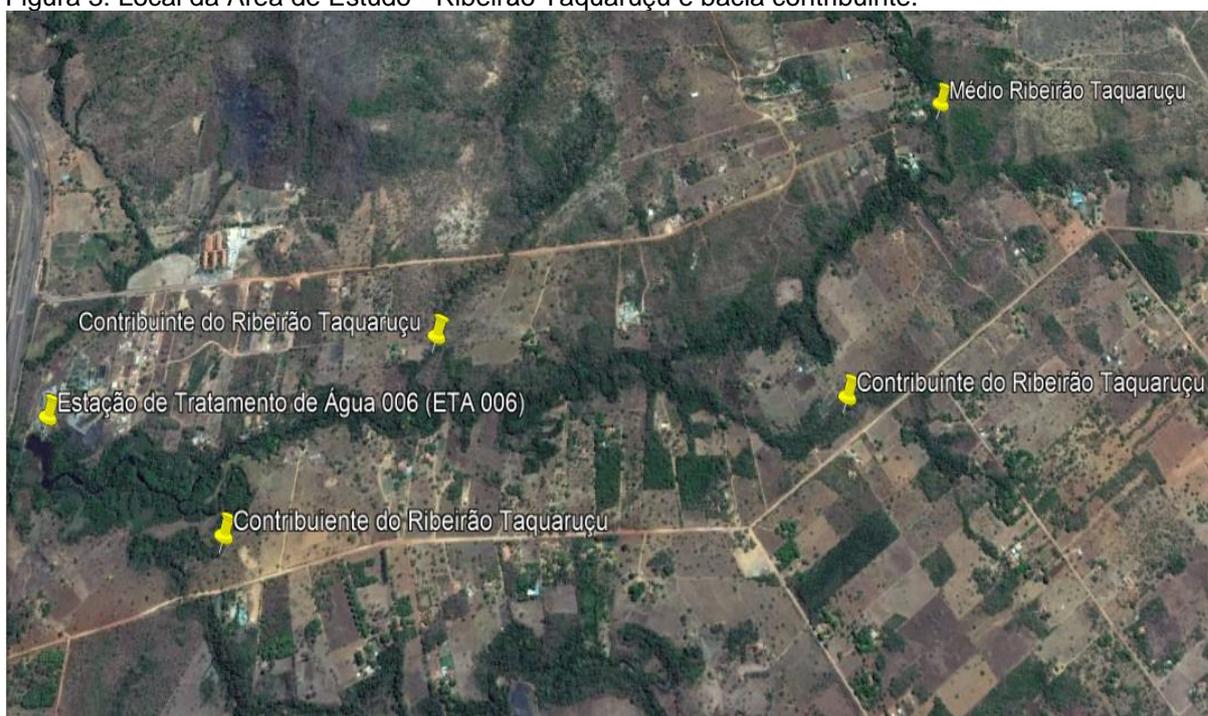
- Descarga sanitária 12 litros de água; aproximadamente 230 litros por dia;
- Lavagem de roupa em máquina consome aproximadamente 130 litros de água;
- 15 minutos com a mangueira aberta pode se gastar até 280 litros de água;
- São gastos para lavar um carro por meia hora 260 litros de água;
- Escovar os dentes por 5 minutos com a torneira aberta se gasta 12 litros de água;
- Um banho consome aproximadamente 90 litros de água;
- Lavando mãos e rosto se gasta aproximadamente 2 litros em 15 segundos;
- Lavar a louça consome 128 litros de água por vez.

3 METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O estudo será desenvolvido no Município de Palmas - TO, no Manancial Ribeirão Taquaruçu, que é um dos principais cursos d'água que corta o perímetro urbano da capital do Tocantins. O ribeirão pertence à bacia do Córrego Taquaruçu Grande e atende as necessidades múltiplas de uma população significativa, conforme demonstra a Figura 3.

Figura 3: Local da Área de Estudo - Ribeirão Taquaruçu e bacia contribuinte.



Fonte: Adaptado pelo autor de Google Earth, 2017.

A extensão da bacia do Ribeirão Taquaruçu está distribuída numa área de aproximadamente 460 km² com extensão de curso d'água de aproximadamente 37 km no Leste-Oeste, com nascente na serra de Taquaruçu dentro da Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado (APA da Serra do Lajeado) e confluência com o reservatório da Usina Hidrelétrica do Lajeado na área urbana de Palmas, o que caracteriza o mesmo como afluente direto do rio Tocantins à margem direita.

O ribeirão Taquaruçu é dividido em duas sub-bacias, que são a do Taquaruçu Grande e do Ribeirão Taquaruçuzinho. Seus contribuintes estão divididos na seguinte distribuição: margem esquerda - Ribeirão Taquaruçuzinho, Córrego Machado e Córrego Buritizal; Margem direita - Córrego Macacão, Córrego Tiúba.

Atualmente, a maior parte do percurso natural do Ribeirão Taquaruçu se encontra dentro dos limites de propriedades particulares (chácaras, sítios e fazendas) no município de Palmas, e por isso demanda maior preocupação com a conservação de mata ciliar e demais elementos de fauna e flora desse micro bioma.

A ação antrópica do homem pode ser percebida devido ao nível de assoreamento do leito do ribeirão que vem aumentando cada vez mais, conforme visto na figura 4.

Figura 4 – Vista de trecho assoreado do Ribeirão Taquaruçu



Fonte: Do autor (2017)

O processo de ocupação e urbanização de áreas em que haja o contato direto com o leito do manancial tem se intensificado na última década, em toda a extensão do Ribeirão Taquaruçu. No trajeto do manancial se encontram bairros do plano diretor de Palmas (Aureny I, II e III, Irmã Dulce) bem como loteamentos e áreas de parcelamento de terras (Santa Fé), o que faz aumentar a emissão direta e indireta

3.2 Tipo de estudo

Foi aplicado o padrão metodológico de pesquisa qualitativa, com análise de resultados de 03 publicações relativas ao Índice de Qualidade da Água (IQA) do Ribeirão Taquaruçu.

Três diferentes trabalhos foram selecionados para a confrontação dos dados das análises da água com os valores de parâmetros ideais segundo estipulado pela APHA (2005). Nesse padrão as amostras são coletadas e armazenadas em recipiente de polietileno esterilizado e capacidade de maca. O monitoramento é feito durante um período previamente datado para que sejam coletadas as amostras em fases de monção sazonal, inverno e verão.

As três publicações são de natureza acadêmica (uma dissertação de graduação, uma de mestrado profissional e um doutorado). A dissertação de graduação descreve a qualidade da água de outro manancial na cidade de Palmas – Tocantins, qual seja o Ribeirão Água Fria, e foi selecionado à título de comparação entre as duas fontes de captação no município. A dissertação de mestrado profissional descreve a análise da água de serventia nas dependências de uma instituição de ensino superior de Palmas que consome a água tratada na ETA 006. A tese de doutorado é a mais completa e traz informações aprofundadas sobre a qualidade da água em toda a micro bacia do Ribeirão Taquaruçu.

Os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido (DO), pH e condutividade elétrica (CE) são obtidos no local de coleta das amostras. Para esse tipo de inspeção de qualidade, os recipientes com as amostras são encaminhados ao laboratório para que seja feita a análise dos parâmetros físico-químicos (sódio, alcalinidade total, dureza total, cálcio, magnésio, cloretos, sulfato, nitrato, fosfato e demanda bioquímica de oxigênio - dbo). Os parâmetros são então comparados de acordo com o padrão e métodos descritos pela APHA (2005), CETESB (2014).

O método de índice aritmético ponderado é aplicado para o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) do volume de água.

3.3 Seleção das publicações

As publicações foram selecionadas tendo como critério o estudo da qualidade da água do Ribeirão Taquaruçu a partir do ano de 2008.

3.4 Parâmetros analisados nas publicações

Em todas as publicações analisadas os parâmetros verificados na determinação do Índice de qualidade da água foram:

- Coliformes termotolerantes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- Fósforo;
- Nitrogênio Total (NT);
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- pH;
- Sólidos Totais;
- Temperatura;
- Turbidez.

3.5 Método de determinação do Índice de Qualidade da Água

O cálculo do IQA é dado pelo produto ponderado da qualidade de água que corresponde às variáveis que compõem o índice.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

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

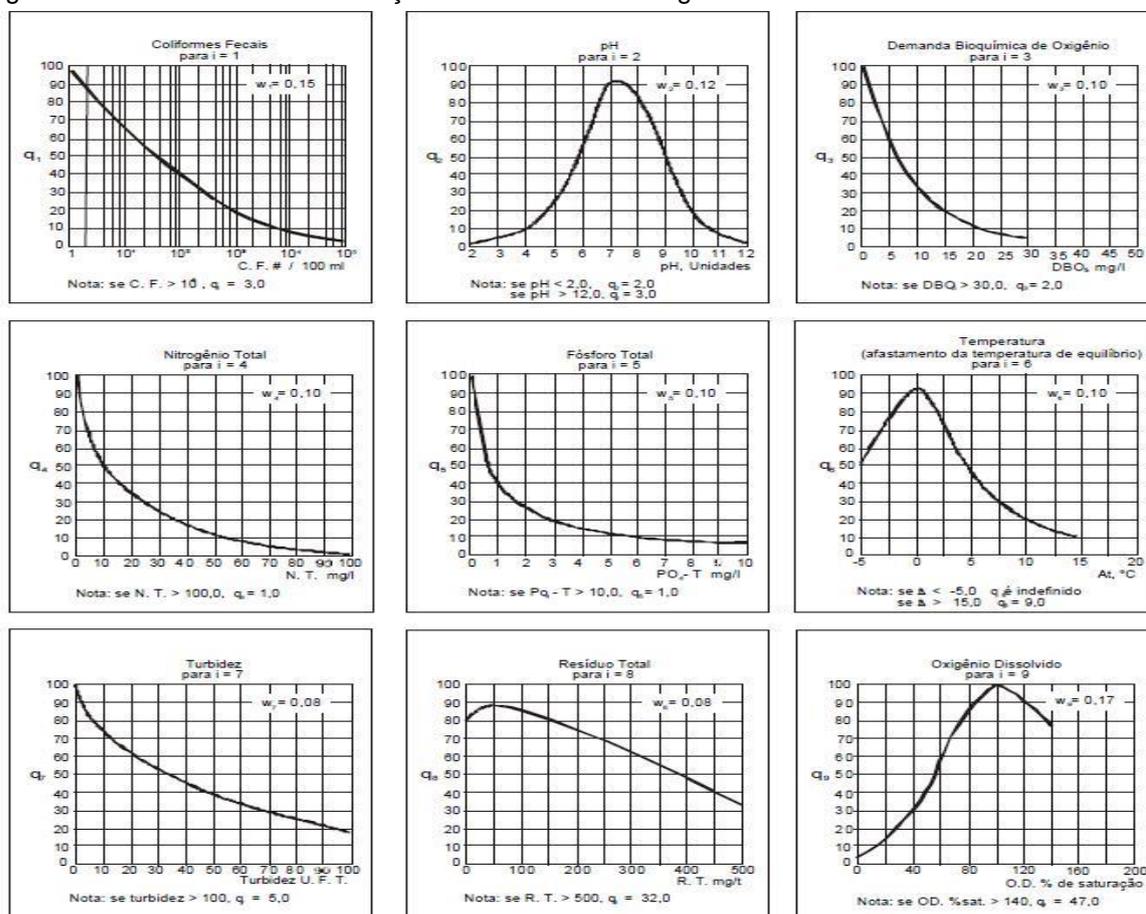
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

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

Em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Figura 6 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: CETESB (2014).

Tabela 3 - Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes(NMP)	0,15
pH	0,12
DBO (mg/L)	5,20
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

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.

Tabela 4 - Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB (2014)

3.6 Tabulação e análise dos dados

Após as análises dos dados referentes ao Índice de Qualidade de Água (IQA) do Ribeirão Taquaruçu, obtido em cada uma das publicações pesquisadas, tais informações foram confrontadas e comparadas com os valores parametrizados para cada componente testado em laboratório, chegando assim a uma conclusão sobre a qualidade da água do manancial pesquisado. Dessa forma chegou-se aos valores apresentados em 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 Resultados das análises por autor

4.1.1 Condo (2016).

Condo (2016), realizou um estudo sobre a qualidade da água da bacia do ribeirão Taquaruçu. Com o título “Avaliação da qualidade da água do ribeirão Taquaruçu durante o processo de implantação do projeto produtor de águas”, a pesquisa objetivou determinar o IQA da água do manancial.

Para isso foram selecionados cinco pontos estratégicos para a coleta das amostras a serem levadas ao laboratório. Das cinco unidades de amostra coletadas, duas foram retiradas na sub-bacia do ribeirão Taquaruçu Grande, sendo uma no Alto Taquaruçu Grande (ATG) e uma no Baixo Taquaruçu Grande (BTG) e três amostras coletadas em pontos distintos da sub-bacia do ribeirão Taquaruçu Pequeno, sendo uma no Alto Taquaruçu Pequeno (ATP), uma no Médio Taquaruçu Pequeno (MTP), e uma no Baixo Taquaruçu Pequeno (BTP).

A tabela 5 aponta os locais de coleta das amostras, com descrição da das coordenadas, micro bacia contribuinte e propriedade da área.

Tabela 5 - Estações de amostragem da qualidade da água na bacia do ribeirão Taquaruçu

Estação amostral	Curso d'Água	Coordenadas
Chácara da Sra. Juliana Monteiro (ATG)	Ribeirão Taquaruçu Grande	10,239280° S 48,177230° W
Chácara do Sr. Ademar Costa (BTG)		10,290610° S 48,279610° W
Chácara do Sr. Antônio Júnior (ATP)	Ribeirão Taquaruçu Pequeno	10,320400° S 48,133870° W
Chácara do Sr. Rubens Kurt (MTP)		10,309370° S 48,206780° W
Chácara do Sr. José Maria (BTP)		10,295944° S 48,288167° W

Fonte: Condo (2016)

As três seções no ribeirão Taquaruçu Pequeno foram estabelecidas em razão de este ser mais extenso e ter, em seu alto curso, o distrito de Taquaruçu do Porto (zona urbana), localizado entre os pontos ATP e MTP. No caso do ribeirão Taquaruçu Grande, as seções foram selecionadas no terço superior (ATG) e a montante da junção com o Taquaruçu Pequeno (BTG).

Figura 7 - Registro fotográfico dos pontos de coleta - Baixo Taquaruçu Grande (BTG); Alto Taquaruçu Grande (ATG); Médio Taquaruçu Pequeno (MTP); Baixo Taquaruçu Pequeno (BTP); Alto Taquaruçu Pequeno (ATP).



Fonte: Condo (2016)

A figura 8 apresenta os pontos de coleta de Condo (2016), com especificação para a localização geofísica de cada um dos contribuintes analisados, sendo

definidos pelas siglas BTG para Baixo Taquaruçu Grande, ATG para Alto Taquaruçu Grande, BTP para Baixo Taquaruçu Pequeno, MTP para Médio Taquaruçu Pequeno e ATP para Alto Taquaruçu Pequeno.

A tabela 6 apresenta o IQA para cada um dos pontos amostrados.

Tabela 6 – Resultado do IQA das amostras

AMOSTRAGEM	BTG	ATG	BTP	MTP	ATP
Amostra 1	67,41	64,71	64,44	63,56	57,41
Amostra 2	95,52	95,08	93,87	92,25	95,02
Amostra 3	94,78	71,25	70,79	70,60	73,19
Amostra 4	72,47	62,41	68,99	66,78	66,58
Amostra 5	71,61	71,24	68,57	61,77	59,96

Fonte: Condo (2016)

Conforme o resultado das análises foi possível verificar que houve uma contribuição difusa de microrganismos, em todas as amostras pesquisadas e, conseqüentemente apresentando risco iminente de contaminação por agentes patógenos prejudiciais à saúde dos usuários da água dali extraída. Com base nessas informações os responsáveis pelos serviços de captação, tratamento e distribuição da água podem estabelecer padrões operacionais que garantam a eficiência do processo de purificação da água, que será distribuída para uma grande parcela da população palmense.

4.1.2 Silva Neto; Peixoto (2015)

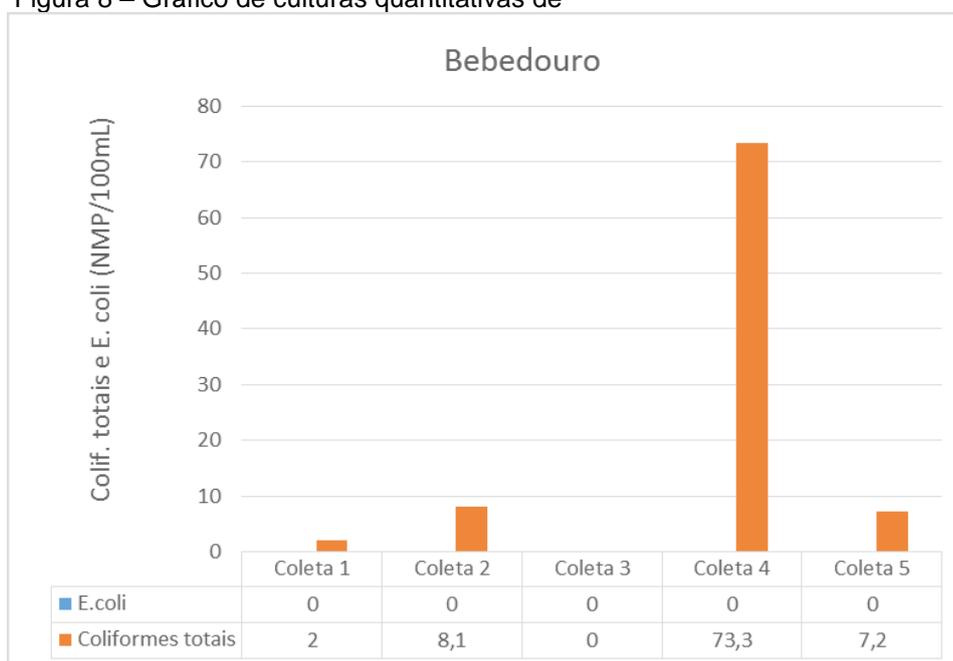
A pesquisa de Silva Neto; Peixoto (2015), intitulada “Qualidade microbiológica da água para consumo humano no campus da UNITINS no município de Palmas – TO”, teve como finalidade a avaliação da qualidade da água fornecida pela empresa concessionária. Para isso os autores fizeram a caracterização microbiológica da

água visando identificar a presença ou a ausência de coliformes totais e coliformes termo tolerantes do tipo *Escherichia coli*.

As coletas foram realizadas 5 (cinco) vezes consecutivamente no período compreendido entre novembro e dezembro de 2014, com frequência semanal. As amostras foram coletadas no bebedouro e na torneira da copa do campus, totalizando 10 (dez) amostras.

As amostras foram analisadas no laboratório de hidrologia do Complexo de Ciências Agrárias (CCA) da UNITINS, na cidade de Palmas – TO, sendo divididas em amostra de água filtrada e amostra de água não filtrada, ambas disponibilizadas para consumo humano no campus da instituição. As amostras passaram por avaliação microbiológica em intervalo de 24 horas para identificação de culturas quantitativas de bactérias do tipo coliformes totais e *E. coli* através do método de sistema cromogênio. No sistema Colilert Quanti-Tray 2000.

Figura 8 – Gráfico de culturas quantitativas de



Fonte: Silva Neto; Peixoto (2015)

Na avaliação de Silva Neto; Peixoto (2015), o resultado para presença de *E.coli*, em todas as amostras foi ausência total, ou seja, em nenhum ponto amostrado foi apontada a presença da bactéria *E.coli*, resultando em 0 NMP/100mL. Já na questão dos coliformes totais, somente uma coleta não apresentou a bactéria,

estando as demais apresentando elevado índice de Número Mais Provável (NMP), acima dos limites parametrizados estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (MS).

4.1.3 Marques (2011).

Marques (2011), desenvolveu a tese “Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães - TO” como defesa do título de Doutor em Tecnologia Nuclear – Materiais, pelo São Paulo: IPEN, 2011.

Nesse estudo procedeu-se através de coletas sub superficiais de amostras de água em oito pontos diferentes em dois períodos de sazonalidade distintos. Para que fosse feita a correlação entre as características limnológicas e a qualidade da água do reservatório onde se encontra em confluência com a sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu, foram feitas cinco coletas no curso da mesma.

Os pontos de coleta fazem parte do manancial que abastece a Estação de Tratamento de Água 006 (ETA 006), já nas proximidades da foz do Ribeirão Taquaruçu, onde o mesmo perde vazão devido ao encontro com as águas do reservatório da UHE Lajeado e pelo barramento necessário para a captação de água pela ETA 006.

Tabela 7 – Localização dos pontos de coletas das amostras de Marques (2011)

Ponto	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Sub-Bacia
Ponto 1	10°23'21.78"S	48° 18'52.05"O	237	Rib. Taquaruçu
Ponto 2	10°21'30.72"S	48°19'48.97"O	236	Rib. Taquaruçu
Ponto 3	10°28'38.31"S	48°16'0.55"O	233	Rib. Taquaruçu
Ponto 4	10°20'51.53"S	48° 21'6.71"O	239	Rib. Taquaruçu
Ponto 5	10°22'34.32"S	48° 25'9.88"O	239	Rib. Taquaruçu

Fonte: Marques (2011)

Durante a pesquisa de Marques (2011), ficou constatado que a temperatura da água na área de influência do ribeirão Taquaruçu apresentou alterações mínimas durante o período estudado, com baixa variação no gradiente térmico variando de 25,8 a 30,7°C.

Tabela 8 – Valores dos parâmetros físico químicos encontrados por Marques (2011)

Parâmetro	Unidade	Pontos de Coleta				
		01	02	03	04	05
Temperatura	°C	01	02	03	04	05
Turbidez	uT	19	20	18	19	20
pH	-	4,18	23,8	4,62	6,5	7,95
Sólidos Totais	mg/L	6,69	7,02	7,28	7,4	7,01
Nitrato Total	mg/L N-NO ₃	8,6	32,23	10,25	35,14	53,35
OD	mg/L O ₂	0	0	0	0,02	0,32
DBO	mg/L O ₂	7,3	7,5	8,1	8,2	5,2
Fósforo Total	mg/L P	0,7	4,3	0,8	0,7	0
Coliformes fecais	NMP/100ml	<0,001	0,025	0,039	0,161	1,49
Temperatura	°C	12	24	84	58	116

Fonte: Marques (2011)

Tabela 9 – IQA das amostras de Marques (2011)

PONTOS	01	02	03	04	05
IQA	75,8	79,22	82,55	81,54	72

Fonte: Marques (2011)

A qualidade da água da bacia do Ribeirão Taquaruçu apresentou forte correlação com o uso da terra nas micro bacias contribuintes. A variação do uso do solo se relacionou como fator causal da caracterização dos nutrientes.

Segundo descreve Marques (2011), os córregos que compõem as micro bacias do Taquaruçu Grande e Taquaruçu Pequeno apresentaram valores inferiores de nitrato e ortofosfato, quando comparados aos pontos amostrados no reservatório da UHE Lajeado, demonstrando que o Ribeirão Taquaruçu, se apresentou pouco impactado por atividades agropastoris com maior capacidade de alteração do micro bioma local.

5 CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos nos estudos dos autores aqui apresentados possibilitou a identificação dos aspectos relativos a qualidade da água captada no manancial Ribeirão Taquaruçu. Essa fonte de água é de extrema importância para a cidade de Palmas e sua população, considerando que de lá sai a água de consumo humano para uma parcela significativa da cidade.

Todas as amostras analisadas na bacia do Ribeirão Taquaruçu, foram coletadas no trecho que se refere a região de chácaras e fazendas próximas ao perímetro urbano o que faz aumentar a preocupação com a conservação de todos os cursos d'água ali existentes, fazendo com que a qualidade da massa de água seja mantida durante todo o ano. Dessa forma se faz necessária a implementação de políticas públicas conservacionistas específicas que sejam mais rígidas e eficazmente aplicadas sem que haja o desabastecimento da população ali presente.

Mesmo que alguns pontos tenham apresentado índices de presença de agentes patógenos mais elevados, variações atípicas indicadas individualmente nos parâmetros também precisam de atenção para que seja feita a devida correlação com as formas de uso do solo nas áreas ocupadas ao longo do percurso da bacia do Ribeirão Taquaruçu, permitindo assim que sejam delimitadas as ações necessárias para a mitigação das intervenções futuras e a devida compensação pelos impactos já causados.

Ainda que as características da água bem como seus índices de qualidade sejam mutáveis e adaptáveis conforme as condições e peculiaridades regionais, os dados apurados nas análises se mostraram aproximados, o que indica a possibilidade desses valores estarem correlacionados ao mal-uso do bioma e por consequência a atual condição das águas que chegam à ETA 006.

A definição de parâmetros valorados como referência e indicação de qualidade de um corpo hídrico exerce o papel de premissa para que sejam analisados os fatores que definem a natureza de urgência de um determinado delineamento de ações ajustadas com um modelo moderno de governança das águas e do seu necessário controle e proteção ambiental.

A aplicação dos diferentes parâmetros para todas as amostras estudadas revela uma interpretação objetiva do IQA do Ribeirão Taquaruçu, fornecendo assim

uma ferramenta importante para fins de gerenciamento. O IQA é uma ferramenta útil para comunicar informações de qualidade da água ao público e aos tomadores de decisão, não sendo um modelo preditivo complexo somente para aplicação em estudos científicos.

Como sugestão para trabalhos futuros a partir do estudo aqui apresentado, tem-se a aferição do Índice de Qualidade da Água dos contribuintes da bacia do Taquaruçu, tornando todos os fluxos d'água da micro região catalogados quanto aos níveis de qualidade da água dos mesmos.

Conclui-se que todas as amostras de água analisadas neste estudo apresentam níveis de IQA que as colocam em condições adequadas para o consumo após o processo de tratamento adequado. Para outras aplicações que não sejam domésticas a água do Ribeirão Taquaruçu encontra-se pronta para uso.

Ficou demonstrado também, que a fonte de poluição desse manancial inclui as atividades humanas como despejo de resíduos não tratados e degradação ambiental em geral. Os cursos d'água podem ser recuperados ou ter o nível de poluição reduzido se medidas adequadas forem implementadas para desencorajar os usuários de poluir a água, a fim de melhorar sua qualidade de vida e manter o Ribeirão Taquaruçu dentro de padrões ambientais condizentes com sua importância.

O apontamento fidedigno do Índice de Qualidade das Águas de um manancial se faz uma ferramenta de relevância na questão do gerenciamento hídrico, já indicado em longa data nas bases da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Dessa forma se faz necessário o estímulo e incentivo ao controle constante da qualidade das águas disponíveis e empregadas no abastecimento urbano.

O estudo aqui implementado buscou demonstrar a paridade nos dados obtidos por pesquisadores em diferentes épocas sobre as condições da água na bacia do Ribeirão Taquaruçu e dessa forma demonstrar as condições de constante e acelerada degradação.

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 ago 2017.

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: 26 set 2017.

BORSOI, Zilda, M. F. TORRES, Solange D. A. **A política de recursos hídricos no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. BNDES, Rio de Janeiro, 1997.

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: 18 de set. 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC - **Controle da Qualidade Total** (no Estilo Japonês). 3 ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

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:

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água. São Paulo: 1987.

CETESB. **Índice de Qualidade de Água.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>> Acesso em: 14 set 2017.

CETESB. **Qualidade das Águas.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%20aguassuperficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas>> Acesso em: 16 set 2017.

CETESB. **Turbidez.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-antiores/variaveis/aguas/variaveis_fisicas/turbidez.pdf> Acesso em: 23 de set. 2017.

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 20 set 2017.

CONDO, C. R. P. **Avaliação da qualidade da água do ribeirão Taquaruçu durante o processo de implantação do projeto produtor de águas.** Dissertação Mestrado Profissional. Universidade Federal do Tocantins. Palmas: 2016.

GOMES, Heber Pimentel. **Dimensionamento de Redes Malhadas de Abastecimento de Água** - Método Pimentel Gomes. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2001, Aracajú. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2002.

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.

LIMA, A. M. **Limnologia e qualidade ambiental de um corpo lântico receptor de efluentes tratados da indústria de petróleo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande Norte. 2014.

MACHADO, Paulo Ricardo Silva. **Avaliação do índice de qualidade da água no ribeirão água fria de Palmas – TO.** Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Civil. Palmas: CEULP/ULBRA, 2015.

MARQUES, A. K. **Avaliação da qualidade da água da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu Grande e da área de sua influência no reservatório da Usina**

Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães, TO. Tese de Doutorado. Tecnologia Nuclear – Materiais. São Paulo: IPEN, 2011.

NETTO, Azevedo; FERNANDEZ, Miguel Fernandez y; ARAUJO, Roberto de. et al. **Manual de Hidráulica.** 8 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

NETTO, José Martiniano; CAMPOS BOTELHO, Manuel Henrique. **Manual de Saneamento e Edificações.** São Paulo: PINI, 1991.

PALMAS. PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Palmas.** Volume II. Água e esgoto. Palmas: Prefeitura Municipal, 2013.

PALMAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Palmas. Volume II. Água e esgoto. Anexo II ao decreto nº 700, de 15 de janeiro de 2014.** Prefeitura municipal de Palmas: SEAJUS, 2014.

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: 20 set 2017.

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.

PORTO, R. L. et al. **Drenagem Urbana.** In: Hidrologia – Ciência e Aplicação. Coleção ABRH – Vol 4, Poro Alegre – RS: UFRS/EDUSP/ABRH.

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> . Acesso em: 28 ago 2017.

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.

SANEATINS. **Consumo Médio de Água residencial no Tocantins.** Cartilha Institucional, Palmas: SANEATINS, 2014.

SILVA NETO, L. K; PEIXOTO, R. H. P. B. Qualidade microbiológica da água para consumo humano no campus da UNITINS no município de Palmas – TO. **Artigo de Revisão.** Engenharia Agrônômica. Palmas: UNITINS, 2015.

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

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.

TONIOLO, E. R.; DANTAS, M. J. **Mapeamento da cobertura florestal nativa do Estado do Ceará**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 1994. 45p.

UFV. **Qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>> Acesso em: 27 ago 2017.

VIVA TERRA. **Poluição Hídrica**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/poluicao-hidrica.htm>> Acesso em: 12 ago 2017.

ZUKOWSKI JÚNIOR, Joel Carlos; DIAS, Jucylene Maria de C. S. Borba. **Manual para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos e Relatórios Técnicos**. (Cadernos Universitários; 66). Canoas: Ed. ULBRA, 2002.