UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

ARTHUR DYEGO DE MORAIS TORRES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E BALNEABILIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM DE SANTA CRUZ – APODI/RN

MOSSORÓ-RN
2015

ARTHUR DYEGO DE MORAIS TORRES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E BALNEABILIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM DE SANTA CRUZ-APODI/RN

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Orientador: Profº. Dr. Celsemy Eleutério Maia – UFERSA

MOSSORÓ-RN

2015

Catalogação na Fonte Catalogação de Publicação na Fonte.
UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Torres, Arthur Dyego de Morais.
Avaliação da qualidade e balneabilidade da água da Barragem de Santa Cruz - Apodi/RN / Arthur Dyego de Morais Torres. - Mossoró, 2015.
89f: il.

1. Água. 2. Meio ambiente - qualidade da água. 3. Barragem de Santa Cruz - Apodi/RN. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/436 CDD
628.1 T689a

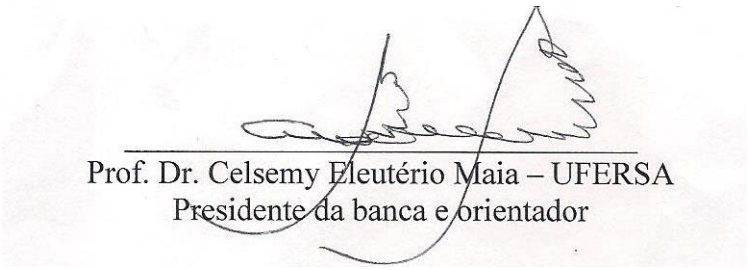
ARTHUR DYEGO DE MORAIS TORRES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E BALNEABILIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM DE SANTA CRUZ – APODI/RN

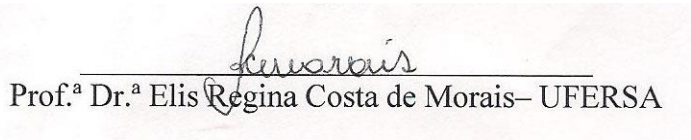
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2015

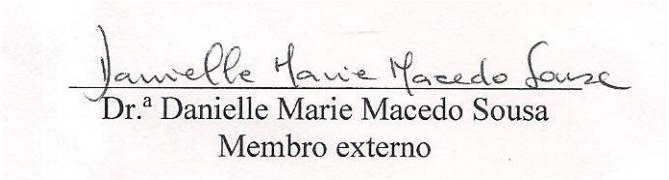
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Celsemy Eleutério Maia – UFERSA
Presidente da banca e orientador



Prof.ª Dr.ª Elis Regina Costa de Morais– UFERSA



Dr.ª Danielle Marie Macedo Sousa
Membro externo

DEDICO

Dedico a DEUS que me deu condições de seguir em frente com as suas bênçãos me confortando nos momentos mais difíceis através das pessoas que amo e me fortalecendo cada dia com os aprendizados que tinha oportunidades de usufruir. A todos os momentos oportunos de falhas e concertos que me fizeram crescer profissionalmente e de maneira pessoal, me tornando cada vez mais um homem digno de viver melhor.

A minha família em especial meu pai João, minha Mãe Neta, Minha avó Socorro, Meu irmão Harrison, aos meus filhos João Roberto e Jorge Arthuro que me ensinaram o verdadeiro sentido da vida e me proporcionaram momentos inesquecíveis que me fizeram construir a minha história de forma honesta. Enfim, pela força e pelo incentivo que fazem qualquer homem seguir em frente e alcançar seus objetivos com sucesso.

A minha companheira Karla Freire que sempre esteve ao meu lado sem titubear, me fazendo acreditar no quão grandioso eu posso ser quando acredito e persevero nos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por me fazer entender o real sentido da existência, como também pelas bênçãos e proteções a me oferecidas por toda a minha vida.

A minha família, em especial meus pais João e neta e meu irmão Harrison que sempre me apoiaram todos os momentos da minha vida. Nos momentos mais difíceis me aconselharam e nas situações mais espetaculares, estavam sempre ao meu lado desfrutando de todas as minhas vitórias.

A minha avó Socorro que sempre me abençoou e me fez caminhar com as bênçãos de DEUS, o que sempre me deu forças para continuar em frente e alcançar os meus objetivos.

A minha mulher, namorada, esposa, amiga Karla Freire, que aposta no (nosso) futuro acreditando nas possibilidades de ser feliz. A você, agradeço todos os dias, pela força, apoio, ensinamentos, cuidados, preocupações, carinho, amor. Em você tenho mais um sentido de festejar esse momento que é nosso.

Aos meus filhos João Roberto e Jorge Arthuro que simplesmente existem e me fazem perceber o real sentido da vida. Ainda irão se orgulhar muito de mim.

Ao meu sogro Jorge Freire e minha sogra Odete Freire que me apoiam em todas as decisões, torcem por mim e festejam sempre as minhas vitórias.

Aos técnicos de laboratório Caio Santos, Valdete e Jonatan, que me ajudaram nessa caminhada e acreditaram na minha capacidade me ajudando a ampliar os meus conhecimentos.

Aos meus novos amigos conquistados no mestrado, que me acolheram de maneira tão solidária, fazendo de tudo para resolver situações que vinham aparecer no meu dia a dia durante todos esses anos.

Ao professor Celsemy Eleutério Maia que como meu orientador me ensinou a nunca achar que acabamos algo quando dele almejamos a perfeição. A você meu respeito e admiração pelo profissional que é e mais ainda por ter aceitado o desafio de orientar a pesquisa de um

enfermeiro, que por sinal o seu primeiro orientado da área da saúde, rs. E finalmente agradeço por ter em você um espelho para o meu desenvolvimento profissional.

As professoras Elis Regina Costa de Morais e Danielle Marie Macedo de Sousa que considero pessoas especiais em minha vida. Além de ótimas profissionais, considero-a uma verdadeira fonte de expressão. Quando crescer quero ser igual a vocês.

A todos os meus professores do programa em especial Aos professores Marlon Feijó e Nilza Dutra que ensinaram a olhar a Enfermagem e o meio ambiente de maneira mais abrangente sobre a ótica de novas possibilidades de mudanças, sendo ainda grandes amigos aos quais levarei para sempre na minha vida, lembrando das palavras que cada um me dizia quando me formavam enquanto profissional e pessoa.

Enfim, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente para a efetivação de mais uma conquista.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E BALNEABILIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM DE SANTA CRUZ-APODI/RN

RESUMO

Por balneabilidade, compreende-se a qualidade das águas com destino à recreação de contato primário, sendo esta entendida como um contato direto por tempo significativo com a água, onde há possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis. Para tanto tem-se como objetivo geral avaliar as condições de banho na Barragem de Santa Cruz de Apodi/RN, com base no Índice de Balneabilidade (IB) e o Índice de Qualidade das Águas (IQA) com vista ao bem-estar da população. Sendo os específicos diagnosticar a real situação ambiental da área proposta; detectar possíveis riscos à saúde dos banhistas, bem como propor às ações de gestão pública medidas de informações e orientações a população a respeito da prática da preservação dos recursos hídricos. Trata-se de uma pesquisa com base nas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 274/2000, 357/2005 para águas doces de classe 2. A pesquisa foi realizada no município de Apodi, especificamente na Barragem de Santa Cruz, sendo selecionados sete pontos para coletas que abrangessem os lugares propícios a banho. Todas as análises realizadas em laboratório atenderam às especificações do APHA (2005) sendo os dados tabulados e digitados em planilha eletrônica no Excel com indicações a classificação das águas. Sobre o IB classifica-se o ponto 05 como lugar "impróprio" para banho por apresentar dos seis pontos analisados 02 fora dos padrões estabelecidos pela resolução e como locais "próprios" para fins balneários os pontos 01, 02, 03, 04, 06 e 07. O IQA apesar de, quando analisados seus indicadores individualmente: Temperatura, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio, Fósforo, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Coliformes Termotolerantes esse último apresentou alterações significativas no ponto 03 e 05 sendo ainda considerado água de "BOA" qualidade para sua classificação uma vez que grande parte de suas análises foram satisfatórias nos pontos analisados. Com base no exposto a água da Barragem de Santa Cruz está propícia para banho, porém sendo passível de alterações significativas na qualidade das águas pela maneira que as pessoas desfrutam do lugar.

Palavras-chave: Qualidade da água. Recreação. Meio Ambiente. Saúde.

EVALUATION OF QUALITY AND WATER BATHING SANTA CRUZ DAM - APODI/RN

ABSTRACT

For bathing, we understand the quality of water destined for primary contact recreation, which is understood as a direct contact for significant time with water where opportunity ingesting appreciable amounts. To this end it has the general objective of evaluating bathing conditions in the dam of Santa Cruz de Apodi / RN, based on the bathing Index (IB) and the Water Quality Index (IQA) with a view to population welfare. Being specific diagnose the real environmental situation of the proposed area; detect possible risks to the health of bathers, as well as proposing the actions of public management information measures and guidance to people about the practice of preservation of water resources. It is a survey based on the resolutions of the National Environmental Council - CONAMA 274/2000, 357/2005 for freshwater class 2. The survey was conducted in the municipality of Apodi, specifically in the dam of Santa Cruz, being selected seven points for collections that covered the conducive to bathing places. All analyzes performed in the laboratory met the specifications APHA (2005) and the tabulated data and entered into an electronic spreadsheet in Excel with indications the classification of waters. About IB ranks the point 05 as a place "inappropriate" for swimming to present the six points analyzed 02 out of the standards established by Resolution and as local "own" to spas purposes the points 01, 02, 03, 04, 06 and 07. The IQA although when analyzed individually their indicators: temperature, pH, turbidity, dissolved oxygen (OD), Biochemical Oxygen Demand (DBO), nitrogen, phosphorus, Total Dissolved Solids (SDT) and coliforms thermotolerant the latter showed significant changes in point 03 e 05 still being considered water "GOOD" quality of its classification as much of their analysis were satisfactory in the analyzed points. Based on the above the water of the dam of Santa Cruz is conducive for swimming, but being subject to significant changes in water quality by the way that people enjoy the place.

Keywords: Water quality. Recreation. Environment. Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Doenças e agentes patogênicos mais comuns de veiculação hídrica disponíveis pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA **23**
Figura 02 – Classificação das águas de acordo com a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 em classes distintas (especial, 1, 2, 3 e/ou 4) frente as condições de uso das águas doces **30**
Figura 03 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas **32**
Figura 04 – Valor máximo permitido de acordo com as características da água: Divisão por classe (CONAMA, 2005) **34**
Figura 05 – Barragem de Santa Cruz/Apodi-RN **41**
Figura 06 – Atividades de Balneabilidade Barragem de Santa Cruz/Apodi-RN **41**
Figura 07 – Atividades de Balneabilidade Barragem de Santa Cruz/Apodi-RN **41**
Figura 08 – Pontos de coleta para realização do estudo por GPS (Sistema de Posicionamento Global) **42**
Figura 09 – Local de coleta do Ponto 01 – Imagem por GPS..... **43**
Figura 10 – Local de coleta do Ponto 02 – Imagem por GPS..... **43**
Figura 11 – Local de coleta do Ponto 03 – Imagem por GPS..... **44**
Figura 12 – Local de coleta do Ponto 04 – Imagem por GPS..... **44**
Figura 13 – Local de coleta do Ponto 05 – Imagem por GPS..... **45**
Figura 14 – Local de coleta do Ponto 06 – Imagem por GPS..... **46**
Figura 15 – Local de coleta do Ponto 07 – Imagem por GPS..... **46**
Figura 16 – Etapas para se detectar a presença de Coliformes Termotolerantes em amostras de água **48**
Figura 17 – Número mais provável com limite de confiança de 95% para várias para várias combinações de resultados positivos para microbiologia, sendo utilizados 5 tubos para cada diluição (10ml, 1,0ml e 0,1ml) **49**
Figura 18 – Temperatura da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **52**
Figura 19 – Potencial Hidrogeniônico (pH) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **55**
Figura 20 – Turbidez da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **56**
Figura 21 – Oxigênio Dissolvido (OD) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **57**

Figura 22 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBD) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **60**
Figura 23 – Nitrogênio da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **61**
Figura 24 – Fósforo Total da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **62**
Figura 25 – Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **65**
Figura 26 – Coliformes Totais da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **66**
Figura 27 – Coliformes Termotolerantes da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz – 01 ..... **67**
Figura 28 - *Escherichia coli* (E.C.) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz **68**
Figura 29 – Coliformes Termotolerantes da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz - 02..... **70**
Figura 30 – IQA dos nove parâmetros estabelecidos para média final para cada coleta (mensalmente) a categoria de qualidade das águas..... **73**
Figura 31 – IQA: Média Final de cada coleta em época de amostragem mensal, calculadas através das informações adquiridas dos nove parâmetros..... **77**

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Classificação do IQA segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) **33**

Quadro 02: Classificação das águas para balneabilidade, segundo limite de coliformes totais (Resolução CONAMA 274/00). NMP: número mais provável. Fonte: RES. CONAMA 274/00..... **50**

Quadro 03 – Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos, métodos de análises e padrões de normalidade segundo a Resoluções CONAMA 274/00, 357/05 e 20/86 para águas doces de classe 2..... **50**

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Média Final de cada coleta em época de amostragem, no caso mensalmente, calculando-se através das informações adquiridas dos nove parâmetros de maneira mais específica os números de cada média adquirida com base no IQA..... **76**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16
2. **REFERENCIAL TEÓRICO** 18
2.1 ÁGUA: SUSTENTABILIDADE 18
2.2 QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS 20
2.3 SAÚDE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA 22
2.4 BALNEABILIDADE 26
2.5 ÍNDICE DE BALNEABILIDADE (IB) E ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA) 28
2.5.1 **Temperatura** 35
2.5.2 Potencial Hidrogeniônico - pH 35
2.5.3Turbidez 36
2.5.4 Oxigênio Dissolvido (OD) 36
2.5.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 37
2.5.6 Nitrogênio 37
2.5.7 Fósforo Total 37
2.5.8 Resíduos Dissolvidos Totais (SDT) 37
2.5.9 Coliformes Termotolerantes 38
3. MATERIAL E MÉTODOS 40
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA 40
3.2 PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS 42
3.3 TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS 47
3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS 47
3.4.1 Índice de Balneabilidade – CONAMA 48
3.4.2 Índice de Qualidade das águas – CETESB 50
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 52
4.1 ÁNALISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS 52
4.1.1 Temperatura 52
4.1.2 Potencial hidrogeniônico – pH 54
4.1.3 Turbidez 56
4.1.4 Oxigênio Dissolvido (OD) 57
4.1.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 59
4.1.6 Nitrogênio e Fósforo 61

4.1.7 Sólidos dissolvidos Totais (SDT) 64
4.1.8 Coliformes Totais e Termotolerantes 65
4.1.9 Índice de Balneabilidade – IB.....71
4.1.10 Índice de Qualidade das Águas – IQA.....73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 79
6. REFERENCIAS 81

1. INTRODUÇÃO

Nas grandes cidades os impactos socioambientais como desmatamento com retirada da vegetação sem reposição, poluição de lagos, rios, mares ou qualquer tipo de manancial e lançamento de poluentes na atmosfera acabam gerando múltiplos efeitos sobre o meio ambiente trazendo mudanças significativas nos padrões de saúde da população.

Para a Organização das Nações Unidas - ONU o desafio para a gestão sustentável dos recursos hídricos estar ancorado nas demandas crescentes para o abastecimento humano e para a conservação da qualidade ambiental. Fatores que são fundamentais para a qualidade de vida das pessoas.

Os recursos hídricos desempenham funções importantes dentro de uma sociedade. Seus usos preponderantes e seu enquadramento são estabelecidos na Resolução CONAMA n° 430 de 13 de maio de 2011, sendo utilizadas para dessedentação de animais assim como o homem, atividades de recreação, preservação do equilíbrio ecológico, dentre outros (MORAIS E SILVA, 2012).

São situações emblemáticas a maneira como o homem tem buscado os recursos hídricos para garantir sua existência, além disso existindo também as atividades de prazer, como utilizar as águas para fins balneários. No que diz respeito ao uso recreativo dos rios, lagos e mares, estes estão estabelecidos na legislação ambiental brasileira CONAMA nº 274/00 e 357/05, que estabelece o uso dos recursos hídricos propondo condições viáveis de balneabilidade na tentativa de garantir a saúde das pessoas que deles usufruí atendendo quais sejam suas necessidades.

Por balneabilidade, compreende-se a qualidade das águas com destino à recreação de contato primário, sendo esta entendida como um contato direto por tempo significativo com a água, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis é elevada. São exemplos deste tipo de atividades o mergulho, a natação, o esqui aquático, dentre outros (Resolução nº 274/00 - CONAMA).

Diante dessa realidade as barragens têm sido utilizadas como local de banho, sendo considerada como ponto turístico na cidade atraindo números significativos de banhistas podendo alterar as propriedades físico-químicas e biológicas da água e a dinâmica populacional aquática quando utilizada de maneira desorganizada interferindo na saúde da população.

As barragens representam um grande potencial no que diz respeito ao controle do homem sobre a natureza pelas diversas obras já realizadas. No Brasil, algumas regiões possuem

um número considerável dessas obras sendo utilizada para acumulo de água no abastecimento de famílias que passam pela escassez de recursos hídricos, agricultura e o próprio consumo (MORAIS SEGUNDO, 2013). Além disso, tem sido local de lazer para a população e visitantes que desenvolvem atividades recreativas de banho.

Portanto, para tais condições tem-se a necessidade de um monitoramento das águas destacando suas características para o uso determinado dos seres vivos para cada tipo de utilidade dos recursos hídricos. O monitoramento da qualidade das águas é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, funcionando como um sensor de anormalidades que possibilite o processo de uso e desuso dos corpos d'água, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas dos recursos hídricos, visando subsidiar as ações de controle ambiental na tentativa de garantir a proteção da comunidade sem riscos a sua saúde (Lemos, 2010).

A Barragem de Santa Cruz localizada a 18 km (dezoito quilômetros) da cidade de Apodi/RN vem sendo utilizada como balneário por centenas de pessoas que usufruem do espaço, são cidadãos de todas as localidades que utilizam de maneira desorganizada o local tomando banho com roupas inapropriadas além da utilização das barracas construídas sem fiscalização para alimentação podendo ainda levar comida para o espaço destinado a banho. Além disso, encontram-se transportes pessoais sendo lavados assim como animais soltos para pasto.

Dessa forma questiona-se: A água da Barragem de Santa Cruz está em condições adequadas para que os banhistas da região possam desfrutá-la de maneira recreativa?

Acredita-se na relevância e importância desta pesquisa na saúde no que reflete a necessidade, em qualquer situação de água de qualidade. Quanto às condições ambientais e tecnológicas considera-se a necessidade em qualquer condição a adoção de sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas. E no contexto social, por afetar toda população de maneira direta que utiliza dessa água para fins de recreação quanto à exposição às doenças de veiculação hídrica podendo afetar de maneira endêmica parte significativa das pessoas que lá frequentam.

Para tanto tem-se como objetivo geral avaliar as condições de banho na Barragem de Santa Cruz de Apodi/RN, com base no Índice de Balneabilidade (IB) e o Índice de Qualidade das Águas (IQA) com vista ao bem estar da população. Sendo os específicos diagnosticar a real situação ambiental da área proposta; Detectar possíveis riscos à saúde dos banhistas, bem como

propor às ações de gestão pública medidas de informações e orientações a população a respeito da prática da preservação dos recursos hídricos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUA: SUSTENTABILIDADE

Cerca de dois terços da terra é coberto por água dos mares, rios, lagos e quaisquer que seja o acúmulo desta pela sua superfície. Como disse o russo Yuri Gagarin, em 1961 ao pisar pela primeira vez no espaço e em momento observar o planeta "A terra é azul". Imagens fotográficas comprovam uma quantidade significativa de água no planeta, porém a ciência se preocupa quando se fala em qualidade para sobrevivência humana.

A preservação da qualidade dos recursos hídricos é essencial ao equilíbrio da humanidade e para sobrevivência da população. Juntamente com as mudanças climáticas e a segurança alimentar, a segurança da água é um dos maiores desafios do século XXI. No Fórum Econômico Mundial, em seu relatório Riscos Globais 2012, a água foi identificada como um dos cinco principais riscos para a saúde social, econômica e ambiental (*NEWS RELEASE – WORLD ECONOMIC FORUM*, 2012).

A água é um recurso necessário e insubstituível para condição de existência, portanto, é um bem comum que deve ser compartilhado e preservado para manutenção da vida. Está presente há bilhões de anos sendo essencial na dinâmica funcional da natureza e sua história está diretamente relacionada ao crescimento da população humana de acordo com seus usos múltiplos que afetam a quantidade e a qualidade da vida das pessoas.

Cerca de 97,5% de toda a água sobre a Terra é salgada correspondendo aproximadamente a 71% da superfície aquática com volume de 1.351,35 milhões de km³ e salinidade média de 35 Partes Por Milhar (PPM), sendo apenas 2,5% de água doce na hidrosfera e na atmosfera totalizando 34,650 milhões de Km³ (OLIVEIRA, 2012).

O Brasil é um país privilegiado com relação à disponibilidade dos recursos hídricos, possuindo o maior volume de água doce do planeta, detém 53% do manancial de água doce disponível na América do Sul e possui o rio Amazonas como maior rio do planeta. Os climas que se destacam sendo eles equatorial, tropical e subtropical atuam sobre o território proporcionando elevados índices pluviométricos. No entanto, mesmo com grande disponibilidade, o país sofre com a escassez de água potável em alguns lugares. A água doce disponível em território brasileiro está irregularmente distribuída: aproximadamente, 72% dos mananciais estão presentes na região amazônica, restando 27% na região Centro-Sul e apenas 1% na região Nordeste do país (SILVA, 2011).

O nosso país é um dos mais ricos em recursos hídricos superficiais do planeta, totalizando quase 180m³/s de vazões médias, sendo cerca de 91 m³/s se calcularmos os volumes com 95% de permanência considerando todas as regiões hidrográficas presentes no país. Contudo pela grande variação climática brasileira dentre outras características diversificadas no país tem-se uma distribuição territorial distinta dos recursos hídricos disponíveis (BRASIL, 2010).

No ano de 2010, alguns pesquisadores da UFPA - Universidade Federal do Pará afirmaram que o Aquífero Alter do Chão, localizado sob os estados brasileiros do Pará, Amapá e Amazonas, apresentam o maior volume de água potável do mundo. A reserva tem volume de 86 mil km³ de água doce, sendo suficiente para abastecer a população mundial cerca de 100 vezes. Se compararmos com a reserva do Aquífero Guarani que tem um volume de 45 mil km³, o Aquífero Alter do Chão tem quase o dobro do volume de água potável, até recentemente considerado o maior do país (GRASSI, 2013).

O hábito de estar em contato direto com a natureza através das áreas naturais é prática muito comum no Brasil e, por existir uma elevada biodiversidade, tem-se a necessidade de atentar-se para a preservação dessas riquezas e o uso sustentável dos recursos naturais existentes no país.

No *Relatório de Brundtland* a Organização das Nações Unidas, (1987) traz a ideia de sustentabilidade como aquilo que é suficiente às necessidades do presente a quem usufrui sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades, considerando o meio ambiente, a economia e a sócio-política, ou seja, tudo o que nos cercam (água, ar, solo e florestas) precisam de cuidados especiais para que continuem existindo sendo suficientes a quem precisa.

De acordo com o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, mais da metade das fontes dos recursos hídricos do mundo estão em apenas nove países: Estados Unidos, Canadá, Colômbia, Brasil, República Democrática do Congo, Rússia, Índia, China e Indonésia (GRASSI, 2013).

Considerando um recurso que limita o desenvolvimento sustentável, sua utilização em quantidades superiores ao volume disponível vem gerando sérios problemas de escassez de água de boa qualidade. E a falta de um sistema de saneamento básico adequado por causa do crescimento descontrolado da população, pode comprometer os recursos hídricos, devido ao descarte irregular de esgoto industrial e doméstico.

Tem-se então a preocupação de como utilizar a água que apesar de, em grande quantidade se caracteriza como finito, portanto a necessidade de conservação dos recursos hídricos.

2.2 QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

De maneira significativa, o homem vem usufruindo recursos hídricos disponíveis, satisfazendo suas necessidades diárias, através de seu consumo *in natura*, além da ingestão, agricultura e higienização utilizam dessa para outras atividades como o dessedentação de animais, geração de energia elétrica, preservação ambiental, paisagismo e lazer.

Na década de 1950 com o advento das atividades industriais, houve um aumento acelerado do consumo dos recursos naturais por causa da modernização dos meios produtivos, do acelerado aumento dos centros urbanos, da explosão da demografia e do processo de globalização. O modelo econômico, nesse caso, acelerou a demanda por produtos industriais (ARAÚJO, 2012).

Dessa forma a humanidade tem se comportado a sua maneira sem nenhuma preocupação para com os recursos que lhes são disponíveis. A quantidade de água que pode ainda ser acessível ao homem vem diminuindo drasticamente ao longo dos meses pela falta de chuvas e diminuição dos rios, lagos e quaisquer reservatórios.

A NASA Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica, (*National Aeronautics and Space Administration*) e do Centro Aeroespacial Alemão - chamada de *Gravity Recovery and Climate Experiment* ou GRACE vem monitorando a água no subsolo mundial desde 2002 e afirma que seu nível vem diminuindo ao longo dos anos globalmente e que é bastante preocupante a situação quando se fala em sobrevivência humana como também das outras espécies. *(SCIENCE NEWS*, 2012).

Além da quantidade tem-se a preocupação enquanto qualidade da água que vem sendo deteriorada com ações antrópicas sem fundamentação e consciência as suas consequências. São dejetos de efluentes líquidos urbanos, de áreas agricultáveis e de outras fontes que depreciam a fauna e a flora, assim como todo ambiente em que o homem tenha contato a sua existência vem alterando as condições das águas que a humanidade mesmo utiliza.

Toda atividade praticada pela humanidade resulta em alterações para o meio ambiente, que na maioria das vezes são negativas para a natureza. Há anos tem-se buscado a conciliação entre o meio ambiente e o homem afim de mitigar os impactos danosos. Seabra (2009, p. 12),

afirma que “a voracidade do consumo humano rompeu com os critérios e mecanismos naturais para a preservação das espécies, decorrentes da seleção natural e evolução dos seres”.

A maneira pela qual o homem lida com o meio onde está inserido a sua maneira determina a forma e a intensidade da degradação do meio ambiente antrópica que pode variar no tempo e no espaço e está diretamente relacionada às demandas sociais, econômicas e culturais de cada sociedade. Não obstante, os maiores impactos ambientais na atualidade têm o fator econômico como agente indutor e o espaço urbano como área de ocorrência (MORAIS, 2011).

É importante perceber que a relação entre o homem e o meio ambiente tem que existir sem descaracterizar a natureza, uma vez que devem ser utilizadas de forma a atrair o turismo afim de aproveitar o espaço que lhes foram oferecidos, podendo (re) criar paisagens e ambientes prazerosos a serem aproveitados.

Para tanto, o acesso do homem a natureza deve ser implementado dentro dos parâmetros sustentáveis, através de atividades que possam proporcionar acesso a humanidade com mínimo possível de impactos as áreas utilizadas. Para que haja acesso, é preciso que exista uma política com estratégias e ações cabíveis ao espaço que se toma posse, elaboradas e executadas pela cidade, estado e/ou região, promovendo a conservação socioambiental, contemplando os aspectos econômicos e culturais.

Pensando nisso classificam-se a utilização de recursos hídricos sendo eles usos não consuntivos e usos consuntivos, estando a primeira caracterizada eventualmente pela alteração do ambiente pela ação humana, porém na não retirada de volumes ou vazões de água do corpo hídrico, como por exemplo banho, construção de um barramento, etc. Já as de usos consuntivos, são aqueles que depois da posse humana diminui a quantidade significativa existente daquele recurso hídrico disponível, determinando um ponto de captação, exemplos claros disso são abastecimento de água, irrigação, ações industriais (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO PÁRA, 2014).

É importante ressaltar que em algumas atividades como as de banho apesar de não haver perdas quantitativas de corpos d’água o comportamento da população modifica as características do meio devido ao seu uso desordenado.

Partindo desse pressuposto e entendendo que a água é um patrimônio de poder público que a Política Nacional sob representatividade da Agência Nacional de Águas (ANA), em Brasília – DF ou o poder do Estado de Recursos Hídricos de qual pertence o rio, lago ou qualquer reserva hidráulica a ser utilizada para atividade que se destina como por exemplo a

Secretaria de Estado de Meio Ambiente, por meio do qual assume a responsabilidade como Poder Público utiliza de um instrumento conhecido como Outorga que autoriza o usuário, sob regras já estabelecidas por lei, utilizar dos recursos hídricos disponíveis, que estejam em condições de desfrute necessários à sua atividade, garantindo-lhe o direito de acesso a esses recursos, mas sob condições acordadas a serem seguidas.

A Outorga está organizada na Lei Federal no 9.433, de 08 de janeiro de 1997, na Lei Estadual no 6.381, de 25 de julho de 2001, na Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de 03 de setembro de 2008, e na Instrução Normativa da SEMA nº 003, de 26 de março de 2014. Sendo um instrumento com amplo amparo legal e que dá ao outorgado plenas garantias de direito de acesso e de uso das águas (SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO PARÁ, 2014).

Na síntese executiva do Plano Nacional de Recursos Hídricos de 2006 discute metas e ações desenvolvidas em prol do uso racional de água com base em leis que amparam as regras exigidas no país. Para tanto, destaca-se para discussão a Lei 9433 de 08 de Janeiro de 1997 que Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Esta lei se baseia na legislação francesa e contêm os mais modernos preceitos de utilização racional das águas destacando em seu Art. 1º:

> I - a água é um bem de domínio público;
> II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
> III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
> IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
> V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
> VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

2.3 SAÚDE E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA.

É notório que os seres vivos buscam no meio ambiente a tranquilidade de ter as suas necessidades atendidas, sendo assim o homem, que de maneira desenfreada tem uma densidade significativa no que diz respeito ao uso dos recursos necessários e desnecessários, estando ainda

atrelado a outros desfrutes que lhes são concebíveis. Vivem na tutela de um consumo em massa, alimentada pelas necessidades sociais e econômicas impostas as suas culturas. Dessa forma o consumo se dá bem mais superior do que sua reposição geológica natural e o homem não contribui para que isso aconteça.

É importante mencionar que as vezes a água se torna imprópria para o uso, mesmo quando não há intenção de ingeri-la, pelos mais variados e diferentes motivos. E o que podem chamar atenção ao poder público é o fato de que a população não consegue diferenciar tais características ficando expostas ao desenvolvimento de patogenias de veiculação hídrica que de maneira atenuada se tornou hoje um grande problema de saúde de responsabilidade pública, colocando em risco o padrão de vida das pessoas.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2009) doenças de veiculação hídrica são aquelas causadas por microrganismos patogênicos (Bactérias, Vírus e/ou parasitas) presentes na água que de alguma maneira entra em contato com o homem em seus diferentes usos. Dentre elas destacam-se pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2009) as principais e mais comuns patologias na Figura 01.

Figura 01 – Doenças e agentes patogênicos mais comuns de veiculação hídrica disponíveis pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

Doenças	Agentes patogênicos
Origem bacteriana	
Febre tifóide e paratifóide	*Salmonella typhi*
Disenteria bacilar	*Salmonella parathyphi A e B*
Cólera	*Shigella sp*
Gastroenterites agudas e Diarréias	*Vibrio cholerae*
	Escherichia coli enterotóxica
	Campylobacter
	Yersínia enterocolítica
	Salmonella sp
	Shigella sp
Origem viral	
Hepatite A e E	Vírus da hepatite A e E
Poliomielite	Vírus da poliomielite
Gastroenterites agudas e crônicas	Vírus Norwalk
	Rotavirus
	Enterovirus
	Adenovirus
Origem parasitária	
Disenteria amebiana	*Entamoeba histolytica*
Gastroenterites	*Giárdia lâmblia*
	Cryptosporidium

FONTE: FUNASA em: http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/eng_analAgua.pdf.

Todavia pela ausência de monitoramento ou mesmo ignorância a respeito desse tipo de informação, pessoas podem entrar em contato com as águas contaminadas, sendo expostas a

riscos maiores de contrair uma série de doenças, especialmente no caso dos idosos, pessoas com baixa resistência imunológica e crianças (LOPES, 2012).

É sabido que rios, lagos, mananciais e todo recurso hídrico que o homem tenha acesso tem-se mostrado com altos índices de poluição e contaminações catastróficas. São quase 7 bilhões de pessoas eliminando resíduos diariamente de uma maneira ou de outra causando impactos relevantes.

O aumento populacional nas cidades resultou em uma condição de sobrevivência marcada pela precariedade das condições sanitárias, o que apenas representava virtual risco à saúde humana, dada a possibilidade de contração de doenças ou mudanças insignificantes em seu padrão de saúde aparece de maneira exacerbada nos últimos anos, existindo, por exemplo cidades europeias assoladas por epidemias, que culminaram na morte de milhares de pessoas. (MORAIS, 2011)

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou no ano de 2010 o relatório "Água Doente", no qual apresenta a relação entre água poluída e suas consequências com o número de mortes no mundo, destacando que mais pessoas morriam por causa da água poluída e contaminada do que por todas as formas de violência, inclusive as guerras (GRASSI, 2013).

Entende-se por água poluída aquela com alterações físicas como cheiro, cor, sabor, turbidez sendo na maioria das vezes consequência da contaminação química pela presença de elementos tóxicos ou alterações provocadas por tais elementos que possam causas mudanças significativas.

Por água contaminada compreende-se que estão presentes agentes patogênicos vivos como vírus, fungos, bactérias ou qualquer ser não visível a olho nu capazes de causar danos à saúde de quem entra em contato direto com a água.

A contaminação dos recursos hídricos pode ser gerada por fontes poluidoras, como efluentes domésticos, agrícolas e industriais, sendo o primeiro o principal fator responsável por patogenias advindas do contato com a água. Além destas fontes usuais de poluição, outra forma de degradação refere-se à poluição por material fecal advindo do próprio homem ou mesmo dejetos liberados, que são gerados durante a prática determinadas pela atividade desenvolvida no momento eu que se utiliza o recurso (LOPES, 2012).

Mesmo com o avanço das tecnologias e dos mais modernos tratamentos para alguns tipos de exposição aos agentes patogênicos acumulados em anos de estudos e pesquisas pela

ciência, muitas cidades ainda enfrentam, nos dias de hoje, problemas relacionados à ineficiência dos sistemas de saneamento, utilização e desfrute das riquezas ambientais.

A ampliação da urbanização de maneira rápida e desorganizada culminou na degradação total ou parcial de grande parte dos recursos naturais sem regras determinadas de uso ou destruição dos espaços naturais para ocupação ou utilização para outros fins, dentre os quais, os recursos hídricos, que, invariavelmente, sofrem os efeitos da exploração excessiva e da contaminação por esgotos domésticos e industriais, acarretando uma série de implicações ambientais, sociais e econômicas (MORAIS, 2011).

As doenças relacionadas à contaminação proveniente dos recursos hídricos, geralmente, precisam de tratamentos simples ou nenhum, e não possuem efeitos de longo prazo na saúde humana, sendo que o tratamento, normalmente, apresenta respostas rápidas. Porém, apesar de as doenças mais comuns em atividades de lazer serem a gastroenterite e as infecções de olhos, ouvidos, nariz e garganta, em locais contaminados, há o risco dos banhistas de se infectarem com doenças consideradas mais graves, tais como disenteria, cólera, hepatite A e febre tifoide (LOPES, 2012).

De várias maneiras os recursos hídricos contaminados podem causar danos e desequilíbrios a saúde da humanidade, além da ingestão direta, a higiene pessoal, na preparação de alimentos ou na agricultura, o homem pode ingerir quantidades significativas durante suas atividades de lazer chegando a ingerir volumes consideráveis de água que possibilite a entrada de agentes patogênicos suficientes para o desenvolvimento de alguma patologia.

Para que isso aconteça o homem entra em contato direto com a água contaminada e passa um tempo prolongado com os agentes biológicos como bactérias, fungos, parasitas, protozoários que se adequam as condições em que a água se encontra e que os banhistas não conseguem detectar pela minúscula ocupação no ambiente, visto somente em microscópio, como também pela presença de insetos que servem como vetores que necessitam de água em seu ciclo biológico.

Destacam-se como principais doenças de veiculação hídrica: a cólera que tem suporte na água; a esquistossomose de contato direto com a água; a dengue e a malária que são desenvolvidas e transmitidas por vetores que são fáceis de disseminarem na espécie humana quando em contato com a água contaminada.

Em 2009, a Fundação Nacional de Saúde traz a definição de Saneamento ambiental como sendo o conjunto de ações sociais e econômicas que têm o objetivo de obterem a

Salubridade Ambiental do meio, com a finalidade de assegurar a saúde da comunidade, protegendo e melhorando as condições de vida urbana e rural.

O saneamento tem a preocupação de tornar as condições ambientais passíveis de uso, destacando como principais componentes além dos sistemas de abastecimento de água, sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários, controle de vetores de doenças; manejo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos (lixo); e o manejo de águas pluviais urbanas, entre outros (FUNASA, 2009).

Em regiões urbanas principalmente pelo aglomerado de pessoas e o uso descontrolado e exacerbado do meio ambiente, as atividades destinadas à promoção do saneamento ambiental devem incluir principalmente a proteção à qualidade do ar e das águas, que poderão repercutir favoravelmente sobre a saúde humana, uma vez que há necessidade de seu uso em todas as raças e condições de existência.

A Organização Mundial da Saúde - OMS, refletindo sobre o conceito de saúde, para além do antigo conceito de "ausência de doenças", traz consigo o estímulo ao desenvolvimento de pesquisas para melhor compreensão da relação meio ambiente e saúde, na tentativa de conscientizar o homem da necessidade desse está inserido nesse meio assim como sua vida ter reflexos significativos de suas ações. A OMS destaca também o desenvolvimento de indicadores apropriados para o seu monitoramento, para a promoção de condições mesológicas mais favoráveis à saúde e ao bem-estar humano.

Na 8ª conferência Nacional de Saúde que foi realizada de 17 a 21 de março de 1986 houve a discussão do que seria saúde, refletindo aos conceitos mais antigos como ausência de doenças e emerge a ideia de que o pleno exercício de ter direito a saúde é ter condições de alimentação, moradia, educação, trabalho digno, transporte, repouso, acesso aos serviços de saúde e qualidade adequada ao meio ambiente. Em seu relatório final destaca dentre vários pontos o meio ambiente de qualidade como necessário a manutenção do bem-estar dos indivíduos. (RELATÓRIO FINAL DA OITAVA CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE, 1986).

2.4 BALNEABILIDADE

A água é conhecida como um dos recursos naturais mais importante para sobrevivência da vida na terra. Dentre os seres vivos nessa condição o homem difere dos demais uma vez que tem utilizado esse recurso de outras formas a seu favor objetivando realizar atividades de prazer.

A utilização das águas para fins de recreação tem apresentado crescente importância social e econômica ao longo dos últimos anos, devido, especialmente à busca pelo desenvolvimento de atividades de lazer em contato com o meio natural, de forma a contrapor o modo de vida em ambiente urbanizado (LOPES, 2012).

De acordo com as condições em que a água se encontra sejam elas físicas, químicas e/ou biológicas terá a partir destas percepções e condições de serem utilizadas com segurança as atividades objetivadas pelo homem. Destaca-se, então como principal atividade de lazer o banho, necessitando de atenções mais restritivas no que diz respeito a qualidade das águas, onde as pessoas recreiam e tem contato direto e por tempo significativo podendo causar qualquer tipo de dano ao homem quando as condições não se apresentarem favoráveis, caracterizando assim padrões de balneabilidade.

Balneabilidade é um termo utilizado para monitorar a qualidade das águas destinadas à recreação de contato primário (direto e prolongado), onde, por esse meio, a facilidade de ingestão de quantidades apreciáveis de água é muito grande. As águas recreacionais contêm geralmente uma mistura de microrganismos patogênicos e não patogênicos que podem ser advindos dos efluentes do esgoto, do uso pela população e animais. Podem ainda conter microrganismos patogênicos de vida livre, que causam infecções gastrointestinais após ingestão, ou infecções respiratórias (SCANDELAI et al, 2012).

Na tentativa de propor estratégias adequadas para manter este ambiente aquático com qualidade ambiental saudável, pensa-se na possibilidade de acompanhar os padrões dos recursos hídricos de responsabilidade pública, seja ela Estadual ou federal, através de indicadores que possam sinalizar as condições de uso de um recurso confrontando com os padrões de qualidade.

O indicador básico para a classificação das águas de balneários, em termos sanitários, é a densidade de coliformes fecais/termotolerantes, os quais irão existir diversos fatores que poderão condicionar a presença do principal vetor, os esgotos nestas áreas, tais como: Afluência turística, fisiografia do local, ocorrência de chuvas, e disposição de despejos gerados nas proximidades, fezes dos banhistas ou mesmo de animais que pastam no local, dentre outros.

Sendo assim, as condições de banho são utilizadas tanto em praias litorâneas para águas salinas, quanto para águas doces e salobras, e sua avaliação é primordial e necessária à saúde e o bem-estar da humanidade que podem ser afetados por essas condições.

Em cidades turísticas e de veraneio em que possuem reservatórios de recursos hídricos disponíveis como um lago, rio ou praia há uma variação sazonal durante o ano. Em época de

feriados prolongados aumenta o contingente de pessoas usufruindo do local excedendo a produção de resíduos além da maneira descontrolado do uso do meio. Para tanto tem-se a necessidade de unir o útil ao agradável promovendo por parte de responsabilidade pública e pela contribuição da população condições apropriadas de banho a comunidade.

A escolha pelo turismo de balneários como atração da própria população e das comunidades circunvizinhas pode ser planejado para que junto as atividades industriais e agrícolas possa gerar lucro para a população e alavancar a economia da cidade, proporcionando o crescimento e desenvolvimento de outros setores que podem avançar com novas opções de rendas para os habitantes daquele meio.

Um dos grandes elementos com grande apelo turístico é a água, principalmente quando se trata de regiões quentes e secas como as que se apresentam nos últimos anos. A água constitui um bem precioso de certa forma escasso quando se trata de potabilidade e se torna ainda mais valioso quando sabemos utilizá-la. Nesse sentido, as barragens além de serem grandes fontes de abastecimento para as cidades chegam a serem utilizadas de outras maneiras que podem ser atrativas como a piscicultura, canoagem e banho, sem falar que minimizam os efeitos da falta de chuva. Além disso, o desenvolvimento de atividades turísticas, em áreas com barragem pode ser bastante prazerosa além de aumentar a qualidade de vida e incentivar a ideia de preservar este bem natural que proporciona, sobretudo, a vida na Terra (XAVIER E BECKER, 2010).

Para tanto, é necessário destacar que a balneabilidade nas barragens tem se tornado cada vez mais presente e que apesar das outras inúmeras funções da obra, a atividade consegue ser desenvolvida sem cessar as condições de existência das outras planejadas, claro que quando organizada de maneira a garantir o bem comum e os padrões naturais do meio de que se utiliza.

2.5 ÍNDICE DE BALNEABILIDADE (IB) E ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

O monitoramento e avaliação para conhecimento dos impactos ao meio ambiente em ecossistemas aquáticos têm sido realizados através dos níveis e alterações nas concentrações de variáveis microbiológicas (coliformes totais e termolerantes), físicas e químicas, constituindo-se como ferramenta fundamental na classificação e enquadramento da qualidade de água e padrões de potabilidade e balneabilidade humana.

Segundo a Resolução CONAMA 274/2000, que organiza de maneira especifica e trata das questões de balneabilidade, a qualidade das águas doces, salobras e salinas destinadas terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria. As águas consideradas próprias

poderão ser subdivididas em: Excelente, Muito Boa e Satisfatória e as impróprias quando ultrapassarem os índices bacteriológicos admitidos, presença de resíduos como esgotos sanitários e outras substâncias capazes de oferecer riscos aos padrões de saúde, aparecimento de floração de algas, outros organismos ou presença de transmissores potenciais de patogenias de veiculação hídrica (SCANDELAI et al 2012).

> Art. 20: As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias PRÓPRIAS E IMPRÓPRIAS.
> § 10 As águas consideradas PRÓPRIAS poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:
> Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no mínimo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 Escherichia coli ou 25 enterococos por 100 mililitros;
> Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em casa uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no Maximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 Escherichia coli ou 50 enterococos por 100 mililitros;
> Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no Maximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 Escherichia coli ou 100 enterococos por 100 mililitros.
> § 20 Quando for utilizado mais de um indicador microbiológico, as águas terão suas condições avaliadas, de acordo com o critério mais restritivo.
> § 30 Os padrões referentes aos enterococos aplicam-se, somente, às águas marinhas.
> § 40 As águas serão consideradas IMPRÓPRIAS quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:
> a) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
> b) Valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2.000 Escherichia coli ou 400 enterococos por 100 mililitros;
> c) Incidência elevada ou anormal, na região de coleta, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
> d) Presença de resíduos ou despejos sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
> e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
> f) Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
> g) Outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário;
> § 50 Nas praias ou balneários sistematicamente impróprios recomenda-se a pesquisa de organismos patogênicos.

No intuito de reformular e deixar mais claro os objetivos dessa resolução foi estabelecida em 17 de março de 2005 a Resolução CONAMA nº 357 que dispõe sobre a

classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Ainda sobre a Resolução desse Conselho traz a classificação das águas doces em cinco classes: especial, 1, 2, 3 e 4 como mostra a figura 02. Dessas, somente a classe 4 não deverá ser utilizada no abastecimento de reservatórios ou qualquer outro tipo de desfrute humano e de grande parte dos seres vivos devido à sua baixa qualidade cujos custos de tratamento inviabilizam o seu aproveitamento.

Figura 02 - Classificação das águas de acordo com a Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005 em classes distintas (especial, 1, 2, 3 e/ou 4) frente as condições de uso das águas doces.

Classe / Usos	ESPECIAL	1	2	3	4
Abastecimento para consumo humano, com desinfecção	X				
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	X				
Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral	X				
Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado		X			
Proteção das comunidades aquáticas		X	X		
Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (CONAMA 274/00)		X	X		
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		X			
Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas		X			
Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional			X		
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			X		
Aqüicultura e a atividade de pesca			X		
Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado				X	
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras				X	
Pesca amadora				X	
Recreação de contato secundário				X	
Dessedentação de animais				X	
Navegação					X
Harmonia paisagística					X

Fonte: MORETTO (2011) em: http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/dissertacao_daiane.pdf.

Ainda para tais análises torna-se importante e necessário destacar alguns indicadores previstos nos corpos d'água e as fontes de poluição existentes na área do recurso hídrico. O significado de cada parâmetro se constitui em indicações de qualidade a ser percebida dentro dos padrões estabelecidos como normais de acordo com a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental).

Para melhor análise, Horton em 1965 utilizou o IQA (Índice de Qualidade das Águas) por ponderação de algumas variáveis de qualidade da água pela primeira vez. A formulação e utilização de índices têm sido bravamente aceita e defendida pelos órgãos responsáveis para o abastecimento de água e controle de poluição em algumas partes do mundo. Tem-se o IQA-NSF (National Sanitation Foundation- EUA), IQA-CCME (Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente), IQA Britânico, IQA do Oregon, IQA da Flórida (SÍNTESE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS - SÃO PAULO, 2013).

A CETESB utiliza o IQA desde 1975, com vista a servir de informação básica de qualidade de água para o público em geral de maneira a fazer entender toda a população dos parâmetros que se encontram as unidades de recursos Hídricos gerenciadas por ela no Estado de São Paulo.

Com base destaca-se para determinação da qualidade da água o Índice de Qualidade da Água (IQA-CETESB) estando composto por nove parâmetros: Coliformes Termotolerantes (CT), Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Temperatura (T), Fosfato (PO4-3), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez (Tu) e Nitrato (NO3-).

O IQA é uma adaptação de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos que teve como base algumas varáveis a serem avaliadas, sendo escolhidas curvas de variação criteriosamente estabelecidas de acordo com o estado ou a condição de cara parâmetro. Essas curvas apresentam as médias para cara parâmetro supracitado com seu peso relativo apresentados na Figura 03.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de ideias e opiniões junto a especialistas em qualidade de corpos hídricos, que indicaram as variáveis a serem monitoradas e avaliadas, estando o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro com base a uma escala de valores de “rating”. Antes foram pensadas em trinta e cinco variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, delas apenas nove foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram esse índice (CETESB, 2010; DERÍSIO, 2012).

O IQA-NSF internacionalmente conhecido como WQI (*Water Quality Indice*) é o mesmo utilizado no Brasil calculado pela adição da multiplicação de cada variável da qualidade da água pelo seu respectivo fator com peso definido. Além da Companhia de Tecnologia de

Saneamento Ambiental (CETESB) do Estado de São Paulo, existem também a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, do Estado do Rio Grande do Sul, entre outras, que adaptaram-se ao monitoramento das águas pelo IQA com relação aos parâmetros e à fórmula de cálculo do IQA. Segundo a ANA (2005), no Estado de São Paulo são utilizados os parâmetros fósforo total, resíduo total e nitrogênio total e no Rio Grande do Sul foi retirado o parâmetro temperatura.

Para as nove variáveis do IQA apresentam-se os seguintes pesos: Oxigênio Dissolvido (0,17), Coliformes Fecais (0,16), Demanda Bioquímica de Oxigênio (0,11), pH (0,11), Temperatura (0,10), Fosfatos (0,10), Nitratos (0,10), Turbidez (0,08), e Sólidos Totais (0,07). O peso dos fatores são dados de acordo com a importância da variável de qualidade da água. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos ou qualquer tipo de poluição que altere os padrões naturais do corpo hídrico. (JERONIMO E SOUZA, 2013).

Em seguida tem-se a seguinte fórmula:

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

Onde:

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 da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e,

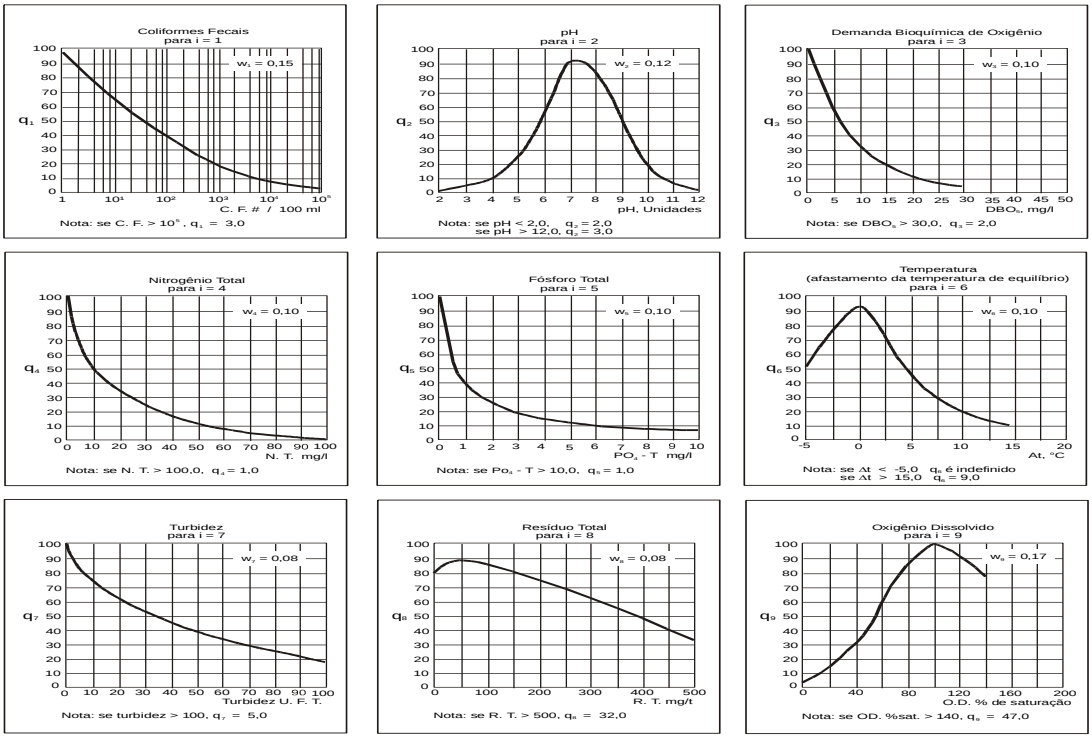
wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

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

Em que:

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

Figura 03 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas.



FONTE: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas bruta (IQA), variando numa escala de 0 a 100, representado no Quadro 1.

Quadro 01 – Classificação do IQA segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	IQA ≤ 19

FONTE: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental em: http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf.

A escolha dos indicadores deve ser feita de acordo com o uso previsto do corpo d'água com base aos padrões de normalidade para cada tipo de corpo hídrico como mostra a figura 04, sendo detalhado cada parâmetro como suas características específicas.

Figura 04: Valor máximo permitido de acordo com as características da água: Divisão por classe (CONAMA, 2008).

Classe / Parâmetros	[a]Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes termotolerantes		≤ 200[b] NMP/100 mL	≤ 1000[b] NMP/100 mL	≤ 4000[c] NMP/100 mL	> 4000 NMP/100 mL
DBO_5		≤ 3 mg L^{-1}	≤ 5 mg L^{-1}	≤ 10 mg L^{-1}	> 10 mg L^{-1}
OD		≥ 6 mg L^{-1}	≥ 5 mg L^{-1}	≥ 4 mg L^{-1}	≥ 2 mg L^{-1}
Turbidez		≤ 40 UNT	≤ 100 UNT	≤ 100 UNT	> 100 UNT
pH		6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Fosfatos		≤ 0,1 mg L^{-1}	≤ 0,1 mg L^{-1}	≤ 0,15 mg L^{-1}	> 0,15 mg L^{-1}
Sólidos totais		≤ 500 mg L^{-1}	≤ 500 mg L^{-1}	≤ 500 mg L^{-1}	> 500 mg L^{-1}
Nitratos		≤ 10,0 mg L^{-1}	≤ 10,0 mg L^{-1}	≤ 10,0 mg L^{-1}	>10,0 mg L^{-1}

(a) Deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.
(b) Para recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução n° 274/2000 do CONAMA.
(c) Para recreação de contato secundário e dessedentação de animais criados confinados não deverão ser excedidos, respectivamente, os limites de 2500 e 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras.
OD - Oxigênio Dissolvido
FONTE: MORATTO (2011) em: http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/dissertacao_daiane.pdf

2.5.1 Temperatura

É uma característica física que indica a intensidade de calor das águas. A presença dos gases, ou, mais exatamente, a solubilidade dos gases nos líquidos, é inversamente proporcional à temperatura. Assim, quanto maior a temperatura de um liquido menor será a possibilidade de esse liquido reter os gases. O aumento dos valores de temperatura nos corpos d'água superficiais é promovido, principalmente, por resíduos de origem industrial e descargas de usinas termoelétricas (DERÍSIO, 2012). A temperatura é um fator que pode influenciar praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água (VIEIRA, 2012).

2.5.2 Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH é uma expressão numérica que designa a relação entre íons (H^+) e íons (OH^-), sendo considerado normal uma variação de 0 (zero) a 14 (quatorze), onde 7,0 (sete) o valor considerado neutro, no qual (H^+) e (OH^-) basicamente a mesma concentração. Podendo ainda variar com predominância de íons (H^+) onde ocorrem valores de pH menores que 7,0 sendo

assim chamado de pH ácido e situações com pH básico quando há predominância íons (OH^-) estando o pH maior que 7,0 (DERÍSIO, 2012).

Quando o pH de rios fica acima de 10,0 ou abaixo de 4,0 indica a contaminação por efluentes advindos de industrias ou a ocorrência de acidentes com vazamento de produtos químicos. A toxicidade do pH está relacionada, dentre outras coisas, à sua influência na composição química da água. O pH influencia na solubilidade das substâncias de sais metálicos, na predominância de várias espécies mais ou menos tóxicas e nos processos de adsorção/sedimentação dos metais e outras substâncias na água (VIEIRA, 2012).

2.5.3Turbidez

Pode acontecer em época de chuvas pela erosão do solo com quantidade significativa de material sólido trazidos aos corpos d'água. Ainda podem existir situações como lançamento de esgotos, fezes de animais, efluentes industriais que causam a elevação da turbidez das águas. A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Altos índices de turbidez chegam a reduzir a fotossíntese de vegetações mais profundas como as águas fazendo com que essas utilizem de maneira exacerbada o oxigênio dos seres vivos aquáticos suprimindo sua produtividade. Além disso afeta adversamente os usos doméstico e recreacional (CETESB, 2012).

2.5.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

É sabido que vários organismos precisam de oxigênio para respirar e garantir sua existência na água como os peixes, por exemplo, sendo o principal elemento no metabolismo dos microrganismos aeróbios, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L. Quanto as águas limpas podem chegar a concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro. (PINTO et al 2010).

As águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido por causa do alto consumo dos agentes biológicos presentes na água que acaba consumindo durante o processo de decomposição da matéria orgânica.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Este fenômeno ocorre em águas poluídas ou, mais propriamente, em águas em processo de eutrofização (Algas

ricas em nutrientes) em que a decomposição dos compostos orgânicos lançados leva à liberação de sais minerais no meio, especialmente nitrogênio e fósforo, que são utilizados como nutrientes pelas algas. (PINTO et al 2010).

Com base, sabe-se que os valores de Oxigênio elevem durante o dia por causa da fotossíntese podendo apresentar concentrações superiores a 10 mg/L e pela noite sua concentração caia por causa da respiração de grande quantidade de microrganismos levando a sérias mortandades de peixes e outros seres vivos.

2.5.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO (CETESB, 2009).

Dejetos de origem orgânica podem favorecer ao aumento do DBO em um corpo d'água pode induzir ao declínio significativo da quantidade oxigênio na água provocando desaparecimento de seres vivos presentes. Além de significar o aparecimento de agentes patogênicos no lugar.

A DBO é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante (20°C) e durante um período de incubação também fixo (5 dias). Em relação a sua determinação, devem ser levados em considerações certos cuidados, por causa de possíveis interferências na ação bacteriana, já que as bactérias são as principais protagonistas do teste (DERÍSIO, 2012).

2.5.6 Nitrogênio

O nitrogênio é bem significativo nas reações biológicas. Pode ser responsável na produção de energia uma vez que pode estar ligado aos aminoácidos e aminas, e nessas formas, o nitrogênio é conhecido como nitrogênio orgânico. Durante o metabolismo biológico pode existir a produção de nitrogênio amoniacal. Com o nitrogênio orgânico, o amoniacal é considerado um indicador de poluição recente.

Como visto, o nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato, sendo elas as duas primeiras reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se detectar as etapas de degradação da poluição orgânica associando as formas características as formas de nitrogênio. Nas zonas onde apresentam autodepuração natural em rios, lagos ou qualquer manancial, essas diferenciam-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Portanto, se for coletada uma amostra de água de um recurso hídrico poluído e seus resultados demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo, mas se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes (CETESB, 2012).

2.5.7 Fósforo Total

O aparecimento de cianobactérias pode indicar presença de eutrofização muito comum em situações de abastecimento humano sendo mais difícil eliminá-la por tratamento de água convencional, com a necessidade de custos mais elevados para eliminá-la.

Descargas orgânicas de efluentes tratadas ou não, ligações clandestinas de esgotos direto para os mananciais de convívio humano, água percoladas de fossas sépticas, criação de animais soltos para pasto podem ser os principais causadores desse tipo de problema em áreas habitas. Aquelas atividades que utilizam de altos níveis de tecnologia para a elevados índices de produção industrial também podem estar colaborando para a contaminação da água gerando quantidades significativas de nutrientes superficiais. A quantidade de cargas de Fósforo (P) e Nitrogênio (N) são sempre consideradas em efluentes (Cargas pontuais) e drenagens em áreas agrícolas - Cargas difusas (FRANZEN, 2009).

2.5.8 Resíduos Dissolvidos Totais (SDT)

É a matéria sólida que está presente na água permanecendo após a evaporação ou secagem da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Os resíduos sólidos depositados nos leitos dos corpos d’água podem causar seu assoreamento, chega a gerar problemas graves de navegação ou até mesmo risco de enchentes. Além disso podem causar consequências danosas à vida aquática (CETESB, 2012).

Com a crescente preocupação com os aspectos ambientais cada parâmetro analisado traz informações como indicadores importantes da situação do meio ambiente, sendo fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Dessa forma a população terá conhecimento da real situação dos recursos hídricos de que se tem desejo de desfrutar e saberá junto as autoridades tomar as devidas providencias.

Tais parâmetros representam a ferramenta prática para obter-se informações eficientes adquiridas por meio da indexação de dados que trazem as condições da área analisada. São índices de qualidade que diagnosticam a real situação ambiental que se encontra os corpos d'água de barragens, rios, lagos, mares ou qualquer que seja o recurso a ser investigado. Para tanto, serão estratificadas informações que propiciarão tomadas de decisões com relação ao gerenciamento deste recurso hídrico (SCANDELAI et al 2012).

2.5.9 Coliformes Termotolerantes

Os parâmetros microbiológicos exigidos em uma análise de água pela Resolução CONAMA nº 274/2000 do Ministério da Saúde, são de coliformes totais, coliformes Termotolerantes ou *Escherichia coli*.

As chamadas de coliformes totais são aquelas bactérias do grupo coliforme caracterizada por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a 35,0 ± 0,5 ºC em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima ß - galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia, Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2004).

No grupo dos coliformes destacam-se as bactérias classificadas como coliformes termotolerantes que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2 ºC em 24 horas. De origem exclusivamente fecal tem-se como principal representante a *Escherichia coli* sendo essa uma bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a 44,5 ± 0,2 ºC em 24 horas, em seu processo de sobrevivência produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas ß galactosidase e ß glucoronidase, hoje ainda é considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente no corpos d'água e sinalizando a eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2004).

Sua contaminação pode ocorrer por poluição por esgotos domésticos ou até dejetos de animais em mananciais. Podem desenvolver-se no trato intestinal de animais de sangue quente. Apesar dessas não serem patogênicas, sua presença em grande quantidade pode representar o aparecimento de outros tipos de microrganismos patogênicos responsável pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como a *Escherichia coli.* Com o desenvolvimento de doenças gastrointestinais.

A presença de fezes sejam elas humanas ou de animais na água pode favorecer a contaminação de maneira significativa. Com a presença de microrganismos patogênicos qualquer pessoa que entrar em contato com a água poderá está desenvolvendo sintomatologias da doença.

Em áreas rurais, destacam-se o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas sépticas e em locais de banho a presença de animais soltos junto com os banhistas, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, a utilização de poços antigos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (SCAPIN et al, 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A pesquisa foi realizada no município de Apodi, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e estatística) tem população estimada em 2014 de 36.120 habitantes, uma área da unidade territorial de 1.602.480 Km², segundo maior município do estado em tamanho territorial menor apenas que Mossoró/RN, densidade demográfica de 21,69 hab/ Km² com bioma Caatinga.

Apodi é um município brasileiro do estado do Rio Grande do Norte localizado na região da chapada do Apodi na microrregião da Chapada do Apodi, na mesorregião do Oeste Potiguar e no Polo Costa Branca. Seu limite está nos municípios de Governador Dix-Sept Rosado e Felipe Guerra a norte; Umarizal, Itaú e Severiano Melo a sul; Caraúbas e Felipe Guerra a leste; Severiano Melo, Itaú e o estado do Ceará (Tabuleiro do Norte, Alto Santo e Potiretama) a oeste.

A cidade está inserida nas bacias hidrográficas do rio Apodi-Mossoró. Além de possuir os principais riachos são de João Dias, melanciais e o da Barra, tem em seu território a Barragem de Santa Cruz (Figura 05) onde foi realizado o estudo, com capacidade para 599 712 000 de metros cúbicos de água (m³) quase 600 milhões de m³ de água, sendo considerada a segunda maior barragem do Rio Grande do Norte, menor apenas que a Armando Ribeiro Gonçalves, em Assú/RN. Foi construída nos anos de 1999 a 2002 e inaugurada em 11 de março de 2002 atingido uma área de 4 264 km², tem uma espessura de dois quilômetros e meio com altura máxima de 57,50 metros.

A Barragem de Santa Cruz é destinada, além de reservatório, a atividades de lazer com fins balneários onde famílias, amigos e turistas usufruem em finais de semana e feriados. Hoje, não existe uma média exata da quantidade de pessoas que frequenta o local em dias, semanas e/ou meses, mas se tem a certeza que o número é significativo quando se visita o local e observa-se a massa de banhistas que passam o dia nos restaurantes, barracas ou nas bordas da barragem desenvolvendo atividades recreativas. (Figuras 06, 07 e 08)

Figura 05 – Barragem de Santa Cruz/Apodi-RN

FONTE: Carnaubas Noticias. http://carnaubanoticias.blogspot.com.br/2012/06/semarh-participa-da-expofruit.html

Figura 06 e 07 - Atividades de Balneabilidade Barragem de Santa Cruz/Apodi-RN

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

3.2 PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS

Os pontos de coleta foram determinados utilizando como referência mapas da bacia hidrográfica junto as observações em campo para definir os locais que tivessem melhores condições de acesso. Dessa forma, foram selecionados sete pontos que abrangessem os lugares propícios a banho ou que tivesse algo em comum com a área que os banhistas frequentavam, tipo passagens ou acumulo de água que posteriormente chegue no local utilizado para recreação.

O local escolhido tem fins balneários e é frequentado por uma quantidade significativa de pessoas ou que tenha menos acesso de humanos no local pela profundidade objetivando realizar análises comparativas dos dados. As coletas aconteceram durante seis meses no período de julho a dezembro de 2014 somatizando seis coletas ao todo em cada um dos sete pontos selecionados, entre os horários 06h00min às 11h00min.

Os pontos escolhidos seguiram as recomendações da Resolução CONAMA 274/2000 obedecendo aos critérios estabelecidos destacando-se como: Locais de coletas apresentaram áreas isóbatas de pelo menos um metro sendo três deles com maior concentração de banhistas por estar localizada em uma área mais segura para movimentação de pessoas, sendo desenvolvidas outras atividades como alimentação, lavagem de transportes e pastagem de animais. Duas delas com menor proporção de pessoas e as últimas duas com acesso apenas de pescadores e população afins que saibam nadar com precisão por causa da profundidade.

Figura 08 – Pontos de coleta para realização do estudo por GPS (Sistema de posicionamento global)

FONTE: Google Earth

Os pontos foram escolhidos na perspectiva de coletar amostras de água onde a população tem mais acesso realizando atividades de lazer, assim como também nos lugares com proximidade a saídas de corpos d'água, como rios, riachos, valas e tubulações que chegam até o local destinado ao banho. Os pontos montantes 1, 2, 6 e 7 circundam a saída de água da represa e os pontos jusantes 3,4 e 5 concentram os banhistas que recebem essa água e a utilizam para recreação. Destacando também a pastagem de animais, a lavagem de carros, motos e bicicletas.

Figura 09 – Local de coleta do Ponto 01 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

FONTE: Google Earth

O ponto 01 (Latitude: 5°45'42.82"S; Longitude: 37°48'8.14"O) está localizado bem próximo a margem da barragem e da passagem de água (comportas), é um lugar de acesso restrito aos pescadores e pesquisadores, por apresentar uma profundidade, hoje, cerca de 30 metros segundo Associação dos Aquicultores de Apodi (AQUAPO) fundada em 2006.

Figura 10 - Local de coleta do Ponto 02 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

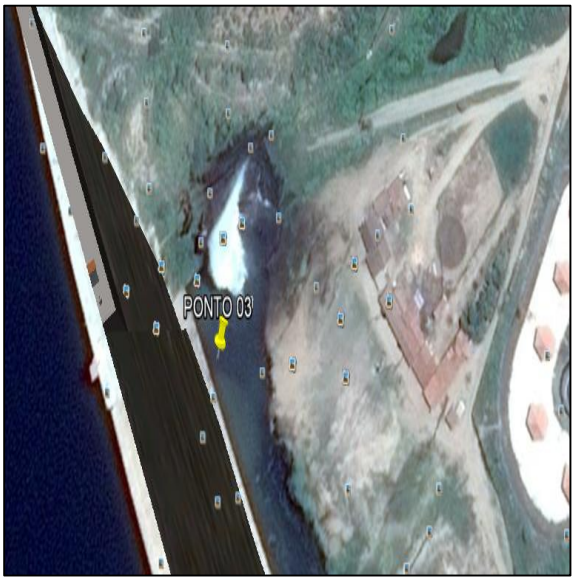
FONTE: Google Earth

O ponto 02 (Latitude: 5°45'41.08"S; Longitude: 37°48'12.45"O) fica próximo as margens da barragem há cerca de 50 metros de sua parede. Tem uma profundidade de cinco

metros, segundo AQUAPO, porém seu acesso está dificultado pela grande quantidade de pedras existentes, com quantidade bem restrita de banhistas no lugar.

Figura 11 – Local de coleta do Ponto 03 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais



FONTE: Google Earth

O ponto 03 (Latitude: 5°45'45.79"S; Longitude: 37°48'2.88"O) está localizado cerca de 10 metros da saída de água - comportas (conhecido como pavão d´água) e cinco metros da parede da barragem, é de fácil acesso e proporciona mais segurança aos banhistas que desejarem usufruir do local, sendo um dos pontos mais frequentados para as práticas de banho.

Figura 12 – Local de coleta do Ponto 04 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

FONTE: Google Earth

O ponto 04 (Latitude: 5°45'48.39"S; Longitude: 37°48'0.48"O) está localizado próximo a uma queda menor de água e com distância de 10 metros da parede da barragem, apesar de existirem poucas pessoas que chegam ao local, apresenta passagem de água do ponto 03 ao ponto 05 sendo esses os mais frequentados pelos banhistas.

Figura 13 – Local de coleta do Ponto 05 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

FONTE: Google Earth

O ponto 5 (Latitude: 5°45'50.95"S; Longitude: 37°47'46.50"O) É um dos locais mais frequentados para a prática de atividades de lazer, no lugar encontram-se famílias e amigos que trazem comida, churrasqueira. Além da aglomeração que acontece nesse ponto existem ainda animais domésticos que vivem ali mesmo e acabam comendo restos de alimentos jogados pelas pessoas que passam o dia recreando.

Figura 14 – Local de coleta do Ponto 06 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

FONTE: Google Earth

O ponto 6 (Latitude: 5°46'19.34"S; Longitude: 37°48'13.16"O) está localizado próximo a uma ilha de pedras no meio da barragem. No local apenas algumas pessoas conseguem chegar com mais facilidade de canoa na maioria das vezes, realizando atividade de pesca acabam aproveitando para banhar-se.

Figura 15 – Local de coleta do Ponto 07 – Imagem por GPS

FONTE: Fotografia - Arthur Morais

FONTE: Google Earth

O ponto 7 (Latitude: 5°45'57.30"S; Longitude: 37°48'11.94"O) tem profundidade hoje de até 32 metros segundo AQUAPO, nele só tem acesso os pescadores e pesquisadores por ser um ponto que apresenta riscos as atividades de lazer. Encontra-se com a quantidade elevada de água com presença de fortes ventos.

3.3 TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

A água foi coletada sob a técnica manual de amostragem simples de maneira a retirar de cada ponto a quantidade necessária de amostra para analises propostas diretamente da barragem em frascos de vidro (Âmbar) de um litro cada identificados com a numeração de cada ponto (1,2,3,4,5,6 e 7), imergindo o frasco até uma profundidade aproximada de 20 a 30cm abaixo da superfície da água. Os recipientes utilizados foram previamente esterilizados, retirando-se a tampa apenas no local a ser colhido minimizando as possíveis contaminações na tentativa de evitar falsos resultados.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor com gelo para conservação e transporte até o Laboratório de Hidrogeoquímica Ambiental da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) em Mossoró/RN para análise Física de turbidez e sólidos totais e análise química pH, Nitrogênio e Fósforo; Laboratório de Microbiologia da UFERSA em Mossoró/RN para análise microbiológica de bactérias termotolerantes e Escherichia coli e para o Laboratório de Saneamento Ambiental do Instituto federal do Ceará – IFCE em Limoeiro do Norte/CE para análise química de Oxigênio Dissolvido (OD) e demanda Bioquímica de oxigênio (DBO). A temperatura era medida no momento da coleta.

Todas as análises realizadas em laboratório atendem às especificações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater* (APHA, 2005).

3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

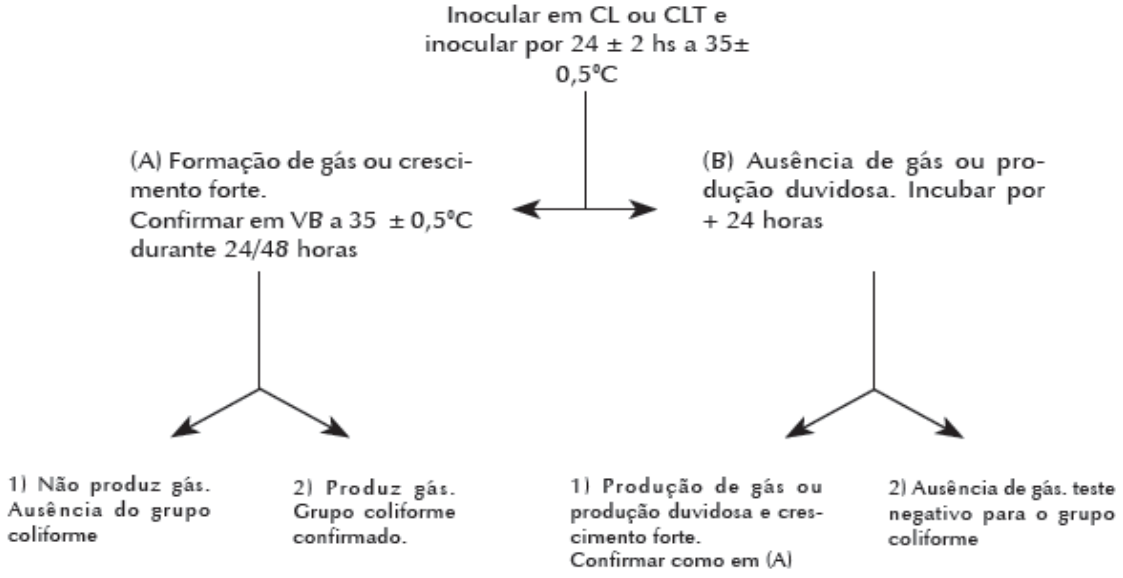
A avaliação da qualidade das águas foi realizada por meio de um programa de monitoramento de padrões Biológicos para o Índice de Balneabilidade (ID) e para os padrões físicos, químicos e biológicos dos recursos hídricos obteve-se o Índice de Qualidade das águas (IQA). Cada parâmetro foi identificado por um método específico para obtenção dos resultados almejados.

3.4.1 Índice de Balneabilidade – CONAMA

A avaliação dos recursos hídricos para as atividades de balneabilidade foi realizada dentro dos padrões da Resolução 274 de 29 de novembro de 2000. A coleta foi realizada durante seis meses para cumprir as exigências legais de acordo com o Art. 6º dessa mesma Resolução que diz ser obrigatoriamente realizada pelo menos, cinco amostras com intervalo mínimo de 24 horas entre as amostragens. Para esse índice foi calculado o Número mais Provável – NMP de bactérias termotolerantes em cada ponto coletado através da análise dos tubos múltiplos estabelecido pela FUNASA. Destacam-se a seguir o método utilizado para se chegar aos resultados. Figuras 16 e 17, respectivamente.

Figura 16: Etapas para se detectar a presença de Coliformes Termotolerantes em amostras de água.

Fases do teste – Expressão dos resultados
Nota:
CL = caldo lactosado
CLT = caldo lauril triptose
VB = verde brilhante bile a 2%



FONTE: FUNASA - http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/eng_analAgua.pdf

Caracterização do número mais provável da quantidade de Bactérias termotolerantes presentes na água, com base na sequência estabelecida pelo método empregado (Figura 17).

Figura 17: Número mais provável com limite de confiança de 95% para várias para várias combinações de resultados positivos para microbiologia, sendo utilizados 5 tubos para cada diluição (10ml, 1,0ml e 0,1ml).

Combinação de NMP/100ml positivos		Limites de Confiança 95%		Combinação de NMP/100mL positivos		Limites de Confiança 95%	
		Inferior	Superior			Inferior	Superior
0-0-0	< 1,8	-	6,8	4-0-3	25	9,8	70
0-0-1	1,8	0,090	6,8	4-1-0	17	6,0	40
0-1-0	1,8	0,090	6,9	4-1-1	21	6,8	42
0-1-1	3,6	0,70	10	4-1-2	26	9,8	70
0-2-0	3,7	0,70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5,5	1,8	15	4-2-0	22	6,8	50
0-3-0	5,6	1,8	15	4-2-1	26	9,8	70
1-0-0	2,0	0,10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4,0	0,70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6,0	1,8	15	4-3-0	27	9,9	70
1-1-0	4,0	0,71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6,1	1,8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8,1	3,4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6,1	1,8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8,2	3,4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8,3	3,4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3,5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3,5	22	5-0-0	23	6,8	70
2-0-0	4,5	0,79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6,8	1,8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9,1	3,4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6,8	1,8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9,2	3,4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4,1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9,3	3,4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4,1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5,9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4,1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5,9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5,9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7,8	2,1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3,5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5,6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3,5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5,6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6,0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5,7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6,8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6,8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6,8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6,8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9,8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6,8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9,8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9,8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4,1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5,9	36	5-5-5	> 1600	700	-
4-0-2	21	6,8	40	-	-	-	-

FONTE: CETESB: http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/pdf/L5406.pdf

Avaliação da qualidade das águas para balneabilidade de acordo com os resultados obtidos.

Quadro 02: Classificação das águas para balneabilidade, segundo limite de coliformes totais (Resolução CONAMA 274/2000). NMP: número mais provável.

CATEGORIA		Coliforme Termotolerante (UFC/100 mL)	*Escherichia coli* (UFC/100 mL)	Enterococos (UFC/100 mL)
PRÓPRIA	EXCELENTE	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 200 em 80% ou mais tempo	Máximo de 25 em 80% ou mais tempo
	MUITO BOA	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 400 em 80% ou mais tempo	Máximo de 50 em 80% ou mais tempo
	SATISFATÓRIA	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 800 em 80% ou mais tempo	Máximo de 100 em 80% ou mais tempo
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 800 em mais de 20% do tempo	Superior a 100 em mais de 20% do tempo
		Maior que 2.500 na última medição	Maior que 2.000 na última medição	Maior que 400 na última medição

FONTE: CETESB: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/20-evolucao-da-qualidade-das-praias

3.4.2 Índice de Qualidade das águas – CETESB

Foram analisados os nove parâmetros selecionados pela *National Sanitation Foundation* (NSF) e adotados no Brasil pela CETESB. Além do cálculo estabelecido para obter o índice de qualidade das águas, também foi realizada a análise individual dos parâmetros afim de estabelecer causas e consequências de cada alteração detectada a cada ponto coletado, uma vez que sabe-se do quão diferente são as atividades de balneabilidade proposta no estudo. Abaixo o método utilizado nas análises específicas de cada parâmetro e os padrões de normalidade.

Quadro 03 – Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos, métodos de análises e padrões de normalidade segundo a Resoluções CONAMA 274/00, 357/05 e 20/86 para águas doces de classe 2.

Parâmetros Físicos	**Método utilizado**	**Padrões de normalidade**
Temperatura	Termômetro de mercúrio	< 40º CONAMA 20/86 Para efluentes
Turbidez	Turbidímetro	Até 100 UNT CONAMA 357/05
Sólidos Dissolvidos Totais – SDT	A partir da Condutividade elétrica - Ce (condutivímetro) /1000 * 640	Até 500 mg/L CONAMA 357/05
Parâmetros Químicos	**Método utilizado**	**Padrões de normalidade**
pH	pHmetro	De 6,0 à 9,0 CONAMA 274/00

Oxigênio Dissolvido – OD	Método de Winkler modificado pela azida sódica	Não inferior a 5 mg/L (miligramas por litro) CONAMA 357/05
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO	DBO5 dias, 20Oc	Até 5 mg/L CONAMA 357/05
Nitrogênio	Espectrofotômetro UV-visível, ácido sulfônico	Nitrato - 10 mg/l N Nitrito - 1,0 mg/l N Nitrogênio amoniacal Total 13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5 CONAMA 357/05
Fósforo	Espectrofotômetro UV-visível, método do ácido ascórbico	0,1 mg/l P CONAMA 357/05
Parâmetros Biológicos	**Método utilizado**	**Padrões de normalidade**
Coliformes Termotolerantes	Método de Tubos Múltiplos (Número mais Provável – NMP)	Até 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano CONAMA 274/00

FONTE: CONAMA – Resoluções 274/00, 357/05 e 20/86.

Os dados obtidos foram tabulados e digitados em planilha eletrônica no Excel e produzidas gráficos indicando a classificação das águas da Barragem de Santa Cruz em comparação aos padrões estabelecidos pelos órgãos responsáveis de proteção dos recursos hídricos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

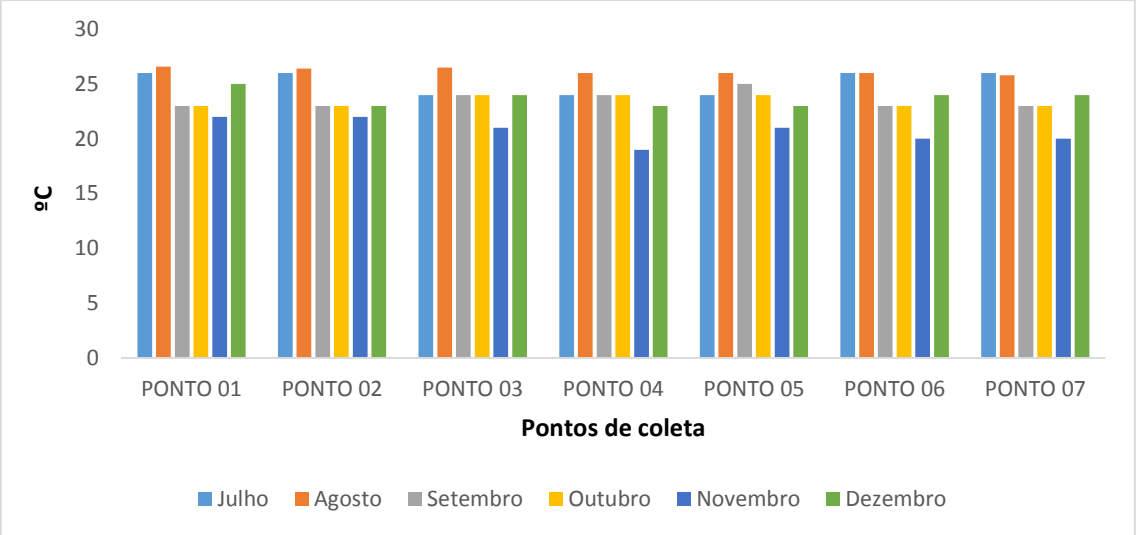
4.1 ÁNALISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

4.1.1 Temperatura

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 não há discussão sobre padrões de temperatura ideal para as condições de um balneário em barragens. Entretanto, no Art. 34, parágrafo 04 traz uma menção dos parâmetros aceitáveis de temperatura sendo ela inferior a 40 ºC apenas para o lançamento de efluentes em corpos d'água.

Na figura 18, pode-se observar que a temperatura se manteve condizente com padrões de qualidade admissíveis dos corpos hídricos, tanto indicados pela WHO como pela descrição do CONAMA, variando de 19 ºC em Novembro no Ponto 04 a 26,6 ºC em Agosto no Ponto 01 sem alterações que sinalizem situações preocupantes que ponha em risco a saúde da população banhista no local.

Figura 18 – Temperatura da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz



Fontes da pesquisa, 2014.

Os pontos analisados tiveram características aproximadas quando comparadas em cada mês de coleta e distintas quando observadas no mesmo ponto em meses variados, o que traz a certeza que as pequenas variações no mesmo mês de coleta são condizentes pela presença de ventos no local assim como banhistas que movimentam as águas. Os pontos coletados apresentaram-se com temperatura mais elevadas no mês de Agosto entre 25,8 a 26,6 ºC sendo

o maior resultado durante toda a pesquisa, exceto no ponto 07 que apresentou temperatura ainda maior no mês de Julho com 26 ºC. Já em relação às menores temperaturas o mês de Novembro destacou-se com variações de até 19 ºC no Ponto 04.

A temperatura das águas caracteriza-se pelo clima da região em específico o município de Apodi onde está localizada a barragem de Santa Cruz. A cidade tem um clima semiárido com baixa nebulosidade e elevadas temperaturas, com curtos e irregulares períodos de chuvas apresentando-se no ano de 2014 bem mais intenso do que os últimos anos classificando-se como época de seca na região. Por Julho e agosto estarem mais próximos aos meses que ainda apresentavam-se chuvas, esses tiveram elevadas temperaturas em relação aos outros. Em cidades tropicais tende-se a elevar a temperatura em períodos chuvosos.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014) a temperatura média anual do município de Apodi é de 27 ºC, sendo a mínima em média de 24 ºC e a máxima média de 34 ºC, podendo variar de acordo pela presença ou ausência de chuvas que especificam as duas estações da região. Nos últimos anos Março foi o período mais chuvoso, porém ainda quente, assim como os meses próximos a ele, como o mês de agosto (maior temperatura) em relação a novembro (menor temperatura).

Apesar do calor cada vez maior por causa da ausência de chuva na região, no lugar ainda se encontram fortes ventos que acabam diminuindo as estratificações térmicas pela movimentação do corpo hídrico, assim a água da barragem fica com uma temperatura menor que a apresentada fora dela.

Essa, pode ser influenciada por diversos fatores como a sazonalidade que traz características bem peculiares de cada época do ano, dependendo também da profundidade e altitude em que o corpo d'água se encontre. Além disso a água pode variar de temperatura por causa de dejetos industriais ou grandes quantidades de lixo deixado por pessoas ao usufruir dessa.

O meio ambiente no que diz respeito aos meios aquáticos brasileiros apresentam, em geral, temperaturas na faixa de 20 ºC a 30 ºC. Entretanto, em regiões mais frias, como no sul do país, a temperatura da água em períodos de inverno pode baixar a valores entre 5 ºC e 15 ºC, atingindo, em alguns casos, até o ponto de congelamento (BRASIL, 2014).

Por ser determinante na manutenção ecológica no meio ambiente a variação da temperatura tem sua importância na percepção das análises da qualidade das águas. Tal parâmetro tem influência no que diz respeito as reações físicas, aos processos químicos e

biológicos que de certa forma possa atingir seres aquáticos e afetarem na vida desses, sinalizando alterações significativas para aquele corpo hídrico.

A retenção de calor em corpos hídricos está relacionada com fatores que influenciam a sua distribuição em sistemas aquáticos, dentre eles as correntes, as perdas e ganhos de água em um mesmo reservatório, o trabalho físico realizado pela energia dos ventos, a morfometria do corpo d'água, etc. O que resulta em padrões de sucessão termal e estratificação que influenciam de forma específica e necessária os ciclos biogeoquímicos, os quais controlam por sua vez a produção e a decomposição em sistemas aquáticos (CHAPRA, 1997 Apud ALCÂNTARA E STECH, 2011).

A prática de atividades de recreação na água na maioria das vezes pode expor o banhista a temperaturas que cheguem a comprometer sua saúde, principalmente quando realizadas ao ar livre. O contato com água fria menor que 15 ºC pode causar choque térmico proporcionando ataque cardíaco e/ou acidente vascular encefálico (AVE) assim como afetar a habilidade nadadora potencializando riscos de afogamento, além da probabilidade de arrefecimento progressivo dos músculos e articulações, resultando em tremores e rigidez dos membros expostos com sérios quadros de hipotermia (WHO, 2003 apud LOPES et al 2012).

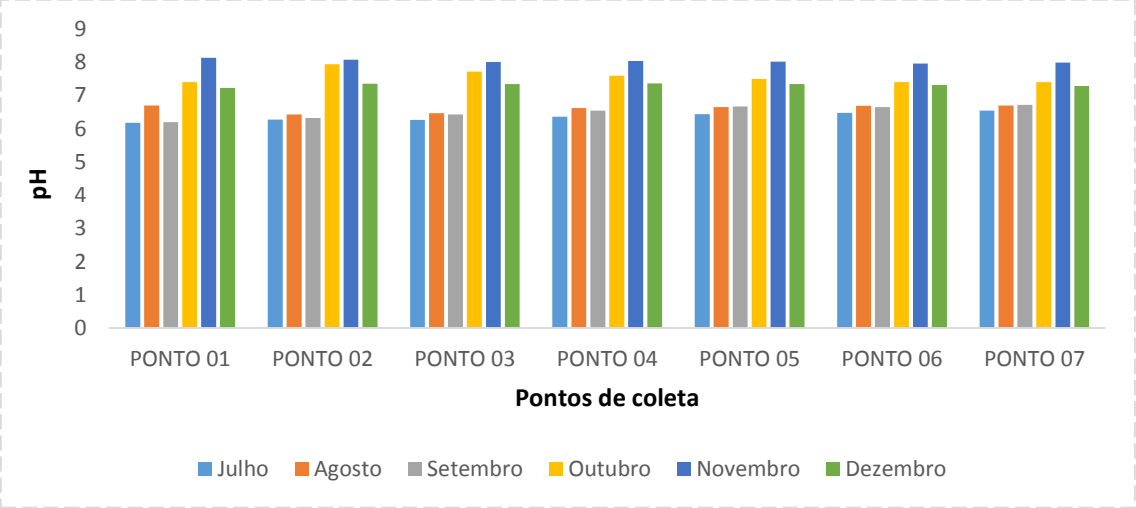
Já sobre a exposição a água com temperatura acima de 34º C pode causar exaustão e fazer com que o banhista perca os sentidos quando em contato prolongado podendo causar afogamento ou mesmo irritação da pele. Com base na WHO (2003) uma temperatura entre 20 e 28 ºC apresentando condições boas de ar, umidade, velocidade do vento e fluxos de radiações é favoravelmente confortável ao ser humano, como é o caso da área estudada, entendendo, claro que isso pode variar de pessoa a pessoa. (LOPES et al 2012)

4.1.2 Potencial hidrogeniônico – pH

Em relação aos resultados obtidos os valores de pH em todos os pontos de coleta não excederam o limite máximo e mínimo exigido pela resolução, inclusive em cada coleta realizada os resultados ficaram bem aproximados quando observados os sete pontos propostos, apresentando variações quando equiparados de um mês ao outro. De acordo com a figura 19 observa-se que existe uma disparidade entre as amostras de Julho, Agosto e Setembro em relação aos meses de Outubro Novembro e Dezembro. Para os Primeiros 3 meses tem-se uma variação de pH de 6,18 no Ponto 01 em Julho a 6,72 no Ponto 07 em setembro, em relação aos últimos 3 meses que apresentam-se com pH entre 7,23 em Dezembro a 8,14 em Novembro no

mesmo ponto, 01. É importante mencionar também que as variações de extremidades aconteceram em sua maioria no ponto 01.

Figura 19 – Potencial hidrogeniônico (pH) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

Os corpos d'água que registram baixos indicadores de pH são conhecidas como águas ácidas, enquanto àquelas que apresentam maiores indicadores de pH são conhecidas como águas básicas. O pH indicado pelo CONAMA é de 6,0 a 9,0 para balneabilidade, podendo variar em períodos de chuva e secas ou mesmo de acordo com os períodos da manhã, tarde e noite. Normalmente seus valores são mais baixos nas primeiras horas do dia, aumentando durante a tarde e tornando a diminuir durante a noite, podendo variar de local a local ou mesmo de acordo com a situação em que o recurso natural se apresenta, presença de poluição, presença de metais pesados, etc. Valores ácidos podem diminuir o crescimento e a sobrevivência dos organismos aquáticos, além de aumentar os riscos de enfermidades. (BOYD, 2013).

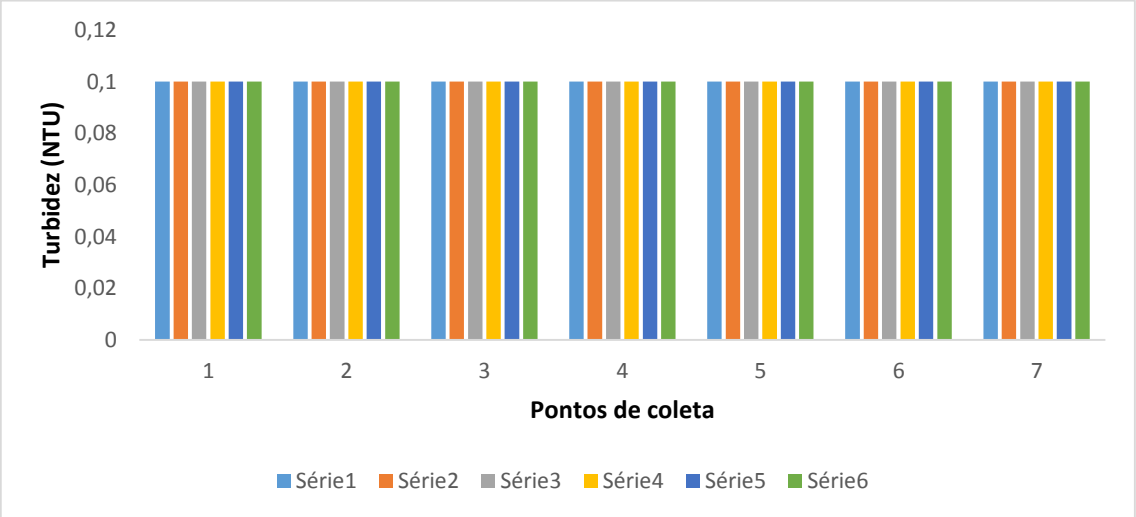
Dalmagro et al afirmam que existe uma variabilidade ao longo dos ciclos hidrológicos que caracterizam concentrações maiores de H+ nos períodos de cheia, dessa forma, influenciando nos valores de pH baixos e consequentemente mais ácidos, por causa da presença de água com pH próximo de 6 proveniente da chuva, influenciando nas variações do corpo hídrico da barragem. Em épocas de seca o evento ocorre ao inverso. Na realidade da região onde a Barragem de Santa Cruz está localizada tem-se caracterizado com estiagens prolongadas a cada dia. A ausência de chuvas aumentou o pH da água, sendo que nos três últimos meses com algum tempo menos chuvoso aparece um aumento considerado significativo.

Entretanto o banho em corpos hídricos com pH alterado não é considerado um agravo tão prejudicial à saúde humana uma vez que as irritações dos olhos, ouvido, garganta e nariz por motivos de contato direto podem ser reversíveis logo após a lavagem com água de pH próximo a neutralidade admissível pelo CONAMA que para o homem seria de 6,5 a 8,5 (LOPES, 2012).

4.1.3 Turbidez

O CONAMA traz em sua resolução nº 357/05 que considera as barragens como águas de padrões de classe 2 com limite de até 100 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez). Como mostra a figura 20 todos os resultados encontrados na água da barragem nos pontos 1,2,3,4,5,6 e 7 apresentam-se com valores bem abaixo do exigido com apenas 0,1 NTU definindo o corpo d'água limpo e de visibilidade boa para banho. No caso de reservatórios como é o caso da barragem onde a velocidade de escoamento da água é menor consequentemente mais lenta, a turbidez tende a ser bastante baixa. (PIZATO, 2011).

Figura 20 – Turbidez da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz



Fontes da pesquisa, 2014.

A preocupação e a necessidade da transparência das águas se dá pelo fato em se tratar de lugares com aglomerações de banhistas ao mesmo tempo, esses correm riscos oriundos de mergulhos em áreas naturais com inúmeros acidentes por choques em rochas e/ou quaisquer acidentes, por causa da dificuldade na visualização de anteparos. Com base nas diretrizes para a qualidade da água recreativa canadense (2012, p. 99) em análises de qualidade de águas

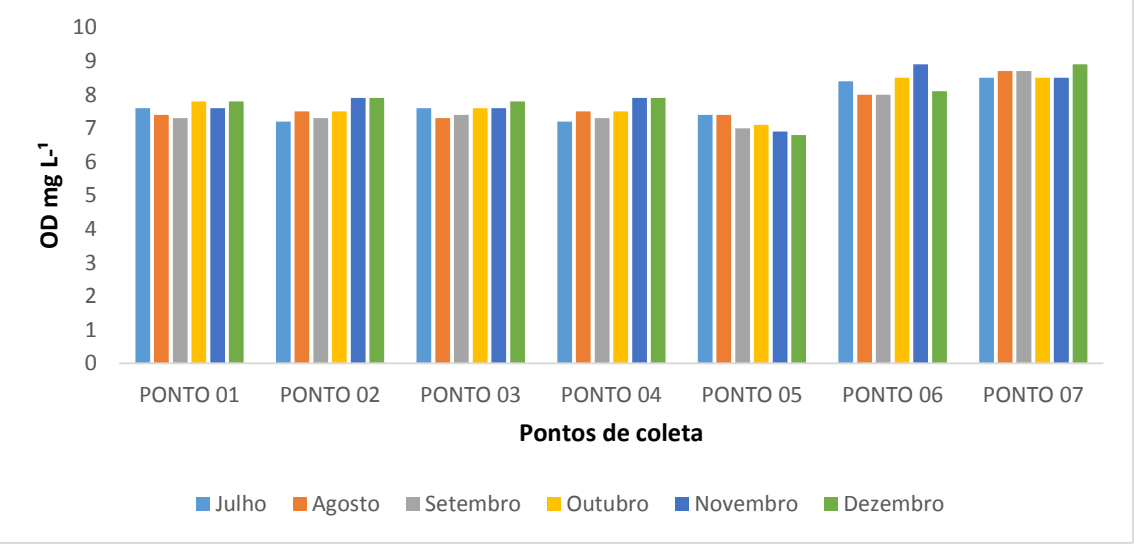
recreacionais deve-se ser exigido a visibilidade mínima de 1,2 m para balneabilidade, um parâmetro também utilizado aqui no Brasil.

A turbidez pode aumentar quando a barragem recebe lançamentos de esgotos industrias ou domésticos o que significa aumento de organismos patogênicos e ainda quando existem muita erosão no local por fragmentos de rochas, por exemplo levando em consideração também a estética do local. Dessa forma ver-se um requisito significativo a ser analisado pela Portaria MS nº. 2914/2011, que trata a turbidez como parâmetro sanitário e determina valores diferentes para situações distintas (BRASIL, 2014).

4.1.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

Como pode ser observado (figura 21) o Oxigênio Dissolvido (OD) apresenta-se no ponto 01 com um mínimo de 7,3 mg L^{-1} em setembro à 7,8 mg L^{-1} nos meses de outubro e dezembro; no ponto 02 com 7,2 mg L^{-1} no mês de julho à 7,9 mg L^{-1} em novembro e dezembro; o ponto 03 variou entre os padrões de 7,3 mg L^{-1} em agosto e 7,8 mg L^{-1} no mês de dezembro; o ponto 04 teve um teor de 7,2 mg L^{-1} no mês de junho à 7,9 mg L^{-1} nos meses de novembro e dezembro; no ponto 05 obteve-se dados entre 6,8 mg L^{-1} em dezembro e 7,4 mg L^{-1} julho e agosto; o ponto 06 apresentou dados de 8,0 mg L^{-1} nos meses de agosto e setembro à 8,9 mg L^{-1}no mês de novembro e o ponto 07 obteve resultados de 8,5 mg L^{-1} nos meses de julho, outubro e novembro à 8,9 mg L^{-1} em dezembro.

Figura 21 – Oxigênio Dissolvido (OD) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

Considerando a caracterização das águas da barragem como de categoria específica da classe 2, conforme Resolução do CONAMA no 357 de 2005 (BRASIL, 2005), a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em qualquer uma das amostras não deve ser inferior a 5 mg L^{-1} para ser consideradas amostras de boa qualidade.

Sobre Oxigênio Dissolvido (OD) apresenta-se em todos os pontos estabelecidos na coleta dentro dos padrões de normalidade, apesar da grande quantidade de banhistas e pelas condutas desses em suas atividades de recreação.

Em relação as coletas têm-se que os pontos 06 e 07 apresentaram resultados maiores de OD por se tratar de pontos com grande quantidade de água sem muita intervenção antrópica capaz de alterá-los. Já os outros pontos obtiveram dados bem equiparados quando relacionados, chamando atenção para o ponto 05 que trouxe o menor índice, resultado associado a grande quantidade de banhistas e pela água parada nos dias que não existe atividade, Entretanto, tem-se a percepção que ainda é uma variação considerada normal quando se fala em qualidade das águas, talvez por existir atividades recreacionais em dias variados e não cotidianamente, o que daria para a própria natureza repor os padrões normais de oxigênio.

Chama-se atenção também ao ponto 03 que, apesar do uso indiscriminado para atividades de recreação existe uma saída de água da parte montante (comportas) exatamente próximo ao ponto fazendo com que correntes fortes movimentem a água e aconteça o processo de reaeração, sendo esse um fenômeno natural de reposição de oxigênio dissolvido em corpos d'água (VIEIRA et al 2012)

A reposição de oxigênio superficial em uma cascata sem intervenções antrópicas é maior do que a de um rio de velocidade normal em condições naturais, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa no caso de uma barragem, com a velocidade normalmente bastante baixa (CETESB, 2012).

As águas poluídas são aquelas que apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido uma vez que há menos produção e mais consumo devido a decomposição de compostos orgânicos, enquanto que as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas.

Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê – CBH-SMT (2014) existem também alguns protozoários que, além de decompositores, podem consumir bactérias e clarificar as águas permitindo a penetração de luz, acontecendo assim a fotossíntese. Sob esse aspecto, não se deve considerar qualidade em corpos hídricos apenas com dados de

um parâmetro, uma vez que pode estar alterado por razões que a própria natureza apresenta levando a outros resultados que não sejam reais.

Entretanto, qualquer parâmetro deve ser aceito como indicativo de poluições presentes na água, podendo ser avaliado junto aos outros dados coletados. Sperling (2007) apud Moretto, 2011 diz que o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

O oxigênio Dissolvido (OD) é essencial para manutenção de vidas aquáticas aeróbicas em todos os tipos de mananciais (CETESB, 2007) e consequentemente sinaliza as condições reais de um recurso hídrico. Um corpo d'água que apresente diminuição de peixes, algas flutuantes, crostas verdes na superfície além de danos aos seres vivos presentes na água podem indicar más condições de banho para uso recreacional.

Ainda, de acordo com os dados da CETESB (2012) o OD é responsável também pela manutenção da autodepuração em recursos naturais aquáticos e tratamento de esgotos. Quando se mede teor de oxigênio dissolvido tem-se a oportunidade de avaliar os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica.

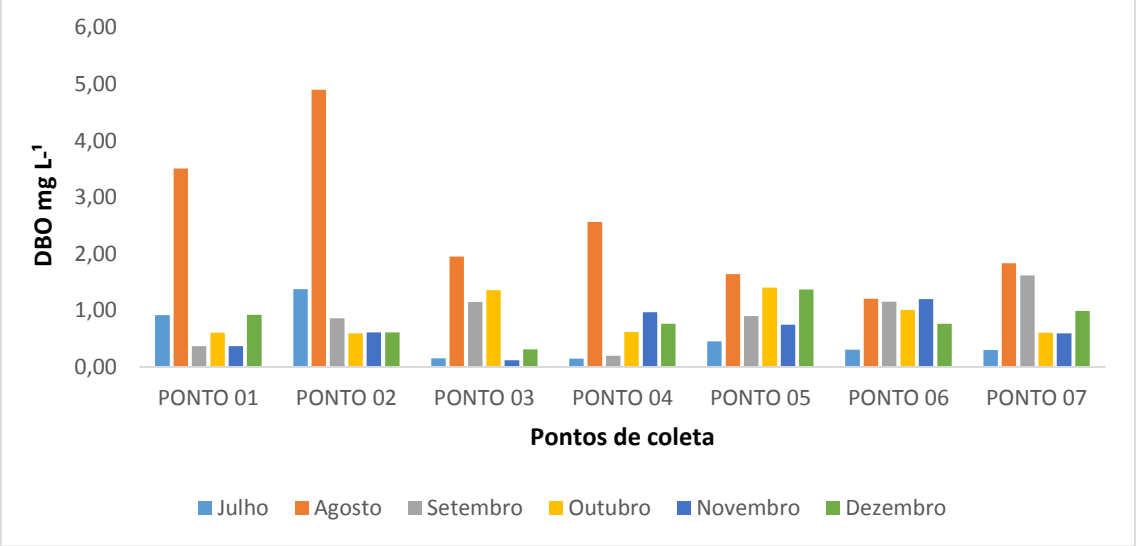
4.1.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para o parâmetro apresentado tem-se o ponto 01 tem uma variação de 0,37 mg L^{-1} nos meses de setembro e novembro à 3,51 mg L^{-1} no mês de agosto; o ponto 02 variou entre 0,61 mg L^{-1} em novembro à 4,90 mg L^{-1} em agosto; o ponto 03 apresentou números de 0,12 mg L^{-1} no mês de novembro à 1,95 mg L^{-1} em agosto; o ponto 04 obteve números de 0,15 mg L^{-1} em julho à 2,56 mg L^{-1} no mês de agosto; o ponto 05 estava com 0,46 mg L^{-1} no mês julho à 1,64 mg L^{-1} no mês de agosto; o ponto 06 apresentou variação entre 0,31 mg L^{-1} no mês de julho e 1,20 mg L^{-1} que coincidiu nos meses de agosto e novembro e o ponto 07 variou entre 0,30 mg L^{-1} no mês de julho e 1,8 mg L^{-1} no mês de agosto.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 os valores de DBO em ambientes naturais dentro dos padrões de normalidade é de até 5 mg L^{-1}. Quanto maior for o resultado de DBO em um corpo d'água maior será a poluição provocada por despejos de origem predominantemente orgânicos. Sendo assim, coletas consideradas acima de 5 mg L^{-1} são classificadas como água de má qualidade, estando ela apresentando níveis de poluição.

Todos os pontos coletados apresentam, como mostra a figura 22, resultados satisfatórios de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecendo padrões dentro dos limites permitidos pela resolução, o que justifica a barragem não ter efluentes significativos que venham alterar a quantidade de oxigênio suficiente para a manutenção da sobrevida aquática e a qualidade das águas para fins de recreação. Não existe uma explicação coerente para os pontos de coleta terem apresentado uma variação maior no mês de agosto, podendo apenas ser associado a pessoas em atividades de lazer no local no dia da coleta, uma vez que são resultados dentro do esperado.

Figura 22 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBD) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

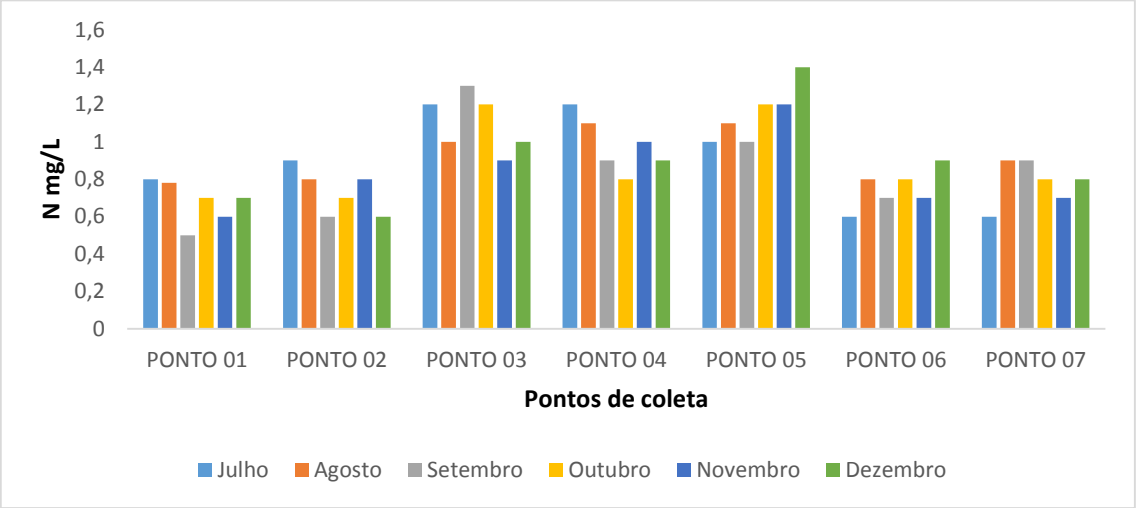
Mesmo todos os resultados estando dentro do limite permitido pela resolução, é notória a diferença dos resultados do mês de agosto em relação aos outros pontos. Isso porque todos os pontos amostrais apresentaram seu maior índice nesse mês.

Uma gama de atividades humanas pode afetar a qualidade da água além do lançamento direto de efluentes domésticos não ou parcialmente tratados em sistemas aquáticos onde as pessoas desenvolvendo comportamentos desorganizados ao usufruir das águas vem causando impactos destas atividades sobre sua qualidade. A questão da poluição difusa nas grandes áreas de recreação dar-se pelo fato da não responsabilidade ambiental e representa uma carga poluente significativa tendo relação direta com os problemas ambientais mais atuais. (ANA, 2011)

Para esgotos tratados, é considerada ainda uma remoção de 60% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no tratamento secundário, para cidades com até 100 mil habitantes, e de 80% em cidades acima de 100 mil habitantes. (ANA 2005; CETESB 2011)

4.1.6 Nitrogênio e Fósforo

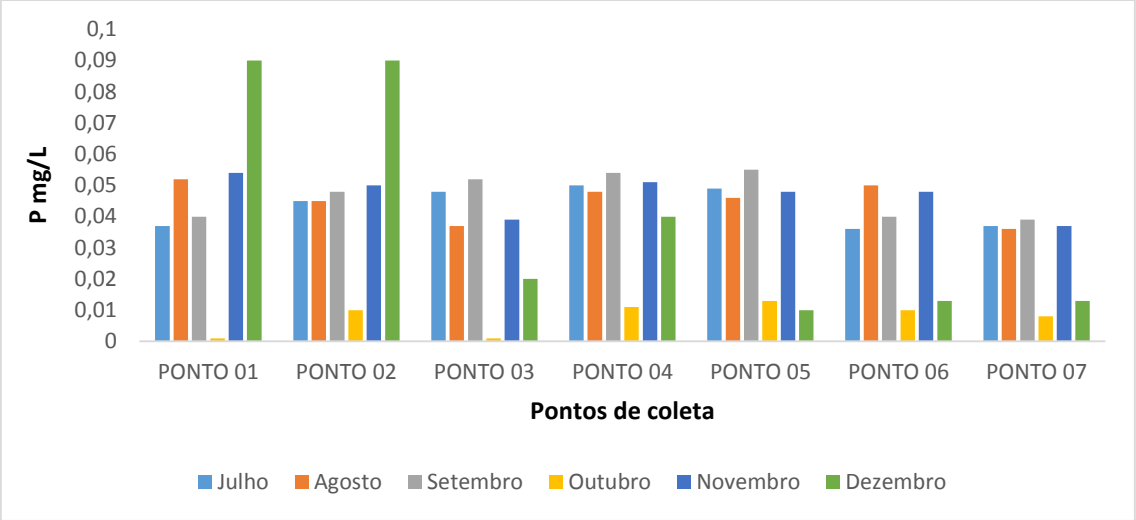
Figura 23 – Nitrogênio da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

Quanto ao nitrogênio o Ponto 01 apresentou um resultado de 0,5 mg/L em setembro à 0,7 mg/L em outubro e Dezembro; o ponto 02 de 0,6 mg/L nos meses de setembro e dezembro à 0,9 mg/L no mês de julho; o ponto 03 entre 0,9 mg/L em novembro e 1,0 mg/L agosto e dezembro; o ponto 04 variou de 0,8 mg/L outubro à 1,2 mg/L no mês de julho; o ponto 05 apresentou resultado de 1,0 mg/L em julho a setembro à 1,2 mg/L em outubro e novembro; o ponto 06 mg/L variando entre 0,6 mg/L em julho à 0,9 mg/L em dezembro e no ponto 07 de 0,6 mg/L à 0,9 mg/L nos meses de agosto e setembro.

Figura 24 – Fósforo Total da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz



Fontes da pesquisa, 2014.

Como pode ser observado Fósforo apresenta-se no ponto 01 com um mínimo de 0,001 mg/L no mês de outubro à 0,054 mg/L em novembro; no ponto 02 com 0,01 mg/L em outubro à 0,09 mg/L no mês de dezembro; o ponto 03 variou entre os padrões de 0,01 mg/L no mês de outubro e 0,052 mg/L em setembro; o ponto 04 teve um teor de 0,011 mg/L no mês de outubro à 0,054 mg/L no mês de setembro; no ponto 05 obteve-se dados entre 0,01 mg/L em dezembro e 0,055 mg/L em setembro; o ponto 06 apresentou dados de 0,01 no mês de outubro à 0,05 mg/L no mês de agosto e o ponto 07 obteve resultados de 0,008 mg/L no mês de outubro à 0,039 mg/L em setembro.

De acordo com os resultados expostos nas figuras 23 e 24 tem-se os parâmetros de Nitrogênio e Fósforo respectivamente com dados dentro dos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, que é de Nitrogênio com Nitrato de até 10 mg/L e Nitrito de até 1,0 mg/L não estabelecendo números para padrão total; e de Fósforo com limite de 0,1 mg/L.

O nitrogênio e o fósforo são compostos necessários para a sobrevivência das células vivas que caracterizado por macronutrientes possibilita o crescimento dos seres vivos que o utiliza, como por exemplo as algas (ARAÚJO, 2012). A eutrofização, causado pela concentração de algas em um corpo hídrico traz prejuízos significativos as águas destinadas as atividades de recreação, sendo afetado por mortandade dos peixes e decomposição. (CETESB, 2012)

Sendo considerado um problema que ocorre em vários corpos d'água localizados no Brasil. Trindade e Mendonça (2014) mostram que apesar do fenômeno ser considerado como natural, esse é cada vez mais intensificado por ações antrópicas.

Na barragem por ser uma represa não se percebe presença de algas significativas no corpo d'agua o que comprova os dados encontrados durante as análises em todos os pontos coletados. Mesmo sendo um reservatório aquático em específico considerado ambiente lêntico, com a situação das estiagens que vem assolando os últimos meses as comportas estão sempre abertas em seu máximo para que a água dê suporte na região sem presença de chuva, além de diminuir a pressão do reservatório, permitindo a movimentação das águas com mais intensidade que o normal alterando a quantidade de nutrientes produzidos em excesso no meio ambiente ao passa-los de um lugar para o outro sem dá condições de produção exagerada de algas no lugar.

Algumas algas como as cianobactérias muito comuns no meio ambiente podem produzir toxinas prejudiciais a sobrevida dos animais domésticos e selvagens e até mesmo à saúde de seres humanos que ingerem ou que mantenham contato com águas que se apresentem com altos níveis de algas. O excesso de nutrientes provoca contaminação dos corpos hídricos e acidificam os ecossistemas de água doce, causando grandes impactos para biodiversidade no meio natural (BRASIL, 2012).

Segundo Backer et al (2009) os aerossóis são compostos que podem ser gerados em corpos hídricos pela produção de toxinas dessas bactérias, tornando a inalação uma via potencial de contaminação, podendo trazer sérias consequências na saúde dos banhistas como hepatotoxicidade aguda, neurotoxicidade, assim como sintomas gastrintestinais, respiratórios, dermatológicos e reações alérgicas.

De acordo Jardim et al 2011 o fósforo naturalmente é bem baixo ou até escasso em corpos hídricos, porém várias atividades humanas conduzem ao aporte de fósforo nas águas. O aumento da concentração de fósforo e Nitrogênio pode alterar densidade de cianobactérias aumentando sua quantidade em recursos naturais. O Fósforo e o nitrogênio podem ser fixados da atmosfera pela maioria das espécies de alguns agentes patogênicos, dessa forma suas elevações na água tornou-se uma preocupação constante para não causar danos à população que dela usufrui.

A eutrofização nas águas ocorre principalmente em reservatórios que são ambientes lênticos, onde suas condições ambientais resultam em maior intensidade que em ambientes

lóticos, por apresentarem elevadas velocidades das águas acabam dificultando a acontecimento ou o desenvolvimento exacerbado desse processo (TRINDADE E MENDONÇA, 2014).

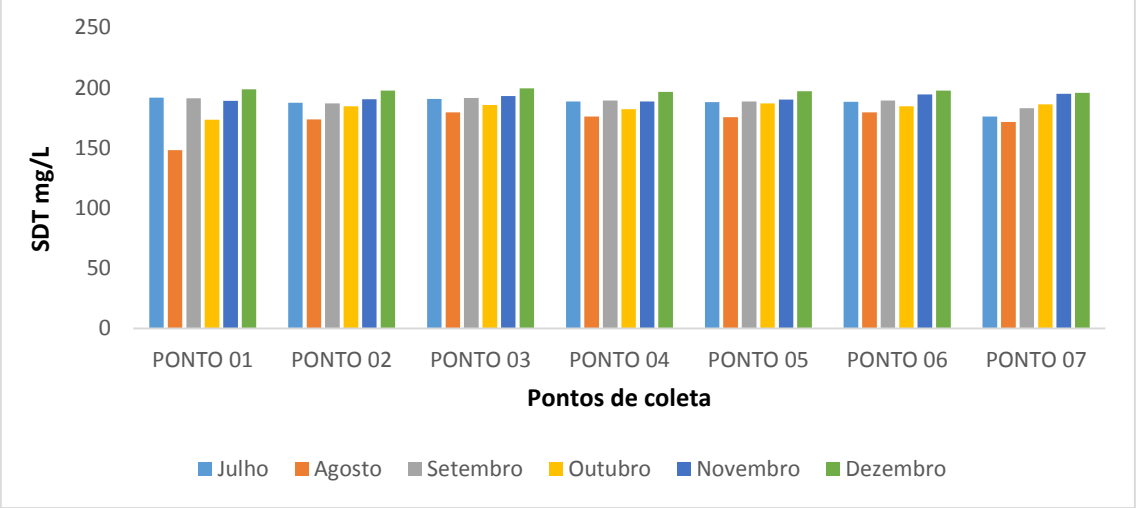
O crescimento de algas pode ocorrer no reservatório e no canal imediatamente a jusante das barragens, devido à carga de nutrientes dos lançamentos do reservatório. Podendo diminuir significativamente pelos processos de autopurificação (WCD, 2012).

4.1.7 Sólidos dissolvidos Totais (SDT)

Como pode ser observado os dados apresentam-se no ponto 01 com um mínimo de 148 mg/L em agosto (sendo esse o menor resultado de todas as coletas) à 199 mg/L no mês de dezembro; no ponto 02 com 174 mg/L no mês de agosto à 198 mg/L em dezembro; o ponto 03 variou entre os padrões de 186 mg/L em agosto e 200 mg/L no mês de dezembro (sendo esse o maior resultado de todas as coletas); o ponto 04 teve um teor de 176 mg/L no mês de agosto à 197 mg/L no mês de dezembro; no ponto 05 obteve-se dados entre 176 mg/L em agosto e 197 mg/L em dezembro; o ponto 06 apresentou dados de 180 mg/L no mês de agosto à 198 no mês de dezembro e o ponto 07 obteve resultados de 172 mg/L no mês de agosto à 196 mg/L no mês de dezembro.

Segundo o CONAMA, Resolução 357/05 SDT podem ser prejudiciais quando elevados na água, não podendo exceder o valor de até 500 mg/L, variando em sua maioria em condições de balneabilidade, sendo caracterizado junto aos outros parâmetros estabelecidos pelo conselho do meio ambiente para se ter resultados mais fidedignos dos padrões de qualidade das águas, porém separado pode significar alterações do meio por alguma poluição ou contaminação do meio natural.

Figura 25 – Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz



Fontes da pesquisa, 2014.

Com base nas coletas, chama-se atenção ao mês de dezembro que apresentou em todos os resultados maiores números que o restante. O mês de agosto se destacando com os menores números em todos os pontos coletados. Segundo Brasil (2014) a entrada e a permanência de sólidos em recursos hídricos pode ocorrer de forma natural através dos processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou antropogênicos pelo lançamento de lixo e esgotos nos locais de banho. O que talvez possa ter influenciado o aumento de pessoas no local em atividade de lazer nos feriados, como no final do ano.

O aumento de SDT na água reflete possíveis lançamentos de esgotos e uso inadequado de pessoas do local com índices elevados de poluição, além de afetar a qualidade organoléptica da água, ou seja, quando há alteração do sabor, o odor, ou até mesmo a cor das águas (BRASIL, 2014). Com base percebe-se que a barragem se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela resolução vigente.

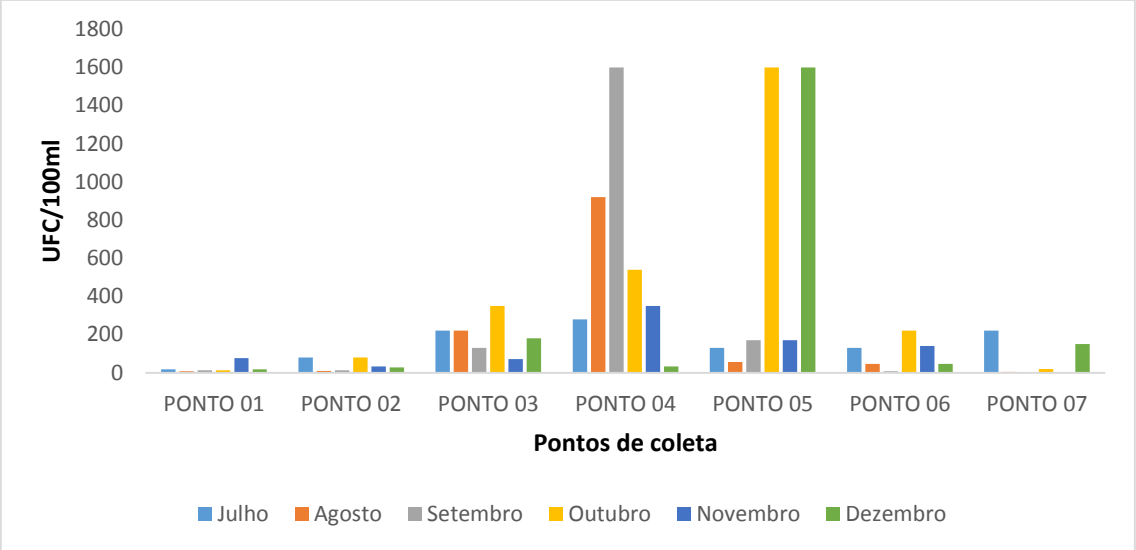
Para o meio ambiente, em específico os recursos hídricos além de causar mortandades significativas aos seres aquáticos, podem reter bactérias e resíduos orgânicos em várias camadas de um reservatório proporcionando decomposição anaeróbia, sendo caracterizado também pelo sabor da água. (CETESB, 2009).

4.1.8 Coliformes Totais e Termotolerantes

Pode-se observar na figura 26 que resultados apresentam-se com maior intensidade no ponto 03 variando de 7,2x10-¹ NMP/100ml no mês de novembro à 3,5x10-² NMP/100ml em

outubro, no ponto 04 com resultados de 3,3x10-¹ NMP/100ml em dezembro e 1,6x10-³ NMP/100ml no mês de setembro e no ponto 05 apresentando-se com variações entre 5,6x10-¹ NMP/100ml no mês de agosto à 1,6x10-³ NMP/100ml nos meses de outubro e dezembro.

Figura 26 – Coliformes Totais da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



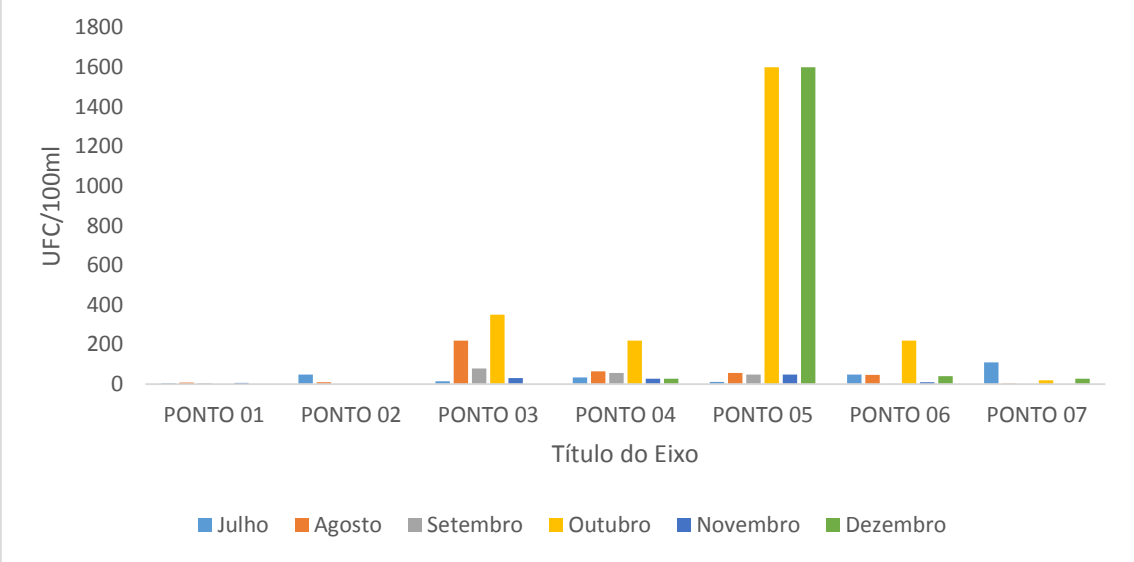
Fontes da pesquisa, 2014.

É importante mencionar que os três pontos se localizam na jusante da barragem onde as atividades de recreação, lavagem de transportes e pastagem de animais são permitidos, o que leva a crer que as atividades realizadas de maneira desorganizadas influenciam no aparecimento e sobrevida dos coliformes.

Em relação ao ponto 07, esse apresentou o maior e o menor resultado quando analisado junto aos pontos 01, 02 e 06 com amostras de 0 (zero) NMP/100ml nos meses de setembro e novembro e 2,2x10-² NMP/100ml no mês de julho. Esses estão localizados na montante da barragem.

Quanto aos níveis de coliformes termotolerantes alguns pontos excederam o limite de 1,0x10-³ de NMP/100ml em algumas amostras estabelecido para corpos d'água de classe 2 de acordo com a resolução CONAMA 274/2000 e 357/2005 como mostra a figura 27.

Figura 27 - Coliformes Termotolerantes da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

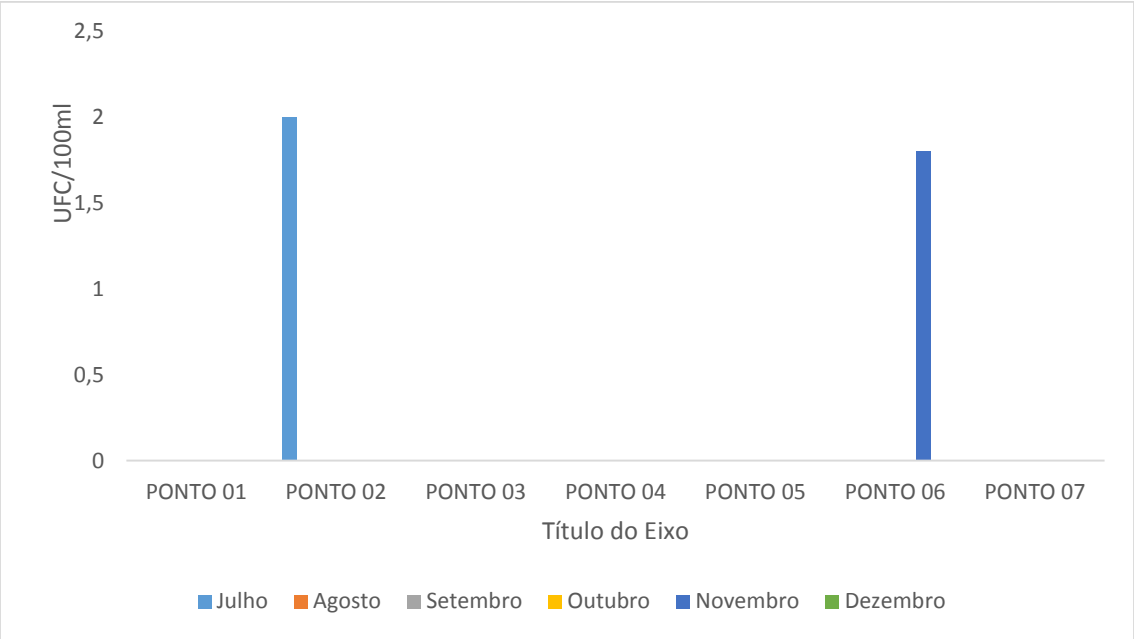
Observa-se no ponto 05 (Figura 27) valores alterados acima do limite desejado. O local é o mais frequentado por banhistas, nele famílias desenvolvem atividades de lazer sem nenhuma regra a ser seguida, deixam lixo no lugar, tomam banho com vestimenta e de qualquer forma, lavam seus transportes, além de animais domésticos que se alimentam dos restos de comida com presença de fezes próximo a água.

Destaca-se também, os meses de outubro e dezembro como meses em que a frequência dos banhistas aumentou e consequentemente aumentaram as contaminações do recurso natural. Os pontos 04 e 06 na figura 27 apesar de não passarem do limite exigido apresentaram ainda em outubro quantidades maiores que os outros meses (2,2x10-² NMP/100ml), chamando atenção para o ponto 03 que alterou seus valores no mês de outubro para 3,5x10-² NMP/100ml quantidade considerada alta para condições de banho se levado em consideração o resultado isolado. Não se deve mencionar diferença entre períodos chuvosos e secos nessa pesquisa para coliformes com tanta precisão uma vez que em todo tempo de execução das coletas as chuvas eram bem menos presentes que o esperado e não trouxeram mudanças nos resultados tão significativas.

Os dados exibidos na figura 28 mostram que a presença de *Escherícha coli* no ponto 02 com 2,0 NMP/100ml e no ponto 06 com 1,8 NMP/100ml nos meses de julho e novembro respectivamente, o que não interfere na classificação das águas por se tratar apenas de 20% de sua total coleta e mesmo assim não excede o limite permitido pelo CONAMA de 2,0x10-²

NMP/100ml para *Escherichia coli*, porém existe bactérias do tipo no local que poderá aumentar em quantidades significativas por ações antrópicas.

Figura 28 – *Escherichia coli* (E.C.) da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz.



Fontes da pesquisa, 2014.

Corpos d'água destinados a recreação podem estar contaminadas com material fecal oriundas de esgotos sanitários, escoamento de águas pluviais de áreas urbanas ou rurais, animais selvagens ou domésticos e até mesmo com o derramamento de fezes pelos próprios nadadores.

Segundo Richter (2009) apesar dos microrganismos serem considerados de extrema importância para o controle da qualidade dos mananciais, é importante que haja uma compreensão de que existirão aqueles ainda benéficos presentes naturalmente no meio ambiente adaptados ao convívio sem causar nenhum mal aos banhistas especialmente na autodepuração de um corpo hídrico. Entretanto, o autor refere-se também àquelas de alto grau de patogenicidade que em meio aos outros acabam infectando as pessoas que ali estão. Normalmente tais bactérias alteram o sabor e provocam odores fortes onde são perceptíveis durante as atividades de lazer. O monitoramento dos seres vivos de maior interesse no tratamento de água são as bactérias, vírus, protozoários vermes e algas, apesar de existirem outros que são necessários para tais condições.

Para os coliformes termotolerantes, esses aumentam em período chuvoso e ficam mais concentrados devido a poluições difusas do local. A criação de gado bovino e suíno representa a principal fonte de material fecal e ureia que é carreado para a barragem durante os períodos

de chuva estiagem ou seca afetando, respectivamente, a concentração de coliforme termotolerantes e pH da água nos pontos monitorados (MORAIS E SILVA, 2012).

Coliformes termotolerantes está caracterizado no subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2 ºC em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2004, p. 02).

Diretrizes para a qualidade da água recreativa canadense em sua terceira edição (2010) faz a menção de pesquisas e afirmam que doenças respiratórias e gastrointestinais têm aparecido em nadadores, como resultado de tal contaminação. Há muitos anos, bactérias e seus grupos coliformes termotolerantes, antes conhecidos como coliformes fecais, em destaque a *Escheríchia coli* (E. coli) e a enterococos fecais, sendo a primeira analisada nesse estudo (Figura 28), tem sido utilizada para sinalizar a presença de microrganismos patogênicos capazes de transmitir doenças de veiculação hídrica trazendo características da qualidade da água para banho. Atualmente são considerados os melhores indicadores de contaminação fecal nas águas de recreio.

Agentes patogênicos normalmente estão presentes em níveis baixos mesmo em regiões endêmicas e são desigualmente distribuídos em águas destinadas a recreação, e acabam desenvolvendo surtos de doenças as pessoas da região que desfrutam da água. A ausência de um microrganismo em uma análise não isenta a presença desse em outro ponto do balneário, muito menos significa que outros patógenos entéricos não possam estar presentes. (HEALTH CANADA, 2010)

As bactérias patogênicas são liberadas pelo homem e animal através de suas fezes, o que faz com que números se elevem no ambiente aquático quando não existe um controle da situação para o acumulo dos dejetos nos recursos naturais. Dessa forma sugerindo a presença de agentes causadores de doenças entéricas.

As patogenias consideradas transmissíveis aos animais domésticos, principalmente em aves, bovinos e suínos, representam fatores importantes à economia e à saúde pública em todas as esferas do governo, pois além de acarretar prejuízos econômicos e sociais, quando elevados, muitos dos seus agentes causais podem ser transmitidos ao homem causando sérias doenças oriundas da água.

Dorevitch *et al*. (2011) afirmam que as pessoas em suas práticas de recreação conseguem ingerir cerca de 10 a 11 ml de água ao desenvolver atividades de contato primário, enquanto que os de contato secundário como esqui, pesca, barco a motor etc. chegam apenas a ingerir um volume médio de 3,5 a 4 ml de água. Sendo essas quantidades significativas e

suficiente para agentes patogênicos entrar em contato com o banhista que desenvolve suas práticas em áreas contaminadas, desenvolvendo quando infectados, patogenias de leves até mais graves.

Health canada em 2010 traz a definição de Cabelli et al., 1983; Elliot and Colwell, 1985 de bactérias indicadoras de contaminação como sendo aquelas encontradas no trato intestinal de humanos e animais de sangue quente; aplicável a todos os tipos de águas de recreio naturais e ausente de águas não poluídas estando associadas principalmente e exclusivamente a animais e fezes humanas, podem ser maléficas a saúde humana.

4.1.9 Índice de Balneabilidade – IB

Nessa análise foram expostos os resultados em ordem da menor para a maior pontuação com base nos coliformes termotolerantes para se ter melhor dinâmica expositiva.

De acordo com a figura 29 o ponto 01 apresentou-se com variação de suas amostras entre 0 (zero) NMP/100ml nos meses de outubro e dezembro à 7,3 NMP/100ml no mês de agosto; o ponto 02 de 0 (zero) NMP/100ml em quatro dos seus seis resultados nos meses de setembro a dezembro apresentando seu maior número em agosto com 9,2 NMP/100ml; o ponto 04 ficou entre os números de $2{,}7x10^{-1}$ NMP/100ml nos meses de novembro e dezembro, chegando ao máximo de $2{,}2x10^{-2}$ NMP/100ml na coleta de outubro; o ponto 06 apresentou variação de 1,8 NMP/100ml em setembro a $2{,}2x10^{-2}$ NMP/100ml em outubro e o ponto 07 teve seus resultados entre 0 (zero) NMP/100ml em novembro à $1{,}1 \times 10^{-2}$ NMP/100ml no mês de julho.

Figura 29 - Coliformes Termotolerantes da água dos pontos coletados na Barragem de Santa Cruz

	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05	PONTO 06	PONTO 07
Julho	4,5	49	14	33	11	49	110
Agosto	7,3	9,2	220	64	56	47	3,6
Setembro	4,5	0	79	56	49	1,8	0
Outubro	0	0	350	220	1600	220	20
Novembro	6	0	31	27	49	9,3	0
Dezembro	0	0	0	27	1600	40	27

Fontes da pesquisa, 2014.

Sendo assim classificam-se as águas “excelentes” para práticas de atividades de lazer por apresentar 100% de um conjunto de amostras obtidas em coletas colhidas no mesmo local, apresentando resultados inferiores a 2,5x10-² NMP/100ml para coliformes fecais (termotolerantes) e 2,0x10-² NMP para *Escherichia coli* por l00 mililitros.

Em relação ao ponto 03 esse apresentou em um dos seus resultados 3,5x10-² NMP/100ml para E.C. (Figura 29) correspondendo a 20% de sua coleta total o que não altera a classificação de suas águas como “excelente” para fins de balneabilidade, pois em 80% de seus resultados existiu uma variação de 0 (zero) NMP/100ml no mês de dezembro a 2,2x10-² no mês de agosto apenas, o que não ultrapassa o limite desejado exigido pela resolução. O ponto 03 apresentou resultado 0 (zero) para Escherichia coli.

Já no ponto 05 apesar de suas coletas corresponderem a 60% de seus resultados entre 1,1x10-¹ NMP/100ml no mês de julho à 5,6x10-¹ NMP/100ml no mês de agosto dentro dos padrões ditos normais pela resolução, houve uma variação bem significativa de 40% das suas águas apresentando-se com um resultado de 1,6x10-³ NMP/100ml (Figura 29) nos meses de outubro e dezembro. Dessa forma tem-se um ponto que transcende o limite permitido pelo CONAMA que diz não exceder 20% de suas amostras mais 1,0x10-³ NMP/100ml. O ponto 05 apresentou resultado 0 (zero) NMP/100ml para *Escherichia coli*, porém não exclui a possibilidade de apresentar números significativos em coletas posteriores a essa pesquisa.

Portanto, com base no Art. 2º dessa resolução que se refere as condições da água doce destinada à balneabilidade (recreação de contato primário) e suas condições própria e imprópria e de acordo com § 1º, classifica-se o ponto 05 dessa pesquisa como lugar “impróprio” para banho por apresentar dos seis pontos analisados 02 fora dos padrões estabelecidos pela resolução; e como locais “próprios” para fins balneários destacando-se os pontos 01, 02, 03, 04, 06 e 07). Lembrando que os pontos 01,02 06 e 07 torna-se inviável para aglomerações de atividades recreativas por causa da grande profundidade que ambos apresentam.

Para comprovar a contaminação fecal deveria ser considerado também o resultado de E. coli pois é um grupo de bactéria encontrada em grandes quantidades nas fezes de humanos, pássaros e mamíferos, raramente observada na água ou solo que não tenham recebido contaminação por fezes. Existem também aqueles microrganismos de alto teor de contaminação fecal que podem ocorrer em águas com presença de matéria orgânica. Coliformes fecais não deveria ser estritamente indicadores de contaminação fecal quando existem análises, mas específicas de *E. coli* que trariam interpretações mais fidedignas, porém seu uso é considerado como parâmetro importantíssimo para designar a avaliação da qualidade das águas (CETESB,

2012). Portanto a presença de coliformes termotolerantes nas águas destinadas a banho, indica a possibilidade de bactérias patogênicas que podem afetar a saúde humana e de animais.

Os resultados implicam dizer que o ponto 05 é o lugar onde as pessoas usufruem com mais frequência, inclusive em meio encontram-se maior número de atividades com uso da água. Porém por ser praticamente em finais de semana a quantidade de bactérias encontradas foram bastantes significativas, mas não tão alarmantes por se tratar de um meio que transborda água.

Durante o período do estudo em estações mais secas na barragem, a quantidade de coliformes termotolerantes tende a ser menor devido à redução de escoamento superficial e um menor aporte de dejetos de animais. Alguns balneários em sua maioria podem sofrer influência da chuva para que a qualidade das águas sofra mudanças significativas.

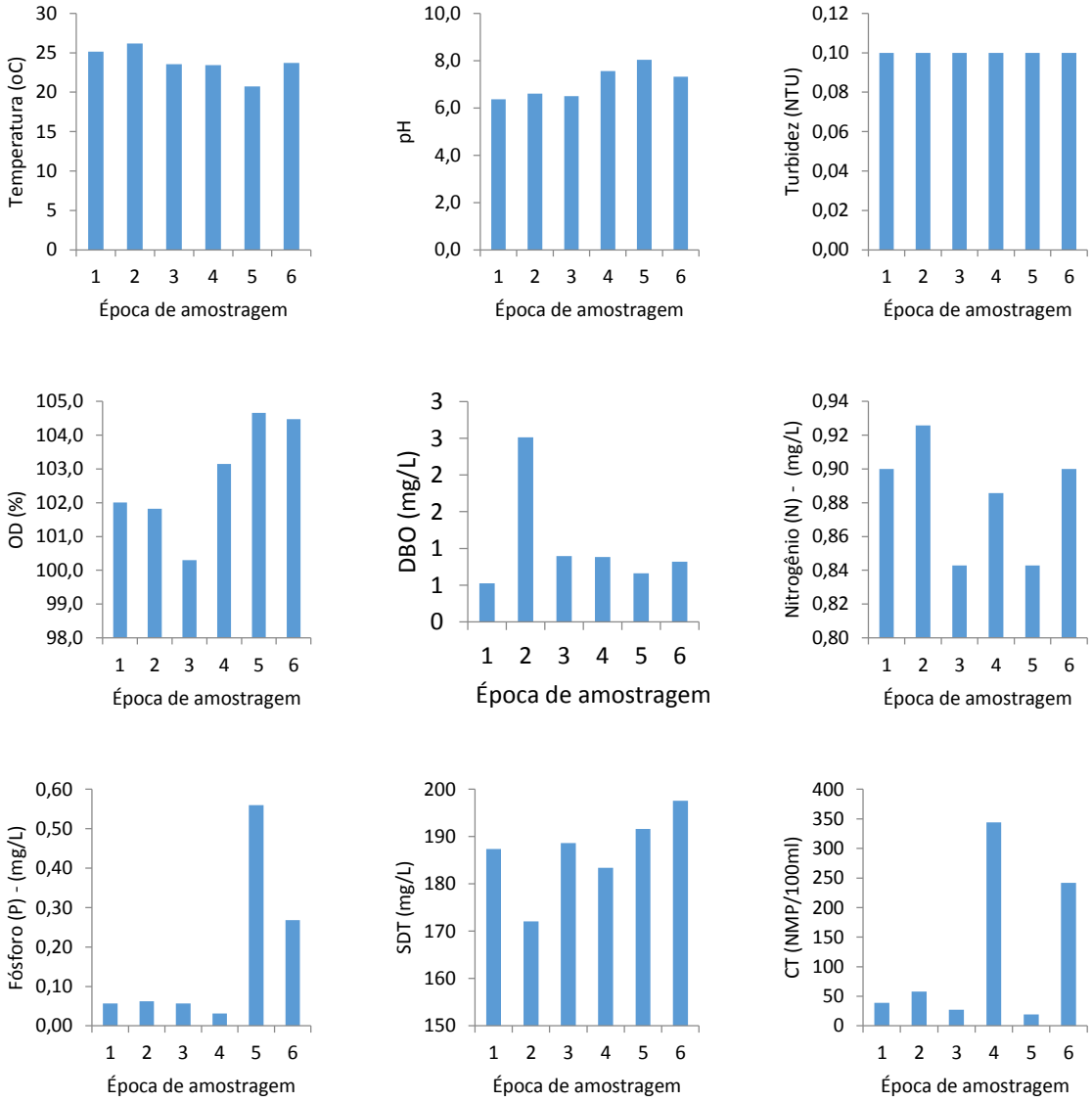
É importante destacar também que como não existem regras a serem cumpridas, o comportamento dos banhistas, criadores de animais, donos de carros, motos e bicicletas e a fiscalização do poder público podem alterar tais dados por causa do uso desenfreado dos recursos naturais, uma vez que características de balneabilidade podem ser modificadas em pouco espaço de tempo dependendo de como ele está sendo utilizada e preservada.

Para tanto, o contato primário com águas contaminadas pode representar de maneira significativa um risco à saúde dos banhistas, tendo a certeza que quanto mais existir concentrações de organismos patogênicos no meio aquático maior será a probabilidade das pessoas contraírem doenças de veiculação hídrica, principalmente quando a exposição é prolongada e o contato é direto em níveis de imunidade prejudicada (MORAIS, 2011).

4.1.10 Índice de Qualidade das Águas – IQA

Apresentam-se nove gráficos na figura 30 o resultado de cada parâmetro: Temperatura, pH, Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio, Fósforo, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Coliformes Termotolerantes respectivamente, sendo realizada uma somatória de cada parâmetro dos sete pontos coletados a cada mês expondo uma média final mensalmente das condições de qualidade das águas, podendo variar os mesmos pontos de um sem para o outro de acordo com a situação que o corpo d’água se encontrava.

Figura 30 – IQA dos nove parâmetros estabelecidos para média final para cada coleta (mensalmente) a categoria de qualidade das águas.



Fontes da pesquisa, 2014.

A temperatura apresentou seus maiores índices no mês de agosto que apesar das estiagens apresentadas no ano de 2014 ainda foi o mês que apresentou quantidades de chuvas significativas, mesmo que em curto intervalo de tempo, consequentemente em épocas chuvosas a temperatura tende a aumentar o que proporcionam nuvens d'água, tendo o seu menor resultado no mês de novembro onde a cidade estava com mais estiagens. O pH teve seus menores resultados no mês de julho e maiores em novembro, chuvas acidificam o pH, ou seja, diminuem quando presentes.

Todos os pontos apresentaram-se com resultados de turbidez excelentes, o que apresenta a água da barragem com sujidades toleráveis. Quanto ao OD e DBO apresentaram variações de resultados sem muita disparidade com menores índices em setembro e maiores em novembro para OD e DBO no mês de julho com a menor média e agosto com maior, o que pode ser alterado de uma coleta para outra de acordo com a movimentação dos corpos d'água pelos banhistas e pelas comportas abertas para fluxo de água.

Sobre o Nitrogênio Total têm-se níveis bem normais durante os meses de coleta, porém apresenta menores médias nos meses de setembro e novembro e maiores índices em agosto, talvez pelo fluxo de banhistas nessa época. O Fósforo apresentou resultado entre Outubro, sendo a menor índice e novembro e dezembro com números mais elevados e o Sólidos Dissolvidos Totais – SDT com menor média em agosto e maior em dezembro, também variando de acordo com a movimentação das pessoas em atividade e comportas d´água que deixam os corpos hídricos sempre em movimento.

Em relação aos Coliformes Termotolerantes, esses apresentaram menores índices em novembro e variou nos meses de outubro e dezembro com números mais elevados, principalmente por apresentarem em de suas coletas resultados significativos de 1.600 UFC/100ml em um dos pontos coletados (Ponto 5).

Essa avaliação é necessária, pois possibilita um diagnóstico realístico da qualidade das águas avaliada, além de apontar medidas de prevenção e/ou correção do corpo estudado de forma assertiva. Dessa forma, quando se tem a ideia de comunicar ao público não técnico a realidade de um manancial e suas características para efetivação de atividades de lazer o índice IQA por si só é suficiente para atestar a qualidade da água em uma situação específica uma vez que classificam-se em "Ótima, Boa, Regular, ruim ou Péssima, o que facilitará o entendimento em relação as condições de banho como recreação (BARROS et al 2012).

Segundo a ANA (2010) as condições de um meio ambiente quando construído pelo homem pode sofrer alterações benéficas ou maléficas que resultem em consequência a quem usufrui desse recurso. Mudanças na dinâmica dos sistemas podem afetar na qualidade da água no que diz respeito a construção de um reservatório d'água (barragem) em meios que antes eram naturais podendo trazer grandes impactos a sua qualidade. Ou mesmo pode apresentar alterações naturais pela mudança climática da própria reserva que vai se adaptando a cada época do ano. Esses impactos podem ser classificados como: (WCD, 2000, P. 74).

Impactos de primeira ordem sendo caracterizados pelas modificações físicas, químicas e geomorfológicas de um rio, lago ou reservatório ou fluxo de água, inclusive alterando quantidade, distribuição e periodicidade naturais;

Impactos de segunda ordem, com alterações na produção biológica e nas características de ecossistemas fluviais e habitats a jusante e;

Impactos de terceira ordem, que trazem mudanças significativas à flora ou fauna sendo consequência dos impactos de primeira e/ou segunda ordem. Os impactos de terceira ordem podem também incluir efeitos sobre a saúde humana, causando males dos mais leves aos mais graves que atinjam grupos que frequentem de maneira direta e prolongada um determinado meio aquático, o desenvolvimento industrial ou agrícola, ou mesmo terem consequências políticas.

Para tanto, tem-se a necessidade de analisar e acompanhar a qualidade dos recursos hídricos, principalmente daqueles que tem o contato das pessoas, uma vez que entende-se que impactos de ordens diversas podem influenciar outros impactos que modifiquem as condições naturais dos seres vivos, inclusive do homem que do meio ambiente usufrui.

Com base, tem-se o IQA como forma de trazer dados de confiabilidade das condições dos pontos amostrais da barragem, dentro dos padrões propostos pelas resoluções e ainda na tentativa de detectar impactos de primeira, segunda ou terceira ordem e organizar pensamos de como conviver quando os resultados forem positivos sem modificar o meio ambiente e/ou alterá-los quando negativos uma vez que se terá a informação que um determinado meio está sem condições de proporcionar atividades saudáveis e seguras de recreação.

O índice de qualidade das águas – IQA, tenta traduzir os parâmetros ou pelo menos os mais importantes de qualidade de um determinado corpo hídrico em nota para classificá-lo, de modo a facilitar a comunicação e entendimento com o público não técnico afim de transmitir informações a uma determinada população garantindo atividades de lazer mais seguras (BARROS et al. 2012).

Para tanto tem-se na tabela1 a média Final de cada coleta, no caso mensalmente, calculando-se através das informações adquiridas dos nove parâmetros obtidos para cada ponto coletado (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7) de maneira mais específica os números de cada média adquirida com base no IQA.

Tabela 01 – Média Final de cada coleta em época de amostragem mensal, calculando-se através das informações adquiridas dos nove parâmetros com base no IQA.

Coleta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1 (julho)	70,11	63,73	68,22	65,60	67,77	64,11	63,45
2 (agosto)	67,08	64,96	61,85	64,15	64,88	64,79	70,97
3 (Setembro)	69,79	71,58	63,07	63,14	63,29	72,03	71,82
4 (outubro)	75,32	74,67	62,02	62,92	52,68	62,32	68,80
5 (novembro)	74,72	74,20	68,02	56,37	65,23	69,15	74,51
6 (dezembro)	74,76	74,76	74,76	68,35	52,27	66,50	66,89
"BOA"	De 51 < IQA ≤ 79						

Fontes da pesquisa, 2014.

Quando confrontados os pontos separadamente em cada mês coletado tabela 01, apresentam-se entre 52,27 (Menor média) no ponto 05 no mês de dezembro e 75,32 (Maior média) no ponto 01 no mês de outubro considerado pela classificação do IQA, na categoria "BOA".

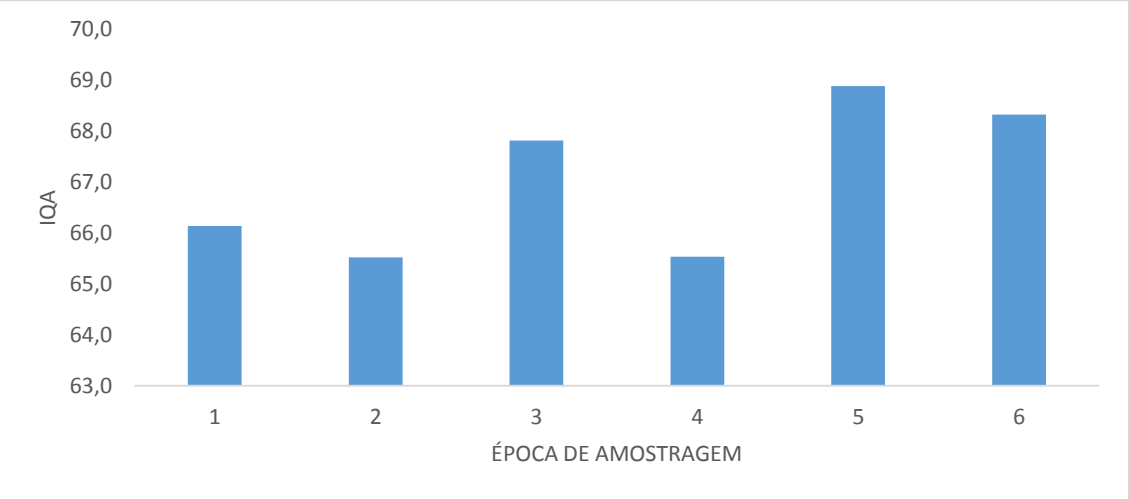
Os pontos 03, 04, 05 e 06 na tabela 01 apresentaram condições peculiares em seus resultados, principalmente P5 que teve no mês de outubro (52,68) e dezembro (52,27) com resultados bem próximos a categoria de água regular em seu teor de qualidade (36 < IQA ≤ 51), onde tem-se a necessidade de maior atenção sobre o lugar uma vez que esse é o ponto mais utilizado para atividades recreacionais.

Enquanto isso locais designados como 01, 02 e 07 apresentaram-se com máxima de 75,32 (P1) no mês de outubro, 74,76 (P2) em dezembro e 74,51 (P7) no mês de novembro apresentando padrões bem relevantes quando calculados pelo IQA. Esses locais são os menos acessados para banho, uma vez que se encontram na montante da barragem em condições perigosas para atividades de aglomeração de pessoas pela sua profundidade. O ponto 06 apesar de encontrar-se na mesma área dos pontos 01, 02 e 07, esse se localiza próximo a ilhas de pedras com menor profundidade e mais facilidade de alterar seus parâmetros uma vez que se encontram rochas que podem alterar a qualidade das águas, ainda com pescadores, tomando banho no local enquanto realizam suas atividades.

Em relação aos resultados de todos os pontos (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7) para cada coleta mensal expõem-se na figura 31 os maiores e menores índices com resultados de "BOA" qualidade para classificação IQA com médias específicas: (1) julho com IQA de 66,14, (2)

agosto com IQA de 65,52, (3) setembro com IQA de 67,82, (4) outubro com IQA de 65,53, (5) novembro com IQA de 68,89 e (6) dezembro com IQA de 68,33, o que não difere muito dos dados individuais anteriormente somatizados.

Figura 31 – Média Final de cada coleta em época de amostragem mensal, calculadas através das informações adquiridas dos nove parâmetros em todos os dados coletados (P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7) com base no IQA.



Fontes da pesquisa, 2014.

Apresentam-se médias entre 65,52 no mês de agosto e 68,89 no mês de novembro estando todos dentro dos padrões estabelecidos de $51 < IQA \leq 79$, o que condiz também quando equiparam-se os parâmetros individuais.

Dessa forma, os resultados sinalizam de maneira geral índices de qualidade da água bruta nos pontos coletados em todos os meses quando ponderados em um média final de todo o estudo com características apropriadas para ser usada em fins de recreação, uma vez que, apesar de individualmente cada coleta apresentar alterações significativas de alguns parâmetros, existem condições de seu IQA apresentar-se de maneira panorâmica boas condições para diversas utilidades.

Quando se trata de qualidade de corpos d'água, os resultados do IQA/CETESB podem ser extensivos aos demais índices de qualidade. Esses devem ser confrontados e interpretados em relação a situação individual de cada parâmetro que o compõe, principalmente quando um ou mais parâmetros, em consequência de sua concentração e/ou dinâmica no corpo aquático, possa alterar significativamente a qualidade da água do corpo em estudo, pois o índice pode mascarar informações relevantes quando analisados os parâmetros separadamente dado seu

caráter reducionista, o que não torna inferior a importância do IQA para qualidade das águas (BARROS et al 2012).

Portanto pensa-se também na qualidade de água para desenvolvimento de atividades de lazer, onde a população tenha a ciência das condições de balneabilidade e os riscos à saúde que podem chegar até seus banhistas, inclusive disseminar por toda população de uma cidade ou parte dela que frequenta o local destinado ao banho. Dessa forma de acordo com o IQA na barragem de Santa Cruz essa apresenta condições de proporcionar a quem a procura água de boa qualidade para quem a desfrute, propiciando momentos de lazer da comunidade em geral.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Barragem de Santa Cruz é um ponto turístico que tem recebido grandes quantidades de banhistas em finais de semana e principalmente feriados prolongados. São centenas de pessoas desenvolvendo atividades de lazer de maneira desorganizada e sem regras estabelecidas para isso, tornando o ambiente cada vez mais banalizado para uso recreativo

Dessa forma, apesar dos resultados quando analisados em conjunto apresentarem-se positivos sob o índice de qualidade das águas, tem-se a percepção de quando investigados separadamente destacam-se com resultados distintos de balneabilidade de maneira negativa em um dos pontos frequentados pelos banhistas, o que faz da água da Barragem de Santa Cruz passível de alterações significativas no IQA pela maneira que as pessoas desfrutam do lugar.

Com base no exposto tem-se a necessidade de mencionar a presença de bactérias na água da barragem, mesmo que em condições aceitáveis pela resolução CONAMA oferecem danos à saúde dos banhistas pelo contato direto e prolongado em recreações pelo risco de ingestão de quantidades apreciáveis capazes de desenvolver patologias mais graves.

Frente à maneira como os recursos hídricos tem sido utilizado e preservado no lugar e os resultados apresentados em alguns dos parâmetros encontrados, algumas ações para o acompanhamento da balneabilidade no local são sugeridas:

- Elaboração de um plano para o monitoramento em parceria com a prefeitura e o Estado já que a quantidade de banhistas é rotineiramente significativa e pelas condições que tais desenvolvem as atividades de lazer estão colocando em risco a própria saúde sem nenhum conhecimento sobre;
- Estabelecer um programa de pesquisa e registros contínuos com métodos de classificação das águas estabelecidos estabelecido pelo CONAMA (APHA e/ou INMETRO) que são de inteira confiança para dados reais em pesquisas de corpos aquáticos;
- Fornecer informações ao usuário, através de rádio, internet, placas de sinalização da qualidade da água e algumas condutas a serem tomadas para práticas seguras de balneabilidade, afim de mostrar à comunidade o que pode e não pode ser praticado no local, como dessedentação de animais no mesmo lugar onde as atividades estão sendo realizadas.

- Desenvolver técnicas rápidas e eficazes para achados nas águas da barragem, tomada de decisões através dos resultados e ações de preservação a serem estimuladas pela população que frequenta o local e desenvolve atividades recreativas.

Em defesa aos níveis de recursos hídricos próprios para atividades de recreação, deve ser levado mais a sério as condições seguras de balneabilidade dos corpos d'água disponíveis, através de analises de parâmetros e indicadores de poluição e contaminação considerando a necessidade de proteger uma massa de banhistas significativas que não tem nenhum conhecimento dos riscos à saúde que lhes são proporcionados quando tomam determinadas atitudes e dessa forma assegurar as condições necessárias à recreação de contato primário.

6. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Enner Herenio de. **Sensoriamento remoto da temperatura e dos fluxos de calor na superfície da água do reservatório de Itumbiara (GO)**/ / Enner Herenio de Alcântara. Ministério da Ciência e Tecnologia - INPE São José dos Campos, 2010. 136 p. Disponível em: <http://mtcm19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtcm19@80/2010/07.26.20.24/doc/publicacao.pdf >. Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

ALVES, Nilton César; ODORIZZI, Augusto Cesar; GOULART, Flávia Cristina. **Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP**. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2002, vol.36, n.6, pp. 749-751. ISSN 0034-8910. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n6/13531.pdf >.Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

_____. **Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP**. *Rev. Saúde Pública* [online]. 2002, vol.36, n.6, pp. 749-751. ISSN 0034-8910. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n6/13531.pdf>.Acesso em 11 de janeiro de 2015.

APHA; AWWA; WEF. **Microbiological examination. In: _ Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20th ed. Washington, DC: APHA, 2005.

ARAÚJO, Camila Barbosa de. **Cuidados na qualidade da água para produção de Tambaqui no estado do Amapá.** IV Seminário de Aquicultura do Estado do Amapá Macapá – AP, 2012.

AURELIO, Buarque de Holanda Ferreira. **Dicionário do Aurélio da Língua Portuguesa - Online**. Disponível em: <http://www.dicionariodoaurelio.com/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2015.

BACKER, Lorraine *et al*. Particle history: **Recreational exposure to microcystins during algal blooms in two California lakes** Received 8 April 2009 Received in revised form 26 June 2009 Accepted 6 July 2009. Disponível em: <http://www.copcolake.com/Save_Copco_lake/docs/2009Algaestudy.pdf >. Acesso em 21 de janeiro de 2015.

BARROS, J. C.; BARRETO, M. S.; LIMA, M. V. **Aplicação do índice de Qualidade das águas (IQACETESB) no açude Gavião para determinação futura de Índice de Qualidade das Águas Brutas para fins de Abastecimento Púbico (IAP).** Congresso Norte, Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas-TO, 8p. 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2850/2313>. Acesso em: 10 de dezembro de 2015.

BOYD, Claude E. **Manejo do Ciclo do ph para manter a saúde animal.** Revista Advocate da GAA, Edição julho/agosto de 2013, pág. 28 a 30. Disponível em: <http://abccam.com.br/site/wpcontent/uploads/2013/10/MANEJO_DO_CICLO_DO_pH_PARA_MANTER_A_SADE_ANIMAL.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

BRASIL. Agencia Nacional de águas (Brasil). Atlas Brasil: **Abastecimento Urbano de água: panorama nacional**/ Agencia Nacional de águas, Engecorps/Cobrape - Brasília: ANA Engecorps/Cobrape, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>. Acesso em 17 de janeiro de 2015.

_____. Agência Nacional de Águas. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos** / Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. -- Brasília: ANA, 2011. 154 p. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/Cuidando_das_aguas_final_baixa.pdf> . Acesso em 21 de janeiro de 2015.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 274/00. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.** Brasília: 2000. Diário Oficial da União, 29 de novembro 2000. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>.Acesso em 12 de dezembro/2014

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/05. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 de março 2005. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>.Acesso em 12 de dezembro/2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA – Resoluções vigentes publicadas entre Julho de 1984 e novembro de 2008** – 2. ed./Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília Conama, 2008.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA. Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012/Ministério do Meio Ambiente.** Brasília: MMA, 2012. 1126p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>.Acesso em 08 de fevereiro de 2015.

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Banco de dados. Cidades. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015.

_____. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014. 112 p.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, 26 mar. 2004. Seção I, p. 02. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

_____. Relatório de Brundtland OMS, 1987. Ministério da Saúde Direcção-Geral da Saúde. **RELATÓRIO MUNDIAL DA SAÚDE MENTAL: nova concepção, nova esperança.** Direcção-Geral da Saúde, 2002 / OMS Todos os direitos reservados.

_____. **Relatório final da oitava Conferência Nacional de Saúde.** 17 a 21 de março de 1986. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/relatorios/relatorio_8.pdf>.Acesso em: 18 de janeiro de 2015.

_____. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelecer a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2015.

BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do Baixo Rio Amazonas** / Priscila Nazaré de Freitas Brito; orientador Alan Cavalcanti da Cunha. Macapá, 2013. 49p. Disponível em: <http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TRABALHO-DE-CONCLUS%C3%83O-DE-CURSO_PRISCILA-BRITO.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

Carnaubasnoticias.blogspot. 11 de junho de 2012. Disponível em: <http://carnaubanoticias.blogspot.com.br/2012/06/semarh-participa-da-expofruit.html>. Acesso em: 10 de janeiro de 2015

CETESB (São Paulo). **Qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo 2011** [recurso eletrônico] / CETESB. - - São Paulo : CETESB, 2012. 193 p. : il. color. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/relatorios/praias/relatorio_balneabilidade_2011.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Coliformes termotolerantes: Determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos multiplos com meio A1 - método de ensaio.** Normas técnicas. Jun/2007 16 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/vigentes/L5.406_Coliformes%20termotolerantes%20determina%C3%A7%C3%A3o%20em%20amostras%20ambientais%20pela%20t%C3%A9cnica%20de%20tubos%20m%C3%BAltiplos%20com%20o%20m.pdf>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2015.

CETESB. Qualidade das águas interiores No Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das Variáveis de qualidade das águas e dos Sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** Relatório Técnico CETESB. 2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes-/-relatorios>. Acesso em: 18 de novembro de 2014.

Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê **– CBH-SMT, 2015**. Disponível em: <http://monitorandoitupararanga.com.br/site/cbh-smt/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

DALMAGRO, Higo José e*t al*. **Dinâmica do carbono inorgânico dissolvido nos rios Teles Pires e Cristalino na Bacia Amazônica. Ciência e Natura.** UFSM, 29 (2): 115 - 127, 2007. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs 2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/view/9880/5927>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

DERÍSIO, José Carlos. **Introdução de Controle de poluição Ambiental** – 4ª ed. Atual- São Paulo: Oficina de textos, 2012.

DOREVITCH, S. *et al*. Water ingestion during water recreation. **Water Research** 4 5 , p. 2020 - 2028, 2011. Disponível em: <http://tigger.uic.edu/depts/ovcr/iesp/Publications/Faculty%20Publications/Dorevitch/Dorevitch_WaterIngestion.pdf>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.

DORNELES, Roberta Machado Pereira; ALVES, Gilberto Luiz. **Saúde ambiental segundo a percepção de graduandos de um curso de enfermagem à distância em CAMPO GRANDE, MS.** HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. Hygeia 6(11):118 - 127, Dez/2010.

FERREIRA, Roberta Celestino; LOPES, Wilza Gomes Reis; ARAÚJO, José Luis Lopes. **A água como suporte para atividades de lazer e turismo: possibilidades e limitações da barragem Piracuruca no Estado do Piauí (Brasil).** RA´E GA 25 (2012), p. 134-163. Raega/Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/raega/article/view/28007>. Aacesso em 12 de janeiro de 2015.

FRANCENER. Sandra F *et al.* Gunther. **Avaliação do índice de balneabilidade em uma área de lazer no município de ji-paraná – Rondônia.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2013.

FRANZEN, Melissa. **Dinâmica do Fósforo na interface água-sedimento em reservatórios**/Melissa Franzen. Porto Alegre 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE – FUNASA. **Manual prático de análise de água**. rev. Brasília, 2009.

Google Earth. Disponível em: <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/ >. Acesso em: 18 de novembro de 2014.

GRASSI, Marco Tadeu. **As águas do planeta terra.** Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola Águas no planeta Terra Edição especial – Maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>. Acesso em 08 de fevereiro de 2015.

Health Canada. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**. 2010.

Health Canada. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality**. Third Edition. Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario. 2012. (Catalogue No H129-15/2012E). Disponível em: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/guide_water-2012-guide_eau/guide_water-2012-guide_eau-eng.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2015.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – **Mistério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2014**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/verProximosDias&code=2401008>. Acesso em 17 de janeiro de 2015.

JARDIM, F. A; PEREIRAS, S. P; AZEVEDO, S. G; GALINARI, P. C; FERREIRA, T. F. **Remoção de Fósforo Solúvel Reativo em Águas Eutróficas Utilizando Argila Modificada com Lantânio.** 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (2011). Disponível em: <http://phoslock.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Jardim-et-al-_2011_.pdf>. Acesso em 17 de janeiro de 2015.

LEMOS, Marcírio de; FERREIRA NETO, Miguel and DIAS, Nildo da S. **Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN.** *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2010, vol.14, n.2, pp. 155-164. ISSN 1807-1929. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n2/v14n02a06.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

LOPES, Frederico Wagner de Azevedo; MAGALHÃES J. R., Antônio Pereira; SPERLING, Eduardo Von. **Balneabilidade em águas doces no brasil: riscos à saúde, limitações metodológicas e operacionais**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. Hygeia 9 (16):28 - 47, Jun/2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/22268>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

MALHEIROS, P. S.; SCHÄFER D. F.; HERBERT IM; CAPUANI S. M.; SILVA E. M., SARDIGLIA C.U. et al. **Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil.** Rev Inst Adolfo Lutz, São Paulo, 68(2):305-8, 2009. Disponível em: <http://bvsalud.org/portal/resource/pt/ses-16225>. Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

Manual para usuários: **outorga de direito de uso de recursos hídricos** / Secretaria de Estado de Meio Ambiente. –Belém: SEMA, 2014.

MORAIS SEGUNDO, Antônio Luiz Nogueira de. **Estrutura trófica da assembléia de peixes presente na Barragem de Santa Cruz, Apodi-RN/Brasil.** / Antonio Luiz Nogueira de Morais Segundo. – Mossoró, RN, 2013. Disponível em: <http://www.uern.br/controledepaginas/mestrado-dissertacoes-defendidas/arquivos/2212anto_dis.pdf>. Acesso em 08 de janeiro de 2015.

MORAIS, R. C. S. **Diagnóstico socioambiental do balneário curva São Paulo, Teresina-PI.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2011.

MORAIS, R. C. S.; SILVA, C. E. **Diagnóstico ambiental do balneário Curva São Paulo no rio Poti em Teresina, Piauí.** Engenharia Sanitária Ambiental. v.17, n.1, Janeiro/Março. 2012.

MORETTO, Daiane Lautert. **Calibração do índice de qualidade da água (iqa) para bacia hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil.** Santa Cruz do Sul, maio de 2011. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/dissertacao_daiane.pdf>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

OLIVEIRA, Ana Carolina Santana de; TERRA, Ana Paula Sarreta. **Avaliação microbiológica das águas dos bebedouros do Campus I da Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro, em relação à presença de coliformes totais e fecais**. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* [online]. 2004, vol.37, n.3, pp. 285-286. ISSN 0037-8682. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v37n3/20310.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2015

OLIVEIRA, Claudio Pereira de **Águas subterrâneas: fontes legais e seguras de abastecimento.** Caderno Técnico. ABAS (Associação Brasileira de águas Subterrâneas): São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.abas.org/arquivos/caderno5.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2015.

PINTO, André Luiz; OLIVEIRA, Gustavo Henrique de; PEREIRA, Gabrielle Alberta. **Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS.** Rev. GEOMAE Campo Mourão, PR v.1n.1 p.69 - 82 1ºSem 2010. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/view/7>. Acesso em: 18 de novembro de 2014.

PIZATO, Everton. **Avaliação da Qualidade da água do Rio Ligeiro por meio de análises físico-químicas e microbiológicas.** Pato Branco, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/272>. Acesso em: 14 de janeiro de 2015.

Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva - português / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília: MMA, 2006. 135p.

PORTO, Maria Anunciada Leal; OLIVEIRA, Amanda de Morais; FAI, Ana Elizabeth Cavalcante; STAMFORD, Tânia Lúcia Montenegro. **Coliformes em água de abastecimento de lojas *fast-food* da Região Metropolitana de Recife (PE, Brasil).** *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2011, vol.16, n.5, pp. 2653-2658. ISSN 1413-8123. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n5/a35v16n5.pdf>. Acesso em 12 de fevereiro de 2015.

RASERA, M. F. F. L. **O papel das emissões de CO2 para a atmosfera, em rios da bacia do Ji-Paraná (RO), no ciclo regional do carbono.** Universidade de São Paulo, Piracicaba 2004. 85 pgs.

Relatório Planeta Vivo 2012. **A caminho da Rio+20, 2012.** Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/relatorio_planeta_vivo_sumario_rio20_final.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Editora Blucher/Hemfibra. São Paulo - SP. 340 p. 2009. Disponível em: <http://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_agua_isbn9788521204985>. Acesso em: 18 de janeiro de 2015.

SCANDELAI, Ana Paula Jambers; SOLINA, Marina Ramos Furlan, SOUZA2, Alexandre Teixeira de. **Avaliação da balneabilidade e qualidade da água da represa laranja-doce no município de martinópolis-sp.** Colloquium Exactarum, v. 4, n.2, Jul-Ago. 2012, p. 31 – 36. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ce/article/viewFile/800/889>. Acesso em 08 de fevereiro de 2015.

SCAPIN, Diane; ROSSI; Eliandra Mirlei; ORO, Débora. **Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil.** Rev Inst Adolfo Lutz. 2012; 71(3):593-6.

Science News, 2012. Disponível em: <https://www.sciencenews.org/article/science-news-top-25>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

SILVA, E. O.; FREITAS, C. F. S.; CARVALHO, L. C. F. **Análise microbiológica da água do balneário Veneza no município de Caxias-MA**, Brasil. Revista ACTA Tecnológica – Revista Científica, Vol. 6, n. 1, Janeiro-Junho. 2011.

Síntese da Qualidade das Águas no Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2015.

SIQUEIRA, Leonardo Pereira de et al. **Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação**. *Ciênc. saúde coletiva* [online]. 2010, vol.15, n.1, pp. 63-66. ISSN 1413-8123. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v15n1/a11v15n1.pdf>. Acesso em 11 de janeiro de 2015.

TAUIL, Márcia de Cantuária *et al*. **Surto de hepatite A em área urbana de Luziânia, Estado de Goiás, 2009.** Rev. Soc. Bras. Med. Trop.[online]. 2010, vol.43, n.6, pp. 740-742. ISSN 0037-8682. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v43n6/30.pdf>. Acesso em 12 de fevereiro de 2015.

TRAFICANTE, Daniela Polizeli. **Estudos limnológicos de balneabilidade no Parque Natural Municipal Cachoeira da Marta (Botucatu, SP, Brasil): relação compossíveis fontes poluidoras.** Jaboticabal. São Paulo – Brasil – 2011.

TRINDADE, Priscilla Basílio Cardoso Barros, MENDONÇA. Antônio Sérgio Ferreira. **Eutrofização em reservatórios – Estudo de caso: reservatório de Rio Bonito (ES).** Aceito: 07/01/14 – Reg. ABES: 537 Eng Sanit Ambient | v.19 n.3 | jul/set 2014 | 275-282. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v19n3/1413-4152-esa-19-03-00275.pdf>. Acesso em 14 de janeiro de 2015.

VELOSA, João Miguel Nunes Baptista Cima de. **Os efeitos das grandes barragens no desenvolvimento socioeconómico local. 2009.** Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139416786/Tese_1.pdf>. Acesso em: 18 de janeiro de 2015.

VIEIRA, C.B.; BRANDELERO,S. M; COSTA, O.S; SIQUEIRA, E.Q. **Simulação do processo de reaeração do rio meia ponte, Goiânia-GO, em escala de bancada.** 48º Congresso Brasileiro de Química. Química na proteção ao meio ambiente à saúde. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2008/trabalhos/13/13-42-1254.htm>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

World Commission on Dams (WCD). (2000). **Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. London: Earthscan.** Disponível em: <http://www.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf>. Acesso em 10 de janeiro de 2015.

World Commission on Dams (WCD). (2012). **Dams and Development: A New Framework for Decision-Making. London: Earthscan.** Disponível em: <http://www.unep.org/dams/WCD/report/WCD_DAMS%20report.pdf>. Acesso em 21 de novembro de 2014.

World Health Organization (WHO). (2009). **Health Impacts of Climate Extremes. From Climate change and human health - risks and responses.** Retrieved December 9, 2009. Disponível em: <http://www.who.int/globalchange/summary/en/index4.html>. Acesso em: 21 de novembro de 2014.

World Health Organization (WHO). (2009). **Health Impacts of Climate Extremes. From Climate change and human health - risks and responses**. Retrieved December 9, 2009 from: < http://www.who.int/globalchange/summary/en/index4.html>. Acesso em: 21 de novembro de 2014.

XAVIER, Marcela Quadros; BECKER, Elsbeth Leia Spode. **Perspectivas para o turismo e preservação ambiental na barragem do Rio Vacacaí-mirim e seu entorno - SANTA MARIA – RS.** ***Disciplinarum Scientia***. Série: Ciências Sociais Aplicadas, S. Maria, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2010.