



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

NAYRA CAROLINE BEZERRA DE OLIVEIRA

## **ESTUDO DA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA USINA HIDRELÉTRICA DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES DE PALMAS – TO PARA FINS POTÁVEIS**

PALMAS

2016



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Nayra Caroline Bezerra de Oliveira

## **ESTUDO DA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA USINA HIDRELÉTRICA DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES DE PALMAS – TO PARA FINS POTÁVEIS**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do Curso de Engenharia Civil, sob orientação do Professor Msc. José Geraldo Delvaux Silva

PALMAS - TO

2016



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

NAYRA CAROLINE BEZERRA DE OLIVEIRA

## ESTUDO DA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA USINA HIDRELÉTRICA DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES DE PALMAS – TO PARA FINS POTÁVEIS

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do Curso de Engenharia Civil, sob orientação do Professor Msc. José Geraldo Delvaux Silva

Aprovada em \_\_\_\_\_ de 2016.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Joaquim José de Carvalho  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Walkíria Régis de Medeiros  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO

2016

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela minha saúde, por cada vitória a mim concedida, e por jamais me desamparar.

Agradeço as duas dádivas da minha vida: meu Pai Adão Bezerra Luz Filho e minha mãe Gizelda Martins de Oliveira, que me deram a vida, que me proveram recursos moral e material para que me tornasse a mulher que sou hoje, vivendo-a com dignidade.

A toda minha família e aos meus amigos, obrigado por estarem sempre presentes nessa longa caminhada, por cada palavra de incentivo e pela compreensão durante aqueles momentos em que me ausentei em razão dos estudos.

Ao meu orientador Prof. M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva, pelo grande apoio e incentivo, nunca mediu esforços para solucionar as dúvidas que fossem surgindo ao longo da elaboração desta monografia. Além de um grande profissional, um ótimo amigo. Serei eternamente grata a você professor, você é mais uma daquelas pessoas que a gente guarda na mente e no coração pelo resto das nossas vidas.

Aos demais professores da instituição, por todo conhecimento adquirido, meus sinceros agradecimentos, na certeza que o aprendizado e amizade são o que nos acompanha.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A água é essencial à vida e responsável pelo bem estar da espécie humana, devendo estar disponível em quantidade e qualidade que atendam à necessidade da população mundial. A ideia de abundância serviu durante muito tempo como suporte à cultura do desperdício da água disponível, a não realização dos investimentos necessários para seu uso e proteção mais eficiente, e à sua pequena valorização econômica. Porém, devido a sua demanda, tem se tornado cada vez mais escassa e poluída. Os problemas de escassez de água vivenciados nos dias de hoje, conduzem à necessidade de novas estratégias que possibilitem aprimorar o estágio de desenvolvimento em que nos encontramos atualmente. O crescimento populacional na cidade de Palmas – TO, associando à crescente demanda do uso da água, é um dos motivos que nos faz pensar na utilização da água da UHE Luís Eduardo Magalhães para fins potáveis. A cidade é favorecida pela passagem do Rio Tocantins, principal rio da bacia hidrográfica Tocantins- Araguaia, além do mesmo ter grande potencial hidrelétrico. Com objetivo geral de analisar a possibilidade de utilização da água do lago da UHE Luís Eduardo Magalhães para fins potáveis, foram analisadas as características físicas, químicas e biológicas da água de acordo com os padrões de potabilidade, segundo a Portaria 2014/2011, e em seguida, conforme o resultado determinou-se o tipo de tratamento adequado. Foram realizadas duas coletas no lago, com três pontos de coletas, que foram sugeridos pela companhia de saneamento ODEBRECHT. A coleta de água para análises química, física e microbiológica seguiram as recomendações da fundação nacional de saúde, (BRASIL, 2006). As amostras coletadas foram devidamente acondicionadas em caixas de isopor, conservadas em gelo e encaminhadas ao Laboratório do Instituto Federal do Tocantins para que fossem prosseguidas as análises. De todos os parâmetros avaliados, somente um dos corpos de prova de Coliformes apresentou resultado acima do permitido na portaria 2914/2011. Pela resolução do CONAMA 357/2005 a água se enquadra na classe 2 do Ministério do Meio Ambiente, que pode ser destinada ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional.

Palavras – chave: Água; Consumo; Potabilidade; Tratamento.

## ABSTRACT

The water is essential to life and responsible for the welfare of the human species, it has to be available in number and quality that attends the world population needs. The idea of abundance served for much time as a support to the waste culture of available water, the not achievement of the required investments for your better use and protection, and to your little economic appreciation. However, because of your demand, have becoming more scarce and contaminate. The water shortage problems experienced nowadays, drive us to the needs of new strategies that allows to improve the stage of development that we are today. The population growth at Palmas – TO, associating to the increase demand water usage, it is one of the reasons that make us to think about the water utilization of UHE Luís Eduardo Magalhães for potable goals. The city is benefited by the Tocantins River, major river of the Tocantins-Araguaia water basin, besides it has big hydropower potential. With the general purpose of reviewing the possibility of UHE Luís Eduardo Magalhães water lake utilization for potable goals, were analysed the physical, chemical and biological characteristics of water according to the potability standards, by Portaria 2014/2011, and next, according to the results, it was define the appropriate treatment. It was make two gathering at the lake, with three points of collection, those were suggested by the sanitation company ODEBRECHT. The water collection for chemical, physical and microbiological analysis followed the recommendation of Fundação Nacional de Saúde, (BRASIL, 2006). The collected samples were properly accommodated in styrofoam boxes, preserved in ice and forwarded to Laboratório do Instituto Federal do Tocantins so that the analysis could be done. Of all the parameters evaluated, only one of all the Coliforms proof bodies showed results above the allowed in Portaria 2914/2011. By the CONAMA 357/2005 resolution the water fits in group 2 of Ministério do MeioAmbiente, that can be destined for supply to human consumption, after conventional treatment.

Key-words: Water; Consumption; Potability; Treatment.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1: Mapa de bacias hidrográficas do Estado do Tocantins. ....	19
---	----

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Variação da Análise de Potencial Hidrogeônico (pH).....	35
Gráfico 2: Variação da Análise de Alcalinidade. ....	36
Gráfico 3: Variação da Análise de Cloretos. ....	37
Gráfico 4: Variação da Análise da Turbidez.....	38
Gráfico 5: Variação da Análise de Sólidos.....	39
Gráfico 6: Variação da Análise da Temperatura. ....	39
Gráfico 7: Variação da Análise do Ferro.....	40
Gráfico 8: Variação da Análise do Manganês.....	41
Gráfico 9: Variação da Análise do OD (Oxigênio Dissolvido). ....	42
Gráfico 10: Variação da Análise de Coliformes Fecais.....	43

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Informações Básicas sobre as Bacias Hidrográficas Brasileiras(SIH/ANEEL, 1999) .....	17
Tabela 2: Principais Bacias e SubBacias Identificadas no Estado do Tocantins. ....	20
Tabela 3: Análise da primeira coleta de água. ....	34
Tabela 4: Análise da segunda coleta de água. ....	34

## LISTA DE ANEXO

ANEXO A: 1º ponto de coleta - MONTANTE DO RIBEIRÃO TAQUARUÇU- BRAÇO .....	49
ANEXO B: 2º Ponto de coleta - MONTANTE DO RIBEIRÃO TAQUARUÇU- PONTE .....	49
ANEXO C: 3º Ponto de coleta - JUSANTE DA ETE NORTE .....	50

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1. OBJETIVOS .....	14
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b> .....	14
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	15
2.2 A BACIA HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA (RHTA) .....	18
2.3 O CENÁRIO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PALMAS.....	21
2.4 LEGISLAÇÃO .....	21
2.5 ÁGUA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	22
2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA.....	23
2.7 COR.....	23
2.8 SABOR E ODOR .....	23
2.9 TURBIDEZ .....	24
2.10 SÓLIDOS .....	24
2.11 TEMPERATURA .....	24
2.12 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA.....	25
2.13 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH) .....	25
2.14 ALCALINIDADE .....	26
2.15 ACIDEZ.....	26
2.16 DUREZA .....	26
2.17 CLORETOS.....	27
2.18 DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO) .....	27
2.19 OD (OXIGÊNIO DISSOLVIDO).....	27
2.20 FERRO E MANGANÊS .....	28
2.21 FLÚOR (FLUORETOS) .....	28
2.22 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DA ÁGUA .....	29
<b>2.22.1 Coliformes</b> .....	29
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	30
3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS .....	30
3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE AMOSTRAS NO LAGO.....	30
3.4 METODOLOGIA DAS ANÁLISES .....	31
<b>3.4.1 pH</b> .....	31

3.4.2 Alcalinidade.....	31
3.4.3 Cloretos.....	31
3.4.4 Turbidez.....	31
3.4.5 Sólidos.....	32
3.4.6 Temperatura.....	32
3.4.7 Ferro.....	32
3.4.8 Manganês.....	32
3.4.9 OD (Oxigênio Dissolvido).....	33
3.4.10 Coliformes.....	33
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	35
4.1.1 pH.....	35
4.1.2 Alcalinidade.....	36
4.1.3 Cloreto.....	36
4.1.4 Turbidez.....	37
4.1.5 OD (Oxigênio Dissolvido).....	41
4.1.6 Sólidos Totais.....	38
4.1.7 Temperatura.....	39
4.2 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS.....	42
4.2.1 Coliformes Fecais.....	42
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é essencial à vida e responsável pelo bem estar da espécie humana, devendo estar disponível em quantidade e qualidade que atendam à necessidade da população mundial. A ideia de abundância serviu durante muito tempo como suporte à cultura do desperdício da água disponível, a não realização dos investimentos necessários para seu uso e proteção mais eficiente, e à sua pequena valorização econômica. Porém, devido a sua demanda, tem se tornado cada vez mais escassa e poluída. Esse quadro é uma consequência do aumento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola. Tudo isso tem contribuído significativamente com a degradação da natureza, como lançamentos de resíduos nos rios, grandes efluentes gerados pelas indústrias, dentre outros prejuízos ambientais. Isso gera um aumento significativo da turbidez dos cursos d'água, além de mais turva, a qualidade da água dos rios torna-se cada vez pior, com variedade de componentes, físicos, químicos e biológicos, encarecendo e dificultando cada vez mais seu tratamento (CARVALHO, 2008).

A ideia que a grande maioria das pessoas possui com relação à água, é a de que ela é infinitamente abundante e sua renovação é natural, entretanto, a porcentagem de água salgada corresponde a 97,5% de toda água do mundo, e somente os 2,5 % restantes, correspondem à água doce. Visto ainda que 68,9% da água estão congeladas em calotas polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do nosso planeta, apenas 0,266% da água doce representa toda a água dos lagos, rios e reservatórios (significa 0,0007% do total de água doce e salgada existente no planeta), e restante está distribuído na biomassa e na atmosfera em forma de vapor (TOMAZ, 2003).

A qualidade da água tanto superficial como subterrânea, destinadas ao consumo humano deve atender a padrões de qualidade e de potabilidade, garantindo que suas características físicas, químicas e biológicas estejam dentro dos padrões recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). No Brasil, os padrões de potabilidade são definidos na Portaria N°2914 de 2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011), enquanto a qualidade de águas superficiais para os diferentes usos são estabelecidos pela resolução CONAMA N°357 de 2005 (CONAMA, 2005).

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, a navegação, dentre outros. A água representa, sobretudo, o principal constituinte de todos os organismos vivos. Porém, nas últimas décadas, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem, o que acaba acarretando em prejuízo para a própria humanidade. Com exceção à seca do Nordeste, até 1920, a água no Brasil não representava sinônimo de problemas. É nesse período que se dá origem à cultura e abundância. Ao longo da década de 70 e, mais acentuadamente na de 80, foi que a sociedade começou a despertar para as ameaças a que estava sujeita se não mudasse de comportamento quanto ao uso de seus recursos hídricos. Nesse período, várias comissões interministeriais foram instituídas para encontrar meios de aprimorar nosso sistema de uso múltiplo dos recursos hídricos e minimizar os riscos de comprometimento de sua qualidade, principalmente no que se refere às futuras gerações, pois a vulnerabilidade desse recurso natural já havia começado a se fazer sentir (BARTH, 1997).

O Brasil possui a vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos, porém possui também a tendência desvantajosa de desperdiçá-los. O que foi visto nas últimas décadas que o uso desordenado da água tem gerado certos problemas principalmente nos grandes centros urbanos. A crescente contaminação dos corpos d'água vem causando o esgotamento destes recursos. Com isso, BRANCO, 1998, explicita que a grande crise da água, prevista para o ano de 2020, tem preocupado cientistas das diversas áreas do mundo inteiro, e o caminho que poderá conduzir ao caos hídrico já é trilhado, representando dentre outros, sérios problemas de saúde pública.

## 1.1. OBJETIVOS

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a possibilidade de utilização da água do Lago da UHE (Lajeado) de Luís Eduardo Magalhães de Palmas – TO, para fins potáveis.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar as características físicas, químicas e biológicas da água;
- Analisar as características da água de acordo com os padrões de potabilidade, segundo a portaria 2914/2011;
- Determinar o tipo de tratamento, de acordo com os resultados das análises.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

De acordo com a ONU, cerca de 20% da população mundial não tem acesso a água potável e aproximadamente 40% não dispõe de água suficiente para uma estrutura adequada de saneamento básico e higiene. Calcula-se que em 20 anos, cada indivíduo terá uma redução de um terço da média de água disponível atualmente. Dependendo das taxas de crescimento populacional e das iniciativas políticas tomadas para minorar a crise, em 2050, a escassez de água afetará quase 3 bilhões de pessoas. A demanda por água, nos países em desenvolvimento, deverá crescer significativamente, em virtude do aumento populacional aliado às expansões industrial e agrícola. Os países desenvolvidos, entretanto, continuarão a apresentar maiores índices de consumo per capita. A agricultura hoje apresenta 70% do consumo mundial de água.

O Brasil detém cerca de 20% das águas doces do planeta, porém, a distribuição geográfica desses recursos é bastante irregular. Prova disso, a região Norte do país, com 8,3% da população dispõe de 78% da água do país, enquanto o Nordeste, com 27,8% tem apenas 3,3%. O desenvolvimento econômico sempre teve grande dependência dos recursos hídricos. A água funciona como fator de desenvolvimento, por ser utilizada para inúmeros fins, diretamente relacionada à economia (regional nacional e internacional).

O aumento da demanda por água nas cidades, associada aos impactos da rápida urbanização, conforme citado anteriormente conduz a um quadro preocupante em relação ao futuro da sustentabilidade do abastecimento público urbano, especialmente em algumas regiões metropolitanas brasileiras. No Brasil, cerca de 40% dos municípios são abastecidos por água subterrânea e, várias cidades suprem todas as suas necessidades hídricas utilizando esse tipo de abastecimento que, além de atender diretamente à população, são utilizados na indústria, agricultura, lazer entre outras (Suhogusoff, 2013; Hirata et al., 2011; ANA, 2010).

A poluição gerada pelas atividades humanas, associada ao aumento da população mundial, juntamente ao consumo excessivo e o alto grau de desperdício

são fatores que colocam em risco a disponibilidade de água doce. Devido sua importância estratégica, tanto para as gerações presentes quanto para as futuras, as nossas reservas de água subterrânea necessitam de um cuidado especial, já falado anteriormente.

A quantidade e a natureza dos constituintes presentes na água variam principalmente conforme a natureza do solo de onde são originárias, das condições climáticas e do grau de poluição o que lhes é conferido, especialmente pelos despejos municipais e industriais. Uma análise completa de uma água natural indicaria a presença de mais de cinquenta constituintes nela dissolvidos ou em suspensão. Esses elementos, em geral, são sólidos dissolvidos ionizados, gases, compostos orgânicos, matéria em suspensão, incluindo microrganismos e material coloidal.

Segundo a ANEEL, durante o ciclo hidrológico, a água sofre alterações em sua qualidade. Isso ocorre nas condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema de meio ambiente, quando os recursos hídricos são influenciados devido ao uso para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo, urbano e rural. Os recursos hídricos têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração. Entretanto, essa capacidade é limitada em face da quantidade e qualidade de recursos hídricos existentes.

Essencial à vida, a água constitui elemento necessário para quase todas as atividades humanas, sendo, ainda, componente da paisagem e do meio ambiente. Trata-se de bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e protegido. Presta-se para múltiplos usos: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aquicultura, piscicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos. Quando há abundância de água, ela pode ser tratada como bem livre, sem valor econômico. Com o crescimento da demanda, começam a surgir conflitos entre usos e usuários da água, a qual passa a ser escassa e, então, precisa ser gerida como bem econômico, devendo ser-lhe atribuído o justo valor. Essa escassez também pode decorrer devido aspectos qualitativos, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade da água que os valores excedem os padrões admissíveis para determinados usos (ANEEL).

Os setores usuários das águas são os mais diversos, com aplicação para

inúmeros fins. A utilização pode ter caráter consultivo, ocorrendo quando a água é captada do seu curso natural e somente parte dela retorna ao curso normal do rio, ou não consultivo, onde toda a água captada retorna ao curso d'água de origem. Cada uso da água deve ter normas próprias, mas são necessárias normas gerais que regulamentem as suas inter-relações e estabeleçam prioridades e regras para a solução dos conflitos entre os usuários (BARTH, 1987).

Com uma área de 8.512.000 km<sup>2</sup> e cerca de 170 milhões de habitantes, o Brasil é hoje o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. Com dimensões continentais, os contrastes existentes quanto ao clima, distribuição da população, desenvolvimento econômico e social, entre outros fatores, são muito grandes, fazendo com que o país apresente os mais variados cenários (SIH/ANEEL, 1999).

A seguir no Quadro 1, são listadas as bacias hidrográficas brasileiras:

Tabela 1 - Informações Básicas sobre as Bacias Hidrográficas Brasileiras(SIH/ANEEL, 1999)

Nº	Bacia Hidrográfica	Área	População*			Densidade de hab/km <sup>2</sup>	Vazão m <sup>3</sup> /s	Disponibilidade Hídrica**		Disponibilidade Per Capita m <sup>3</sup> /hab.ano
		10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup>	%	Hab	%			km <sup>3</sup> /ano	%	
1	Amazônica**	3.900	45,8	6.687.893	4,3	1,7	133.380	4206	73,2	628.940
2	Tocantins	757	8,9	3.503.365	2,2	4,6	11.800	372	6,5	106.220
3a	Atlântico Norte/Nordeste	1.029	12,1	31.253.068	19,9	30,4	9.050	285	5,0	9.130
4	São Francisco	634	7,4	11.734.966	7,5	18,5	2.850	90	1,6	7.660
5	Atlântico Leste	545	6,4	35.880.413	22,8	65,8	4.350	137	2,4	3.820
6a	Paraguai**	368	4,3	1.820.569	1,2	4,9	1.290	41	0,7	22.340
6b	Paraná	877	10,3	49.924.540	31,8	56,9	11.000	347	6,0	6.950
7	Uruguai**	178	2,1	3.837.972	2,4	21,6	4.150	131	2,3	34.100
8	Atlântico Sudeste	224	2,6	12.427.377	7,9	55,5	4.300	136	2,-4	10.910
<b>BRASIL</b>		<b>8.512</b>	<b>100</b>	<b>157.070.163</b>	<b>100</b>	<b>18,5</b>	<b>182.170</b>	<b>5.745</b>	<b>100</b>	<b>36.580</b>

Fonte: IBGE, 1996

\*\* Produção hídrica brasileira

1. Como se pode observar, o Brasil tem uma posição privilegiada perante a maioria dos países quanto ao seu volume de recursos hídricos (Quadro 1). Porém, como demonstra o mesmo, mais de 73% da água doce disponível do País encontra-se na bacia Amazônica, que é

habitada por menos de 5% da população. Portanto, apenas 27% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 95% da população (IBGE, 1996).

Estima-se que o desperdício de água no Brasil pode chegar a 45% do volume ofertado à população, o que representa cerca de 3,78 bilhões de metros cúbicos de água por ano. Adotando-se uma redução de 20 pontos percentuais, valor considerado razoável, ou seja, uma meta de 25% de perdas – o que representa cerca de 2 km<sup>3</sup>/ano de água – poder-se-ia economizar cerca de R\$ 1,02 bilhão por ano. Toda essa quantidade poderia estar sendo utilizada para a expansão e melhorias da rede atual. Portanto, segundo os dados apresentados, o volume de água distribuída para o abastecimento no Brasil é de aproximadamente 8,4 km<sup>3</sup>/ano. (SRH/MMA, 1998).

## 2.2 A BACIA HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA (RHTA)

Contida em território brasileiro, a Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (RHTA) é a mais extensa em área de drenagem totalmente. Com área de 918.822 km<sup>2</sup> (11 % do país), abrange os estados do Pará, Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Maranhão e o Distrito Federal, totalizando 409 municípios. Apresenta população de 7,2 milhões de habitantes, que deverá atingir, no ano de 2025, 10,5 milhões de habitantes. Em potencial hidroenergético, a região hidrográfica é ainda a segunda maior do país instalado com 11.563 MW (16 % do país) e tem importantes rios navegáveis com destaque para o rio Tocantins. A presença, abundância e utilização dos recursos naturais conferem à região um relevante papel no desenvolvimento do país (ANA, 2014).

Figura 1: Mapa de bacias hidrográficas do Estado do Tocantins.

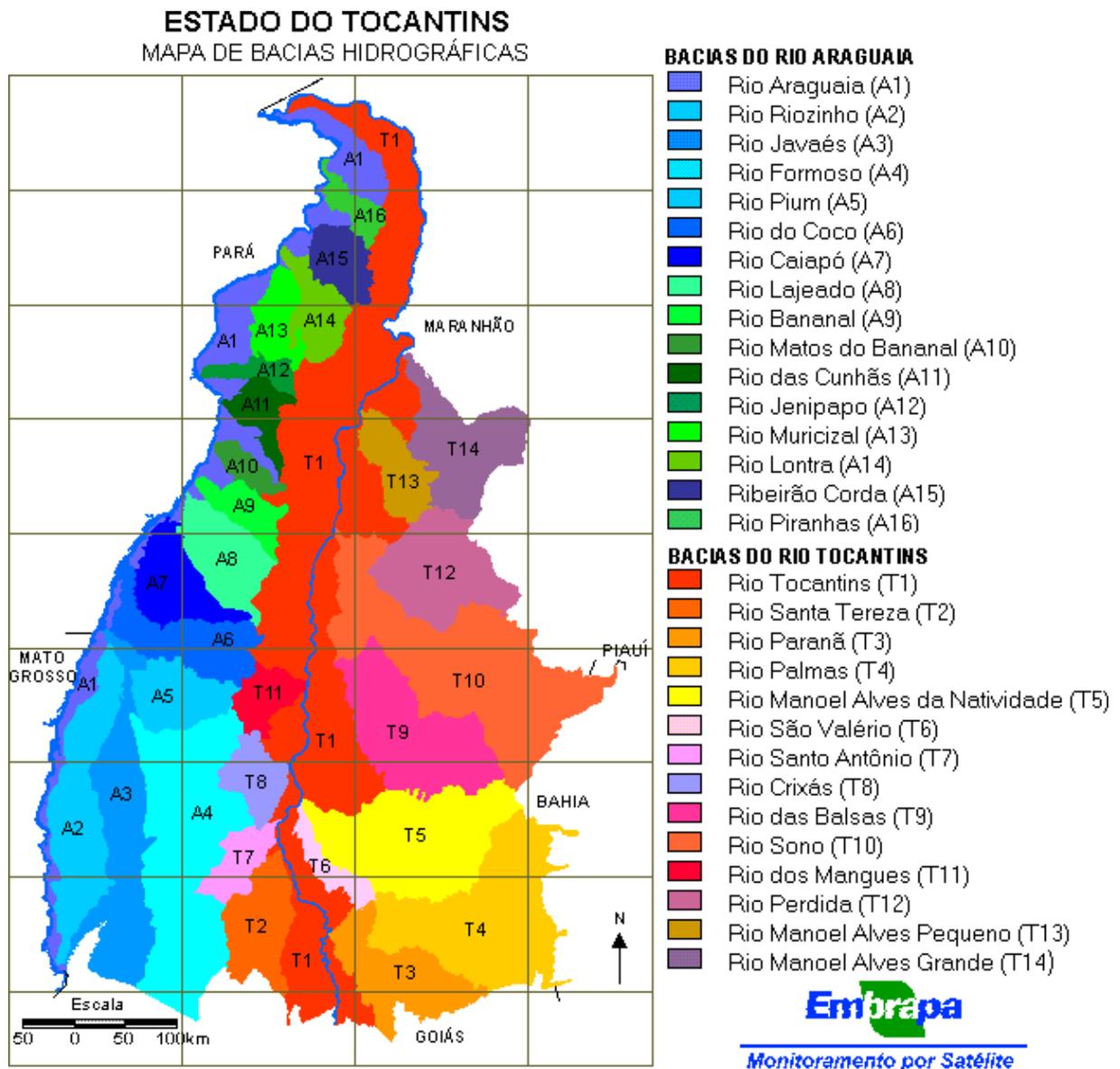


Tabela 2: Principais Bacias e SubBacias Identificadas no Estado do Tocantins.

A - SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO ARAGUAIA
A1 - Bacia do Rio Araguaia
A2 - Bacia do Rio Riozinho
A3 - Bacia do Rio Javaés
A4 - Bacia do Rio Formoso
A5 - Bacia do Rio Pium
A6 - Bacia do Rio do Coco
A7 - Bacia do Rio Caiapó
A8 - Bacia do Rio Lajeado
A9 - Bacia do Rio do Bananal
A10 - Bacia do Rio Matos do Bananal
A11 - Bacia do Rio das Cunhãs
A12 - Bacia do Rio Jenipapo
A13 - Bacia do Rio Muricizal
A14 - Bacia do Rio Lontra
A15 - Bacia do Rio Ribeirão Corda
A16 - Bacia do Rio Piranhas
T - SISTEMA HIDROGRÁFICO DO RIO TOCANTINS
T1 - Bacia do Rio Tocantins
T2 - Bacia do Rio Santa Tereza
T3 - Bacia do Rio Paranã
T4 - Bacia do Rio Palmas
T5 - Bacia do Rio Manuel Alves da Natividade
T6 - Bacia do Rio São Valério
T7 - Bacia do Rio Santo Antônio
T8 - Bacia do Rio Crixás
T9 - Bacia do Rio das Balsas
T10 - Bacia do Rio Sono
T11 - Bacia do Rio dos Mangues
T12 - Bacia do Rio Perdida
T13 - Bacia do Rio Manuel Alves Pequeno
T14 - Bacia do Rio Manuel Alves Grande

Fonte: Autora (2016).

## 2.3 O CENÁRIO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PALMAS

A necessidade de utilizar a água do reservatório da UHE Lajeado surgiu em virtude do decaimento das vazões dos córregos que abastecem a capital, bem como da limitação da produção das estações de tratamento existentes em razão da crescente demanda (Silva et al., 2007). Atualmente, quatro estações de tratamento produzem água tratada na capital. São dois sistemas supridos por mananciais superficiais (ETA 003 e 006) e um suprido por água subterrânea (UTS 002 – ETA 009). Dentre estes, o ribeirão Taquaruçu se destaca por ser responsável pelo abastecimento de aproximadamente 67% da demanda. Os dois mananciais superficiais encontram-se com sua vazão comprometida na época de estiagem, e a Companhia de Saneamento (Odebrecht Ambiental/Saneatins) vem pesquisando uma nova fonte de abastecimento capaz de suprir, em quantidade e qualidade, as exigências da demanda (Queiroz, 2010).

## 2.4 LEGISLAÇÃO

O Brasil já dispunha de um texto sobre o direito da água desde 1934, o Código de Águas. Porém, tal ordenamento não foi capaz incorporar meios para combater ao desconforto hídrico, a contaminação das águas e conflitos de uso, tampouco para promover os meios de uma gestão descentralizada e participativa, exigências dos dias de hoje. Foi exatamente para preencher essa lacuna que foi elaborada a Lei nº 9.433 de janeiro de 1997, cujo projeto havia sido exaustivamente debatido durante os anos 80 e 90, até a sua promulgação.

Segundo dados da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (SRH/MMA, 1998), atualmente, 49% do esgoto sanitário produzido no Brasil é coletado e, desse percentual, apenas 32% são tratados. O nível de abastecimento de água dos domicílios urbanos é de aproximadamente 91%, o que implica que mais de 11 milhões de pessoas que residem nas cidades ainda não tem acesso à água potável. O abastecimento de água encanada na zona rural só atinge 9% da população, porém,

grande parte das pessoas residentes nessas áreas utilizam poços e nascentes para o seu consumo. Diante deste quadro, é importante ressaltar que a ausência de abastecimento de água potável e de coleta de esgotos sanitários são as principais causas das altas taxas de doenças intestinais e outras. Segundo o Ministério da Saúde, 65% das internações hospitalares resultam da inadequação dos serviços e ações de saneamento, sendo a diarreia responsável, anualmente, por aproximadamente 50 mil mortes de crianças no Brasil (Silva, H.K.S e Alves, R.F.F, 1999).

A Resolução 274 (CONAMA, 2000) estabelece critérios de uso das águas doces, salobras e salinas para balneabilidade (recreação de contato primário), utilizando as denominações PRÓPRIA E IMPRÓPRIA. O 4º parágrafo estabelece que as águas sejam consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada entre outras ocorrências, a floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana.

A Portaria 2.914 (Ministério da Saúde, 2011), que retrata os padrões de potabilidade da água para consumo humano, estabelece como exigência concentração inferior a 1,0 µg.L-1 de microcistinas e 3,0 µg.L-1 de saxitoxinas na água tratada.

## 2.5 ÁGUA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A água é um elemento composto por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O). É uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera) (FRANCISCO, 2002). A água contém substâncias, elementos químicos e microrganismos. Para o consumo humano, esses diversos componentes devem ser eliminados ou reduzidos a concentração que não sejam prejudiciais a saúde do homem (DI BERNARDO, 2005).

A água provém de vários componentes do próprio ambiente natural ou introduzido a partir das atividades antrópicas. Para caracterização da água diversos parâmetros são conhecidos, tais como indicadores de qualidade são levados em

consideração, representando suas características físicas, químicas e biológicas (MOTA, 1997).

De acordo com a Portaria nº 2914/2011, do MS, toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade, ou seja, deve estar em conformidade com os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁGUA

Do ponto de vista sanitário, as características físicas da água têm importância relativamente baixa, no entanto, são determinantes na escolha da tecnologia para o tratamento ou condições para a realização das operações necessárias. As características físicas são facilmente determináveis, sendo as principais: Cor, Turbidez, Sabor e Odor, Temperatura e Condutividade Elétrica.

### 2.7 COR

A água pura deve ser incolor, mas devido à presença de substâncias coloridas dissolvidas, como resíduos industriais ou compostos de ferro, e coloidais (partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1 mm), devido ao contato com resíduos orgânicos ou vegetais, a água pode adquirir certa cor. Essas cores resultantes do contato com diferentes substâncias são denominadas de cor aparente (causada por matéria em suspensão) ou cor verdadeira (causada por extratos vegetais ou orgânicos). Normalmente, a cor aparente pode ser removida mais facilmente nas etapas do tratamento de água convencional (CASTRO, 2009).

### 2.8 SABOR E ODOR

Sua origem está associada tanto à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos, quanto à atuação de alguns microrganismos, notadamente algas. Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do MS exige que a água não apresente tais características (BRASIL, 2006).

## 2.9 TURBIDEZ

Conforme DI BERNARDO (1993), a turbidez das águas é devido à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica, finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. As soluções podem ser tanto dispersões das partículas muito pequenas, quanto substâncias dissolvidas na água.

## 2.10 SÓLIDOS

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão), com exceção dos sólidos sedimentáveis, cujo método mais comum é o volumétrico (uso do cone Imhoff) (PIVELI, 1996).

## 2.11 TEMPERATURA

A temperatura, que é uma medida da intensidade de calor, é importante uma vez que interfere na velocidade das reações químicas, na solubilidade dos gases e pode acentuar a sensação de sabor e odor. Interfere ainda na eficiência da desinfecção e no desempenho das unidades de mistura rápida, floculação, decantação e filtração (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991). A temperatura tem influência na desinfecção, uma vez que influencia nas reações de hidrólise, na eficiência da desinfecção, solubilidade dos gases, sensação do sabor e odor e também nas unidades de mistura rápida, floculação, decantação e filtração (CORRÊA, 2007).

## 2.12 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA

As características químicas da água são de altíssima importância, do ponto de vista sanitário, uma vez que pode tornar a água inviável para o tratamento, já que cada situação exige uma tecnologia diferenciada para a transformação em água potável, e dependendo da maneira que esses elementos ou compostos químicos se encontram na água é irrealizável a sua remoção (CORRÊA, 2007).

## 2.13 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O termo pH (potencial hidrogeniônico) segundo (BRANCO, 1998) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. Para o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), a faixa de valores limite de pH está entre 6,0 e 9,5. Esse parâmetro objetiva minimizar os problemas de corrosão e incrustação das redes de distribuição. O pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. A água é considerada neutra, quando o seu pH está em torno de 7; ela será ácida quando o intervalo estiver entre 0 e 7; e será básica quando estiver entre 7 e 14.

## 2.14 ALCALINIDADE

Alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato (APHA et al., 2005). A importância do conhecimento das concentrações destes íons permite a definição de dosagens de agentes flocculantes e fornece informações sobre as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Segundo Farias (2006), esse parâmetro é uma medida da capacidade de neutralização de ácidos e é devida, principalmente, a sais de ácidos fracos e bases fortes, e tais substâncias têm efeito tampão, resistindo à queda de pH resultante da adição de ácidos. A Portaria 2914/2011 não possui VMP, porém, segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA (1979), a concentração máxima de alcalinidade permitida não pode exceder  $250 \text{ mg.L}^{-1}$ , pois se apresentar valor superior à esse, a água apresentará sabor amargo.

## 2.15 ACIDEZ

A acidez está relacionada com o condicionamento final da água em uma estação de tratamento, podendo ser necessário estabilizar o carbonato de cálcio por meio da adição de um alcalinizante, a fim de evitar problemas de corrosão no sistema de abastecimento (RITCHER e AZEVEDO NETTO, 2003).

## 2.16 DUREZA

Característica conferida à água pela presença de sais alcalinos terrosos (cálcio, magnésio, e outros) e de alguns metais, em menor intensidade. Quando adureza é devida aos sais bicarbonatos e carbonatos (de cálcio, magnésio, e outros), denomina-se temporária, pois pode ser eliminada quase totalmente pela fervura; quando é devida a outros sais, denomina-se permanente. As águas duras, em função de condições desfavoráveis de equilíbrio químico, podem incrustar nas tubulações e

dificultar a formação de espumas com o sabão. (NBR 9896/1993).

## 2.17 CLORETOS

A utilização de cloro na água possui como objetivos a desinfecção (destruição ou inativação dos organismos patogênicos ou outros organismos indesejáveis) e oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos orgânicos e inorgânicos nela existentes). Fatores como temperatura da água, pH, tempo de contato, grau de mistura, turbidez, presença de substâncias interferentes e concentração de cloro disponível determinam seu desempenho. Em geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH e a velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura (MEYER, 1994).

## 2.18 DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO)

Os compostos orgânicos, em sua maioria, são instáveis e podem ser oxidados biologicamente e quimicamente, portanto a matéria orgânica tem necessidade de oxigênio, denominada demanda que pode ser: demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). A DBO é a medida de quantidade de oxigênio necessário para o metabolismo das bactérias aeróbias que destroem a matéria orgânica e a DQO permite a avaliação da carga de poluição de esgoto doméstico ou industrial em termos de quantidade de oxigênio necessário para a sua total oxidação em dióxido de carbono e água (RICHTER e NETTO, 1991).

## 2.19 OD (OXIGÊNIO DISSOLVIDO)

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de

vital importância para os seres aquáticos aeróbios. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico, e segundo Carmouze (1994) a sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

## 2.20 FERRO E MANGANÊS

Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação  $\text{Fe}^{+2}$  e  $\text{Fe}^{+3}$ . O íon ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) é mais solúvel do que o férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ). Portanto, os inconvenientes que o ferro traz às águas devem ser atribuídos principalmente ao ferro “ferroso”, que, por ser mais solúvel, é mais frequente. Quando se pretende determinar apenas a fração solúvel, as amostras de água são filtradas antes de serem submetidas à determinação da concentração de ferro. Este parâmetro é denominado “ferro solúvel”. É também comum o uso da expressão “ferro coloidal”, pois as partículas de ferro podem apresentar tal comportamento na água (PIVELI, 1996). Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria nº 2914 do MS (BRASIL, 2006).

## 2.21 FLÚOR (FLUORETOS)

O flúor é um elemento químico importante no que se refere à saúde bucal, já que, quando em baixas concentrações na água distribuída à população, proporciona problema de aparecimento de cáries e, em excesso pode causar problema de fluorese (desgaste do esmalte e manchas nos dentes). Nas águas naturais, já foi detectado na forma de fluoreto ( $\text{F}^-$ ) em níveis que alcançam até 50 mg L de  $\text{F}^-$ , porém, valores acima de 10 mg L de  $\text{F}^-$  são raros, estando a concentração normal até 1 mg L de  $\text{F}^-$  (MACEDO, 2003).

## 2.22 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DA ÁGUA

### 2.22.1 Coliformes

As bactérias do grupo coliforme habitam o intestino de homens e animais de sangue quente e são eliminados nas fezes em números elevados ( $10^6/g$  a  $10^8/g$ ). Dessa forma havendo contaminação da água por esgotos domésticos, é elevada a chance de se encontrar coliformes em pequenas amostragens. Principalmente em climas tropicais, os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. Além disso, sua identificação é relativamente fácil, pois esse grupo fermenta a lactose, produzindo gases que são observados durante os ensaios (BRASIL, 2006).

Os coliformes fecais são bactérias que normalmente habitam no intestino dos animais superiores e a sua presença indica a possibilidade de contaminação da água por organismos patogênicos, porém nem toda água que contenha coliformes é contaminada, existem os coliformes totais que tem a sua origem do solo e como tal, podem veicular doenças de transmissão hídrica (RICHTER e NETTO, 1991).

A Portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2006) determina que a água potável deva comprovar ausência de bactérias coliformes totais ou *Escherichia coli* em volume de amostragem de 100 mL.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Palmas faz parte da Região Norte, com 2.218km<sup>2</sup> de extensão territorial, localizado à margem direita do rio Tocantins. Sua sede municipal tem como coordenadas geográficas -10°12'46" de latitude Sul, 48°21'37" de longitude Oeste e altitude média de 230m, acima do nível do mar. Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o município está localizado na Mesorregião Oriental do Estado.

Segundo os dados do IBGE 2014, o Estado do Tocantins possui uma população de 1.496.880 habitantes e Palmas que é a maior cidade do Estado, é constituída com uma população de 265.409 habitantes.

#### 3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Foram feitas duas coletadas no Lago de Palmas – TO, a primeira ocorreu no dia 22 de fevereiro no período matutino, e a segunda no dia 02 de março pelo período vespertino. Para avaliar os parâmetros de potabilidade da água, foi sugerido pela companhia de saneamento da cidade, ODEBRECHT, três pontos de coleta. Sendo dois pontos à montante do braço do Taquaruçu e o outro à jusante do ponto de levantamento de efluentes da ETE Norte, da cidade.

#### 3.3 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE AMOSTRAS NO LAGO

A coleta de água para análises química, física e microbiológicas seguiram as recomendações da fundação nacional de saúde, (BRASIL, 2006). As amostras coletadas foram devidamente acondicionadas em caixas de isopor, conservadas em

gelo e encaminhadas ao Laboratório do Instituto Federal do Tocantins para que fossem prosseguidas as análises.

### 3.4 METODOLOGIA DAS ANÁLISES

#### 3.4.1 pH

O valor do pH das amostras deve ser medido em pHmetro de bancada imediatamente após a coleta (APHA, 2005).

#### 3.4.2 Alcalinidade

Alcalinidade de uma água é sua capacidade em neutralizar ácidos, ou seja, é sua capacidade de tamponamento. Íons relacionados a alcalinidade presentes na amostra resultantes da dissociação ou hidrólise de solutos, reagem com a adição de um ácido padrão. A alcalinidade, tal qual a acidez, depende do valor do ponto final de pH fixado.

#### 3.4.3 Cloretos

O método a ser utilizado consiste na titulação da amostra contendo cloretos com a solução padrão de nitrato de prata, na presença do indicador cromato de potássio (APHA, 2005).

#### 3.4.4 Turbidez

Utiliza-se o método nefelométrico. Esse método consiste na comparação da luz refletida pela amostra com a luz refletida por uma solução padrão de referência (suspensão de formazina a 1 mg/L). Quanto maior for a intensidade da luz refletida, maior será a turbidez (APHA, 2005).

### **3.4.5 Sólidos**

Todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d'água. Os sólidos são classificados de acordo com seu tamanho e características químicas. Os sólidos em suspensão, contidos na amostra de água, apresentam, em função do método analítico escolhido, características diferentes e, conseqüentemente, têm designações distintas. A unidade de medição normal para o teor de sólidos não dissolvidos é o peso dos sólidos filtráveis, expresso em mg/L de matéria seca. Dos sólidos filtrados pode ser determinado o resíduo calcinado (em % de matéria seca), que é considerado uma medida da parcela da matéria mineral. O restante indica, como matéria volátil, a parcela de sólidos orgânicos (APHA, 2005).

### **3.4.6 Temperatura**

A temperatura das amostras deve ser medida "in loco" através de termômetro de mercúrio (APHA, 2005).

### **3.4.7 Ferro**

Baseia na reação do íon ferroso, o  $\text{Fe}^{2+}$  (Standard Methods). As outras formas de Fe (metálico, orgânico ou férrico) são convertidas à essa pela adição de um reagente. A concentração de ferro na amostra, medida por colorimetria em espectrofotômetro (APHA, 2005).

### **3.4.8 Manganês**

Segundo Piveli (1996), o comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $\text{Mn}^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $\text{Mn}^{+4}$  (forma menos solúvel).

### **3.4.9 OD (Oxigênio Dissolvido)**

O oxigênio dissolvido (OD) indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. Feito através do método de titulometria – NBR 10559/1988.

### **3.4.10 Coliformes**

O método a ser utilizado para quantificar os coliformes termotolerantes e totais foi o cromogênico (substrato de Colilert), para a determinação do número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra. Essa bactéria é considerada a mais representativa da contaminação fecal dentro do grupo de coliformes fecais (OMS, 1995).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises estão apresentados nas tabelas a seguir. A análise feita dia 22 de fevereiro, na Tabela 3 e a análise de 02 de março na Tabela 4.

Tabela 3: Análise da primeira coleta de água.  
Resultados analíticos das amostras

FÍSICO – QUÍMICO									
Parâmetros	CORPOS DE PROVA			UND	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MARGEM DE ERRO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	RESULTADO CONSIDERADO
	1º	2º	3º						
pH	7,14	7,31	6,72		7,06	0,30	0,75	4,25%	$(6,31 \leq \mu \leq 7,80)$ = 95%
Alcalinidade	17,40	18,50	10,40		15,43	4,39	10,91	28,44%	$(4,53 \leq \mu \leq 26,34)$ = 95%
Cloretos	41,20	40,20	34,30	mg/L	38,57	3,73	9,27	9,67%	$(29,30 \leq \mu \leq 47,83)$ = 95%
Turbidez	10,80	12,40	12,40	NTU	11,87	0,92	2,29	7,75%	$(9,58 \leq \mu \leq 14,15)$ = 95%
Sólidos	48,00	57,00	39,00	mg/L	48,00	9,00	22,36	18,75%	$(25,64 \leq \mu \leq 70,36)$ = 95%
Ferro	0,29	0,29	0,30	mg/L	0,29	0,01	0,01	2,05%	$(0,28 \leq \mu \leq 0,30)$ = 95%
Manganês	0,76	0,80	1,10	mg/L	0,89	0,19	0,47	21,43%	$(0,42 \leq \mu \leq 1,36)$ = 95%
Temperatura	29,50	29,50	29,60	°C	29,53	0,06	0,15	0,20%	$(29,38 \leq \mu \leq 29,68)$ = 95%
OD	6,84	6,04	6,24	mg/L	6,37	0,42	1,04	6,59%	$(5,33 \leq \mu \leq 7,42)$ = 95%
Coliformes	9,60	25,00	181,10	NMP/100mL	71,90	94,88	235,71	131,96%	$(-163,81 \leq \mu \leq 307,61)$ = 95%

Fonte: Autora (2016).

Tabela 4: Análise da segunda coleta de água.  
Resultados analíticos das amostras

FÍSICO – QUÍMICO									
Parâmetros	CORPOS DE PROVA			Und	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MARGEM DE ERRO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	RESULTADO CONSIDERADO
	1º	2º	3º						
pH	7,80	8,10	6,90		7,60	0,62	1,54	8,2%	$(6,06 \leq \mu \leq 9,14)$ = 95%
Alcalinidade	18,56	23,20	13,92		18,56	4,64	11,53	25,0%	$(7,03 \leq \mu \leq 30,09)$ = 95%
Cloretos	41,25	45,22	24,85	mg/L	37,11	10,80	26,83	29,1%	$(10,28 \leq \mu \leq 63,94)$ = 95%
Turbidez	9,00	14,00	9,00	NTU	10,67	2,89	7,18	27,1%	$(3,49 \leq \mu \leq 17,85)$ = 95%
Sólidos	55,00	58,00	38,00	mg/L	50,33	10,79	26,81	21,4%	$(23,53 \leq \mu \leq 77,14)$ = 95%

Ferro	0,29	0,29	0,30	mg/L	0,29	0,01	0,01	2,05%	$(0,28 \leq \mu \leq 0,30)$ = 95%
Manganês	0,76	0,80	1,10	mg/L	0,89	0,19	0,47	21,43%	$(0,42 \leq \mu \leq 1,36)$ = 95%
Temperatura	31,40	31,40	29,50	°C	30,77	1,10	2,73	3,6%	$(28,03 \leq \mu \leq 33,50)$ = 95%
OD	11,57	12,8	11,17	mg/L	11,85	0,85	2,11	7,2%	$(9,73 \leq \mu \leq 13,96)$ = 95%
Coliformes	9,70	11,90	12,03	NMP/100mL	11,21	1,31	3,25	11,7%	$(7,96 \leq \mu \leq 14,46)$ = 95%

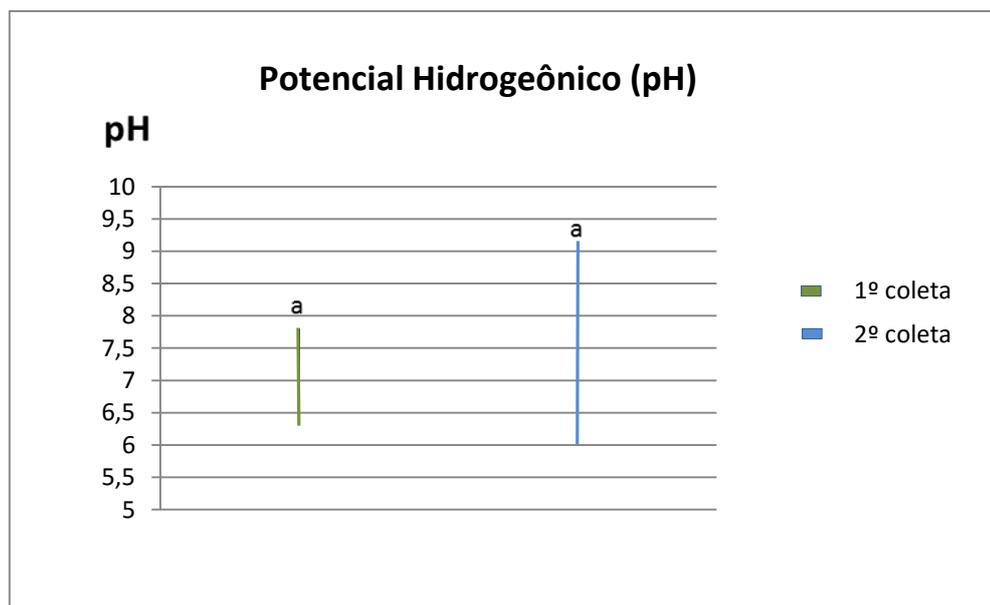
Fonte: Autora (2016).

## 4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

### 4.1.1 pH

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, diz que o pH deve estar entre 6,0 e 9,50. O resultado obtido na primeira análise como mostra na Tabela 3, as duas primeiras amostras estão dentro dos padrões, caracterizando a água como neutra. Já a terceira amostra, apresenta o pH mais baixo, isso pode indicar o lançamento de efluentes. Na segunda coleta, de acordo com os resultados da Tabela 4, a água antes do lançamento de efluentes é levemente alcalina, e após o efluente ser lançado torna-se ácida.

Gráfico 1: Variação da Análise de Potencial Hidrogeônico (pH).

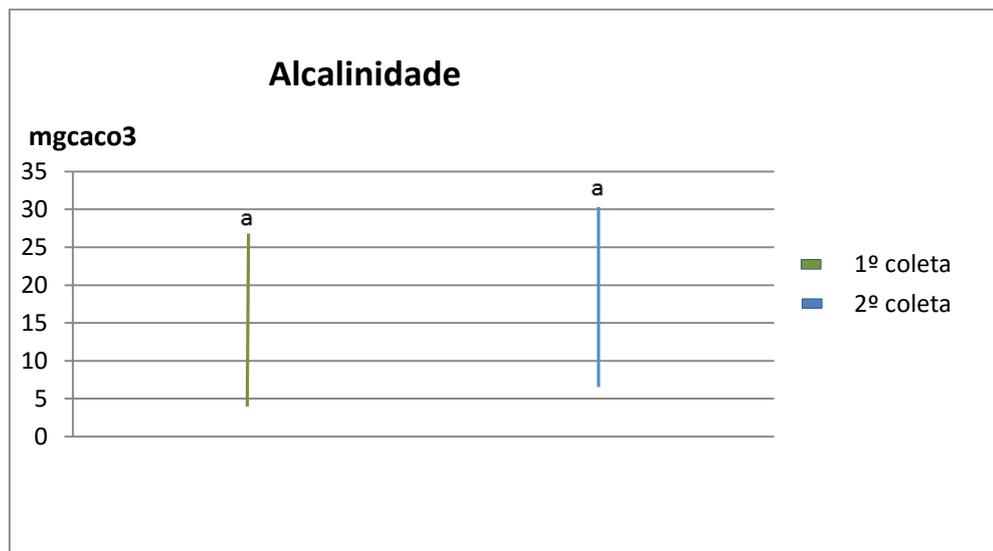


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.2 Alcalinidade

De acordo com os resultados da primeira análise a alcalinidade encontrada nas amostras 1 e 2, apresentaram resultado de  $17,40\text{mg.L}^{-1}$  e  $18,50\text{mg.L}^{-1}$ , como mostra na Tabela 3. No terceiro ponto devido a lançamentos de efluentes ácidos, ocorreu uma diminuição para  $10,40\text{mg.L}^{-1}$ . Na segunda coleta, do dia 02 de março, também houve decréscimo da alcalinidade, como representado na Tabela 4. Portanto, uma vez que a alcalinidade foi diminuída, aumentou-se a acidez da água.

Gráfico 2: Variação da Análise de Alcalinidade.



Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.3 Cloreto

O cloreto analisado na primeira coleta, do dia 22 de fevereiro, teve uma concentração de  $41,2\text{mg.L}^{-1}$  e  $40,20\text{mg.L}^{-1}$ , nas duas primeiras amostras. Já na terceira amostra foi de  $34,3\text{mg.L}^{-1}$ , Tabela 3. Na coleta do dia 02 de março, houve a mesma queda na terceira amostra, caindo para  $24,85\text{mg.L}^{-1}$ , como descreve a Tabela 4. Contudo, observa-se que nos dois primeiros pontos de coleta há uma presença maior de cloro, que no ponto próximo ao lançamento de efluentes.

Gráfico 3: Variação da Análise de Cloretos.

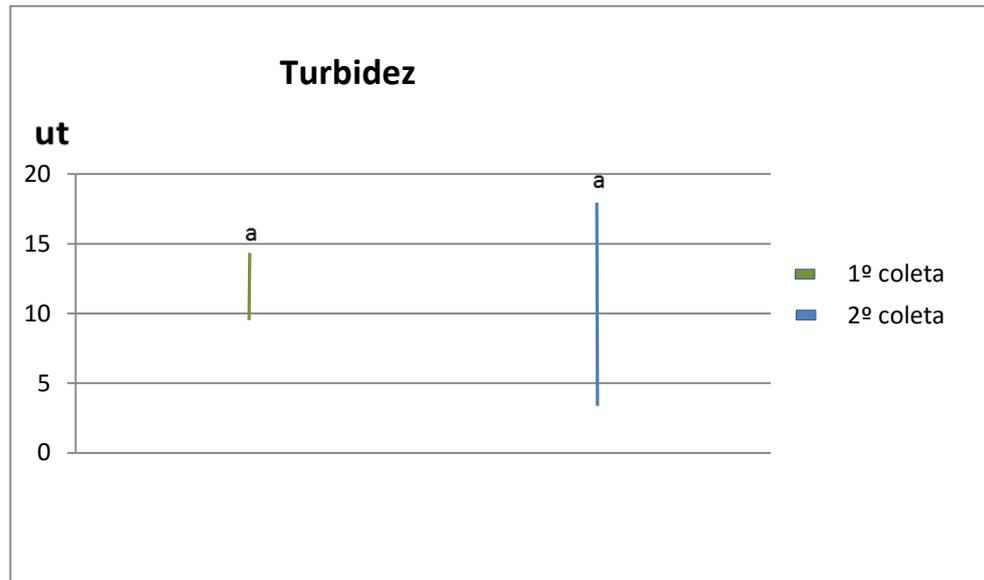


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.4 Turbidez

De acordo com os padrões de potabilidade, os valores de turbidez não podem ultrapassar 5,0 UNT. Os resultados da primeira coleta, Tabela 3, foram de 10,8 UNT na primeira amostra, e de 12,4 UNT na segunda e terceira amostra. Já na segunda coleta, os valores da primeira e terceira amostra foram de 9,0 UNT, e a segunda amostra de 14,0 UNT, conforme Tabela 4. Todos os resultados excedendo o limite dos padrões de potabilidade. Porém, é evidente que os valores de turbidez, sejam mais altos nos cursos de água, nos quais a água está em constante agitação.

Gráfico 4: Variação da Análise da Turbidez.

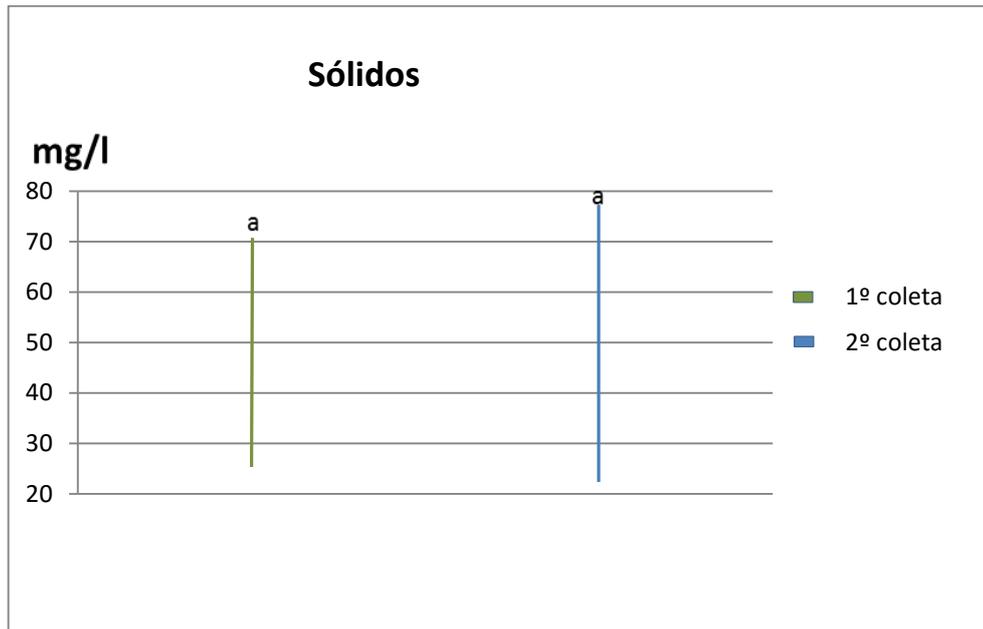


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.5 Sólidos Totais

Esse parâmetro é tolerável até 1000 parte por milhão (ppm) segundo a Portaria 2914/2011. Os resultados obtidos na primeira coleta, como mostra a Tabela 3, é de 48 ppm na primeira amostra, 57 ppm na segunda amostra, e na terceira amostra houve um decréscimo para 39 ppm. Já na segunda coleta, os resultados da primeira e segunda amostra foram de 55 e 58, respectivamente. E mais uma vez, um decréscimo da terceira amostra com 38 ppm.

Gráfico 5: Variação da Análise de Sólidos.

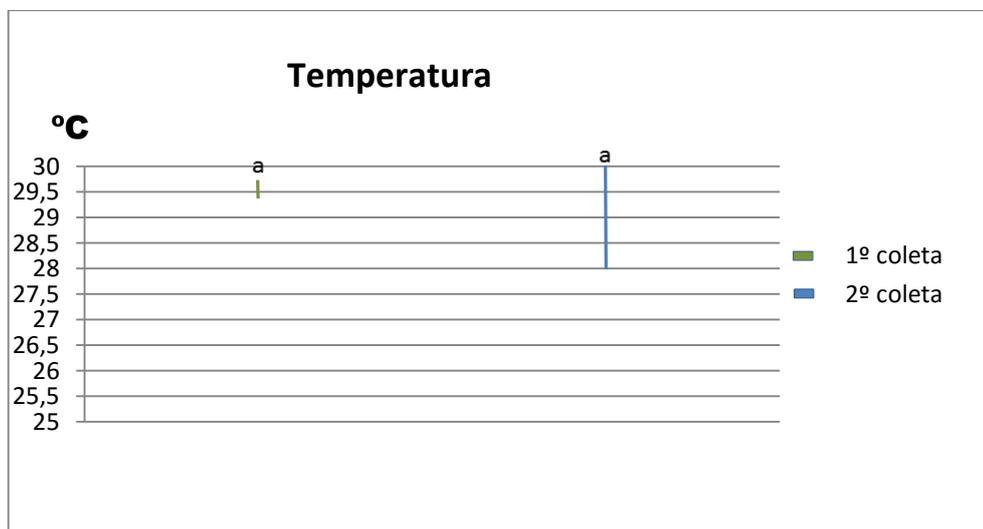


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.6 Temperatura

Nos resultados das duas coletas, as temperaturas variaram de 29,5 °C à 31,5 °C, como mostra as Tabelas 3 e 4, essa variação de temperatura pode depender do período do ano. Porém, verificando a Resolução CONAMA 357/2005, percebe-se que está não estabelece um valor limite desse parâmetro para a água.

Gráfico 6: Variação da Análise da Temperatura.

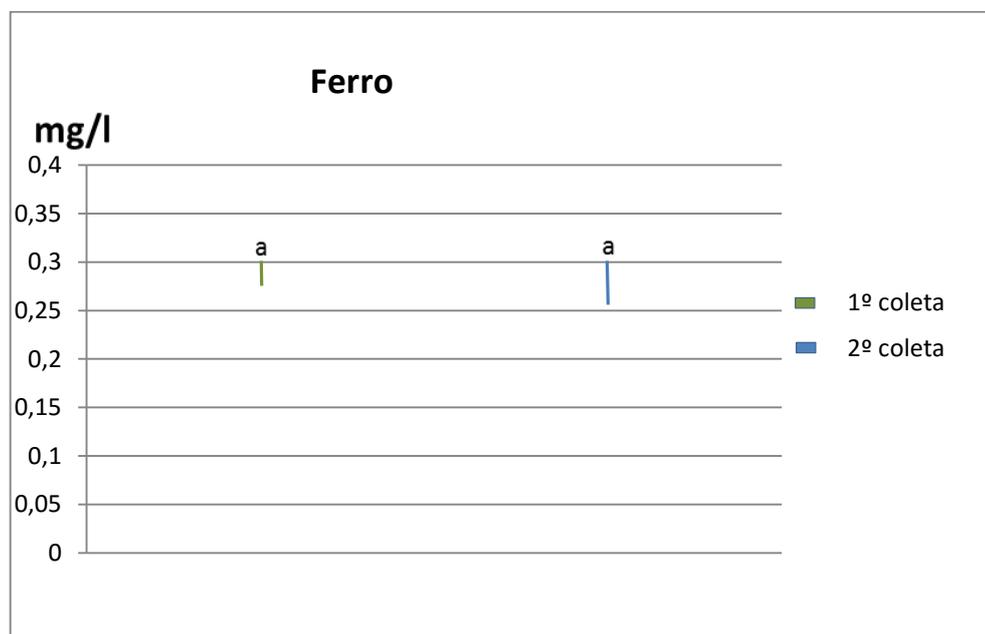


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.7 Ferro

Os valores encontrados nas amostras, da Tabela 3 e Tabela 4, atendem à Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece a concentração máxima de  $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Gráfico 7: Variação da Análise do Ferro.

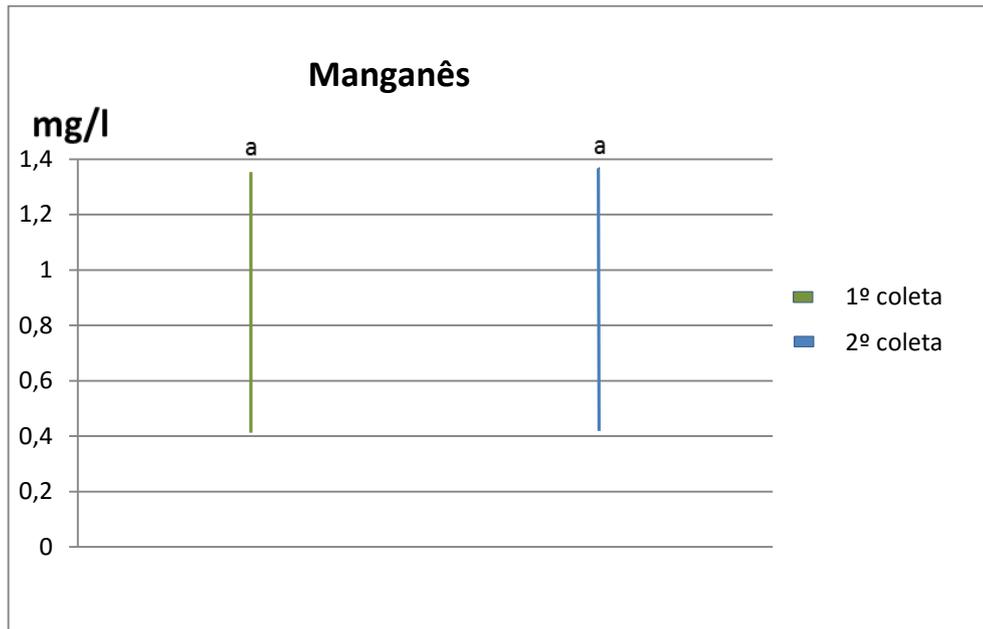


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.8 Manganês

No que diz respeito à concentração de manganês menor que  $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$ , a Portaria 2014/2011 diz que geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Os valores obtidos nos resultados das duas coletas estão acima do exigido pelo Ministério da Saúde.

Gráfico 8: Variação da Análise do Manganês.

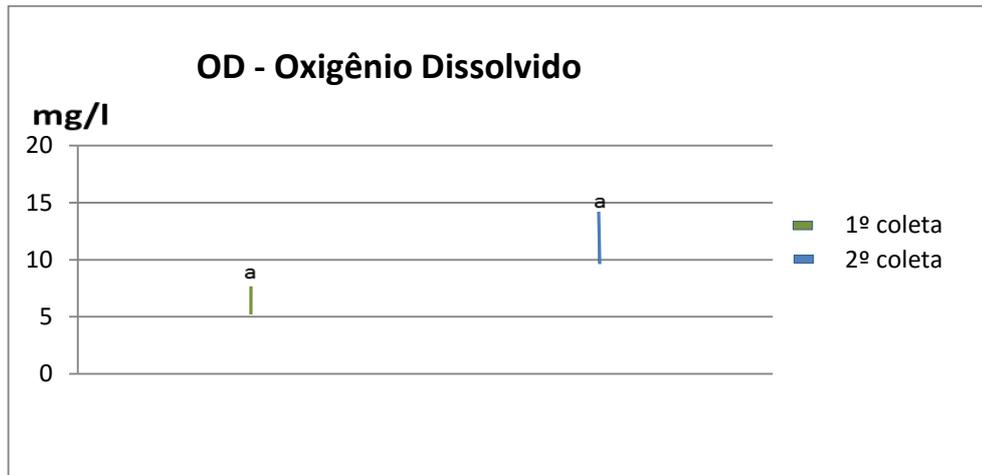


Fonte: Autora (2016).

#### 4.1.9 OD (Oxigênio Dissolvido)

Como apresentado na Tabela 3, os resultados obtidos na primeira análise, não tiveram uma diferença (significativa) entre as três amostras, mantendo-se de 6,04 mg.L<sup>-1</sup> à 6,84 mg.L<sup>-1</sup>, como visto na Tabela 3. Porém, na segunda coleta realizada no dia 02 de março, como mostra a Tabela 4, os resultados de oxigênio dissolvido variaram de 11,17 mg.L<sup>-1</sup> à 12,8 mg.L<sup>-1</sup>. Essa diferença entre os resultados das duas análises pode ser justificada ao lançamento de efluentes com muita matéria orgânica.

Gráfico 9: Variação da Análise do OD (Oxigênio Dissolvido).



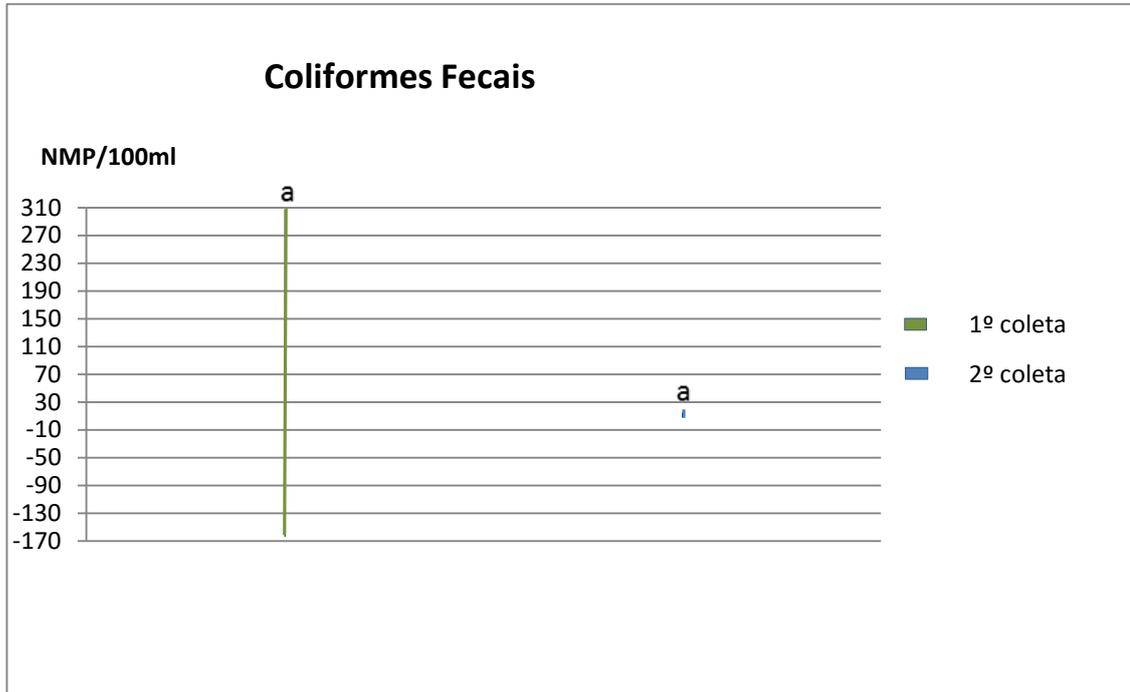
Fonte: Autora (2016).

## 4.2 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS

### 4.2.1 Coliformes Fecais

Nos resultados da primeira coleta do dia 22 de fevereiro, na primeira amostra se obteve 9,6 (NMP/100 ml), na segunda amostra 25,0 (NMP/100 ml). Já na terceira amostra foi detectado um nível elevado de 181,1 (NMP/100 ml) (Tabela 3). Já na segunda coleta, realizada no dia 02 de março, como mostra na Tabela 4, os resultados se mantiveram de 9,7 (NMP/100 ml) à 12,03 (NMP/100 ml). Em termos de padrões microbiológicos, a água não atende a portaria 2914/2011, que é classificada como potável quando se detecta a ausência de *Escherichia coli*.

Gráfico 10: Variação da Análise de Coliformes Fecais.



Fonte: Autora (2016).

## 5. CONCLUSÕES

As análises realizadas da água do lago da UHE Luís Eduardo Magalhães confluência com Ribeirão Taquaruçu, permite-nos concluir que apenas a variável coliforme não está dentro dos padrões de potabilidade, estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Pela resolução do CONAMA 357/2005 a água se enquadra na classe 2 do Ministério do Meio Ambiente, que pode ser destinada ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional, devido a presença de coliformes na água.

Portanto, sendo utilizado o processo de tratamento convencional, conclui-se pelo presente trabalho, que a água do lago da UHE de Luís Eduardo Magalhães pode ser aproveitada para fins de consumo humano.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugiro que sejam feitas análises mensais, para se obter dados que apresentem maior confiabilidade.

## REFERÊNCIAS

APHA – AWWA- WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association, 2005.

BARTH, Flávio Terra. **Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos**. São Paulo: Nobel, 1997.

BRANCO, Samuel Murgel. **O meio ambiente em debate**. São Paulo: Editora Moderna, 1998.

BRASIL, Agência Nacional de Água. **Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia**. Relatório Síntese, Brasília, 2014.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, 2001. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/introducao\\_gerenciamento.pdf](http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/introducao_gerenciamento.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2015.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, DF; 2005.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agroecológico do Estado do Tocantins**. Disponível em: <<http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/baci.html>>. Acesso em: 13 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=171610&search=tocantins|paraíso-do-tocantins>>. Acesso em: 03 out. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria n. 518, de 25 de março de 2004 - Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano - 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**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://189.28.128.179:8080/518/legislacoes/portaria-ms-no.-518>>. Acesso em: 07 set. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os Procedimentos e Responsabilidades Relativos ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade. Diário Oficial [da] União, Brasília, 14 dez. 2011.

\_\_\_\_\_. **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura**. Disponível em: <[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note\\_pt\\_2012.pd](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Brasilia/pdf/WWDR4%20Background%20Briefing%20Note_pt_2012.pd)>. Acesso em: 04 set. 2015.

\_\_\_\_\_. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Os recursos hídricos do planeta estão sob pressão do crescimento rápido das demandas por água e das mudanças climáticas, diz novo Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. **WaterResources** in Brazil, 1998.

\_\_\_\_\_. Superintendência de Estudos d Informações Hidrológicas/ Agência Nacional de Energia Elétrica. **Informações hidrológicas brasileiras**. ANEEL, Brasília, 1999

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. São Paulo: Editora Edgard Blücher – FAPESP, 1994, p.253.

CARVALHO, M. J. H. - **Uso de Coagulantes Naturais no Processo de Obtenção de Água Potável**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

CASTRO, C. M. B. **Tratamento de Água**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

CORRÊA, J. M. **Estudo do controle da capacidade de processo de produção de água potável**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e Técnicas de tratamento de água**, Volume I/Luiz de Bernardo. – Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Setembro de 1993.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2ª ed. v. 1. São Carlos: RiMa, 2005.

FARIAS, Maria S. Sobral de. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese - Doutorado em Engenharia Agrícola -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.

FRANCISCO, W. C. **Água**. 2002. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia /agua.htm> >. Acesso em 03 set. 2015.

MACEDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Belo Horizonte: Jorge Macedo ed. 2003. 450p.

MEYER, S. T. **O uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Cadernos Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99-110, mar. 1994. Disponível em: <<http://www.scientificcircle.com/pt/102968/uso-cloro-desinfeccao-aguas-formacao-trihalometanos-riscos/>>. Acesso: em27 ago. 2015.

PIVELI, R. P. “**Qualidade da Água**”. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental da Fac. Saúde Pública – USP, 1996.

QUEIROZ, S.C.B. **Utilização da dupla filtração, oxidação e adsorção com carvão ativado pulverizado no tratamento de água eutrofizada**. Dissertação Mestrado - Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

RITCHER, C. A., AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água – tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1991.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé. **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/recursos-hidricos-e-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil>>. Acesso em: 25 out. 2015.

SILVA, J.R.L.; NAVAL, L.P.; NOGUEIRA, I.S. Cyanobacteria and the water quality in the Tocantins river in the point next to the captation in the water treatment station in Tocantínia - Tocantins-Brazil. In: 7th **INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOXICCYANOBACTERIA**, 2007. **Anais**. Rio das Pedras - RJ.

TOMAZ, P. **Conservação da Água**. São Paulo, 1998. Ed. Digihouse, 176 p.

TUNDISI, José Galizia. **O futuro dos Recursos**. Recursos Hídricos. São Paulo, São Carlos. Disponível em: <<https://www.multiciencia.unicamp.br/art03.htm>>. Acesso em :25 out. 2015.

ANEXOS

ANEXO A: 1º ponto de coleta - MONTANTE DO RIBEIRÃO TAQUARUÇU- BRAÇO



Fonte: Autora (2016).

ANEXO B: 2º Ponto de coleta - MONTANTE DO RIBEIRÃO TAQUARUÇU- PONTE



Fonte: Autora (2016).

ANEXO C: 3º Ponto de coleta - JUSANTE DA ETE NORTE



Fonte: Autora (2016).