



## INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA FINS DE ABASTECIMENTO EM SÃO LUÍS/MA

**Mariana dos Santos Nascimento** – mariananascimento03@hotmail.com  
Faculdade Pitágoras de São Luís/MA  
Rua Joaquim Vieira, Condomínio Murici 02, Bloco 05, Apto 02, Bairro Turu.  
65066540 – São Luís – MA

**Carla Janaína Almeida da Silva** – carla\_almeidas@outlook.comc  
Faculdade Pitágoras de São Luís/MA

**Naara Suzanny da Silva Reis** – naara.suzan@hotmail.com  
Faculdade Pitágoras de São Luís/MA

**Ana Clara Pinho Rabelo** – aniinha\_rabelo@hotmail.com  
Faculdade Pitágoras de São Luís/MA

**Daniel Rocha Pereira** – daniel.rocha.drp@gmail.com  
Faculdade Pitágoras de São Luís/MA

**Resumo:** *O uso e ocupação desordenada do solo seguido pelas atividades antrópicas, provocam alterações na qualidade da água local, instigando possivelmente a poluição dos recursos hídricos. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água do manancial Mãe Izabel, Batatã e Rio da Prata no município de São Luís, Maranhão. Os mananciais encontram-se localizados dentro do Parque Estadual do Bacanga (PEB), inaugurado em 1944, pelo governador João Castelo, com uma área total de 4.600 hectares. Ao longo dos anos aconteceram várias ocupações antrópicas no entorno do parque, causando a redução de 50% de sua área. Atualmente, existem 8 bairros no seu entorno. A água usada para o abastecimento da cidade percorre um trajeto de 6 quilômetros até chegar ao seu ponto final, o Manancial Mãe Izabel. Os parâmetros de qualidade da água foram analisados estatisticamente em um período de 5 anos e avaliados segundo o coeficiente de Pearson. De acordo com os 16 parâmetros físicos e químicos analisados, é possível observar-se que as áreas que apresentavam o maior número de urbanização, possuíam, conseqüentemente, um maior número de degradação e poluição ambiental. A falta de infraestrutura nos bairros é o principal fator indicado para a poluição do solo, dos recursos hídricos e da alteração nos parâmetros analisados.*

**Palavras-chave:** *qualidade da água, uso do solo, atividades antrópicas, degradação ambiental.*



## USE OF INFLUENCE AND SOIL OCCUPATION IN WATER QUALITY FOR CATERING PURPOSES IN SÃO LUÍS / MA

**Abstract:** *The disorderly use and occupation of soil followed by anthropic activities cause alterations in the quality of local water, possibly instigating the pollution of hydrous resources. This study aims to evaluate the water quality of the springs Mãe Izabel, Batatã and Rio da Prata in São Luis, Maranhão. The fountains are located within the Bacanga State Park (PEB – Parque Estadual do Bacanga), inaugurated in 1944 by Governor João Castelo, with a total area of 4,600 hectares. Over the years there have been several anthropic occupations around the park, causing a reduction of 50% of its area. Currently, there are 8 districts surrounding the area of the park. The water used to supply the city runs a 6 km route to reach its end point, the Mãe Izabel fountain. The water quality parameters were statistically analysed in a period of 5 years and assessed by the Pearson coefficient. According to the 16 physical and chemical parameters inspected, it is observable that areas presenting the highest number of urbanization, have therefore a high number of environmental degradation and pollution. The lack of infrastructure in the neighbourhoods is the main factor pointed for pollution of the soil, the hydric resources and for changing in the parameters analysed.*

**Keywords:** *water quality, use of soil, anthropic activities, environmental degradation.*

### 1. INTRODUÇÃO

O homem, desde sua origem, convive com as condições naturais do planeta, tanto no seu uso como na sua sobrevivência. Haja vista, os diferentes usos e ocupações do solo no entorno de bacias hidrográficas, tem provocado sérios impactos para os recursos hídricos, o rápido crescimento populacional nas grandes e pequenas metrópoles, ocasionou uma procura cada vez maior da população por água de boa qualidade (TUCCI *et al.*, 2001).

Para Tundisi (2005), a disponibilidade de água doce está relacionada com todas as atividades da existência humana. Consequentemente o comprometimento da qualidade de vida, tem feito à sociedade direcionar a sua atenção para os impactos ambientais negativos decorrentes de suas atividades, produtos ou serviços. A qualidade da água deve satisfazer as exigências das utilizações, mas, deve, especialmente, satisfazer as exigências de saúde pública.

A exigência da população em relação ao bom planejamento das cidades é cada vez mais intensificada. Associado a esse fator o uso e ocupação irregular junto ao aumento populacional têm ocasionado muitos problemas ambientais, tais como: aumento do risco de degradação das áreas de abastecimento de água; enchentes; redução da biodiversidade e habitats; inserção de substância tóxica na cadeia alimentar; poluição das águas por esgoto e pela disposição dos resíduos industriais e domésticos de forma inadequada (DERISIO, 2007).

A contaminação ou alteração da qualidade da água, provocada geralmente pelo mau uso, pode torna-la inapta ou danosa ao consumo humano. A preservação de uma cobertura vegetal no entorno de uma bacia hidrográfica é essencial para a conservação e existência do mesmo, desta forma evitando a sua vazão em tempos de estiagem. Ampliando ainda mais esse olhar, a intensidade do uso da água é um reflexo do desenvolvimento econômico de cada região, algumas dessas regiões exigem uma quantidade maior de água para algumas atividades tais como a agricultura (RIBEIRO, 2002).

Seabra (2001) afirma que, o planejamento das bacias hidrográficas deve surgir aparte de uma modelo desenvolvimentista não concentrador, onde possibilite o uso dos recursos naturais com respeito ao meio ambiente. A conservação do mesmo significa manter suas condições naturais para que a população possa ter seus múltiplos usos garantidos. Os problemas decorrentes da redução da qualidade

da água para o abastecimento, assim como para irrigação e lazer, têm recebido especial atenção da Limnologia nos últimos anos (TUCCI *et al.*, 2002).

Bacias hidrográficas urbanas necessitam ser planejadas considerando os impactos do uso e ocupação do solo sobre os recursos hídricos. Contudo, as faltas do planejamento ambiental adequado junto às irregularidades nas ocupações desordenadas tornam esta tarefa bastante difícil (RIBEIRO, 2002). O planejamento e ordenamento dependem de uma metodologia que possibilite aos gestores avaliarem os impactos inerentes ao uso e ocupação de um ambiente, de modo que seja possível atuar na preservação ou mitigação de seus riscos. Neste contexto, os modelos teóricos contribuem para a interpretação de dados, tornando possível o diagnóstico de determinada situação e a formulação de soluções apropriadas para a gestão dos recursos naturais (RENNÓ *et al.*, 2000).

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no manancial Mãe Izabel, localizado dentro do Parque Estadual do Bacanga (PEB), no município de São Luís, Maranhão, conforme Figura 1.

Figura 1: Localização do Manancial Mãe Izabel, Reservatório do Batatã e Rio da Prata.



Fonte: Autores da Pesquisa, adaptado do Software Google Earth (2015).

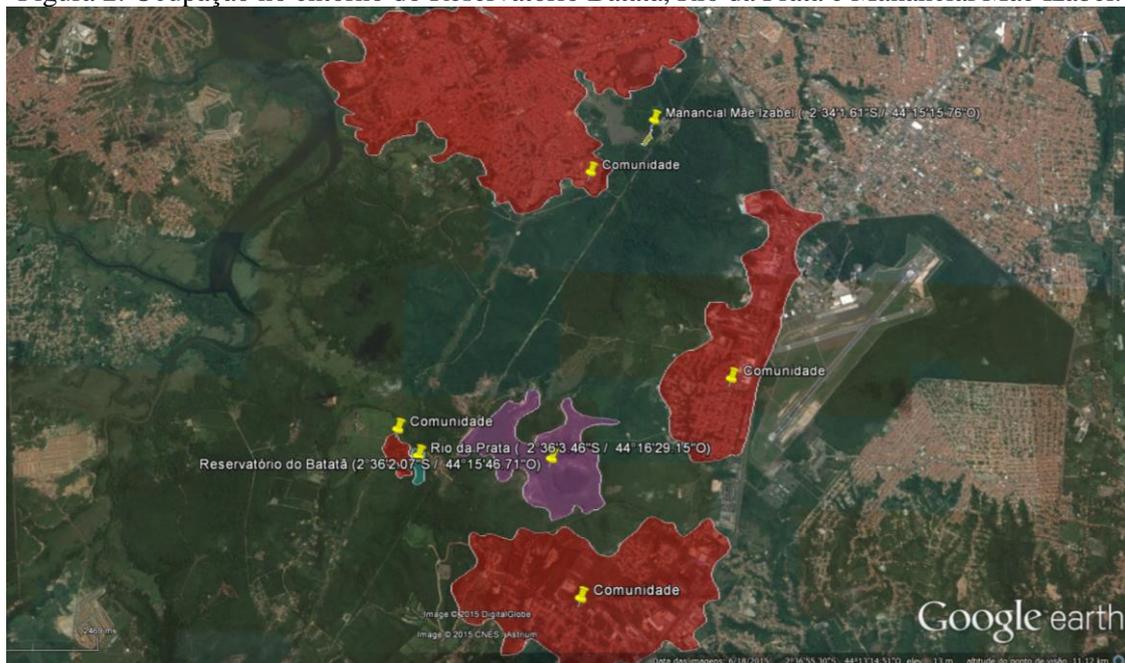
O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações da qualidade da água decorrentes das ocupações desordenadas nas áreas no entorno do manancial, analisando dessa forma, o comportamento de dados secundários, no período de 2010 a 2015, relacionados aos indicadores: cor aparente, cor verdadeira, condutividade, pH, resíduo total, alcalinidade, dureza total, cálcio, cloreto, ferro, dióxido de carbono, nitro amoniacal, sulfato, nitrito e temperatura, obtidos da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão (CAEMA), tendo como referencial a Resolução 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Além das análises físicas e químicas, foram feitas visitas in loco, onde foi possível visualizar os impactos ambientais oriundos do uso e ocupação do solo.

De acordo com Pereira (2011), a barragem do Batatã encontra-se no interior do PEB, haja vista que a sua área tem sido alvo constante de ocupações espontâneas. Entretanto a sua extensão encontra-se protegida por leis ambientais. A barragem do Batatã e Rio da Prata abastecem o manancial Mãe Izabel, além de 14 poços tubulares que também descarregam suas águas no Manancial de onde é feita a captação para ser tratada na Estação de Tratamento de Água (ETA). De acordo com a Resolução Conama 357/05, podemos classificar a Manancial Mãe Izabel, como um corpo hídrico de classe II, conforme a referida resolução o corpo hídrico atende os padrões estabelecidos pela mesma.

A bacia do Bacanga compreende a 12,33% de São Luís/MA, com perímetro de 44,2 km e curso d'água com 19 km de extensão. Possui 12 sub-bacias hidrográficas, com aproximadamente 64.000 domicílios, que corresponde aproximadamente a 256.000 pessoas, distribuídos por cerca de 60 bairros, entre conjuntos habitacionais e invasões. A barragem do Batatã foi estrategicamente construída em 1964 pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) a sua extensão tem altimetria de 15 metros, com área disponível para acumulação de água, a partir dos tabuleiros de aproximadamente 60 metros. Tendo a sua extensão aproximadamente de 485 metros e altura máxima de 17 metros o que possibilita uma acumulação de água de 4.600.000 m<sup>3</sup>. (PEREIRA, 2011).

O manancial tem capacidade para retirar aproximadamente 283 litros/segundo nos períodos com grandes recargas de chuva, e de 52,5 litros/segundo no período de estiagem, segundo os dados da companhia de saneamento ambiental local. O manancial apresenta características geológico-geotécnicas. Os tabuleiros apresentam áreas de recargas aproximadamente de 60 a 30 m suas áreas de descargas são as planícies fluviais e flúvio-marinhas. (PEREIRA, 2006).

Figura 2: Ocupação no entorno do Reservatório Batatã, Rio da Prata e Manancial Mãe Izabel.



Fonte: Autores da Pesquisa, adaptado do Software Google Earth (2015).

#### 4. RESULTADOS

Foi observado ao longo da pesquisa o despejo inadequado de resíduo sólido, no bairro Coroadinho, o mesmo encontra-se próximo ao manancial Mãe Izabel. Os impactos ambientais são provenientes da disposição final inadequada dos resíduos, tais atividades podem causar poluição do solo alterando as suas características físicas, químicas e biológicas. Essas atividades geram um problema de ordem estética e podendo ser um fator de ameaça à saúde pública. Pois se torna criadouros de vetores disseminadores de doenças, para evitar essas práticas é necessária uma destinação adequada desses resíduos. Os mesmos devem ser destinados em aterros sanitários. Na figura 3, é possível visualizar a disposição irregular de resíduo próximo aos corpos hídricos.

Foi verificado também nos bairros do entorno dos mananciais o despejo inadequado de efluente doméstico na rua (figura 4), tal prática é proveniente de bairros que surgem devido ao uso e ocupação desordenada. Os lançamentos desse efluente causam poluição das águas superficiais e subterrâneas além de contribuir para a proliferação de doenças sendo um risco à saúde pública. Uma das medidas preventivas é a implantação de uma rede de coleta de esgoto junto a uma estação de tratamento de esgoto (ETE), para atender aos bairros do em torno do manancial Mãe Izabel.

Figura 3: Despejo de resíduo sólido



Figura 4: Despejo de efluentes domésticos



Outro impacto observado foi o desmatamento (figura 5), tais atividades aumentam o foco de queimadas e conseqüentemente causam a perda da biodiversidade, com a destruição das florestas e o habitat natural de muitas espécies, além da erosão, que são provenientes da retirada inadequada da vegetação, e que deixam a cobertura do solo desprotegida, sendo atingido pela ação dos agentes erosivos, como a água da chuva. A essas atividades humanas causam desertificação, perda dos nutrientes do solo e arenização. Em uma das visitas ao PEB, foi identificou-se a retirada excessiva da vegetação no trecho entre o Manancial Mãe Izabel e a barragem do Batatã, onde, surgiu uma erosão de grade proporção (figura 6). Uma das medidas a serem tomadas para evitar esse impacto é a fiscalização por meio dos órgãos responsáveis, dessa forma impedindo o avanço das ocupações.

Figura 5: Desmatamento e queima



Figura 6: Processo erosivo



As instalações de sucessivas culturas agrícolas causam infertilidade no solo e contaminação, uma vez que, as plantas absorvem os elementos contidos nos agrotóxicos. Desta forma os fertilizantes podem ser considerados contaminantes por causarem o desvio da composição normal do meio ambiente e por conter metais pesados. De acordo com a foto a baixo é possível observar que existe uma produção agrícola muito próximo à barragem do Batatã.

Figura 7: Atividade Agrícola.

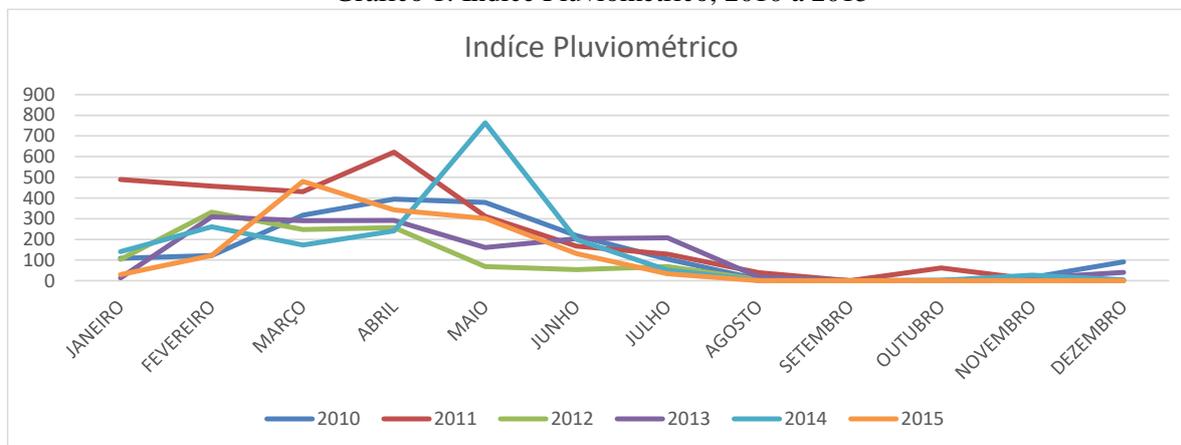


Fonte: Autores da Pesquisa, adaptado do Software Google Earth (2015).

A disposição imprópria dos resíduos graxos e domésticos compromete seriamente a qualidade da água do Manancial Mãe Izabel. Isso é agravado com o lançamento, sem qualquer tratamento, das águas servidas das residências e indústrias, entre outros, ao longo de todo seu curso.

Para complementar a análise dos parâmetros estudados, no gráfico 1 é apresentado o índice pluviométrico da cidade de São Luís/MA, no período de 2010 à 2015. Cabe citar que alguns gráficos estão incompletos, por conta da ausência de dados junto à CAEMA, onde a mesma alega que são falhas de medição.

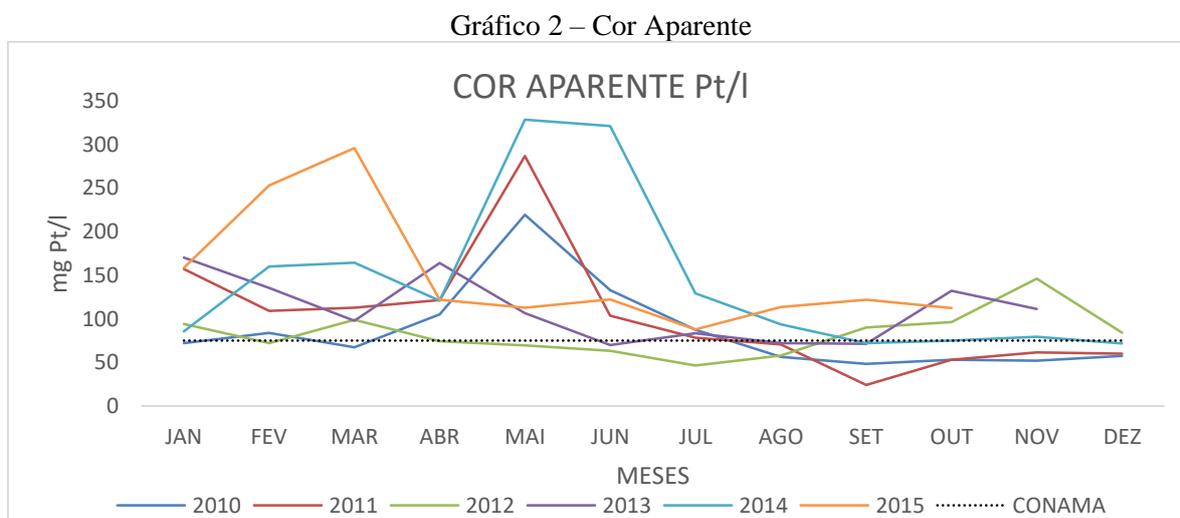
Gráfico 1: Índice Pluviométrico, 2010 a 2015



Fonte: Dados do INMET (2015)

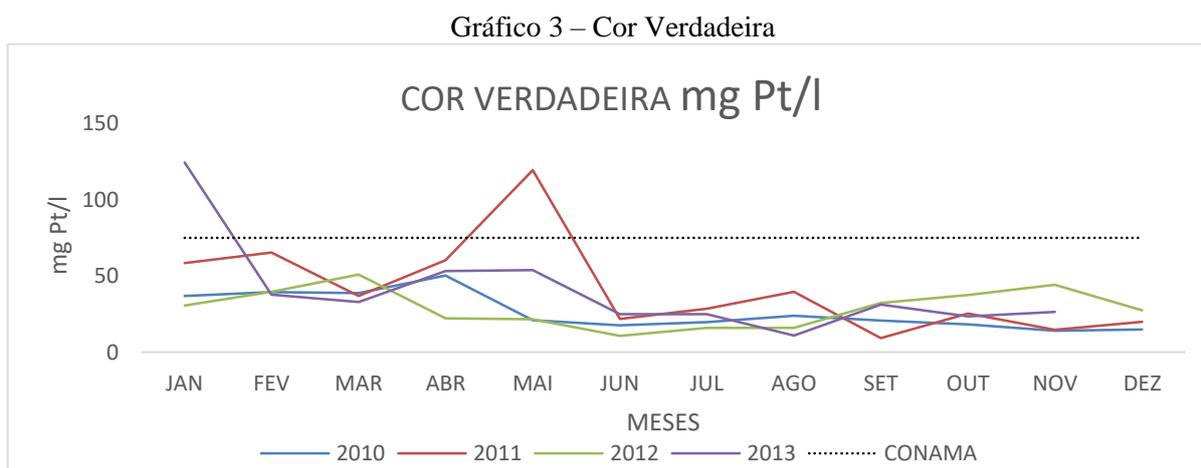


#### 4.1. Cor Aparente



O material em suspensão, geralmente presentes nas águas superficiais, gera a cor aparente, que é resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão. Os indicadores para o surgimento da cor aparente é normalmente devido a ácidos húmicos e tanino, originados da decomposição orgânica. Os compostos orgânicos naturais nas águas são oriundos da degradação de plantas e animais que são denominados de substâncias húmicas. A resolução Conama 357/05 estabelece como padrões toleráveis para a cor aparente de 75mg Pt/l. De acordo com o gráfico 2 a cor está acima do padrão legal. É possível analisar que, a cor aparente tem grande influência devido aos períodos chuvosos como mostra o gráfico 1 de pluviometria.

#### 4.2. Cor Verdadeira



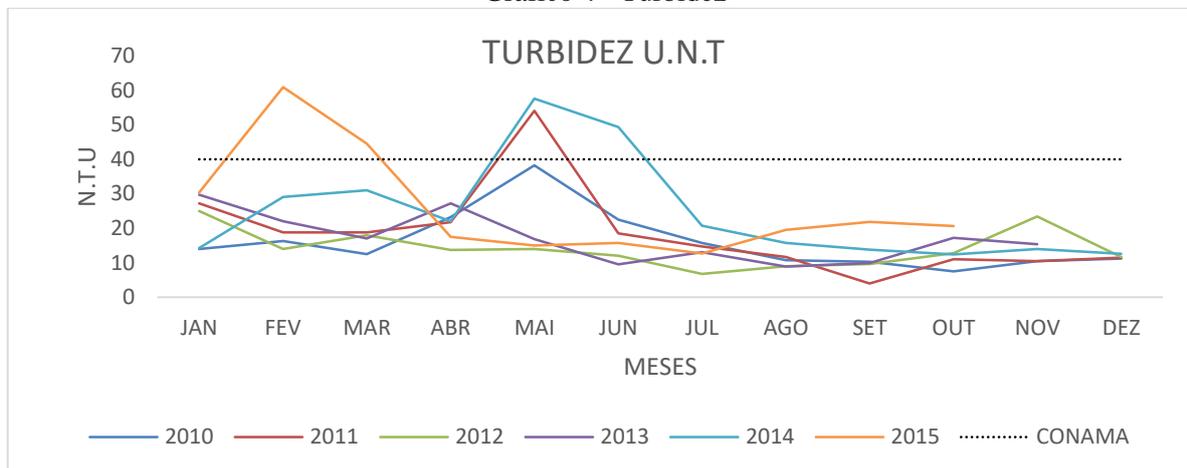
Removida a turbidez, o resíduo que se mede é a cor verdadeira, devido a partículas coloidais carregadas negativamente, onde, em alguns casos a cor é extremamente elevada. A remoção dessas partículas pode ser feita através de processos de oxidação química. Segundo a CONAMA 357/05



estabelece como padrão para a cor verdadeira é de 75 mg Pt/ L, ao contrário do gráfico 02, a cor verdadeira ultrapassou os limites exigidos apenas no mês de Maio de 2011 e Janeiro de 2013.

### 4.3. Turbidez

Gráfico 4 - Turbidez

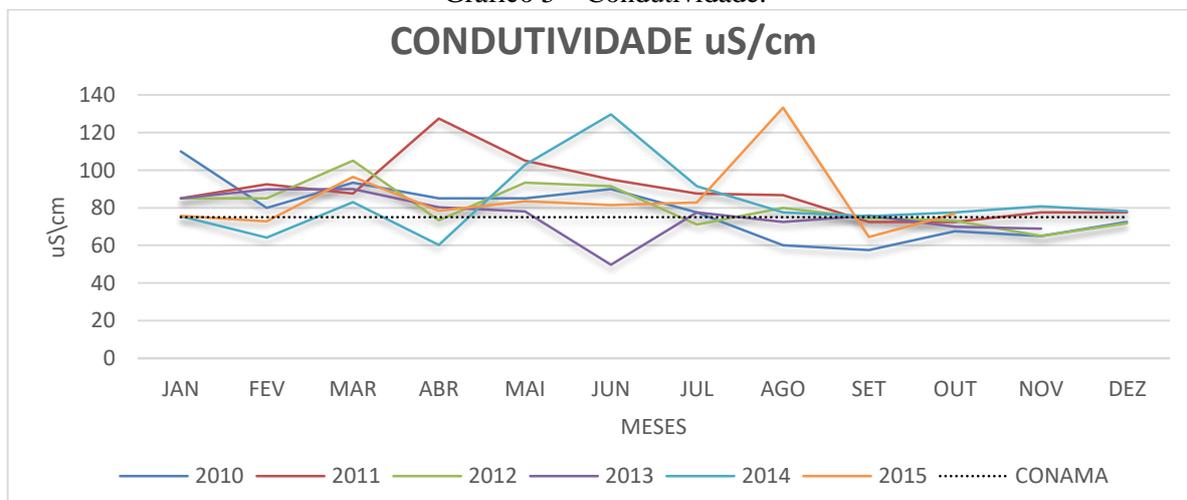


Fonte: CAEMA (2015)

A turbidez é uma característica da água devido à presença de partículas suspensas com tamanho variando desde a suspensão grosseira ao colóide, dependendo do grau de turbulência. A presença dessas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, dando a água uma aparência nebulosa, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa. As principais causas para ocasionar a turbidez são erosões nos solos, que em época de chuva as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água além disso, a alta turbidez também afeta a preservação dos organismos aquáticos. De acordo com a resolução Conama 357/05 os padrões para a turbidez é de 40 a 100 U.N.T. Podemos analisar no gráfico 4 que os valores de turbidez estiveram mais elevados nos meses de maio de 2010, maio de 2011 e maio de 2014 e fevereiro de 2015.

### 4.4. Condutividade

Gráfico 5 – Condutividade.

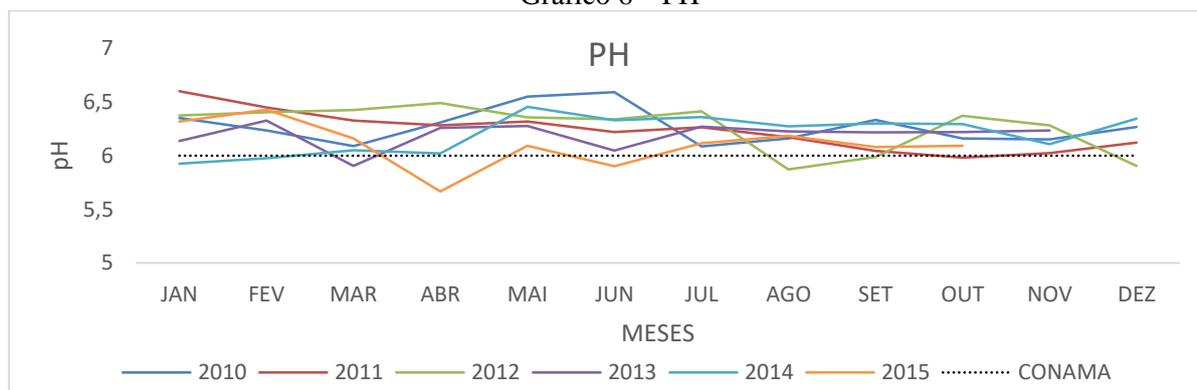


Fonte: CAEMA (2015)

A condutividade elétrica está relacionada à concentração de resíduo sólido no corpo hídrico, geralmente a condutividade elétrica de águas doces naturais de classe II está nos limites estabelecidos pela CONAMA 357/05 onde a condutividade elétrica vai de 75 até 100 Us/cm. Sendo que valores superiores a estes podem ser um indicador de poluição ambiental. O gráfico 5 nos mostra que houve alteração nos anos de 2010, 2011, 2012, 2014 e 2015. Essas alterações em sua maioria aconteceram nos períodos de chuva, porém a última elevação foi marcada no ano de 2015 no mês de agosto que não é um período chuvoso. Esses índices elevados de condutividade marcados no gráfico 5 podem estar diretamente ligados à concentração de sólido dissolvido no corpo hídrico.

#### 4.5. PH

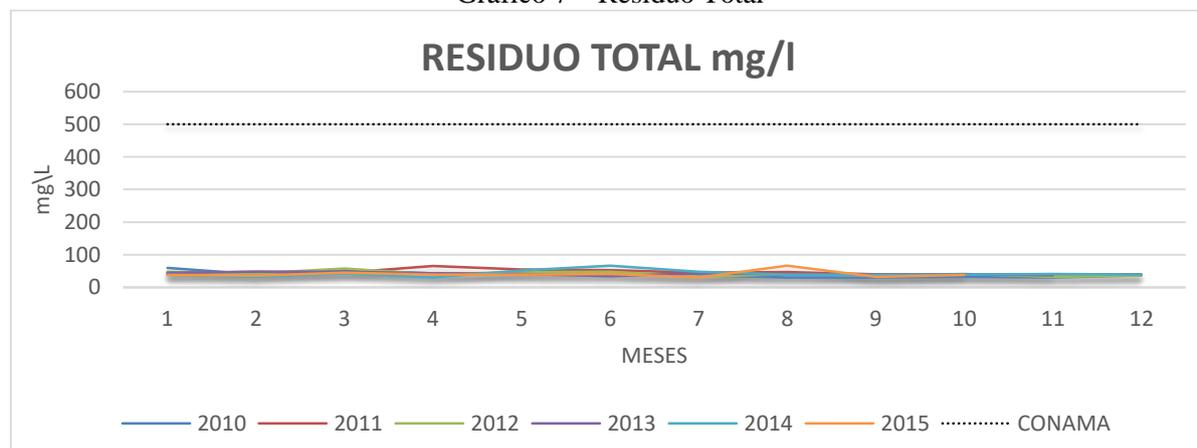
Gráfico 6 – PH



Fonte: CAEMA (2015)

#### 4.6. Resíduo Total

Gráfico 7 – Resíduo Total

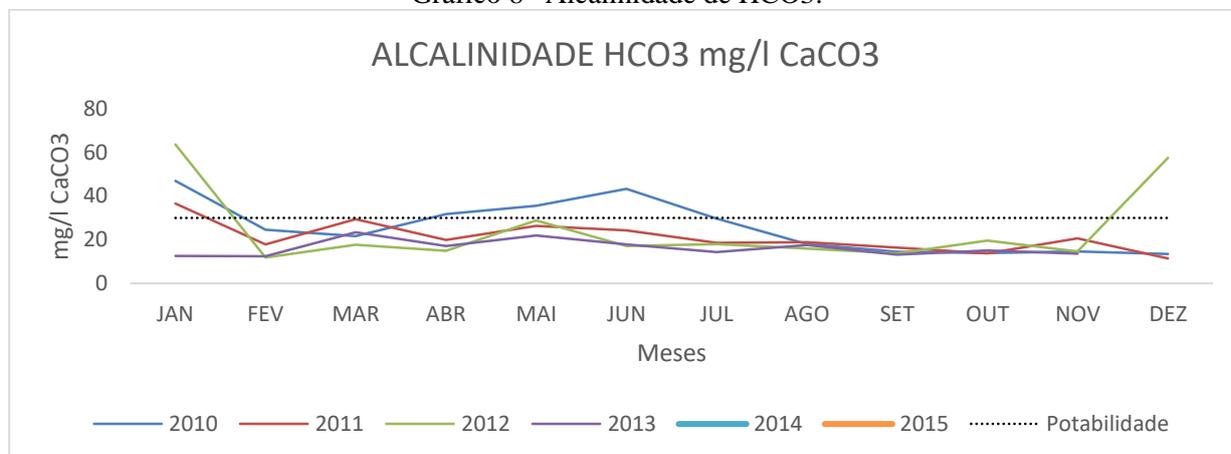


Fonte: CAEMA (2015)

Os sólidos em suspensos provocam a turbidez da água gerando problemas estéticos e prejudicando a atividade fotossintética. Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Os mesmos podem se sedimentar nos leitos dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, os sólidos retêm bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios provocando decomposição anaeróbica. Os resíduos sólidos têm influência da turbidez, a resolução CONAMA 357/05 estabelece o limite de 500 mg/L, é possível analisar por meio do gráfico 7, que os sólidos presentes no manancial Mãe Izabel estão atendendo os padrões legais.

#### 4.7. Alcalinidade

Gráfico 8– Alcalinidade de HCO<sub>3</sub>.

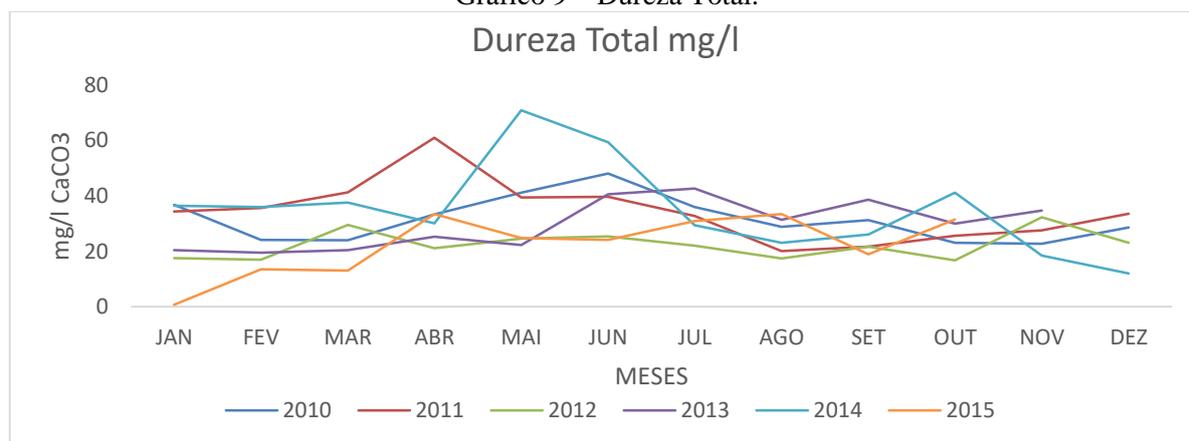


Fonte: CAEMA (2015)

A alcalinidade pode ser entendida como a capacidade da água em neutralizar ácidos, e a acidez, como a de neutralizar bases. Verifica-se que, na maioria dos ambientes aquáticos a alcalinidade é devida exclusivamente à presença de bicarbonatos. Valores elevados de alcalinidade estão associados a processos de decomposição de matéria orgânica e a alta taxa respiratória de microrganismos, a maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, sendo esta a unidade usada para a expressão desse parâmetro. Valores inferiores a 30 mg/l apresentam baixa capacidade de tamponamento e, desta forma, ficam susceptíveis às mudanças no pH. Portanto apresentando pH baixos. De acordo com o gráfico 8, é possível analisar que, apenas nos meses de Janeiro de 2010, 2011 e 2012, Abril, Maio, Junho e Julho de 2010 e Dezembro de 2012 conseguiram atender aos padrões para água doce de classe II.

#### 4.8. Dureza Total

Gráfico 9 – Dureza Total.



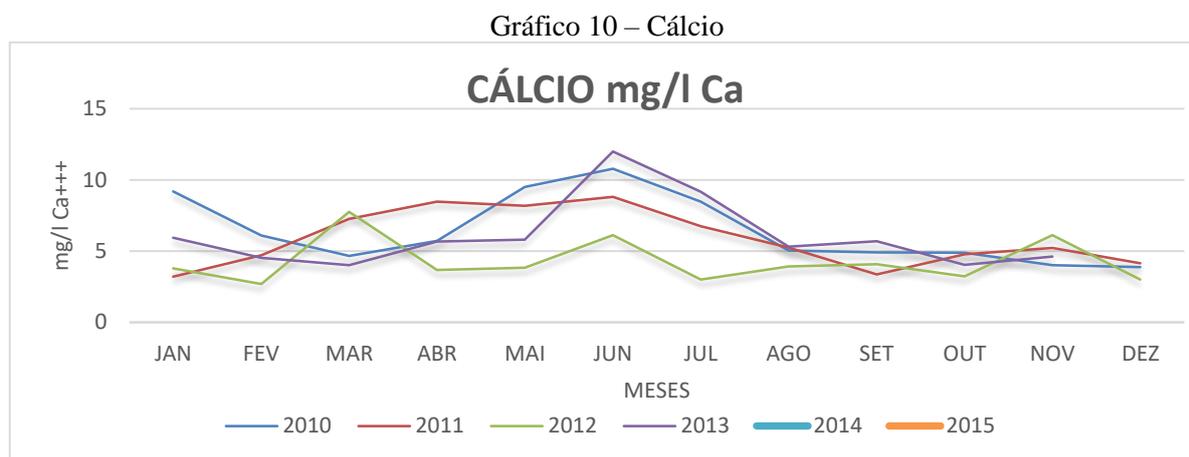
Fonte: CAEMA (2015)

A dureza total pode ser definida como a concentração de cátions multivalentes em solução na água tais como: cálcio, magnésio e ferro. A sua origem em cursos hídricos pode ser de fontes naturais tais como a dissolução de rochas ou antropogênicas como efluentes domésticos e industriais. Podemos



classificar a água em: mole ou branda (teores <50mg/L) dureza moderada (teores entre 50 a 150 mg/L) dura (teores entre 150 a 300 mg/L) e muito dura com teores maiores que 300 mg/L). O gráfico 9 mostra que os valores obtidos no manancial Mãe Izabel variam entre 0,76 a 70,80 desta forma sendo classificada como água mole ou branda.

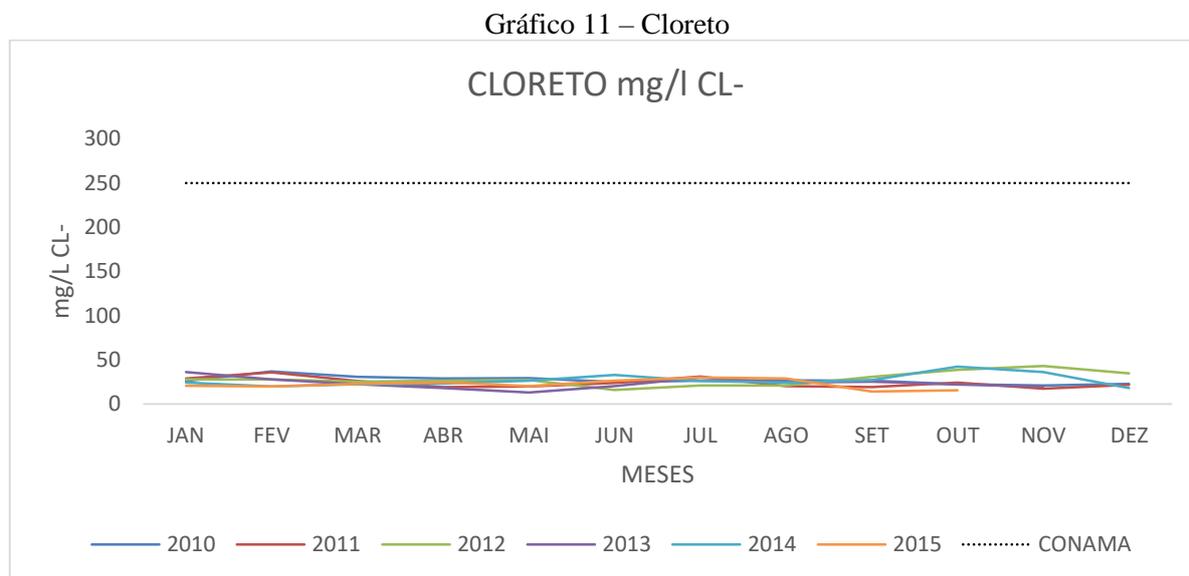
#### 4.9. Cálcio



Fonte: CAEMA (2015)

O cálcio é um dos parâmetros ideais para controlar o pH, em elevadas concentrações pode reduzir a vazão da tubulação. A CONAMA 357/05 não estabelece limites padrões para o cálcio. De acordo com o gráfico 10 é possível analisar a variação do cálcio entre 3,01 e 11,98 mg/ L Ca.

#### 4.10. Cloreto

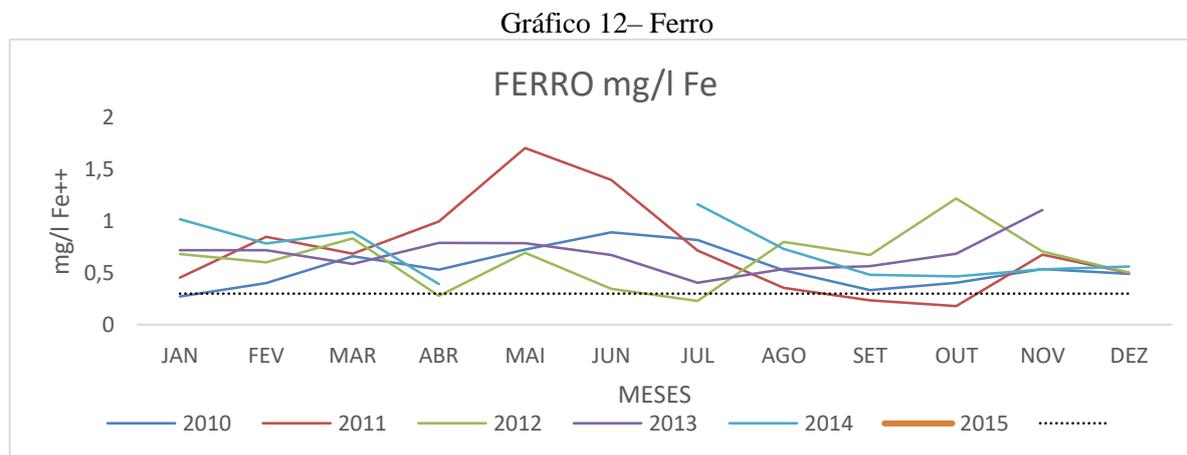


Fonte: CAEMA (2015)

Para as águas de abastecimento público constitui-se em padrão 250 mg/L, segundo a resolução Conama 357/05, Da mesma forma que o sulfato, sabe-se que o cloreto também interfere no tratamento anaeróbio de efluentes industriais. O cloreto provoca corrosão em estruturas hidráulicas,

Interferem na determinação da DQO. Como também apresentam influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocar alterações na pressão osmótica em células de microrganismos.

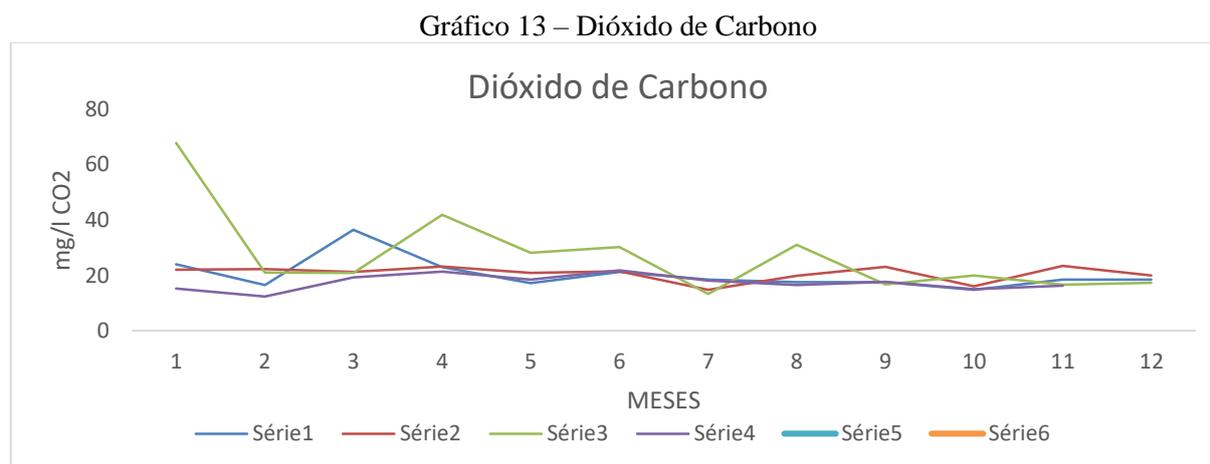
#### 4.11. Ferro



Fonte: CAEMA (2015)

Conforme a resolução Conama 357/05 as concentrações de ferro em corpo hídrico não devem superar 0,3 mg/L Fe. De acordo com o gráfico 12 em sua maioria as concentrações estão acima das estabelecidas. Desta forma apresentando níveis mais elevados nos períodos de chuva. Essa concentração se deve a uma camada de aproximadamente 80 cm de óxido de ferro, que está presente no entorno do reservatório, segundo uma pesquisa realizada pela companhia de saneamento ambiental do maranhão (CAEMA).

#### 4.12. Dióxido de Carbono

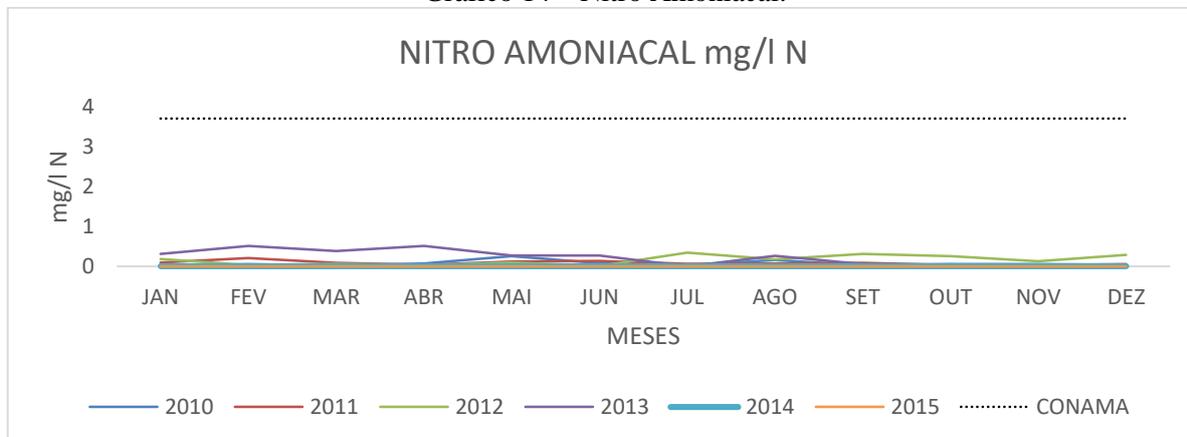


Fonte: CAEMA (2015)

O dióxido de carbono em águas doce origina-se da matéria viva e também é componente de vários efluentes e resíduos, sua importância ambiental deve-se ao fato de servir como fonte de energia para bactérias e algas. Em concentração elevada torna-se tóxica, além de causar problemas estéticos no corpo hídrico, o dióxido de carbono não tem padrões estabelecidos.

#### 4.13. Nitro Amoniacal

Gráfico 14 – Nitro Amoniacal.

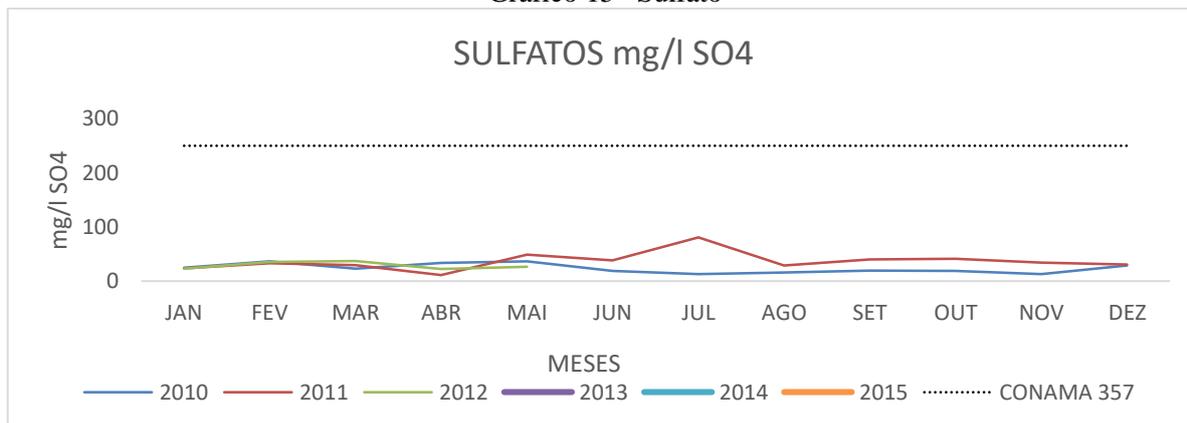


Fonte: CAEMA (2015)

Pela resolução CONAMA 357/05 o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e de emissão de esgotos. A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/l N. A amônia pode provocar consumo de oxigênio dissolvido nas águas naturais, ao ser oxidada biologicamente a chamada DBO. Por esse motivo a concentração de nitrogênio amoniacal é um importante parâmetro de classificação das águas naturais. Conforme mostra o gráfico 14 o manancial está atendendo os padrões conforme estabelece a resolução, onde o padrão amoniacal é de 3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5.

#### 4.14. Sulfatos

Gráfico 15– Sulfato

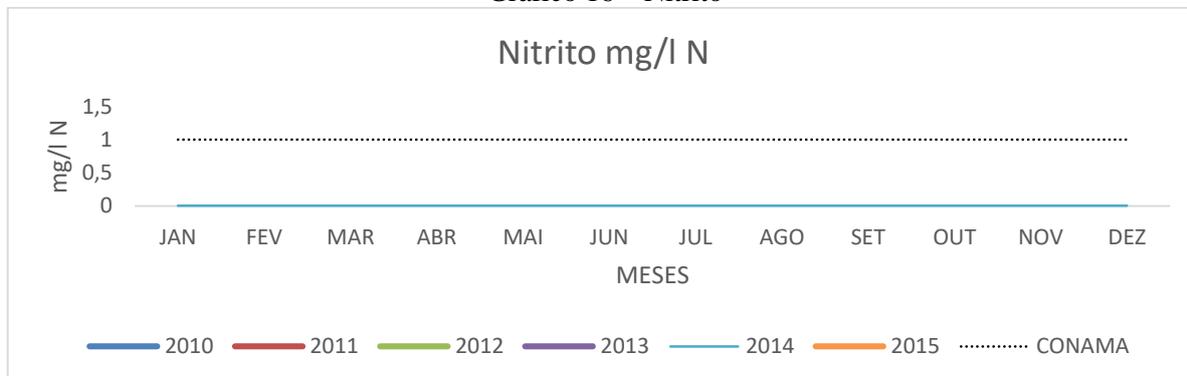


Fonte: CAEMA (2015)

O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza, as suas principais fontes podem ser naturais como a dissolução de rochas e pela oxidação de sulfeto, ou pelas fontes antrópicas devido às descargas de esgoto doméstico e efluentes industriais. Nas redes de esgoto em trechos de baixa declividade onde ocorre o depósito da material orgânico, o sulfato pode se transforma em sulfeto ocasionando a exalação de gás sulfídrico, dos quais podem resultar em problemas como corrosão e odor. A resolução CONAMA 357/05 estabelece como padrões para o sulfato 250 mg/L SO<sup>4</sup>, o gráfico 15 mostra que o manancial Mãe Izabel está dentro dos limites toleráveis.

#### 4.15. Nitrito

Gráfico 16 – Nitrito

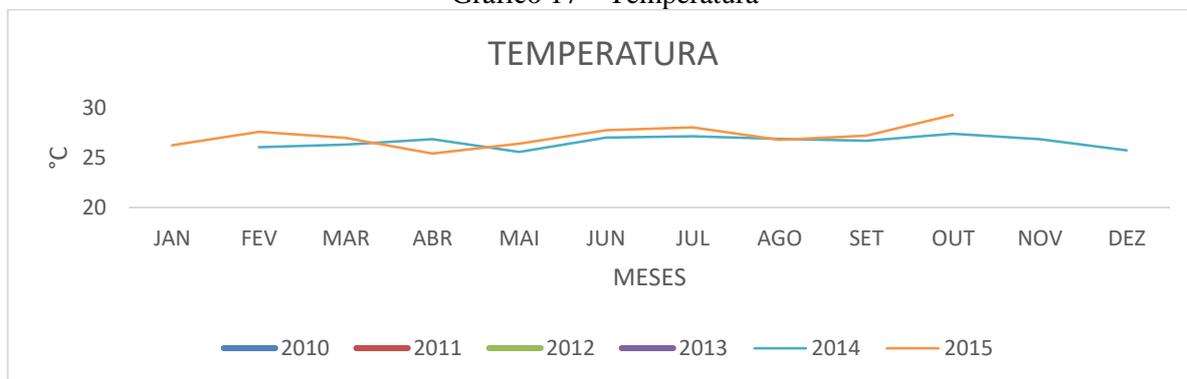


Fonte: CAEMA (2015)

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas orgânica, amoniacal, nitrito e nitrato. De acordo com a CONAMA 357/05 os limites toleráveis de nitrito em um corpo hídrico é de 1,0 mg/L N, é possível analisar no gráfico 16 que o nitrito do manancial Mãe Izabel está atendendo os padrões da resolução.

#### 4.16. Temperatura

Gráfico 17 – Temperatura



Fonte: CAEMA (2015)

A variação de temperatura não foi maior que 5°C, portanto não havendo nem um efeito tóxico de algumas substâncias que podem reduzir o tempo de sobrevivência de algumas espécies de seres vivos. Observa-se que a variação da temperatura mínima foi no mês de Abril 25,4°C e a máxima no mês de outubro de 29°C. A resolução CONAMA 357/05 não estabelece limites para o parâmetro.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manancial Mãe Izabel é responsável pelo abastecimento de 30% da cidade de São Luís, o mesmo é utilizado para diversos usos humanos, como: abastecimento público, atividade industrial, irrigação, pesca, diluição de efluentes, entre outros. Apesar das atividades antrópicas existentes, o comportamento das variáveis estudadas neste trabalho não ultrapassou os valores previstos pela Resolução 357/05 do CONAMA. Todavia, os dados deste trabalho mostram indícios de que elas estão sendo alteradas, colocando em risco o equilíbrio ambiental deste manancial.



Neste sentido, foi possível observar impactos ambientais durante as expedições de campo realizadas. Portanto, para identificação dos fatores de exploração ambiental, são necessários estudos sistemáticos, como: mapeamento das principais áreas de risco para controle da degradação visual da paisagem urbana; requalificação urbana e ambiental através de ações fiscalizadoras efetivas para um desenvolvimento espacial adequado com o ambiente e melhor distribuição racional dos recursos naturais para controle da ocupação e uso do solo em áreas de proteção dos mananciais.

Também é importante promover a integração entre os órgãos ambientais a fim de sistematizar o processo de decisões públicas e privadas, intensificando a fiscalização em atividades industriais, para evitar a disposição final inadequada dos resíduos sólidos e líquidos. Além disso, também é fundamental a implementação e o fortalecimento das políticas públicas, voltadas a projetos de reflorestamento da mata ciliar, preservação dos remanescentes de vegetação e ordenamento do uso e ocupação do solo, e implantação de programas de preservação das áreas das bacias hídricas e de suas nascentes, coibindo a ocupação de áreas de preservação permanente.

## REFERÊNCIAS

CAEMA. **Sistemas de produção e distribuição de água de São Luís**. Relatório interno, 2015.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3 ed. Signus editora. São Paulo. 2007.

PEREIRA, E. D. et al. **Reservatório Batatã: Importância hídrica e conflitos de uso e ocupação no município de São Luís/MA**. Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL, São Luís, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/viewfile/2380/2276>>. Acesso em: 14 jul. 2016.

PEREIRA, Ediléa Dutra. **Avaliação da vulnerabilidade natural a contaminação do solo e do Aquífero do Reservatório Batatã, São Luís - MA**. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências exatas. Unesp; Rio Claro, 2006.

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. **Modelos Hidrológicos para Gestão Ambiental**. Relatório Técnico Parcial. Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas. Ação "Métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental". 2000.

Resolução **CONAMA nº 357** de 17 de março de 2005 – Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sit/publicacoes>> Acesso em: 16 jul. 2016.

RIBEIRO, A. L. **SISTEMAS, INDICADORES E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. 2002. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes>> Acesso em: 16 jul. 2016.

SEABRA, G. F. **Ecos do Turismo: o turismo ecológico em áreas protegidas**. Editora Papirus (Coleção Turismo). Campinas. 2001.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da drenagem urbana**. Departamento de Hidromecânica e Hidrologia. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2001.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI; enfrentando a escassez**. Editora Rima, IIE. São Paulo. 2005.