



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
PALOMA MARA DE LIMA FERREIRA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RESERVATÓRIO  
COCHOS NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU**

**POMBAL – PB**

**2014**

**PALOMA MARA DE LIMA FERREIRA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RESERVATÓRIO  
COCHOS NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: MANOEL MOISES FERREIRA DE QUEIROZ

**POMBAL – PB**

**2014**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

MON  
F382c

Ferreira, Paloma Mara de Lima.

Caracterização limnológica do Reservatório Cochos na Bacia do Rio Piancó-  
Piranhas-Açu / Paloma Mara de Lima Ferreira. - Pombal, 2014.  
75fls.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia  
Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Profº. Drº. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".

Referências.

1. Limnologia. 2. Qualidade da Água. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II.  
Título.

UFCG/CCTA

CDU 556.55

**PALOMA MARA DE LIMA FERREIRA**

**CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RESERVATÓRIO COCHOS  
NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: MANOEL MOISES FERREIRA DE QUEIROZ

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

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Manoel Moises Ferreira de Queiroz  
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG)

---

Prof.(a) Dr(a) Érica Cristine M. N. Machado  
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG)

---

Prof. Dr. Ednaldo Barbosa Pereira Junior  
(INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – IFPB)

*Dedico aos meus pais Maria Lúcia e Acilon Ferreira, que são o motivo de ser quem sou hoje, e pelo amor, paciência e confiança. E aos meus irmãos Paulo e Patrícia que sempre me apoiaram nessa jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS que sempre me guiou e me deu forças para lutar pelos meus objetivos.

Ao meu pai Acilon Ferreira, que sempre me incentivou e me mostrou o quanto é gratificante batalhar por minha formação.

À minha mãe Lúcia, que sempre me guiou e orientou nas escolhas pessoais e profissionais que me conduziram até esse momento.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, por essa oportunidade.

Ao Professor Dr. Manoel Moises Ferreira de Queiroz, exemplo de superação, competência, amizade e pela sua orientação.

Às amigas que fiz no decorrer do curso, especialmente, Kellyanne, Fagner, Edna, Pollyana, Wanessa, Miquéias, Lucas, Rosângela e Wosley pelo companheirismo e a rica troca de experiências.

Aos amigos Juliana, Eliana e Alexandro pela ajuda nos trabalhos de campo e análises em laboratório.

À todos que fazem parte dos Laboratórios de Hidrologia, de Análise de Água, de solos e ao Centro Vocacional Tecnológico (CVT) pertencentes ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, ao qual sem a contribuição destes não teria realizado esta pesquisa.

Aos professores da Unidade Acadêmica de Ciência e Tecnologia Ambiental – UACTA/CCTA/UFCG - Campus de Pombal pelos conhecimentos transmitidos.

Aos membros da banca avaliadora, por colaborar na melhoria deste trabalho.

E por fim e não menos importante, a todos que, de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

# CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICAS DO RESERVATÓRIO COCHOS NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU

## RESUMO

O conhecimento sobre a qualidade da água de um reservatório é de fundamental importância para o planejamento e gestão dos recursos hídricos de uma região, visto que são unidades integrantes de bacias hidrográficas com valor estratégico, especialmente, para a região semiárida. O referente trabalho teve como objetivo realizar o monitoramento limnológico em vários pontos do Reservatório Cochoso do município de Igaracy-PB, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Açú, de modo a caracterizar suas águas, nos aspectos físico-químicos e microbiológicos como indicadores de transformação da qualidade da água. Foram realizadas 6 campanhas de medição, no período de Nov./2013 a Jul./2014, envolvendo a determinação das concentrações de alguns parâmetros de qualidade da água: temperatura, cor, turbidez, transparência, cloretos, dureza total, OD, DBO<sub>5</sub>, CE, SDT, pH, K, Na, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, N, CT, CTT, *E.Coli*, IET e RAS seguindo recomendações metodológicas da APHA, Standard Methods, EMBRAPA e SILVA. Os resultados encontrados mostraram forte influência sazonal sob a maioria dos parâmetros analisados, os níveis OD, CE, P e Mg excederam os limites aceitáveis. Em termos sanitários, o grupo CT e CTT apresentaram níveis superiores a 1600 NMP/100ml, a presença da bactéria *E.Coli* foi confirmada em 57,5 % das amostras analisadas, valores médios da RAS variaram em torno 0,0085. Verificou-se que as águas do reservatório foi classificada em C1S1 com relação a águas de irrigação, e quanto ao estado trófico do reservatório foi classificado em ultraoligotrófico, em termos sanitários destaca maior atenção aos altos níveis de coliformes, índices que evidencia o lançamento de carga orgânica doméstica, havendo certas restrições quanto aos usos da água.

**Palavra-chave:** Qualidade da água, Parâmetros físico-químicos e microbiológicos, Índice de Estado Trófico.

# LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION THE RESERVOIR COCHOS IN BASIN RIVER PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU

## ABSTRACT

Knowledge about the water quality of a reservoir is of fundamental importance for the planning and management of water resources of a region, since they are integral units of watersheds with strategic value, especially to the semiarid region. The referent study aimed to realize the limnological monitoring at various points Reservoir Cochós the municipality of Igaracy-PB, located in Basin River Piancó-Piranhas-Açu in order to characterize its waters, the physical, chemical and microbiological aspects of transformation as indicators of water quality. 6 measurement campaigns were carried out in the period Nov / Jul 2013/2014, involving the determination of the concentrations of some water quality parameters: temperature, color, turbidity, transparency, chlorides, total hardness, DO, BOD<sub>5</sub>, EC, TDS, pH, K, Na, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, N, CT, CTT, E.Coli, EIT and RAS following methodological recommendations of the APHA, Standard Methods, EMBRAPA and SILVA. The results showed strong seasonal influence on most of the parameters analyzed, DO, EC, P and Mg levels exceeded acceptable limits. In health terms, the CT and CTT group had more than 1600 MPN / 100ml levels, the presence of E.Coli bacteria was confirmed in 57.5% of samples, mean values of RAS ranged around 0.0085. It was found that the water in the reservoir was classified with respect to C1S1 irrigation waters, and the trophic status of the reservoir was ranked ultraoligotrófico in sanitary terms emphasizes greater attention to high levels of coliforms, indices that shows the release of cargo domestic organic, with certain restrictions on the uses of water.

**Keyword:** Water quality, physical-chemical and microbiological parameters, Trophic State Index.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> - Localização da sub Bacia do Piancó e do município de Igaracy-PB .....	25
<b>FIGURA 2</b> - Imagem satélite da localização dos pontos amostrais no reservatório Cochos em Igaracy-PB .....	27
<b>FIGURA 3</b> - Alguns parâmetros foram analisados <i>in loco</i> .....	28
<b>FIGURA 4</b> - Análise microbiológicas .....	30
<b>FIGURA 5</b> - Análise de presença ou ausência de <i>E.Coli</i> pelo método de estriamento em placa .....	30
<b>FIGURA 6</b> - Análises dos parâmetros físico-químicos .....	31
<b>FIGURA 7</b> – Proliferação marcante de plantas aquáticas no reservatório Cochos no período de estiagem .....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1</b> - Variação do volume do Reservatório Cochoso no período de nov./2013 a jul./2014 .....	35
<b>GRÁFICO 2</b> – Variação temporal da temperatura da água .....	36
<b>GRÁFICO 3</b> – Variação temporal da transparência Sechii.....	37
<b>GRÁFICO 4</b> - Variação temporal da turbidez .....	38
<b>GRÁFICO 5</b> - Variação temporal da Cor .....	40
<b>GRÁFICO 6</b> - Variação temporal da CE .....	41
<b>GRÁFICO 7</b> - Variação temporal dos SDT .....	42
<b>GRÁFICO 8</b> - Variação temporal do pH .....	43
<b>GRÁFICO 9</b> - Variação temporal do OD .....	44
<b>GRÁFICO 10</b> - Variação temporal da DBO .....	46
<b>GRÁFICO 11</b> - Variação temporal de Cloretos .....	47
<b>GRÁFICO 12</b> - Variação temporal do Dureza total .....	48
<b>GRÁFICO 13</b> - Variação temporal do Ca .....	49
<b>GRÁFICO 14</b> - Variação temporal do Mg .....	50
<b>GRÁFICO 15</b> - Variação temporal do Na.....	51
<b>GRÁFICO 16</b> - Variação temporal do K .....	52
<b>GRÁFICO 17</b> - Variação temporal do N .....	54
<b>GRÁFICO 18</b> - Variação temporal do P .....	55
<b>GRÁFICO 19</b> - Variação temporal de CT .....	57
<b>GRÁFICO 20</b> - Variação temporal de CTT .....	58
<b>GRÁFICO 21</b> - Valores médios da Razão de Adsorção de Sódio (RAS) nos pontos amostrais monitorados .....	60

## LISTAS DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - Breve descrição de algumas variáveis limnológicas .....	21
<b>TABELA 2</b> - Volumes de água do Reservatório Cochos observados no período de Nov./2013 a Jul./2014 .....	26
<b>TABELA 3</b> – Coordenadas geográficas de pontos amostrais no reservatório Cochos .....	28
<b>TABELA 4</b> – Variáveis de qualidade das águas monitoradas e respectivos limites preconizados na Resolução de N°357/2005 do CONAMA as para águas de classes II .....	32
<b>TABELA 5</b> – Classificação do Estado Trófico para reservatórios segundo Índice de Lamparelli Modificado .....	34
<b>TABELA 6</b> – Resultados da classificação de estado trófico do Reservatório Cochos .....	56
<b>TABELA 7</b> – Resultados das análises de CT, CTT e <i>E.Coli</i> monitorados no reservatório Cochos, Igaracy-PB .....	59
<b>TABELA 8</b> – Classificação das amostras de água quanto a salinização e sodificação .....	61
<b>TABELA 9</b> – Resultado dos parâmetros físico-químicos monitorados no reservatório Cochos durante o período de estudo .....	71

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional de águas

Ca – Cálcio

CBHRPPA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Acú.

CCTA - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar

CE – Condutividade Elétrica

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CVT - Centro Vocacional Tecnológico

CT – Coliformes Totais

CTT – Coliformes Termotolerante

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

*E.Coli – Escherichia Coli*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K – Potássio

Mg – Magnésio

MF – Membrana Filtrante

MS – Ministério da Saúde

N – Nitrogênio

Na – Sódio

OD – Oxigênio Dissolvido

P – Fósforo

pH - Potencial Hidrogeniônico

PST - Porcentagem de Sódio Trocável

RAS - Relação de Adsorção de Sódio

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

TM – Tubos Múltiplos

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 OBJETIVOS .....	14
<b>1.1.2 Objetivo geral</b> .....	14
<b>1.1.3 Objetivos específicos</b> .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 ASPECTOS GERAIS .....	16
2.2 BACIA HIDROGRÁFICA .....	16
<b>2.2.1 Definição</b> .....	16
<b>2.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Açú</b> .....	17
<i>2.2.2.1 Reservatórios de Águas Superficiais</i> .....	18
2.3 MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO .....	19
2.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	20
2.5 2.5 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS .....	21
2.6 RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS) .....	23
2.7 LEGISLAÇÃO.....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	25
3.2 MEDIÇÃO DE CAMPO .....	26
3.3 AMOSTRAGEM PARA ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS .....	27
3.5 ANÁLISES EM LABORATÓRIO .....	29
<b>3.5. 1 Determinação dos parâmetros microbiológicos</b> .....	29
<b>3.5.2 Determinação dos parâmetros Físico-Químicos</b> .....	31
3.6 CALCULO DA RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS) .....	32
3.7 CÁLCULO DO ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	35
4.1 VOLUME DO RESERVATÓRIO COCHOS .....	35
4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS .....	36
<b>4.2.1 Temperatura do ar e da água</b> .....	36
<b>4.2.2 Transparência (Disco de Secchi)</b> .....	37

4.2.3 Turbidez .....	38
4.2.4 Cor .....	39
4.2.5 Condutividade elétrica (CE) .....	40
4.2.6 Sólidos dissolvidos totais (SDT) .....	41
4.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH) .....	43
4.2.8 Oxigênio dissolvido (OD) .....	44
4.2.9 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) .....	45
4.2.10 Cloretos .....	47
4.2.11 Dureza total .....	48
4.2.12 Cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) .....	49
4.2.13 Magnésio (Mg <sup>2+</sup> ) .....	50
4.2.14 Sódio (Na <sup>+</sup> ) .....	51
4.2.15 Potássio (K) .....	52
4.2.16 Nitrogênio Total (N) .....	53
4.2.17 Fósforo Total (P) .....	54
4.3 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS .....	56
4.3.1 Coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CTT) e <i>E.Coli</i> .....	56
4.4 RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS) .....	59
5 CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS .....	63
ANEXOS .....	69
APÊNDICE .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de utilização dos recursos naturais tem se intensificado gradualmente nas últimas décadas, principalmente, devido ao crescimento urbano e industrial acelerado o que vem provocando a constante degradação de tais recursos, principalmente quando se fala em água, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente aquático.

O uso e ocupação desordenados de bacias hidrográficas alteram a área de captação natural da água e ainda modifica as quantidades de água que infiltram, que escoam e que evaporam. Desse modo, acabam alterando o comportamento hidrológico da bacia, fazendo com que a qualidade que água chega aos consumidores seja diminuída. Onde essa constante alteração é uma consequência marcante desse uso desordenado refere-se ao aporte e transporte de nutrientes no corpo hídrico.

O conjunto de reservatórios são vistos como unidades integrantes de bacias hidrográficas e que possuem uma importância estratégica, especialmente, para esta região semiárida. Pois, garante o abastecimento urbano e rural, dos municípios envolvidos e também influencia no desenvolvimento econômico local. Visto que recebe as águas servidas (domésticas e agroindustriais) e possibilita o desenvolvimento de atividades de piscicultura, pecuária e agrícola, com culturas irrigadas.

Segundo AESA (2014), o sistema de reservação do estado da Paraíba, atualmente, proporciona uma capacidade de armazenamento de 3.906.773.462 m<sup>3</sup>, distribuídos nas suas 11 Bacias Hidrográficas. O conjunto de açudes abrange mananciais de pequeno, médio, grande e macro porte no tocante a capacidade de armazenamento. Por estarem situadas na zona semiárida, têm como principais problemas hídricos a escassez e qualidade da água, prendendo-se aos aspectos de gestão como um dos instrumentos necessários para combater a escassez de água e garantir o abastecimento humano.

O regime hídrico desses reservatórios sofre fortes influências das condições climáticas do semiárido. Notadamente, no curto período chuvoso ocorrido anualmente, onde as variações da qualidade da água são decorrentes dos volumes de água superficiais, associadas às formas de uso do solo, que ocorrem inicialmente em superfícies da bacia desprovidas de cobertura vegetal. Isso devido ao estado de

dormência da caatinga no período de estiagem, além da grande perda de água por evaporação no período de estiagem comprometendo a qualidade das águas.

Apesar de na maioria dos reservatórios ser feita a verificação da qualidade da água, a mesma é obtida de forma pontual e não atinge os reservatórios de menor porte. Para se fazer um diagnóstico mais representativo da qualidade das águas dos reservatórios da bacia carece de um monitoramento sistemático em todo o volume útil dos mesmos.

Sobretudo, o conhecimento da quantidade de nutrientes de um reservatório é de fundamental importância para o planejamento e gestão dos recursos hídricos de uma região, uma vez que os danos causados pela deposição destes dependem da quantidade e da natureza deles, os quais, por sua vez, dependem dos processos decorrentes das atividades socioeconômicas locais e das próprias condições naturais do ambiente.

Neste contexto, a justificativa para se realizar esse estudo baseia-se na situação das condições ambientais dos recursos hídricos no sertão paraibano, em virtude da sua constata degradação decorrentes de ações antrópicas que influenciam diretamente nas condições das águas em seus diferentes usos. Visto que, os problemas com relação à deterioração da qualidade da água de reservatórios estão por vezes, vinculados ao desequilíbrio no aporte de nutrientes, metais e sedimentos.

Desse modo, percebeu-se a necessidade de desenvolver um estudo no tocante a implementação de um sistema de avaliação e monitoramento limnológico das águas de reservatório levando em consideração a situação peculiar do Estado da Paraíba, com relação ao grande número de reservatórios construídos e a forte pressão das condições climáticas e antrópica sob bacia hidrográfica.

O conhecimento sobre a qualidade dos cursos d'água de uma bacia é de extrema importância, uma vez que a partir dessas informações é possível inferir sobre as condições da bacia hidrográfica como um todo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.2 Objetivo geral

Realizar o monitoramento limnológico em vários pontos do Reservatório Cochos do município de Igaracy-PB, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó



Piranhas Açu, de modo a caracterizar suas águas, nos aspectos físico-químicos e microbiológicos como indicadores de transformação da qualidade da água.

### **1.1.3 Objetivos específicos**

- Investigar o comportamento dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água do Reservatório Cochós evidenciando a influência sazonal sob os mesmos;
- Avaliar os níveis de poluição por nitrogênio total (N) e fósforo total (P) e identificar o estado trófico das águas do reservatório;
- Averiguar as condições sanitárias da água do reservatório Cochós;
- Verificar o risco de salinidade e sodicidade da água do reservatório Cochós.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ASPECTOS GERAIS**

A água é um recurso fundamental para a existência da vida, e está se tornando cada vez mais rara em várias partes do mundo, indispensável à produção é um recurso importante para o desenvolvimento econômico, ela é vital para a manutenção dos ciclos biológicos, que mantêm em equilíbrio os ecossistemas (MARTINS, 2003).

Segundo Isaías (2008), a água apresenta características físico-químicas próprias, que podem refletir as atividades de uso da terra na sua respectiva bacia hidrográfica. Além disso, a água interage com todo o ambiente, acumulando as informações dessas interações.

Para Cunha et al. (2004), os recursos hídricos são dinâmicos e seu equilíbrio no ambiente hidrológico é estabelecido através de interações entre a água, o escoamento e a cobertura vegetal. Porém a intensa atividade antrópica tem provocado alterações nos recursos hídricos que reflete nitidamente na sua condição em termos de desequilíbrios hídricos e, especialmente, quando nos referimos em quantidade e qualidade da água.

Neste contexto, o planejamento ambiental em bacias hidrográficas torna-se cada vez mais necessário para o bom gerenciamento dos recursos hídricos de modo que possa prever formas de utilizar tal recurso. Por esse motivo nos últimos anos o planejamento ambiental vem se constituindo o caminho mais propício para o desenvolvimento de pesquisas e implementação de ações que visem reverter quadros de degradação ambiental (MACHADO; STIPP, 2003).

### **2.2 BACIA HIDROGRÁFICA**

#### **2.2.1 Definição**

A bacia hidrográfica pode ser definida como “unidade física, caracterizada como a área de terra drenada por um determinado curso d’água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de águas” (MACHADO, 2002).

Segundo Tundisi (2008), o conceito de bacia hidrográfica, como unidade de pesquisa, gerenciamento e aplicação das informações básicas, está bem estabelecido

e consolidado, representando um grande processo de descentralização da gestão baseada em pesquisa e inovação aplicada a cada bacia hidrográfica.

### **2.2.2 Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Açú**

A Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Açú está situada no Nordeste do Brasil, pertencente ao território dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, totalmente inserida no clima semiárido nordestino. Possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km<sup>2</sup>, sendo 26.183,00 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e o restante no Estado do Rio Grande do Norte. Abrange um território total de 42.900 km<sup>2</sup> onde vivem aproximadamente 1.552.000 mil habitantes (AESAs, 2014).

A Bacia está inserida na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (MMA, 2006), a qual, além desta, abrange outras 22 bacias hidrográficas situadas nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A Bacia do rio Piranhas-Açú se destaca entre as demais desta Região Hidrográfica por sua área de drenagem, correspondendo a 15% da área total.

O principal rio da bacia é denominado de Rio Piranhas no estado da Paraíba e, após cruzar a fronteira com o estado do Rio Grande do Norte adquire o nome de Piancó Piranhas Açú, possui 405 quilômetros de extensão de domínio federal, uma vez que nasce no município de Bonito de Santa Fé, no Estado da Paraíba, e segue seu curso natural pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguando no Oceano Atlântico, na Costa Potiguar (ANA, 2013).

A perenização do rio Piancó-Piranhas-Açú se deve, principalmente, aos dois maiores reservatórios existentes na bacia: o Corema-Mãe d'Água, na Paraíba e o Armando Ribeiro Gonçalves (Açú), no Rio Grande do Norte. O primeiro tem capacidade máxima de acumulação de 1,36 bilhões de metros cúbicos e pereniza cerca de 160 Km do Rio Piranhas, no trecho até o lago da barragem Armando Ribeiro Gonçalves; o segundo, apresenta uma capacidade máxima de 2,4 bilhões de metros cúbicos e regulariza cerca de 100 km do rio Piranhas – Açú, até a sua foz (MOURA, 2007).

A bacia é constituída por sete sub bacias: Piancó, Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó e Baixo Piranhas. As três primeiras estão totalmente inseridas em território paraibano, a sub bacia do Baixo Piranhas situa-se totalmente

no estado do Rio Grande do Norte e as demais estão compreendidas nos dois estados (CBHRPPA, 2014).

### *2.2.2.1 Reservatórios de Águas Superficiais*

Lagos e reservatórios são partes integrantes das bacias hidrográficas onde estão inseridos. Como são sistemas abertos, a bacia hidrográfica os influencia carreando para os mesmos, nutrientes, matéria orgânica e eventuais poluentes. Estes ambientes, por suas características hidrodinâmicas, podem reter estas substâncias em seu ciclo produtivo e provocar diversas consequências (VOLLENWEIDER e JORGENSEN 1989).

Segundo Tundisi (1999),

O conhecimento científico dos reservatórios como ecossistemas, suas interações com as bacias hidrográficas e com os sistemas a montante e jusante, tem adicionado permanentemente novas dimensões à abordagem sistêmica na pesquisa ecológica, proporcionando uma base fundamental para o gerenciamento da qualidade da água e das bacias hidrográficas.

Na Bacia Hidrográfica Piancó Piranhas Açu a açudagem foi historicamente a principal estratégia adotada pelo poder público para lidar com o problema da Seca. Inicialmente o Poder Central através do DNOCS, e posteriormente os Estados construíram uma rede de armazenamento sem paralelo em nenhuma outra região semiárida do mundo, com finalidade de armazenar águas com o objetivo de atender as necessidades da população durante os períodos de estiagens, o que tem contribuído para a prática e desenvolvimento das culturas irrigadas.

Na bacia do rio Piancó Piranhas Açu há um total de 123 açudes em todo o estado da Paraíba, no qual a AESA registra diariamente os volumes dos principais açudes que compreendem esse sistema de reservação (AES A, 2014).

Atualmente, existem 52 reservatórios considerados como reservatórios estratégicos aqueles com capacidade de acumulação próxima ou superior a 10 hm<sup>3</sup>, totalizando uma capacidade total de acumulação de 5.658,71 hm<sup>3</sup>. Esses reservatórios perenizam os trechos à sua jusante, sendo os responsáveis pela oferta hídrica para múltiplos usos, especialmente para o abastecimento humano e animal e a irrigação (ANA, 2013). Esse caráter estratégico advém do fato de que só a partir dessa capacidade o reservatório pode fazer frente a períodos de estiagem e realizar a passagem entre períodos chuvosos.

Os de maior porte são o reservatório Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, o sistema Curemas Mãe D'Água e reservatório Engenheiro Avidos, que, juntos, correspondem à 73% da capacidade de armazenamento da Bacia.

Os açudes ou reservatórios funcionam como lagos artificiais, já que possuem um longo tempo de residência ou uma baixa renovação da massa de água. O longo tempo de retenção hidráulica (da ordem de meses ou anos), juntamente com o balanço hídrico negativo a maior parte do ano, fazem com que esses ecossistemas funcionem como sistemas acumuladores e concentradores de sais, nutrientes, sedimentos e outras substâncias (AESA, 2014).

Neste contexto, os açudes ou reservatórios são altamente vulneráveis às cargas de poluentes lançadas nesses sistemas e apresentam frequentemente perda significativa de qualidade de água. O clima, a geologia, os tipos de solos e o regime hidrológico são condicionantes naturais da qualidade das águas armazenadas nos açudes. Entretanto, fatores antrópicos também condicionam a qualidade dessas águas contribuindo para sua degradação, tais como: o uso e ocupação do solo de forma inadequada, esgotos domésticos e industriais, drenagem urbana e agrícola, dentre outros (ANA, 2013).

### 2.3 MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO

O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como ferramenta de controle e acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos (GUEDES et al., 2012).

“Um programa de monitoramento ecológico pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas de maneira a gerar propostas de manejo para viabilizar o uso futuro dos recursos existentes” (BARBOSA, 1994). “Inserido nesse contexto, o monitoramento limnológico trata especificamente da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos continentais, incluindo rios e lagos” (WETZEL, 2001).

De acordo com Simeonov et al. (2003), um programa de monitoramento ambiental inclui, em geral, “coletas frequentes nas mesmas seções fluviométricas de amostragem, análises em laboratório de parâmetros representativos de suas características físicas, químicas e biológicas e tratamento das séries de dados”.

É importante ressaltar, que, além do conhecido caráter técnico de diagnóstico, qualquer análise sobre a importância do monitoramento limnológico demanda a inclusão da pesquisa científica, a qual pode ser amplamente subsidiada pelas ações ou mesmo pelos dados desse monitoramento (HENDERSON, 2003).

## 2.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS

Melo (2005) menciona que quando se refere a qualidade da água não é fácil encontrar uma definição simples e completa por causa da grande complexidade de fatores determinantes, da grande quantidade de opções variáveis disponíveis para descrever as condições de um corpo d'água e a dependência do uso a que se destina essa água.

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. VON SPERLING (2005) defende que ela é determinada em função das condições naturais e do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, devido aos seguintes fatores:

- **Condições naturais:** Mesmo a bacia hidrográfica estando preservada, a qualidade das águas é alterada pelo escoamento superficial e pela infiltração do solo, resultante da precipitação atmosférica. O impacto é decorrente do contato da água em escoamento ou infiltração com partículas, substâncias e impurezas do solo. Dessa forma, mesmo a bacia hidrográfica estando em estado natural ocorre a incorporação de sólidos em suspensão ou dissolvidos com a água. Neste caso, a cobertura e a composição do solo possuem grande influência.
- **Interferência dos seres humanos:** A forma com que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água. A interferência do homem contribui na introdução de compostos na água, quer de uma forma concentrada, como a geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo.

A qualidade da água é avaliada de acordo com suas características químicas, físicas e biológicas, denominadas parâmetros de qualidade da água. Frequentemente, esses parâmetros são representados como concentrações de algumas substâncias presentes na água (BRAGA, 2005). Determinar os valores desses parâmetros é essencial para avaliar a água e caracterizá-la frente ao uso a que ela se destina.

## 2.5 VARIÁVEIS LIMNOLÓGICAS

Na TAB.1 abaixo estão apresentadas algumas variáveis limnológicas indicadoras de qualidade da água, quanto aos aspectos físico-químicos e microbiológicos.

TABELA 1. Breve descrição de algumas variáveis limnológicas

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>BREVE DESCRIÇÃO</b>	<b>FREQUENTE ALTERAÇÃO</b>
<b>Potencial hidrogeniônico</b>	O pH representa a concentração de íons H <sup>+</sup> (em escala antilogarítmica) que dá uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água.	O excesso de matéria orgânica dos esgotos contribui para reduzir o pH na água devido à liberação de gás carbônico (precursor do ácido carbônico em meio aquoso) e de compostos orgânicos ácidos.
<b>Temperatura</b>	A temperatura é a medida da intensidade de calor, é um parâmetro importante, porque elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas, além de influenciar em algumas propriedades da água.	As mudanças ocorridas na temperatura podem ser causadas por origens naturais (transferência de calor por radiação, condução e convecção vindos da atmosfera e do solo) ou antropogênicas (águas de torres de resfriamento e despejo industriais).
<b>Turbidez</b>	Refere-se à quantidade de partículas em suspensão na água. É inversamente proporcional à disponibilidade de radiação solar, a qual é essencial à produção primária de um ecossistema.	A turbidez da água é incrementada pelo aporte das partículas que compõem os efluentes domésticos sem tratamento.
<b>Transparência da água</b>	É importante distinguir a diferença entre turbidez e transparência. A transparência é a capacidade que tem a água de permitir a passagem de raios solares.	A transparência diminui em função da profundidade e da turbidez, ou seja, quanto mais fundo o viveiro e mais barrenta a água menos luz consegue chegar até o fundo.
<b>Oxigênio dissolvido</b>	É um gás essencial aos animais (incluindo peixes). Além disso, a escassez de oxigênio favorece a liberação de compostos tóxicos na água por determinados processos biológicos.	A excessiva carga orgânica dos esgotos aumenta a demanda bioquímica de oxigênio, de maneira a reduzir expressivamente as concentrações de oxigênio na coluna d'água.
<b>Cor</b>	Responsável pela coloração da água, é constituída por material sólido dissolvido. Este parâmetro é utilizado geralmente para águas brutas e tratadas.	No que se refere a águas represadas, a coloração pode ser proveniente de esgotos industriais e esgotos domésticos.
<b>Condutividade elétrica</b>	A CE indica a capacidade da água natural transmitir a corrente elétrica em função de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo, por consequência, diretamente proporcional à concentração iônica.	As descargas industriais, consumo de sal em residências e comércios e excreções de sais pelo homem e animais podem provocar alterações neste parâmetro.
<b>Sólidos Dissolvidos Totais</b>	Sólidos Dissolvidos Totais nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação e secagem da amostra a uma temperatura entre 103 e 105°C durante um tempo fixado.	A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou por meio de ações antrópicas (lançamento de lixo e esgotos).

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>BREVE DESCRIÇÃO</b>	<b>FREQUENTE ALTERAÇÃO</b>
<b>Cloretos</b>	O íon cloreto (Cl <sup>-</sup> ) é dos principais íons inorgânicos nas águas em geral. Um alto teor de cloreto é prejudicial a tubulações e estruturas metálicas, bem como ao crescimento das plantas.	A concentração de cloreto é maior em águas residuárias domésticas, do que nas águas brutas, porém processos industriais também podem contribuir para a elevação de cloretos nas águas.
<b>Potássio</b>	O potássio é pronto para ser incorporado em estruturas minerais e acumulado pela biota aquática, pois é um elemento nutricional essencial.	Sais de potássio são usualmente usados na indústria e em fertilizantes para agricultura, o despejo desses sais podem provocar alterações neste parâmetro.
<b>Sódio</b>	As águas naturais contêm sódio devido a sua abundância e alta solubilidade de seus sais em água, encontrados na forma iônica (Na <sup>+</sup> ).	O aumento dos níveis na superfície da água está associado, principalmente, em descargas de esgotos e efluentes industriais.
<b>Dureza total</b>	A dureza (em geral expressa em mg/L de carbonato de cálcio Ca CO <sub>3</sub> ) de uma água é devida à presença de cátions metálicos bivalentes principalmente cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) e magnésio (Mg <sup>2+</sup> ). Segundo Macêdo (2002), podemos classificar as águas em: Mole ou branda (teores menores que 50 mg CaCO <sub>3</sub> /L); Dureza moderada (teores entre 50-150 mg CaCO <sub>3</sub> /L); Dura (teores entre 150-300 mg CaCO <sub>3</sub> /L); e Muito dura (teores maiores que 300 mg CaCO <sub>3</sub> /L).	A sua origem natural é da dissolução de rochas calcíneas ou outros minerais que contêm Ca e Mg ou se for antropogênica é devido aos despejos industriais.
<b>Cálcio</b>	O cálcio é um elemento indispensável a todas as plantas, pois atua na formação das células, promove a absorção de água, aumenta a elasticidade e permeabilidade da parede celular.	A sua origem natural é da dissolução de minerais que contêm Ca, e pela ação antrópica ocorre devido aos despejos industriais.
<b>Magnésio</b>	O magnésio é um micronutriente fundamental para a fotossíntese e auxilia outros nutrientes dentro da planta, como o fósforo.	Geralmente são alterados em águas brutas pela ação antrópica, principalmente, devido aos despejos industriais.
<b>DBO<sub>5</sub></b>	A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), é a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica	O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido.
<b>Nitrogênio</b>	A importância do nitrogênio é relacionada principalmente ao seu papel na formação das proteínas. No entanto, o excesso de algumas formas nitrogenadas pode ser tóxico inclusive aos seres humanos.	Os efluentes domésticos sem tratamento causam um expressivo aumento nas concentrações de nitrogênio nos ecos-sistemas aquáticos.
<b>Fósforo</b>	É um nutriente fundamental à biota, especialmente devido à sua função na estruturação de membrana celular e no armazenamento de energia via ATP.	Tal como ocorre com o nitrogênio, o aporte de esgotos incrementa demasiadamente as concentrações de fósforo nos ecossistemas aquáticos.
<b>Coliformes Totais e Coliformes termotolerantes</b>	Bactérias coliformes totais são bastonetes gram negativos fermentadores aeróbios ou anaeróbios facultativos, que incluem seres de vida livre ou não. Já as bactérias termotolerantes são encontradas preferencialmente no trato intestinal de animais endotérmicos.	O aporte de esgotos aumenta expressivamente as densidades de bactérias termotolerantes totais e fecais.

FONTE: Adaptado de MAROTTA, SANTOS e PRAST (2008); VON SPERLING (2005); MACÊDO (2002)



## 2.6 RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS)

“A água é a principal necessidade na agricultura, é importante destacar que seu uso de forma racional e qualitativa na irrigação, promove o incremento da produtividade, que é o ponto de partida essencial em direção ao progresso” (VASCONCELOS et al, 2009).

A prática da irrigação, muitas vezes, é a única possibilidade de garantir a produção agrícola, especialmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o do semiárido do Nordeste brasileiro, onde a taxa de evapotranspiração excede a precipitação durante a maior parte do ano (SANTOS et al, 2006).

Tanto a qualidade como a quantidade de água são de grande importância para a agricultura irrigada. Segundo Ayers e Westcot (1991), a qualidade da água para irrigação está relacionada a seus efeitos prejudiciais aos solos e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para controlar ou compensar eventuais problemas associados a sua utilização. Ainda segundo o mesmo autor, os problemas causados pela qualidade da água podem ser resumidos nos seguintes efeitos principais: salinidade, permeabilidade do solo e toxidez às plantas cultivadas.

A sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985).

## 2.7 LEGISLAÇÃO

A legislação federal brasileira que padroniza a concentração máximas e mínimas, de cada variável, que pode ser encontrada na água é regulamentada pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A resolução número 357, de 17 de Março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de classificar as águas do Território Nacional em doces, salobras e salinas, levando em consideração a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

Esta resolução é a base da legislação vigente em relação às variáveis e conceitos empregados em referência à qualidade da água, tendo sido alterado pelas

resoluções: número 370/2006; número 397/2008; 410/2009 e 430/2011 (NORONHA, et al, 2013).

No entanto, quando nos referimos a água adequada para o consumo humano, há uma maior atenção frente a exigência de sua potabilidade, visto que a mesma tem que estar adequada à manutenção da saúde, desse modo são estabelecidos pelos órgãos competentes padrões de potabilidade, que representam as quantidades limítrofes dos diversos elementos que podem ser tolerados nas águas.

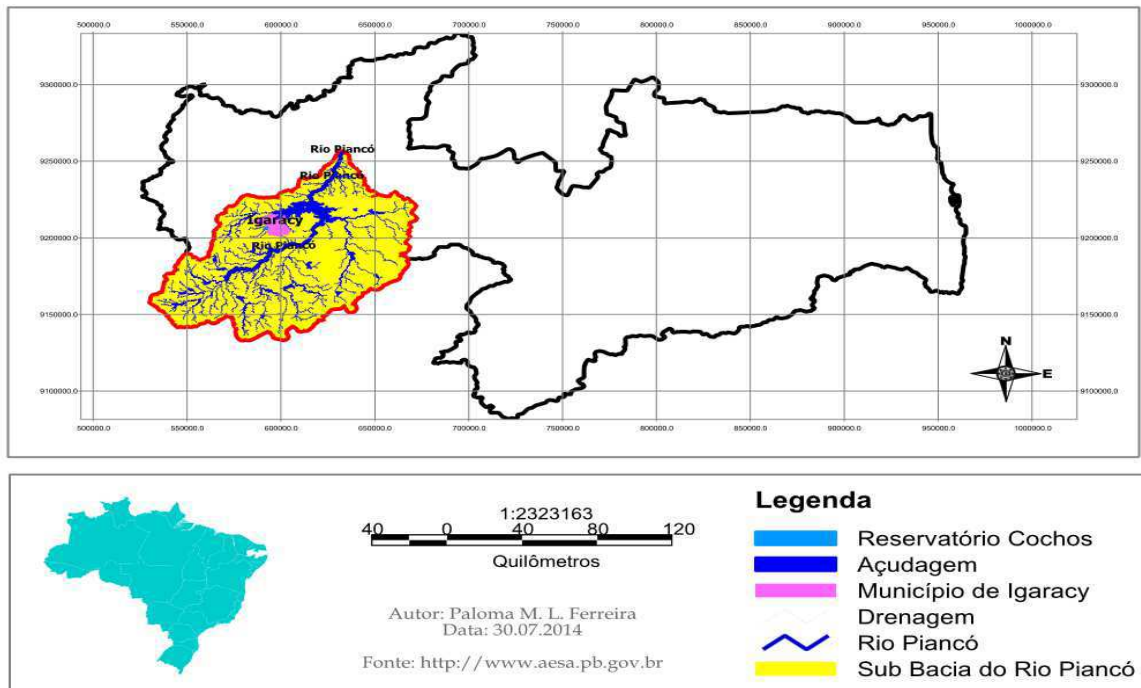
O Ministério da Saúde em sua Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, compreende os parâmetros considerados essenciais para o enquadramento das águas quanto a sua potabilidade divididos em grupos conforme a sua natureza: inorgânicos, orgânicos, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, cianotoxinas, radiológicos, organolépticos e microbiológicos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no reservatório Cochos pertencente ao município de Igaracy-PB, está situado na bacia do Rio Piancó, sub bacia do Piancó Piranhas Açú conforme exposto na FIG.1, com volume máximo de reservação de 4.199.773 m<sup>3</sup>, responsável pelo abastecimento total da cidade e pelo desenvolvimento de atividade agropecuárias no entorno do reservatório e a jusante do mesmo, as margens do riacho cochos.

FIGURA 1 - Localização da sub Bacia do Piancó e do município de Igaracy-PB



FONTE: Aatoria própria

O município de Igaracy está localizado na microrregião de Piancó. De acordo com o IBGE (2009) sua população é estimada em 6.529 habitantes com área territorial de 192 km<sup>2</sup>. Limita-se com os municípios de Aguiar, Coremas, Piancó, e Itaporanga.

A sub bacia do rio Piancó está totalmente inserida em território pertencente ao semiárido, à temperatura média anual gira em torno de 24°C, sobretudo na região do alto Rio Piranhas, as precipitações médias variam entre 400 e 800 mm anuais concentradas em poucos meses do ano, este fato conjugada a geomorfologia da

região, caracterizada por solos rasos formados sobre um substrato cristalino, com baixa capacidade de armazenamento (AESA, 2014).

Além disso, o padrão de precipitação tende a apresentar uma forte variabilidade inter anual, ocasionando a alternância entre anos de chuvas regulares e anos de acentuada escassez hídrica, levando à ocorrência de secas hídricas. Por outro lado as taxas de evapotranspiração são bastante elevadas, podendo chegar a mais de 2000 mm/ano, o que ocasiona um déficit hídrico significativo e se constitui em fator chave a ser considerado na operação dos reservatórios da região (CBHRPPA, 2014).

No município de Igaracy o reservatório Cochós representa um importante meio de desenvolvimento local, visto que o mesmo além de ser utilizado para abastecimento urbano e rural também é utilizado no setor agroindustrial.

Na TAB. 2 expõe os volumes de água do Reservatório Cochós observados no período estudado.

TABELA 2 - Volumes de água do Reservatório Cochós observados no período de Nov./2013 a Jul./2014

<i>Mês/Ano</i>	<i>Capacidade Máxima (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Volume (m<sup>3</sup>)</i>	<i>Volume (hm<sup>3</sup>)</i>	<i>(%) Volume Total</i>
<i>Novembro/2013</i>	4.199.773	1.325.168	1,325	31,6
<i>Janeiro/2014</i>		1.320.870	1,320	31,4
<i>Março/2014</i>		1.471.314	1,471	35,0
<i>Mai/2014</i>		2.210.724	2,210	52,6
<i>Junho/2014</i>		2.210.724	2,210	52,6
<i>Julho/2014</i>		2.043.609	2,043	48,7

FONTE: AESA (2014)

### 3.2 MEDIÇÃO DE CAMPO

O monitoramento limnológico foi realizado com base na medição de 18 parâmetros físicos-químicos e 3 bacteriológicos, seguindo frequência bimestral durante o período de estiagem (Nov./2013 a Mar./2014), e durante o período chuvoso (Mai./2014 a Jul./2014) manteve-se com frequência mensal, visando que a ocorrência de chuvas provocasse a alteração no volume de água do reservatório.

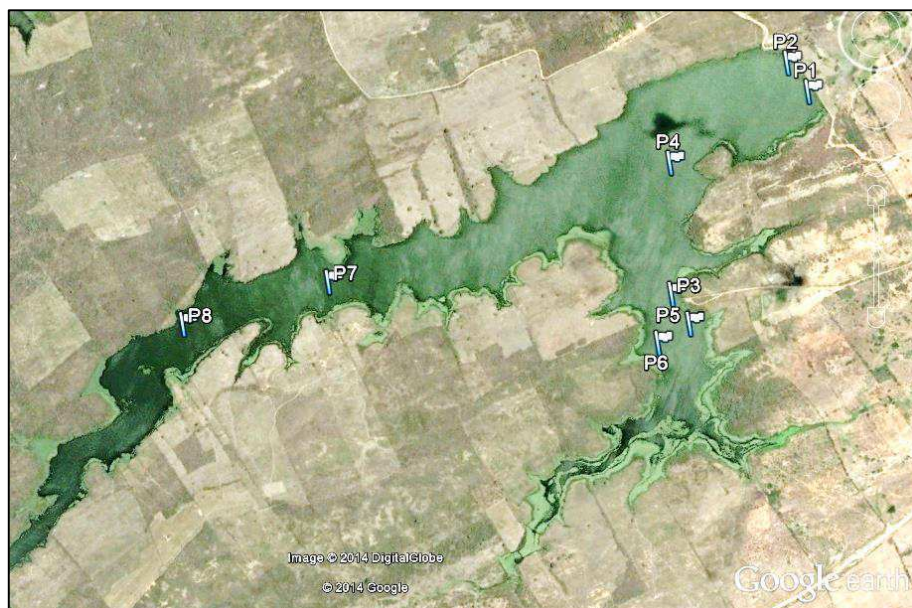
Foram realizadas 6 campanhas de medições no período de Nov./2013 a Jul./2014, correspondentes as coletas de amostras de água para análises microbiológicas e de nutrientes, em que todos os instrumentos e equipamentos,

utilizados são pertencentes ao Laboratório de Hidrologia do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal – PB.

### 3.3 AMOSTRAGEM PARA ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras de água foram coletadas superficialmente com profundidade de 50 cm armazenadas em frascos de polipropileno, boca larga, com tampa plástica esmerilhada, bem ajustada, capacidade de 250, 500 e 1000 ml, previamente esterilizados e condicionadas adequadamente em caixas térmicas seguindo recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011), para tanto foi delimitado 8 pontos amostrais georeferenciados com o uso de GPS da GARMIN, conforme mostra a FIG 2. Sendo que as amostras de água foram coletadas inicialmente em 6 pontos amostrais até o mês Mai./2014 e em 8 pontos amostrais nos meses de Jun./2014 e Jul./2014. Para as coletas fez-se uso do barco de alumínio da ARUAK 500 PREMIUM e motor de poupa da MERCURY, as coordenadas dos pontos amostrais estão descritos na TAB.3.

FIGURA 2 – Imagem satélite da localização dos pontos amostrais no reservatório Cochós em Igaracy-PB



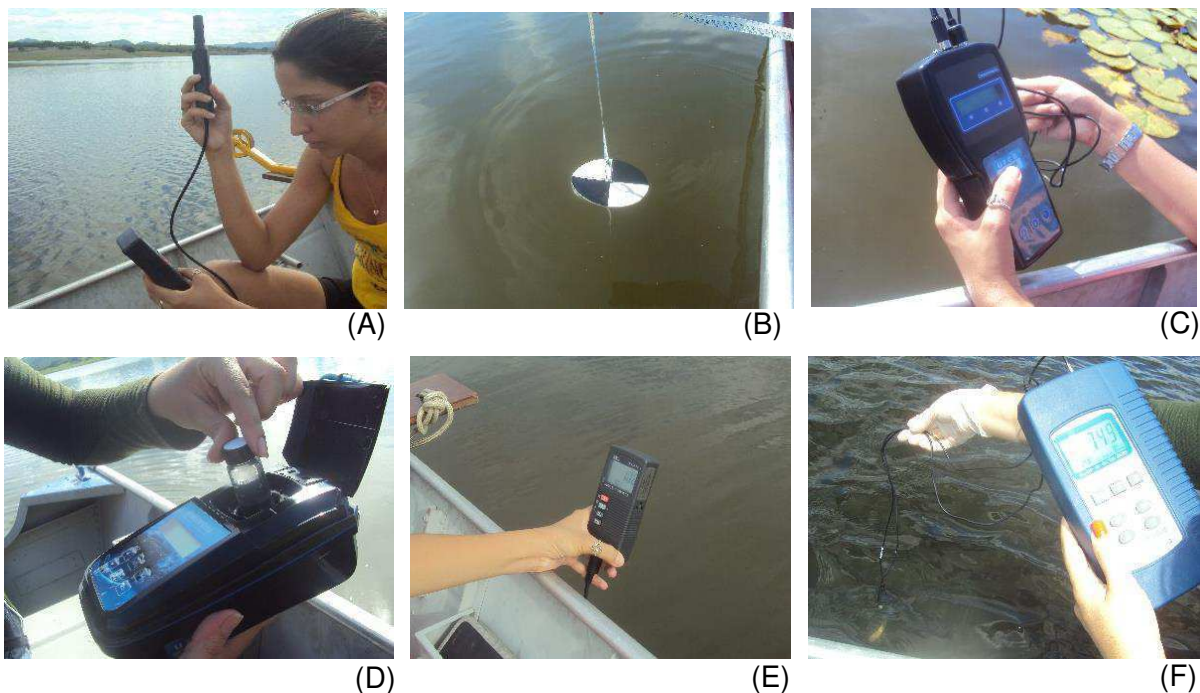
FONTE: Adaptado Google Earth (2014)

TABELA 3 – Coordenadas geográficas de pontos amostrais no reservatório Cochos

PONTOS	DESCRIÇÃO	COORDENADAS	ALTITUDE (m)
(P1) – Ponto 1	Ponto de captação de água da CAGEPA para abastecimento da cidade de Igaracy-PB	S7 10.694/W38 09.648	302
(P2) – Ponto 2	Tomada de água para perenização do Riacho Cochos a jusante do reservatório	S7 10.658/W38 09.690	298
(P4) – Ponto 3	Ponto de coleta de água em carros pipas para abastecimento, melhor acesso para lazer e lavagem de veículos	S7 10.853/W38 09.831	195
(P3) – Ponto 4	Área central do reservatório sob influência de efluentes da indústria de tecelagem próxima	S7 11.050/W38 09.779	290
(P5) – Ponto 5	Concentração de pequenas moradias rurais e atividade agropecuárias	S7 11.089/W38 09.740	242
(P6) – Ponto 6	Ponto de ligação de um reservatório a montante	S7 11.129/W38 09.781	304
(P7) – Ponto 7	Existência de moradias rurais e atividade agropecuárias	S7 11.160/W38 10.305	300
(P8) – Ponto 8	Faixa mais protegida com existência de vegetação densa	S7 11.279/W38 10.510	295

FONTE: Autoria própria

Alguns parâmetros foram analisados *in loco*, tais como, temperatura do ar, temperatura da água, turbidez, transparência da água (disco de Secchi), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e sólidos dissolvidos totais (SDT) conforme exposto na FIG 3.

FIGURA 3 – Alguns parâmetros foram analisados *in loco*

LEGENDA - (A): Medição da temperatura do ar; (B): Verificação da profundidade fótica com o Disco de Sechii; (C): Medição da CE; (D): Medição da turbidez; (E): Verificação do OD; e (F): Medição do pH. FONTE: Autoria própria

## 3.5 ANÁLISES EM LABORATÓRIO

### 3.5.1 Determinação dos parâmetros microbiológicos

Após as coletas as amostras foram encaminhadas, primeiramente, ao Centro Vocacional Tecnológico (CVT) onde foram realizadas as análises microbiológicas, em seguida aos laboratórios de hidrologia e solos da UFCG/CCTA para as demais análises.

As técnicas adotadas neste estudo para determinar os coliformes fecais e *E.Coli* na água estão descritas no Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água (SILVA et al, 2010).

As análises microbiológicas visando à determinação de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas seguindo o Método do Número Mais Provável (NMP). Os testes foram realizados em cinco baterias e cada amostra analisada em triplicatas, com as seguintes diluições: 10,0; 1,0 e 0,1mL.

O estudo bacteriológico das amostras consiste na quantificação de NMP quanto à presença de bactérias dos grupos coliformes totais e coliformes termotolerantes, onde as amostras são submetidas aos seguintes ensaios: **teste presuntivo** em meio de cultura com *Caldo Lauril Tryptose Broth* em concentração simples e dupla, com incubação em estufa, por  $24/48 \pm 2$  horas, em temperatura de  $35 \pm 0,5$  °C com a finalidade de ratificar a presença de coliformes, aqueles que apresentarem resultado positivo logo em seguida são submetidos ao **teste confirmativo** em meio de cultura com *Caldo Verde Bile Brilhante* (coliformes totais) com incubação em estufa, por  $24/48 \pm 2$  horas, em temperatura de  $35 \pm 0,5$  °C e, com *Caldo EC* (coliformes termotolerantes) com incubação em banho-maria, por  $24/48 \pm 2$  horas, em temperatura de  $44,5 \pm 0,5$  °C, a observação da ocorrência de gases no tubo de Durham e crescimento microbiano, indicando a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes (FIG.4).

FIGURA 4 – Análise microbiológicas

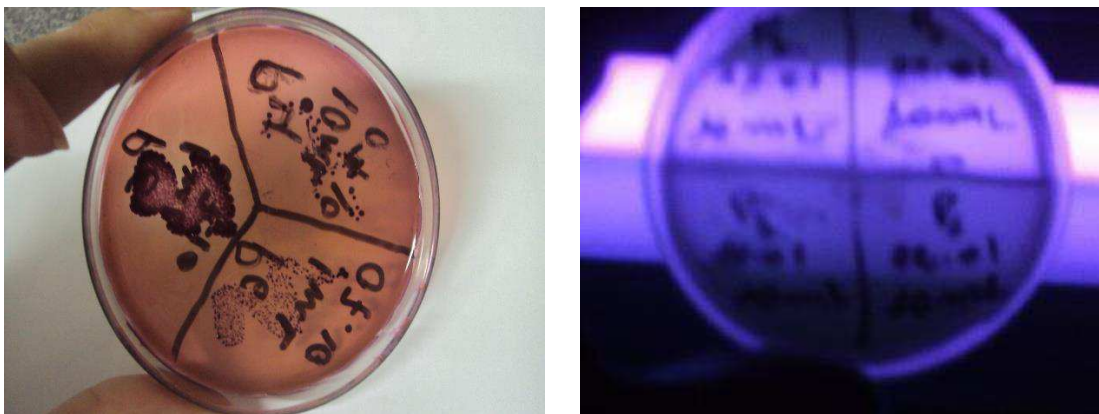


(A)

(B)

LEGENDA - (A): Meio de cultura em *Caldo Lauril* para teste presuntivo e (B): Execução da análise. FONTE: Autoria própria

O procedimento para identificação de *E.Coli* foi realizado pelo método de estriamento em placa, que permite a obtenção de colônias bacterianas puras, ou seja, formadas a partir de uma unidade formadora de colônia. Os testes foram realizados utilizando Caldo EMB, incubação em estufa a  $44,5 \pm 0,2$  °C por 48 horas, com o auxílio de lâmpada ultravioleta 365 nm, para observação de possível existência de fluorescência azul/esverdeada na placa de Petri, a confirmação deste procedimento significa que há presença de *E.Coli* na amostra examinada, conforme a FIG.5.

FIGURA 5 – Análise de presença ou ausência de *E.Coli* pelo método de estriamento em placa

(A)

(B)

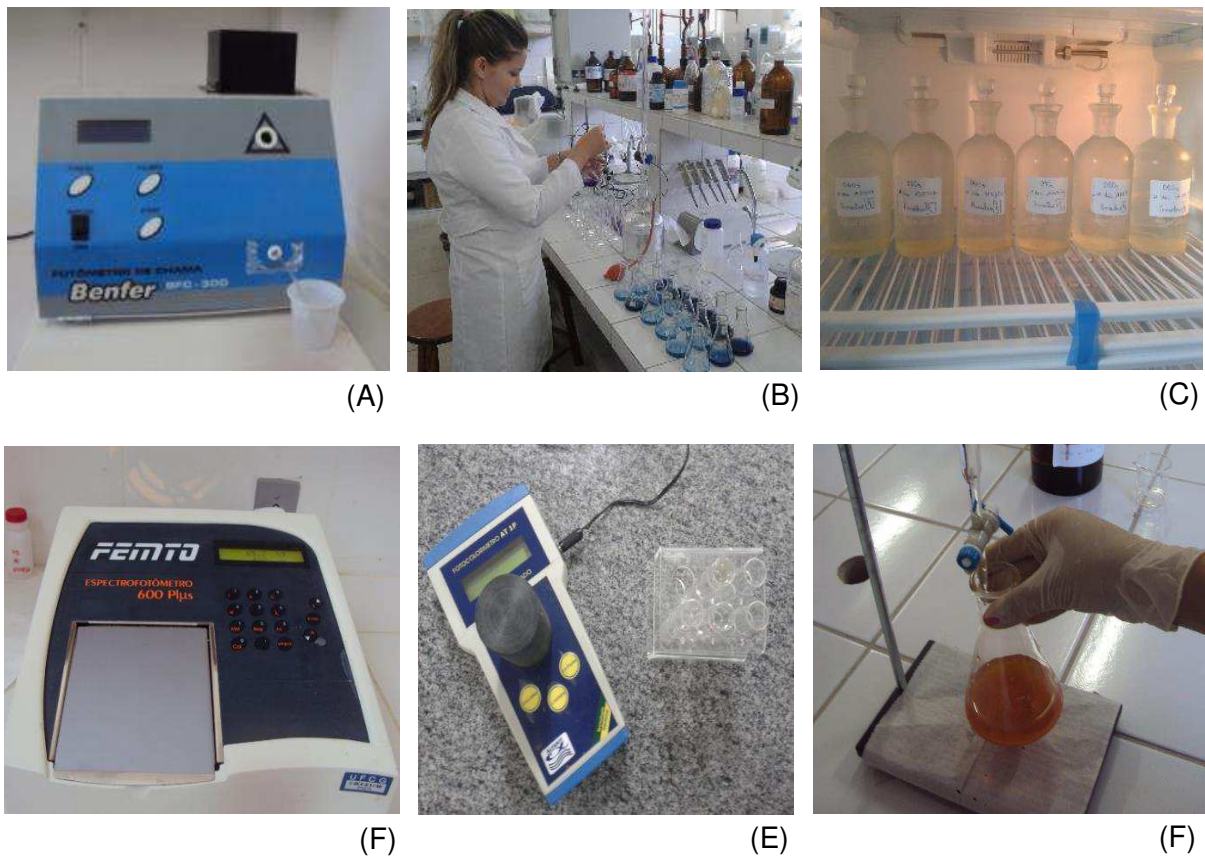
LEGENDA - (A): Observação na placa de Petri de presença de *E.Coli* e (B): Observação de possível existência de fluorescência azul/esverdeada com o auxílio de lâmpada ultravioleta. FONTE: Autoria própria



### 3.5.2 Determinação dos parâmetros Físico-Químicos

Para avaliação da qualidade da água, quanto ao caráter físico-químico, foram determinadas as seguintes concentrações dos parâmetros: cor, cloretos, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (k), sódio (Na), dureza total, cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e demanda bioquímica de oxigênio ( $\text{DBO}_5$ ) seguindo recomendações metodológicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, publicação da American Public Health Association (APHA, 1998).

FIGURA 6 – Análises dos parâmetros físico-químicos



LEGENDA - (A): Determinação de Na e K no fotômetro de chama; (B): Determinação de Dureza Total; (C): Análise de  $\text{DBO}_5$ ; (D): Determinação de N e P no espectrofotômetro; (E): Medição de cor no fotocolorímetro; (F): Determinação de cloretos. FONTE: Autoria própria

Na TAB.4 estão representadas todas as variáveis de qualidade das águas monitoradas e limites da Resolução de N<sup>o</sup>357/2005 do CONAMA as para classes 2 e o Valor Máximo Permitido (VMP) pela Portaria do MS N<sup>o</sup>2914 de dezembro de 2011.

TABELA 4 - Variáveis de qualidade das águas monitoradas e respectivos limites preconizados na Resolução de N<sup>o</sup>357/2005 do CONAMA as para águas de classes II

VARIÁVEIS	UNIDADES	VMP DA PORTARIA 2914/2011	LIMITES CONAMA 357/2005	TÉCNICA/ INSTRUMENTO PARA DETERMINAÇÃO	REFERÊNCIA
			Classe II		
<i>Ca<sup>2+</sup></i>	mgCa/L	-	-	Titulometria de Complexação	MPTLAESI, (2004)
<i>CT</i>	NMP/100mL	Ausente	1000	Tubos Múltiplos	SILVA et al. (2010)
<i>CTT</i>	NMP/100mL	Ausente	1000	Tubos Múltiplos	SILVA et al. (2010)
<i>CE</i>	μS/cm	100	-	Condutivímetro	APHA (1998)
<i>Cor</i>	mg Pt/L	15	75	Fotocolorímetro	APHA (1998)
<i>CLORETOS</i>	mgCl/L	250	-	Titulometria de Complexação	MPTLAESI, (2004)
<i>DBO<sub>5</sub></i>	mg/L O <sub>2</sub>	-	≤5	Método de incubação cinco dias	NBR 12614, 1992
<i>DUREZA TOTAL</i>	mg/L	500	-	Titulometria de Complexação	MPTLAESI, (2004)
<i>E. Coli</i>	Presença/ Ausência	Ausente	1000	Método estriamento em placa	SILVA et al. (2010)
<i>P total</i>	Lênticos mg/L P	-	0,030	Espectrofotometria	APHA, (1998)
<i>Mg<sup>2+</sup></i>	mg/L Mg	-	-	Titulometria de Complexação	MPTLAESI, (2004)
<i>N total</i>	Lênticos mg/L N	-	1,27	Espectrofotometria	APHA, (1998)
<i>OD</i>	mg/L O <sub>2</sub>	-	≥5	Oxímetro	APHA, (1998)
<i>K</i>	mg/L K	-	-	Fotometria de Chamas	APHA, (1998)
<i>pH</i>	Adimensional	6,0 a 9,5	6,0 a 9,0	pHmetro	APHA, (1998)
<i>Na<sup>+</sup></i>	mg/L Na	5,1	-	Fotometria de Chamas	APHA, (1998)
<i>SDT</i>	mg/L	1000	500	Condutivímetro	APHA, (1998)
<i>TEMP. DO AR</i>	°C	-	-	Oxímetro	APHA, (1998)
<i>TEMP. DA ÁGUA</i>	°C	-	-	Oxímetro	APHA, (1998)
<i>TRANSPARÊNCIA</i>	Cm	-	-	Disco Secchi	SECCHI, (2014)
<i>TURBIDEZ</i>	uT	1	≤100	Turbidímetro	APHA, (1998)

FONTE: Autoria própria

### 3.6 CALCULO DA RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS)

A RAS avalia a concentração de sódio em relação ao cálcio e magnésio. Os principais parâmetros considerados para interpretação de uma análise de água são

principalmente a condutividade elétrica (CE), expressa em dS/m a 25°C ou em micromhos/cm ( $1\mu\text{mhos/cm}=1\mu\text{S/cm}$ ) a 25°C, a determinação da RAS é dada pela expressão abaixo.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+}+Mg^{2+})}{2}}} \quad (1)$$

Em que,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  representam as concentrações de sódio, cálcio e magnésio, respectivamente, em miliequivalentes por litro de solução.

Os esquemas de classificação estabelecidos para avaliação da qualidade da água, em sua maioria são baseados em algumas características químicas da água, tais como RAS, CE e pH.

Neste trabalho focamos particularmente a classificação adotada pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, publicada em 1954 a qual apresenta um diagrama de classificação combinando a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a concentração total de sais, para formar 16 classes de água, variando assim de C1 a C4 e de S1 a S4 em todas as combinações possíveis, descritas no Manual de Método de Análises do Solo da EMBRAPA (BRASIL, 2001).

### 3.7 CÁLCULO ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO (IET)

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2007).

O Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET(PT) foi calculada através da equação modificada por Lamparelli (2004).

$$IET (PT) = 10 * (1,77 - 0,42 * \frac{\ln(PT)}{\ln(2)}) \quad (2)$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

IET(PT): Índice do Estado Trófico para o fósforo.

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para rios e reservatórios estão descritos na TAB.5 a seguir.

TABELA 5 - Classificação do Estado Trófico para reservatórios segundo Índice de Lamparelli Modificado

**Classificação do Estado Trófico - Reservatórios**

<b>Categoria (Estado Trófico)</b>	<b>Ponderação</b>	
<b>Ultraoligotrófico</b>	$IET \leq 47$	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
<b>Oligotrófico</b>	$47 < IET \leq 52$	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
<b>Mesotrófico</b>	$52 < IET \leq 59$	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
<b>Eutrófico</b>	$59 < IET \leq 63$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
<b>Supereutrófico</b>	$63 < IET \leq 67$	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
<b>Hipereutrófico</b>	$IET > 67$	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

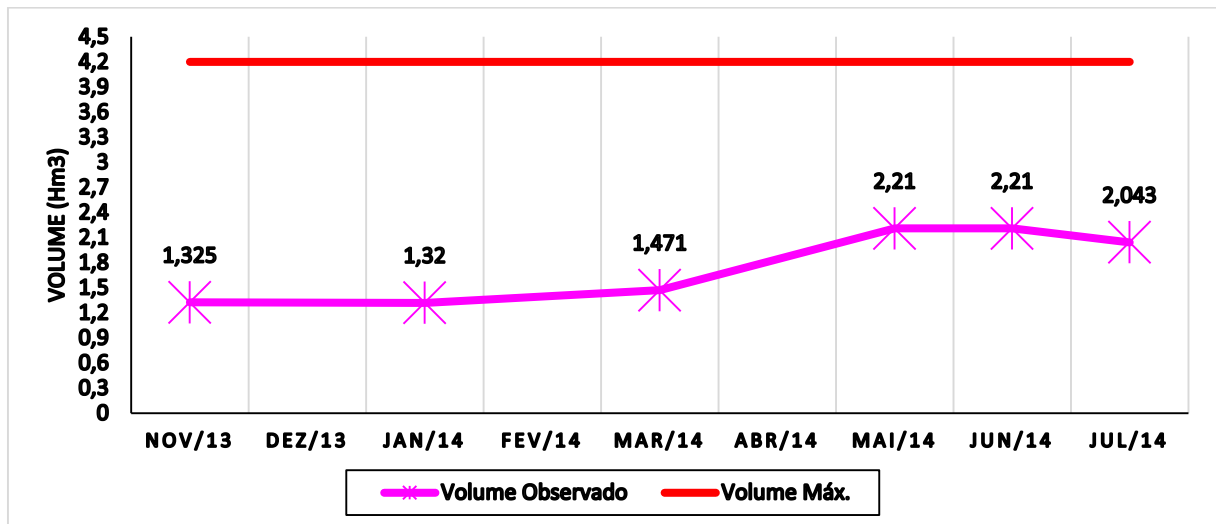
FONTE: Adaptado da ANA (2014); CETESB (2007) e LAMPARELLI (2004)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 VOLUME DO RESERVATÓRIO COCHOS

O volume do reservatório Cochós demonstrou pequena variação no decorrer da pesquisa, conforme pode ser observado no GRAF.1. Conferindo aos meses de Nov./2012 a Mar./2014 o período considerado de estiagem, ou seja, com pouca e/ou nenhuma ocorrência de precipitação e, aos meses de Mai./2014 a Jul./2014 atribui-se o período chuvoso, devido a maior ocorrência de precipitações.

GRÁFICO 1 - Variação do volume do Reservatório Cochós no período de nov./2013 a jul./2014



FONTE: Dados AESA (2014)

No GRAF.1 observa-se que mesmo nos meses de maior ocorrência de precipitações o volume do Reservatório Cochós ainda permanece muito inferior ao seu volume máximo, sendo isso consequência marcante do longo período de estiagem. As frequentes épocas de secas nas regiões semiáridas acabam modificando os volumes dos açudes e reservatórios e, conseqüentemente, a qualidade de vidas das populações que dependem desses copos hídricos.

## 4.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

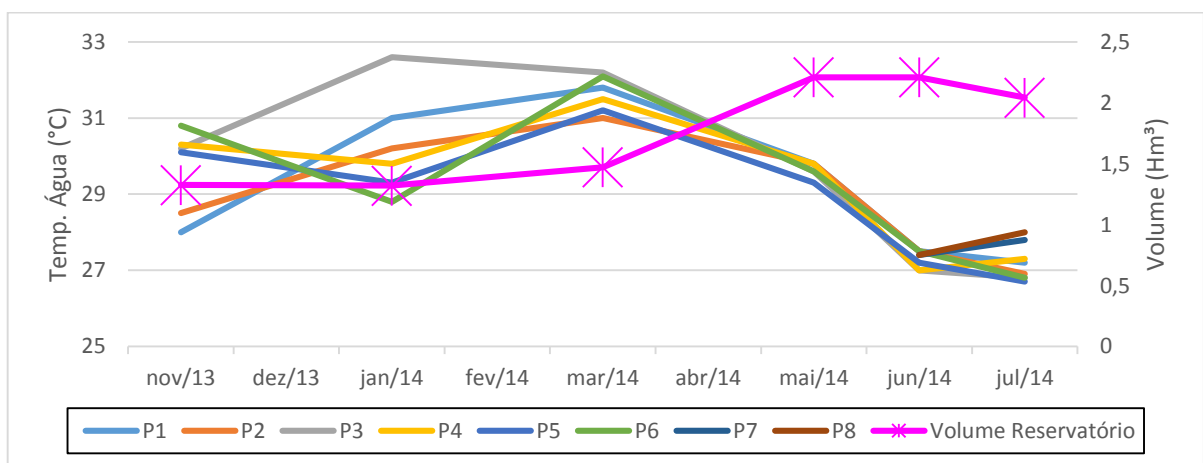
### 4.2.1 Temperatura do ar e da água

A temperatura da água foi medida há uma profundidade entre 45 cm a 50 cm da superfície da lâmina da água, manteve-se variando de 26,7 a 27,90°C, onde no mês de março/2014 destacou-se com temperatura pouco mais elevada provavelmente devido ao horário de coleta, e nos demais meses pode-se observar no GRAF.2 um continuo decréscimo em todos os pontos amostrais devido ao aumento da ocorrência de precipitações no período.

A temperatura da água desempenha um papel importante no meio aquático, condicionando o controle de uma série de parâmetros (CETESB, 2014). Em águas de reservatório, as mudanças bruscas de temperatura podem causar efeitos drásticos às comunidades bióticas e alterar as características químicas da água.

Quanto a temperatura do ar destaca-se o mês de julho/2014 que apresentou as maiores medições observadas em torno 33°C, permanecendo com variações mínimas e máximas de 27,2 e 33,80°C, respectivamente. De modo geral, as temperaturas do ar e da água permaneceram relativamente estáveis, ou seja, não variaram significativamente entre as campanhas de medição permaneceram com desvio padrão de 1,78 e 1,76, respectivamente (TAB.9 em apêndice).

GRÁFICO 2 – Variação temporal da temperatura da água



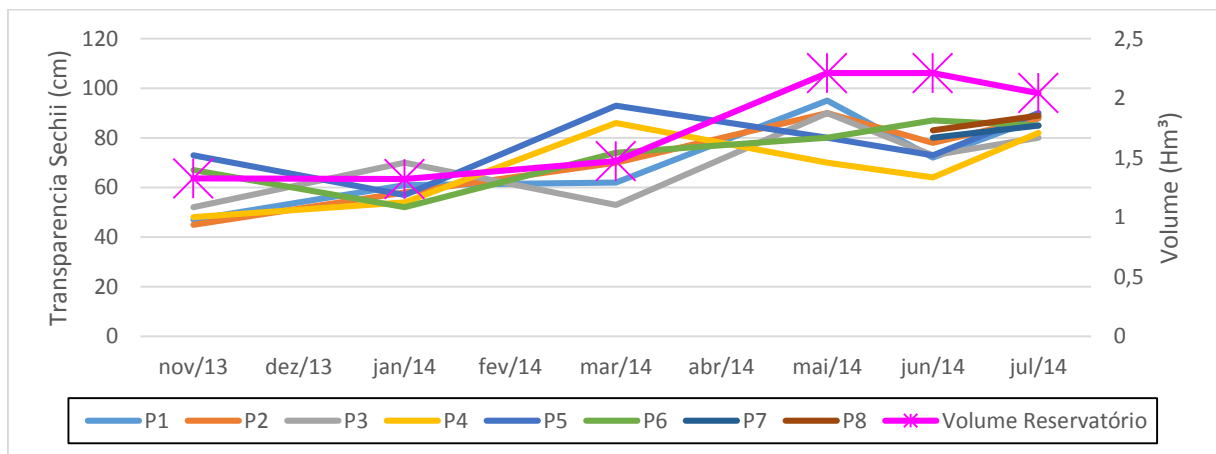
FONTE: Autoria própria

Rodrigo e Neto (2010), observou em diferentes reservatórios e barragens na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró valores semelhantes, com variações entre 26 a 32°C. Ervilha (2013) também observou resultados similares, com variações de temperatura da água entre 21,73 a 28,23°C e desvio padrão de 1,80, no estudo realizado na sub bacia do ribeirão mestre d'armas em DF.

#### 4.2.2 Transparência (Disco de Secchi)

A transparência Secchi do reservatório, variou entre 45 e 95 cm, sendo que no mês de maio os pontos P1, P2 e P5 apresentaram maior transparência, 95, 90 e 93 cm respectivamente, isso devido ao início do período de chuvas da região que elevou o nível do reservatório a 52,2 % do seu volume total, já os pontos P1 e P2 no mês de novembro ficaram com menor transparência, 47 e 45 cm, respectivamente, conforme exposto na GRAF.3.

GRÁFICO 3 – Variação temporal da transparência Secchi



FONTE: Autoria própria

Também pode-se observar que no período de maior ocorrência de chuvas as leituras do disco de Secchi permaneceram superiores a 60 cm, indicando que a água está muito clara, destacando possíveis problemas com plantas daninhas aquáticas. Em geral, a transparência diminui em função da profundidade e da turbidez, ou seja, quanto mais fundo o reservatório e mais barrenta a água menos luz consegue chegar até o fundo.

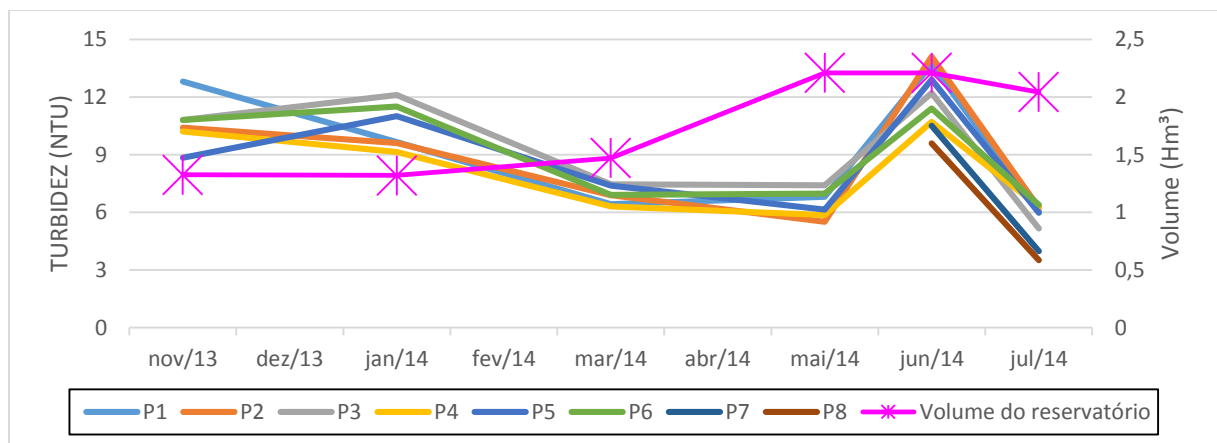
Brol et. al. (2010), em seus estudos realizados na Usina Hidrelétrica Passo Fundo encontrou valores semelhantes a esta pesquisa, apresentando variação de 30 a 200 cm entre 2009 e 2010, no qual constatou-se um aumento na transparência da água e uma redução na turbidez e quantidade de sólidos em suspensão no sentido rio-barragem.

Resultados semelhantes também foi observado no reservatório de São Simão (COELHO et al., 2004) e no Reservatório Da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti em Minas Gerais (SILVA et. al., 2009), sendo notadamente percebido a forte influência sazonal da região.

#### 4.2.3 Turbidez

No reservatório Cochós a turbidez variou entre 3,51 e 14,1 uT, demonstrando fortemente as influências sazonais nos valores encontrados (GRAF.4), visto que a maior elevação da turbidez ocorreu no mês que apresentou precipitações mais acentuadas resultando no aumento da porcentagem do volume total do reservatório. A turbidez demonstra, com maior nitidez, os impactos da estação chuvosa.

GRAFICO 4 - Variação temporal da turbidez



FONTE: Autoria própria

Os pontos P1 e P2 apresentaram os maiores picos de turbidez, possivelmente por estes pontos estarem localizados próximo a barragem do reservatório, visto que a mesma além de barrar a passagem da água também é utilizada como estrada para a travessia de veículos de pequeno porte, a ausência vegetação nas margens acaba



provocando maior arraste de partículas por erosão. É importante ressaltar que alta turbidez compromete o ecossistema aquático, uma vez que reduz a fotossíntese da vegetação aquática.

Em termos de classificação das águas os valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que fixa os valores máximo 100 uT para águas de classe 2. Já em termos de potabilidade todas as campanhas se mantiveram superior ao valor máximo permitido (VMP) pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, de 1 uT que visa o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Garcia e Barreto (2011) encontrou valores semelhantes no seu estudo sobre as condições ambientais e qualidade da água do açude Buri-Frei Paulo/SE, variando entre 1,80 a 12,33 uT no período seco e chuvoso, respectivamente. Arcova et al. (1998) encontraram em bacia hidrográfica recoberta por floresta de Mata Atlântica teores de turbidez entre 0,15 e 4,9 uT, mostrando que a floresta protege o solo contra a erosão e, conseqüentemente, não carregando partículas para os cursos d'água.

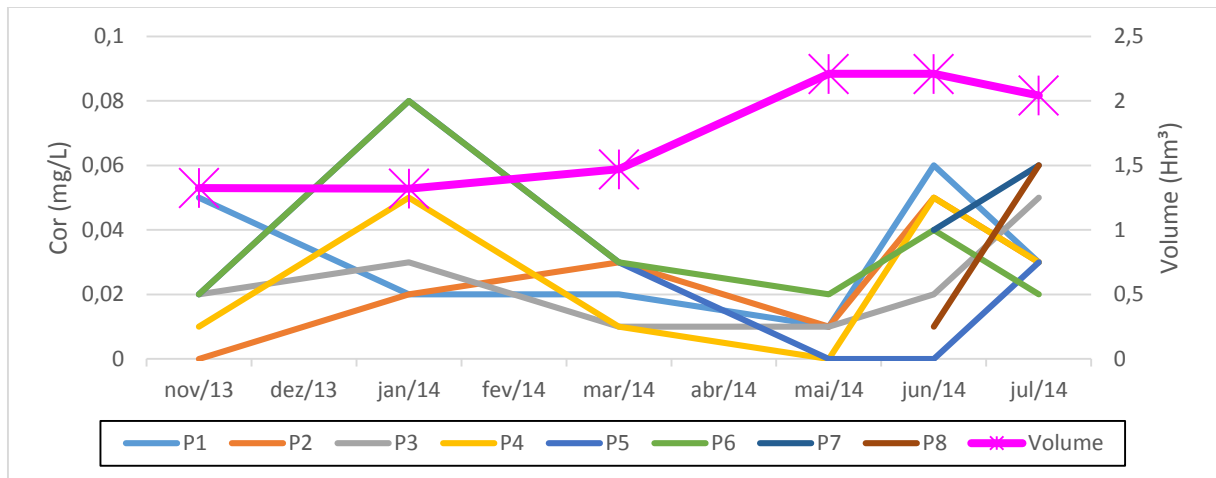
Valores de turbidez superiores foram observados na pesquisa de Silva et. al. (2009) no Reservatório Da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti em Minas Gerais, com variação de 50 a 200 uT, assim como no estudo de Arcova e Cicco (1999) nas microbacias com uso agrícola na região de Cunha, estado de São Paulo.

#### **4.2.4 Cor Aparente**

Transparência, cor e turbidez são parâmetros intimamente relacionados, porém diferentes. No que se refere a águas represadas, a coloração pode ser proveniente de esgotos industriais e esgotos domésticos (GARCIA e BARRETO, 2011).

Neste estudo a cor aparente variou entre 0 e 0,08 mg/l, apresentando desvio padrão de 0,02, os maiores valores foram observados nos meses de jan./2014 e jul./2014 não demonstrando similaridade com a variação sazonal da região, ou seja os resultados de cor mantiveram-se dispersos em todo o estudo. O maior pico de cor aparente foi observado no ponto P6, conforme GRAF.5, sendo evidente as fortes influências antrópicas nesta área do reservatório.

GRAFICO 5 - Variação temporal da Cor



FONTE: Autoria própria

Em todas as campanhas amostrais os valores de cor observados mantiveram-se inferiores ao limite máximo aceitável de 75 mg/L Pt preconizado na resolução CONAMA 357/05 para Águas Doce Classe 2 e, em termos de potabilidade da água também não foi ultrapassado nesta pesquisa, permanecendo inferior ao VMP de 15 mg/L Pt estabelecido pela Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

No estudo realizado no Açude Buri - Frei Paulo/SE, foi encontrado valores de cor semelhantes, com variação entre 0,046 a 0,092 mg/L Pt, sendo observado forte influência sazonal sobre os resultados (GARCIA e BARRETO, 2011). Já em pesquisas no Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais, foi observado valores bem superiores (SILVA et. al., 2009).

#### 4.2.5 Condutividade elétrica (CE)

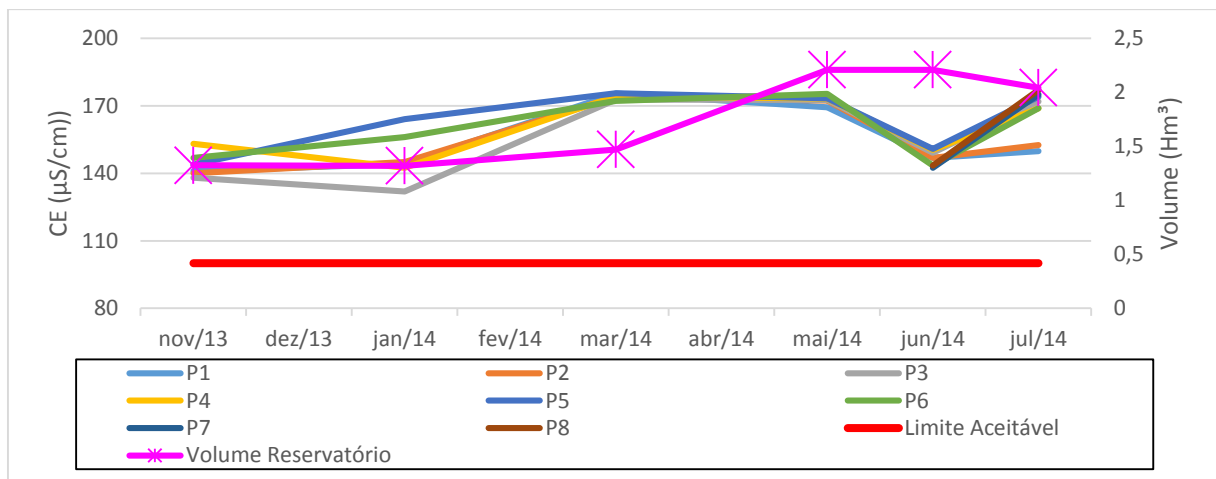
Os valores de CE encontrados neste trabalho permaneceram na faixa de 131,9 $\mu$ S/cm a 177 $\mu$ S/cm dentre o período estudado, conforme GRAF.6. Destaca-se o ponto P8 no mês de jul./2014, na qual a condutividade divergiu dos demais, apresentou valor máximo 177 $\mu$ S/cm, caracterizando a presença de quantidade significativa de íons.

Os valores de condutividade elétrica, não são referenciáveis pela Resolução do CONAMA Nº 357/05 para Águas Doces Classe 2, porém em geral, quando esses valores excederem 100 $\mu$ S cm<sup>-1</sup> deve-se verificar fatores como lançamento de esgotos domésticos e o adicionamento de corretivos e fertilizantes ao solo. Em todos os pontos

os valores de CE, no período seco e chuvoso permaneceram acima do limite admitido, dessa forma, merece certa atenção nos diversos usos da água.

Ao observar o GRAF.6 e GRAF.7 percebe-se que a CE esteve intimamente relacionada com os valores dos SDT para todas as campanhas, apresentando um simultâneo decréscimo à medida que o volume do reservatório aumenta, em decorrência de eventos chuvosos, principalmente, no mês de jun./2014, isso devido a maior diluição dos íons em decorrência do aumento do volume de reservatório. Já no período de estiagem apresentou uma elevação de tais valores.

GRAFICO 6 - Variação temporal da CE



FONTE: Autoria própria

Valores superiores foram encontrados na pesquisa de Garcia e Barreto (2011) entre 182,77 a 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no açude Buri-Frei Paulo/SE, sendo observado influência sazonal semelhante a este estudo. Já em pesquisas no Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, MG, foi observado valores inferiores, entre 40 a 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (SILVA et. al., 2009), assim como Souza (2004) em estudo no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Passo Fundo, RS, que também apresentou resultados na mesma faixa.

#### 4.2.6 Sólidos dissolvidos totais (SDT)

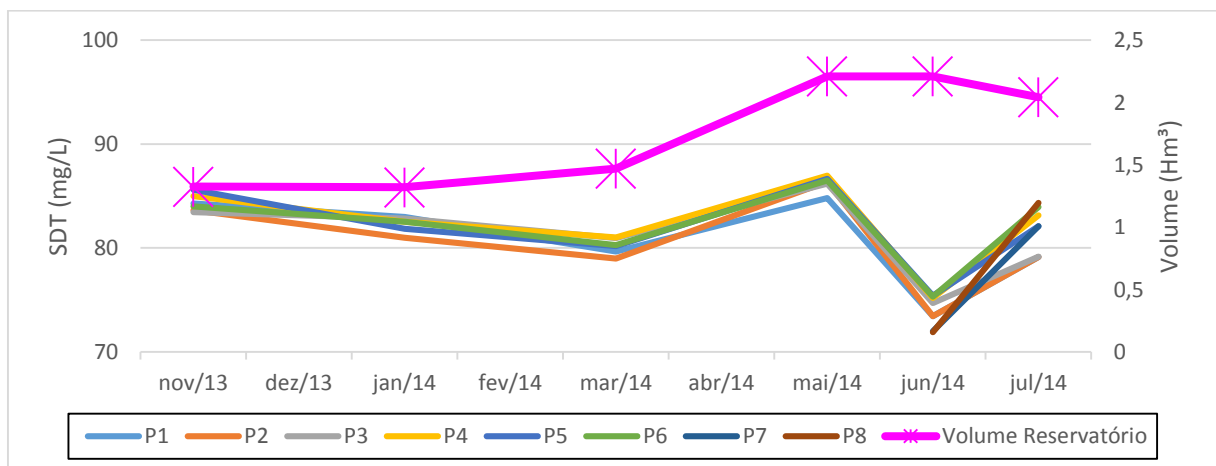
No GRAF.7 observa-se o comportamento temporal dos SDT nas águas do reservatório Cochós, no qual variaram entre 71,91 a 85,24 mg/L durante as campanhas realizadas. Apresentando média 81,07 mg/L e desvio padrão de 4,27, conforme exposto na TAB. 5, em apêndice.

De modo geral, a quantidade de sólidos dissolvidos, compõe a variável limnológica Total de Sólidos Dissolvidos, sendo assim, a composição química das águas fluviais tende a variar conforme a litologia, vegetação e utilização da bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1988).

A resolução CONAMA 357/2005, estabelece o limite de 500 mg/L para SDT como padrão para corpos de água doces classe 1, 2 e 3. Neste estudo os limites não foram ultrapassados em nenhuma das campanhas, não havendo restrição de uso. Em termos de potabilidade também não apresenta problemas, visto que a Portaria 2914/2011 preconiza VMP de 1000 mg/L para SDT.

Os SDT também apresentaram amplas variações sazonais, porém, ao contrário da maioria dos demais parâmetros analisados, os picos mais elevados se davam no período de estiagem, observando GRAF.7 percebemos uma queda na curva de SDT à medida que o volume do reservatório aumenta devido aos eventos chuvosos registrados nesse período. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou por meio de ações antrópicas (lançamento de lixo e esgotos).

GRAFICO 7 - Variação temporal dos SDT



FONTE: Autoria própria

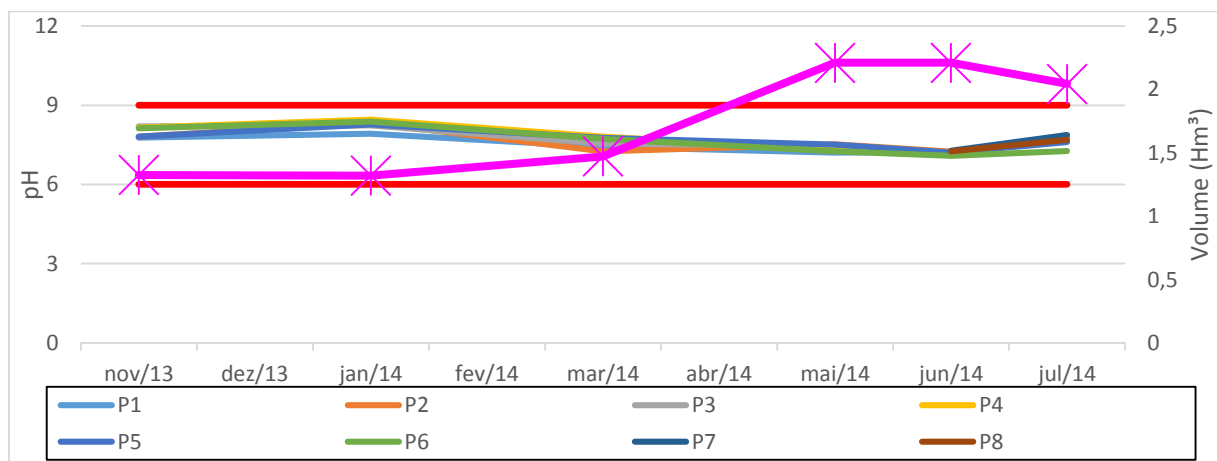
Garcia e Barreto (2011) e Brol et. al. (2010), em pesquisas no Açude Buri - Frei Paulo/SE e na Usina Hidrelétrica Passo Fundo encontrou valores de SDT inferiores a esta pesquisa. Já Poletto e Carvalho (2014) encontraram valores altos de SDT em torno de 700 mg/L na microbacia do córrego do Ipê, em São Paulo, na época chuvosa.

#### 4.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

Ao analisar o período de estudo, verificou-se que os valores de pH permaneceram superiores a 7 em todas as campanhas amostradas, apresentando variação entre 7,09 e 8,46 com desvio padrão de 0,39, conforme GRAF.8, caracterizando águas com caráter de neutralidade a levemente alcalino. De modo geral os valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que fixa valores de pH entre 6 e 9 para Águas Doces Classe 2, quanto a potabilidade também permaneceu em harmonia com os limites preconizados pela Portaria 2914/11.

Em águas superficiais o pH é influenciado pela geologia da região e por possíveis focos de poluição, tais como: lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e principalmente industriais. Como na região não há fortes pressões industriais estes baixos valores de pH estão coerentes com relação aos usos da água do reservatório, apontando certa homogeneidade entre os pontos amostrais.

GRAFICO 8 - Variação temporal do pH



FONTE: Autoria própria

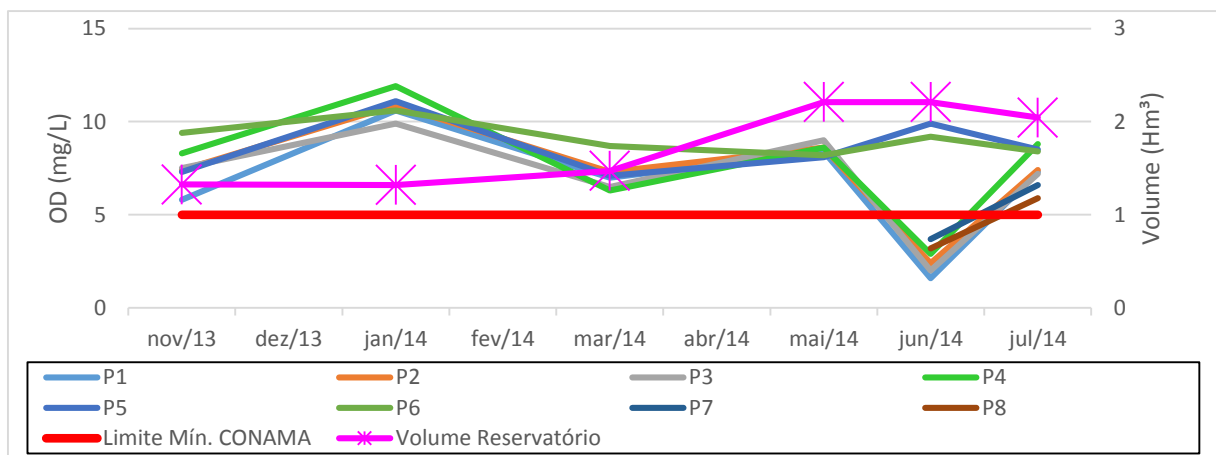
Estudos desenvolvidos por Silva et. al. (2009), Souza (2004), Garcia e Barreto (2011) e Brol et. al. (2010) que também visaram avaliar a qualidade da água de reservatórios de bacias hidrográficas agrícolas, alcançaram valores de pH semelhantes. Este bom resultado pode estar relacionado ao fato de que o uso e a ocupação do solo da bacia é essencialmente agrícola com baixa interferência antrópica no período de estudo, pois conforme Derísio (2000), maiores alterações

referentes ao potencial hidrogeniônico são provocadas por despejos de origem industrial.

#### 4.2.8 Oxigênio dissolvido (OD)

O OD apresentou variações sazonais significativas entre os períodos de estiagem e de chuvas (GRAF. 9). Na estiagem, as concentrações de OD são mais elevadas, com valores na superfície da água próximos ou acima de 10 mg/L (supersaturação). Essa supersaturação do OD pode ser justificada devido a existência de grande proliferação de plantas aquáticas (algas, etc.) as margens do reservatório que mantem uma intensa atividade de fotossínteses durante o dia liberando maior quantidade de oxigênio na água, conforme a FIG. 7.

GRAFICO 9 - Variação temporal do OD



FONTE: Autoria própria

Já no período chuvoso o OD chegou a diminuir até 1,6 mg/L na maioria dos pontos amostrais, com exceção dos pontos P5 e P6 que mantiveram-se elevados possivelmente devido a presença das plantas aquáticas que ainda permaneciam aos redores. No mês de Jun./2013 apesar do volume do reservatório manter-se estável ainda houve ocorrência de precipitações, conseqüentemente um contínuo arraste de nutrientes e matéria orgânica para o reservatório o que provavelmente influenciou na queda do OD neste período. Tendo em vista que o OD geralmente diminui à medida que recebe carga de substâncias orgânicas presentes no esgoto (GARCIA e BARRETO, 2011).

FIGURA 7 – Proliferação marcante de plantas aquáticas no reservatório Cochoso no período de estiagem.



FONTE: Autoria própria

De modo geral as concentrações de OD do reservatório mantiveram-se com variações entre 1,6 e 11,9 mg/L, conferindo ao mês de jun./2014 os menores valores de OD devido a maior ocorrência de precipitações nesse período, enquanto os maiores valores foram encontrados no mês de jan./2014, período de estiagem.

A resolução 357/05 do CONAMA, determina que valores de OD devem ser superiores a 5 mg/L para águas de classe 2, apenas campanha de jun./2014 na maioria dos pontos apresentou valores inferiores ao limite estabelecido, conforme exposto no GRAF. 9. A Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 não faz referência a este parâmetro.

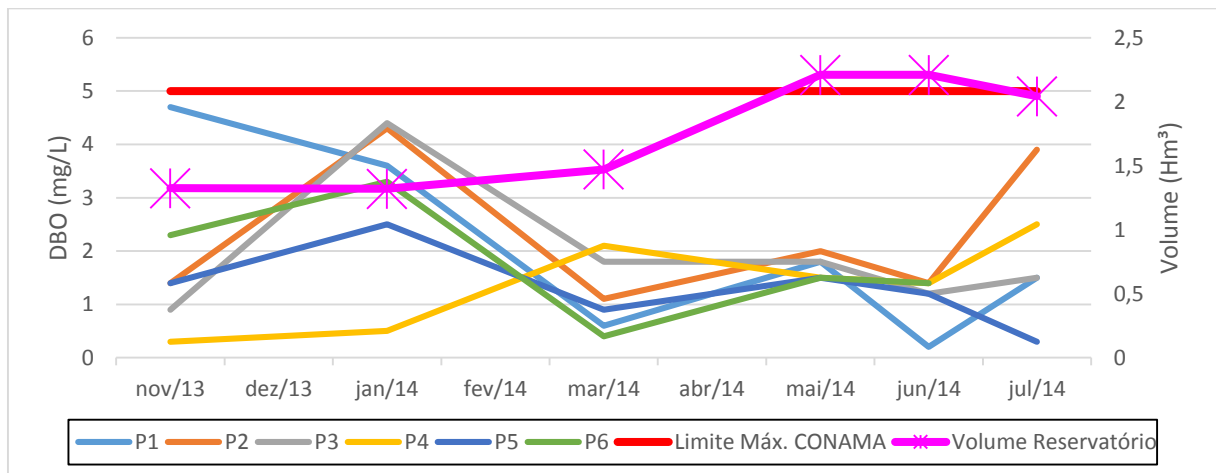
Valores semelhantes foi encontrado por Souza (2004) em estudos no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Passo Fundo, RS, e por Silva et. al. (2009) em pesquisas no Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Peti, MG, sendo observado o mesmo padrão sazonal sob os valores de OD.

#### **4.2.9 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**

Neste estudo os valores de DBO<sub>5</sub> permaneceram na faixa de 0,2 a 4,7 mg/L, com desvio padrão em torno de 1,2 mg/L, pode-se observar na GRAF.10 que as concentrações de DBO apresentarão padrão sazonal peculiar, onde os maiores valores foram registrados no período de menos ocorrência de chuvas. Enquanto nos

demais meses de estudo foi observado uma maior homogeneidade entre os valores obtido, tendo queda nos picos de DBO justificada pela maior diluição da pouca carga orgânica presente o reservatório, em virtude da pouca e intensa ocorrência de precipitações no período, visto que a tomada de água do Reservatório Cochos concentrou-se mais material suspenso.

GRAFICO 10 - Variação temporal da DBO



FONTE: Autoria própria

Dentre as campanhas amostrais todos os valores estiveram coerentes com limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que fixa os valores de DBO<sub>5</sub> inferiores a 5 mg/L para Águas Doces Classe 2. A Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 não faz referência a este parâmetro.

A DBO é bom indicador de poluição orgânica, pois quanto maior a quantidade de matéria orgânica lançada no meio, maior a quantidade de oxigênio a ser utilizada pelos microrganismos, ou seja, maior a DBO. Sobretudo, é importante manter os bons níveis da DBO do Reservatório Cochos, visto que uma eleva DBO indica uma possível contaminação por coliformes fecais, acelera o processo de eutrofização, além de provocar erosão no solo e assoreamento do açude (BRIGANTE e ESPÍNDOLA, 2003).

Brito et al (2014) em seu estudo sobre a avaliação da água do reservatório Poções em Monteiro/PB com uso para abastecimento humano e construção civil verificaram variações de DBO entre 5,7 e 7,8 mg/L, valores superiores a esta pesquisa.

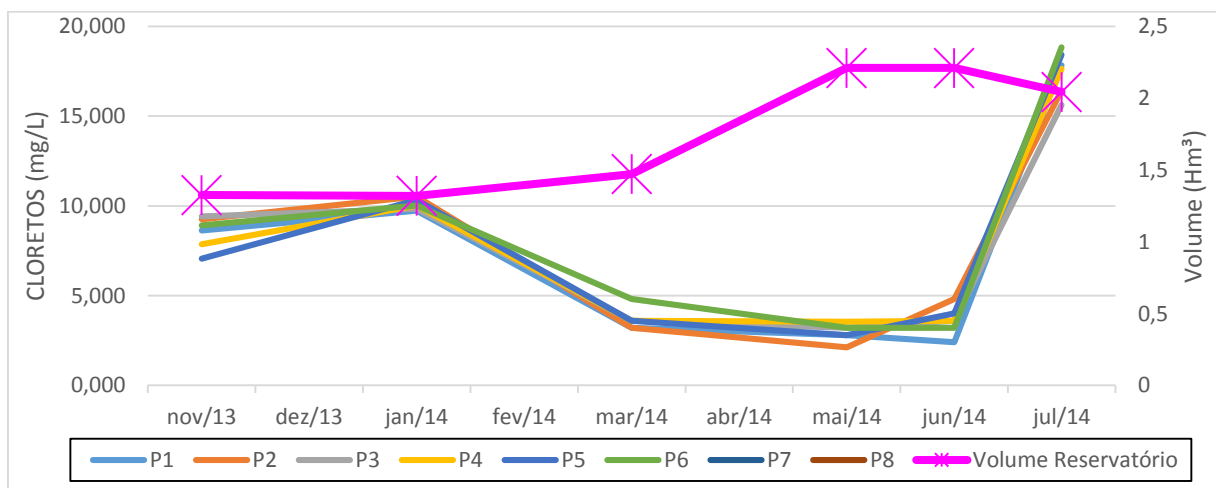


Noronha et al (2013), Santos et al (2013), Garcia e Barreto (2011) e Brol et al. (2010) em estudos sobre a qualidade de água de reservatórios em diferentes regiões do país também encontram concentrações variando desde 0,1 a 37 mg/L.

#### 4.2.10 Cloretos

As concentrações de cloretos mantiveram-se entre 2,123 e 20,029 mg/L, apresentando um padrão sazonal característico, com maiores valores durante o período chuvoso e menores concentrações no período de menor ocorrência de precipitações, conforme exposto no GRAF.11, apresentando média e desvio padrão de 8,07 e 5,62 mg/L, respectivamente.

GRÁFICO 11 – Variação temporal de Cloretos



FONTE: Autoria própria

Geralmente, nos açudes da região Nordeste, o aumento da concentração de cloretos é comum, devido ao alto índice de evaporação e da curta temporada de precipitação chuvosa. A sua introdução em um corpo hídrico pode estar relacionada com a dissolução de sais e lançamentos de esgotos domésticos e industriais (LIBÂNIO 2005).

Em termos de potabilidade a Portaria N°2914 de dezembro de 2011 preconiza VMP de cloretos de 250 mg/L, valor este não ultrapassado nesta pesquisa. A Resolução CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro, porém valores superiores a 1000 mg/L são considerados níveis preocupantes, pois altos níveis de

cloretos podem afetar o crescimento das plantas, além de causar doenças na população.

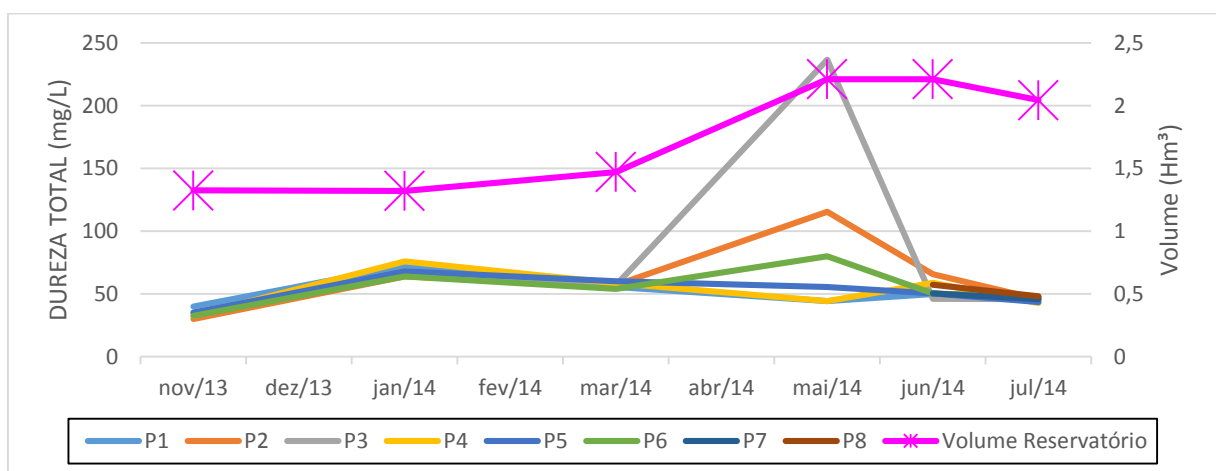
Garcia e Barreto (2011) encontraram valores superiores em sua pesquisa sobre as condições ambientais e qualidade da água do Açude Buri- Frei Paulo/SE, apresentando o mesmo padrão sazonal observado nesta pesquisa.

#### 4.2.11 Dureza total

Os resultados com relação à dureza total observadas na TAB. 9, em apêndice, mostram os valores variando entre 30 e 236,6 mg CaCO<sub>3</sub>/L, com desvio padrão de 32,82 mg CaCO<sub>3</sub>/L. No qual, as maiores concentrações conferem ao mês de Mai./2014 nos pontos P2 e P3 divergindo fortemente com relação aos demais, conforme GRAF.12. Tais pontos caracterizam-se por serem mais submetidos há ações antrópicas, principalmente, devido a atividades agrícolas com proximidade de residências e lazer tendo em vista que representa o melhor acesso ao reservatório.

De modo geral, nos meses de Nov./2013 e Jul./2014 apresentaram teores inferiores a 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L (água mole ou branda) e nos demais meses analisados em sua maioria apresentaram teores superiores a 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L (água com dureza moderada).

GRÁFICO 12 - Variação temporal do Dureza total



FONTE: Autoria própria

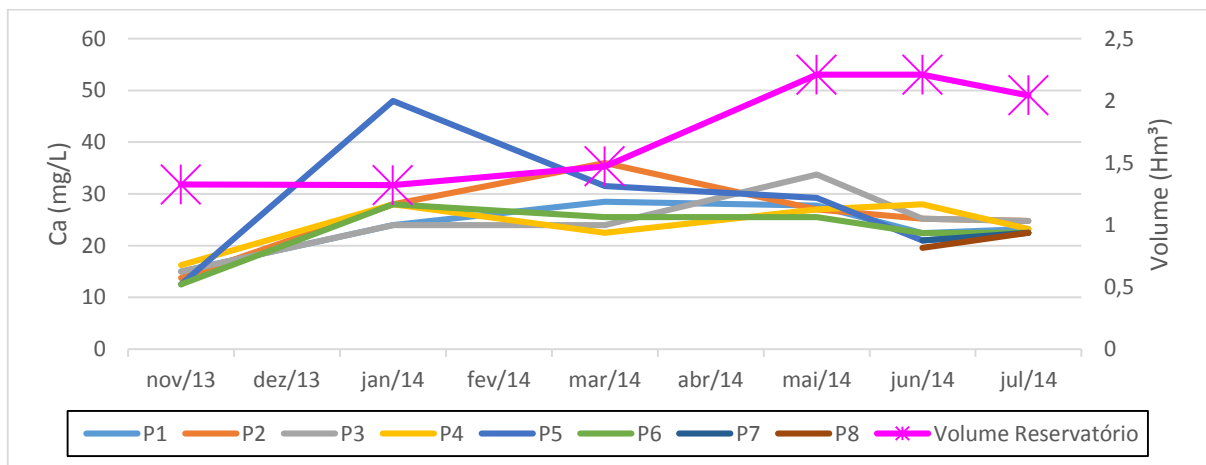
Sobretudo, os limites estipulados pela Portaria Nº2914/2011 de 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L não foram ultrapassados nesta pesquisa, não apresentando restrição de uso. A Resolução CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.

Priebe et al. (2010) e Garcia e Barreto (2011) em suas pesquisas avaliando a qualidade da água de reservatórios no Rio Grande do Sul e de Sergipe, encontraram valores superiores a esta pesquisa.

#### 4.2.12 Cálcio

No GRAF. 13 observa-se a variação temporal das concentrações de Ca estiveram entre o valor mínimo de 8 mg/L e máximo de 12,5 mg/L, atingindo média e desvio padrão de 24,35 e 6,53 mg/L entre as campanhas analisadas, conforme TAB.9 em apêndice. A Portaria Nº2914/11 do MS e a Resolução CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.

GRAFICO 13 - Variação temporal do Ca



FONTE: Autoria própria

Observa-se que a maior amplitude entre os pontos amostrais foi referente ao período de estiagem, apresentando maior pico no ponto P5. Este é um elemento comum em águas naturais, originário de rochas calcárias e rochas contendo minerais ferros-magnésios e elemento nutricional, essencial à vida animal, elevadas concentrações são relativamente inofensivas ao organismo (GARCIA e ALVES, 2006).

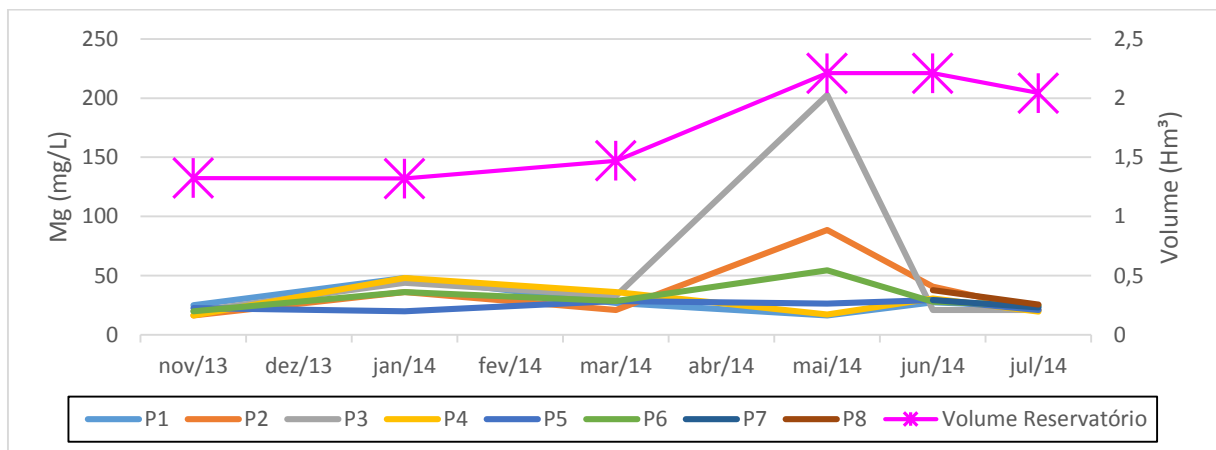
A OMS (1999), recomenda um valor máximo desejável de 75 mg/L e o máximo permissível de 200 mg/L, desse modo observamos que todos os valores obtidos na pesquisa mantiveram-se abaixo do desejável.

Valores semelhantes foram encontrados na pesquisa de Garcia e Barreto (2011) no açude Buri-Frei Paulo/SE. Enquanto Pinheiro et. al. (2014), encontraram teores bem inferiores, variando entre 3 e 5,5 mg/L de Ca em águas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Garcia, em Santa Catarina.

#### 4.2.13 Magnésio

Os teores observados de magnésio estiveram entre o valor mínimo de 16,25 mg/L e máximo de 202,85 mg/L, conferindo as campanhas do mês de Nov./2013 e Mai./2014 (GRAF. 14), atingindo média e desvio padrão 33,91 e 30,47 mg/L entre as campanhas analisadas. A Portaria Nº2914/2011 do MS e a Resolução CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.

GRÁFICO 14 - Variação temporal do Mg



FONTE: Autoria própria

No GRAF.14 observa-se a variação temporal do Mg no qual apresentou padrão sazonal semelhante ao observado na dureza total, com maior amplitude entre os pontos amostrais no mês de Mai./2014 com picos de Mg encontrados nos mesmos pontos, P2 e P3.

Segundo a OMS (1999), o magnésio é avaliado pelo máximo desejável de 30 mg/Le o máximo permissível de 150 mg/L, assim os valores de  $Mg^{2+}$  mantiveram-se superiores não sendo permitido para consumo humano.

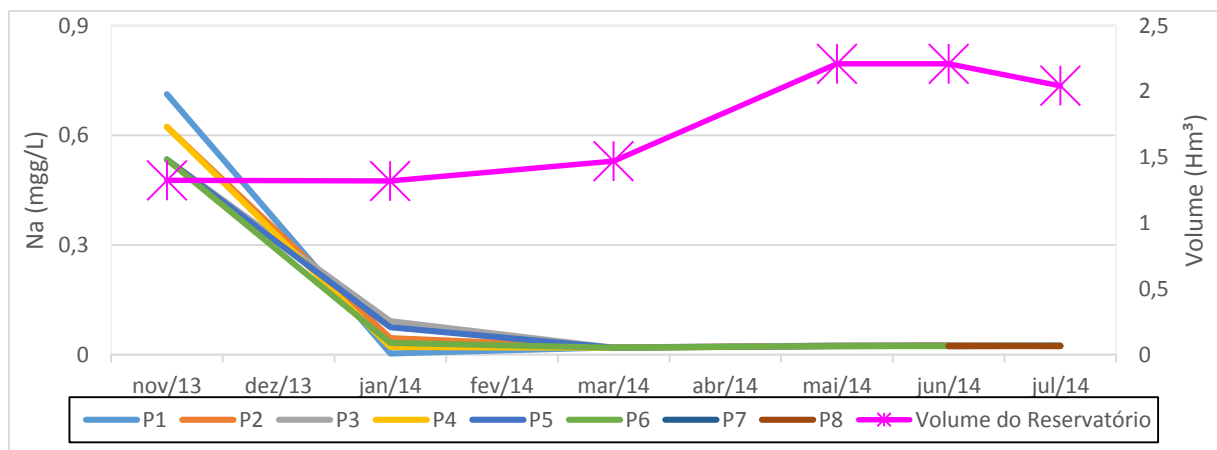
O magnésio é essencial à vida, não exerce efeito danoso à saúde e vida aquática, o seu controle está baseado na palatabilidade, pois presente em grande quantidade imprime gosto amargo a água (GARCIA e ALVES, 2006).

Garcia e Barreto (2011) e Pinheiro et. al. (2014) encontraram valores inferiores, em torno de 1,5 e 16 mg/L de Ca em águas de reservatórios localizados nos estados de Sergipe e Santa Catarina.

#### 4.2.14 Sódio

As concentrações de sódio estiveram entre os valores 0,0032 e 0,7125 mg/L, com desvio padrão de 0,21. Ao observar o GRAF.15 percebe-se que os níveis de Na permaneceram com os maiores picos nas campanhas de meses Nov./2013 e Jan./2014, que correspondem aos meses que apresentaram os menores volumes do reservatório. Enquanto nos demais meses houve uma queda nos níveis de Na apresentaram uma certa estabilidade entre os pontos amostrais.

GRÁFICO 15 - Variação temporal do Na



FONTE: Autoria própria

Geralmente, o aumento das concentrações de sódio na água pode provir de lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais. Grande parte das águas superficiais, incluindo aquelas que recebem efluentes, possuem níveis de sódio bem

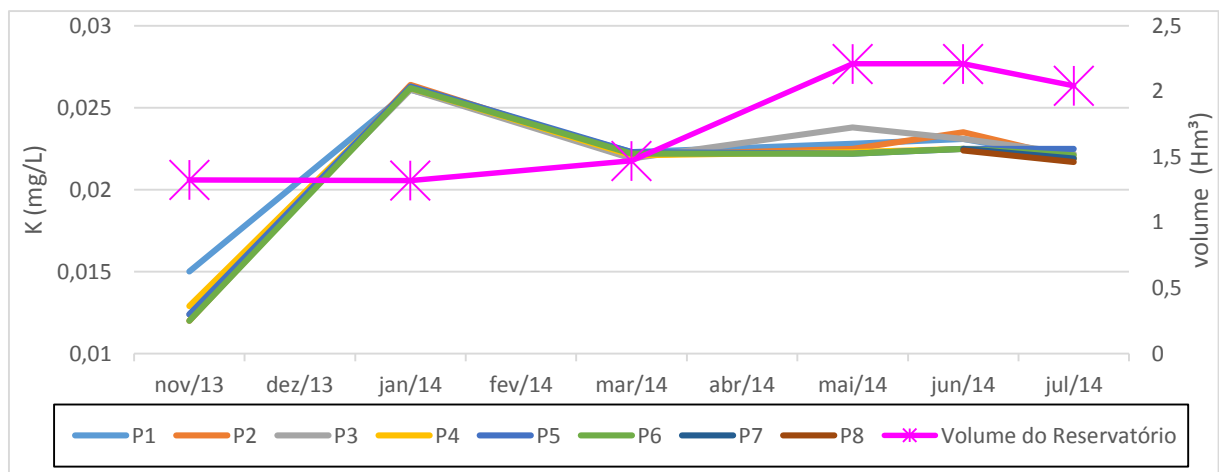
abaixo de 50 mg/L, concentrações elevadas são prejudiciais às plantas por reduzir a permeabilidade do solo. A Portaria 2914/11 do MS recomenda um valor máximo permissível de 5,1mg/L, valor não ultrapassado em nenhuma das campanhas analisadas. A resolução do CONAMA 357/05 não faz referência a este parâmetro.

Lima et. al. (2012), em seu estudo sobre qualidade da água para fins de irrigação no açude Pacoti, Horizonte, Ceará, verificaram teores de Na superiores a este estudo, evidenciando a necessidade de um manejo adequado da irrigação, com vistas a mitigar problemas de toxicidade.

#### 4.2.15 Potássio

As concentrações de potássio mantiveram-se variando entre 0,012 e 0,0264 mg/L durante o período de estudo, coincidindo com o mesmo comportamento observado com Na, observa-se a influência sazonal nos teores de K encontrados com padrões inversos aos demais parâmetros analisados, onde no período de estiagem observou-se maiores variações de k em menores volumes de água do reservatório, enquanto que nos demais meses demonstrou homogeneidade entre os valores, período chuvoso, conforme o GRAF.16.

GRÁFICO 16 - Variação temporal do K



FONTE: Autoria própria

Segundo a CETESB (2014), o potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contem potássio são relativamente resistentes às ações do tempo, entretanto, sais de potássio são largamente usados na indústria

e em fertilizantes para agricultura, entrando nas águas doces através das descargas industriais e de áreas agrícolas.

A resolução do CONAMA 357/05 e a Portaria 2914/11 do MS não faz referência a este parâmetro. Para o consumo humano, o valor máximo permissível segundo a OMS (1999) é de 20 mg/L, valores não superados na pesquisa.

No estudo realizado em uma Bacia Protegida por Floresta Ombrófila Densa, em Santa Catarina, Pinheiro et. al. (2014) observaram valores de K superiores a esta pesquisa, segundo o autor estes altos teores de K estão ligadas, principalmente, a matéria orgânica e nutrientes oriundos de lançamento de esgotos/resíduos sólidos diretamente no manancial. Garcia e Barreto (2011), encontraram valores de K variando entre 7,50 e 14,45 mg/L com padrões sazonais inversos aos observados neste estudo, com maiores concentrações no período de estiagem e menores no período chuvoso.

#### **4.2.16 Nitrogênio Total (N)**

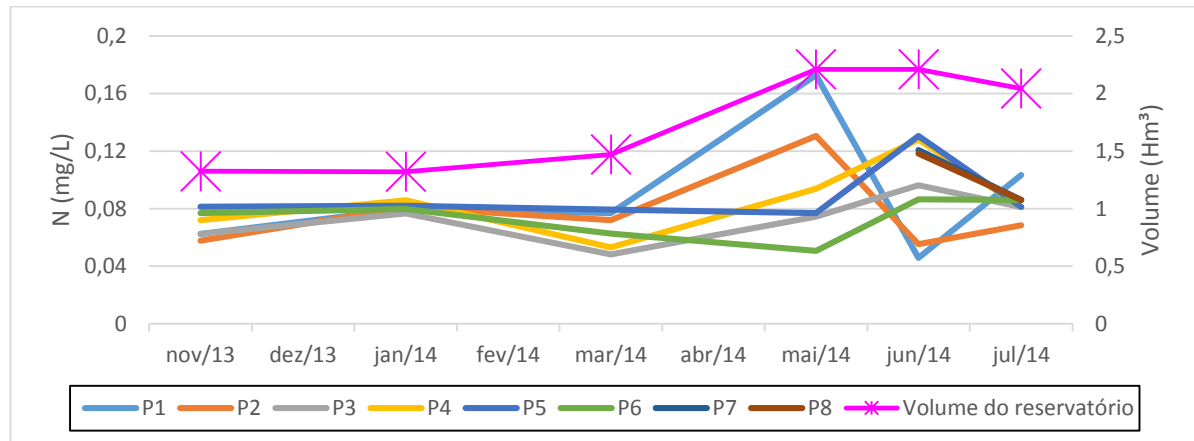
Este parâmetro constitui um dos nutrientes essenciais ao crescimento de algas e plantas aquáticas, sua concentração em um corpo hídrico pode ser natural ou antropogênica podendo causar sérios problemas aos corpos hídricos, principalmente, há reservatórios e açudes. Em média os teores de nitrogênio total mantiveram-se em torno de 0,09 mg/L dentre as campanhas de medição estudadas, com variações entre 0,0458 mg/L a 0,1727 mg/L.

A variação temporal do N está representada no GRAF.17, observa-se que o N sofreu influência sazonal significativa diretamente proporcional ao aumento do volume do Reservatório Cochós, onde a medida que ocorreu o aumento do volume de água, maior foi a variação das concentrações de N, e quando menor o volume menor as concentrações de N observadas.

De modo geral os valores estiveram inferiores ao limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que referencia os valores de Nitrogênio Total não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos. No entanto, este parâmetro requer mais atenção, visto que o reservatório recebe pequeno aporte de efluentes domésticos e influencias das atividades agropecuárias ao entorno fora dos padrões adequados de lançamento, tendo em vista que o município de Igaracy-PB apresenta

infraestrutura de saneamento básico deficitária sem existência de rede coletora de esgoto na área.

GRÁFICO 17 - Variação temporal do N



FONTE: Autoria própria

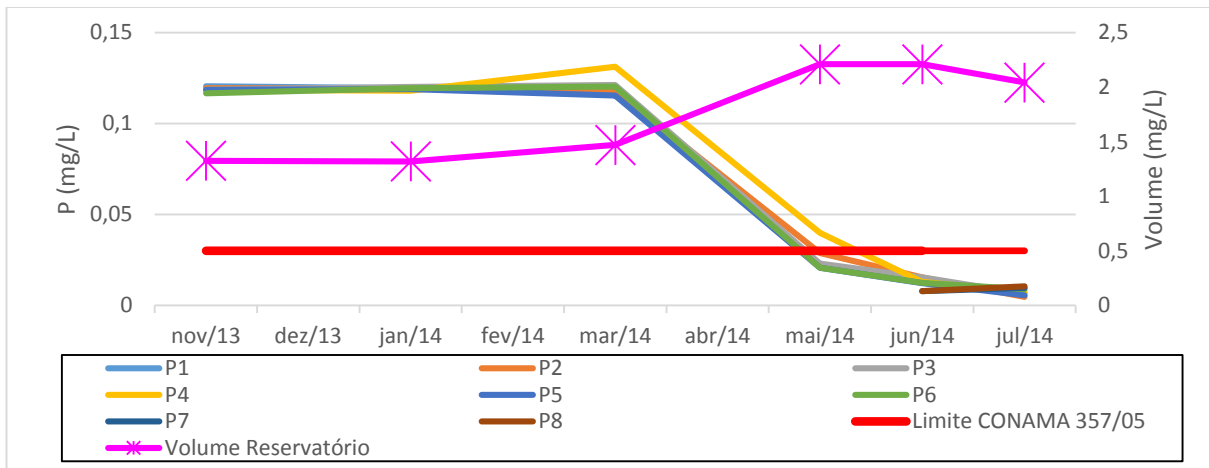
Teores semelhantes foram encontrados por Souza (2004) no estudo realizado no reservatório da usina hidrelétrica de Passo Fundo, com variações entre 0,32 a 0,84 mg/L de N, nos anos de 2002 a 2003, não apresentando grandes preocupações referentes a este parâmetro. Brol et. al. (2010), em estudos realizados no mesmo reservatório encontraram variações de N superiores a esta pesquisa, com teores entre 0,1 a 14,1 mg/L nos de 2009 a 2010, apresentando concentrações acentuadas de N em alguns pontos de amostrais.

#### 4.2.17 Fósforo Total (P)

O Fósforo Total no reservatório Cochós variou entre 0,0047 a 0,1313 mg/L no período estudado, com desvio padrão de 0,05 mg/L. A resolução do CONAMA de referência valor máximo de 0,030 mg/L de P, as campanhas de meses Nov./2013, Jan./2014 e Mar./2014 apresentaram teores de P superiores ao limite estipulado, refletindo no período de maior concentração de nutrientes devido a menor ocorrências de precipitações durante o estudo, período de estiagem. Enquanto no período de chuvas houve um declínio nos níveis de P, com maior ocorrência de precipitações e, conseqüentemente, maiores volumes de água do reservatório Cochós, conforme o GRAF.18.



GRÁFICO 18 - Variação temporal do P (mg/L)



FONTE: Autoria própria

De modo geral, ao observar o GRAF. 17 e o GRAF. 18 percebe-se que as concentrações de nitrogênio e fósforo total não variaram nas mesmas proporções para as campanhas amostrais. Para o nitrogênio, as maiores concentrações ocorreram no período de chuvas e para o fósforo no período de estiagem.

O fósforo é o nutriente essencial para o metabolismo de plantas aquáticas, aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte.

O comportamento do P no reservatório Cochós referente aos menores volumes do reservatório, possivelmente está associado à frequente descarga de fontes pontuais poluidoras em alguns locais ao longo do reservatório, podem ser os fatores para o maior acúmulo nesse período, visto a falta de tratamento adequado dos efluentes gerados no município de Igaracy-PB.

Concentrações semelhantes foram encontradas no estudo de Rameh et. al. (2013), no reservatório Jucazinho responsável por abastecer uma população de aproximadamente 800 mil habitantes no Agreste de Pernambuco, demonstrando padrão sazonal inverso ao observado neste estudo.

Através da determinação do fósforo foi possível calcular o Índice de Estado Trófico (IET). Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A seguinte classificação foi obtida dos valores médio de cada campanha de medição, conforme apresentado na TAB.6.

TABELA 6 – Resultados da classificação de estado trófico do Reservatório Cochos

Campanhas	IET (PT)	Classificação
NOV./2013	29,4	Ultraoligotrófico
JAN./2014	29,4	Ultraoligotrófico
MAR./2014	29,5	Ultraoligotrófico
MAI./2014	19,6	Ultraoligotrófico
JUN./2014	15,5	Ultraoligotrófico
JUL./2014	12,2	Ultraoligotrófico

\* Índice do Estado Trófico, classificação de acordo com Lamparelli (2004)

De acordo com a classificação de Lamparelli (2004), as águas do Reservatório Cochos foram classificadas em função do IET em ultraoligotrófico que indica corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.

Observa-se na TAB.6 que os valores do IET (PT) variaram com proporções diferentes entre o período chuvoso e seco, isso justifica-se devido a variabilidade sazonal dos processos ambientais que têm influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico. Segundo a CETESB (2007), esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano, havendo épocas em que se desenvolve de forma mais intensa e outras em que pode ser mais limitado.

Na região semiárida a alteração nos valores de IET (PT) é facilmente detectável em virtude das condições climáticas, no período de estiagem com o aumento da temperatura da água, maior disponibilidade de nutrientes e condições propícias de penetração de luz na água, é comum observar-se um incremento do processo, após o período de chuvoso se mostra menos intenso.

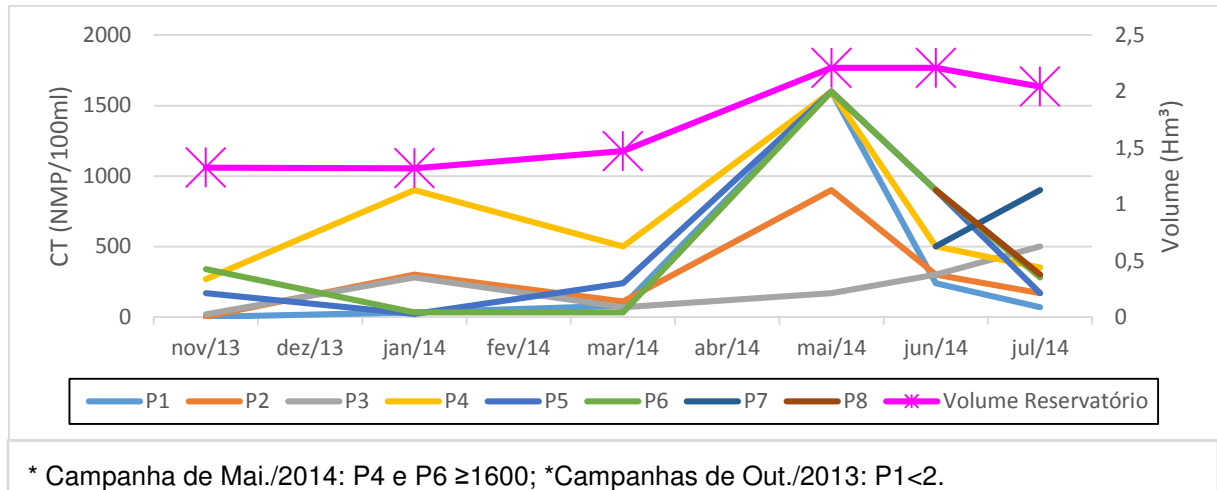
#### 4.3 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

##### 4.3.1 Coliformes totais (CT), coliformes termotolerantes (CTT) e *E.Coli*

A variação sazonal da concentração de CT, ao longo das campanhas de medição demonstrou uma estreita relação com o volume de água do reservatório, pode-se observar que na maioria das campanhas as maiores concentrações de CT

foram apresentadas em concordância com os maiores volumes de água do reservatório observados e o mesmo ocorre com os menores valores (GRAF. 19).

GRÁFICO 19 - Variação temporal de CT



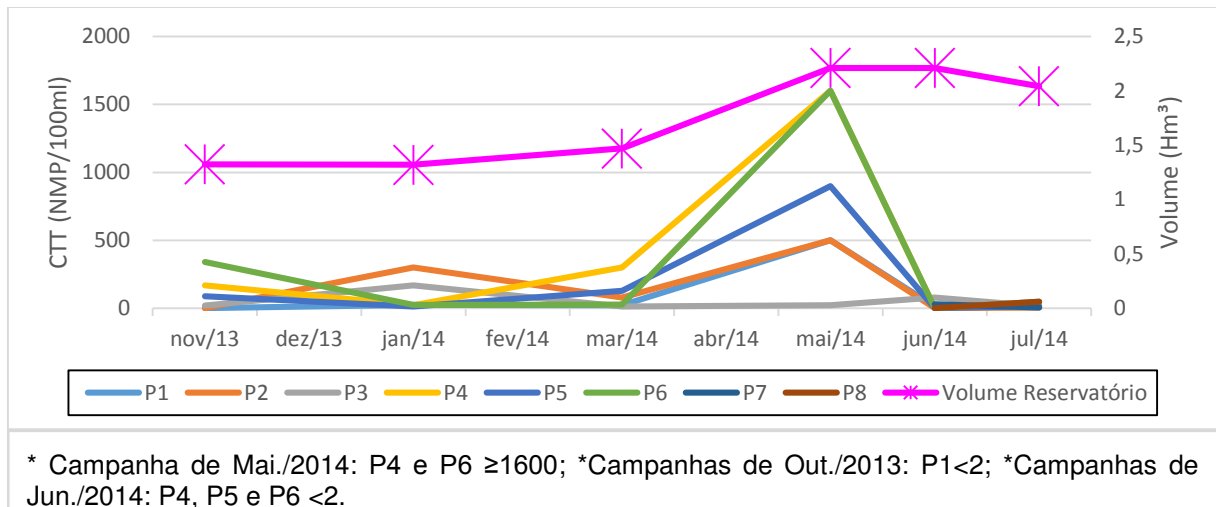
FONTE: Autoria própria

No GRAF. 19 observa-se que as maiores elevações de CT foram apresentadas nos pontos P4, P5 e P6, sendo estes pontos marcados pela forte influência das atividades antrópicas do município de Igaracy – PB. O lançamento de esgotos sem tratamento das residências rurais e urbanas e carga orgânica animal quando em excesso pode caracterizar perda significativa da qualidade da água trazendo prejuízos para as populações locais por se tratar de um reservatório de abastecimento.

O ponto P2 demonstrou os menores valores de CT provavelmente devido a maior fiscalização por se tratar do ponto de captação de água pela CAGEPA para abastecimento do município.

Já com relação aos CTT demonstrou comportamento similar comparado aos valores dos CT, apresentando os maiores valores na campanha referente ao mês de Mai./2014 coincidindo com o início ao curto e intenso período de chuvas e, sequencialmente, nos demais meses foi observado uma diminuição significativa desses níveis, conforme exposto no GRAF.20.

GRÁFICO 20 - Variação temporal de CTT



FONTE: Autoria própria

Os valores máximos encontrados para CT e CTT foram  $\geq 1600$  NMP/100ml e referente a amostragem realizadas em Mar./2014. Os CTT são o grupo de bactérias mais significativas na avaliação de poluição sanitária. Desse modo, a Resolução CONAMA 357/05 determina que em águas doces de classe 2, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, valor este ultrapassado nesse estudo.

Com relação a presença e ausência de bactérias *E.Coli* nas águas do reservatório, foi evidenciado que das 40 amostras coletadas durante o período de estudo cerca 23 amostras foi confirmada a presença da bactéria mencionada, ou seja, foi confirmada a presença da bactéria *Escherichia Coli* em 57,5 % das amostras analisadas, sendo este mais um índice que evidencia o lançamento de carga orgânica doméstica e/ou animal.

Em termos de potabilidade, a Portaria 2914/11 do MS, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, os resultados observados na TAB.7 mostram que as águas do reservatório estão fora do padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano, visto que estabelece ausência de NMP/100ml de CT, CTT e *E.Coli*, nesta condições é essencial que as águas do reservatório Cochós antes de ser utilizadas para o consumo humano deve-se sujeitar há tratamentos de desinfecção.

TABELA 7 - Resultados das análises de CT, CTT e *E. Coli* monitorados no reservatório Cochos, Igaracy-PB

Campanhas	PONTOS	CT (NMP/100m L)	CTT (NMP/100m L)	E. Coli (EMB)	Campanhas	PONTOS	CT (NMP/100m)	CTT (NMP/100m)	E. Coli (EMB)	Campanhas	PONTOS	CT (NMP/100m)	CTT (NMP/100m)	E. Coli (EMB)
Nov./2013	P1	<2	<2	Ausente	Jan./2014	P1	33	26	Ausente	Mar./2014	P1	80	23	Presente
	P2	3	3	Ausente		P2	300	300	Ausente		P2	110	80	Presente
	P3	20	20	Presente		P3	280	170	Presente		P3	70	14	Presente
	P4	270	170	Presente		P4	900	22	Ausente		P4	500	300	Presente
	P5	170	90	Ausente		P5	21	14	Ausente		P5	240	130	Presente
	P6	340	340	Presente		P6	33	26	Ausente		P6	34	27	Presente
Mai./2014	P1	1600	500	Presente	Jun./2014	P1	240	14	Ausente	Jul./2014	P1	70	6	Ausente
	P2	900	500	Presente		P2	300	2	Ausente		P2	170	6	Presente
	P3	170	23	Ausente		P3	300	80	Ausente		P3	500	17	Presente
	P4	≥1600	≥1600	Presente		P4	500	<2	Ausente		P4	350	30	Presente
	P5	1600	900	Presente		P5	900	<2	Ausente		P5	170	17	Presente
	P6	≥1600	≥1600	Presente		P6	900	<2	Ausente		P6	280	50	Presente
	P7	-	-	-		P7	500	30	Ausente		P7	900	7	Presente
	P8	-	-	-		P8	900	2	Ausente		P8	300	50	Presente

FONTE: Autoria própria

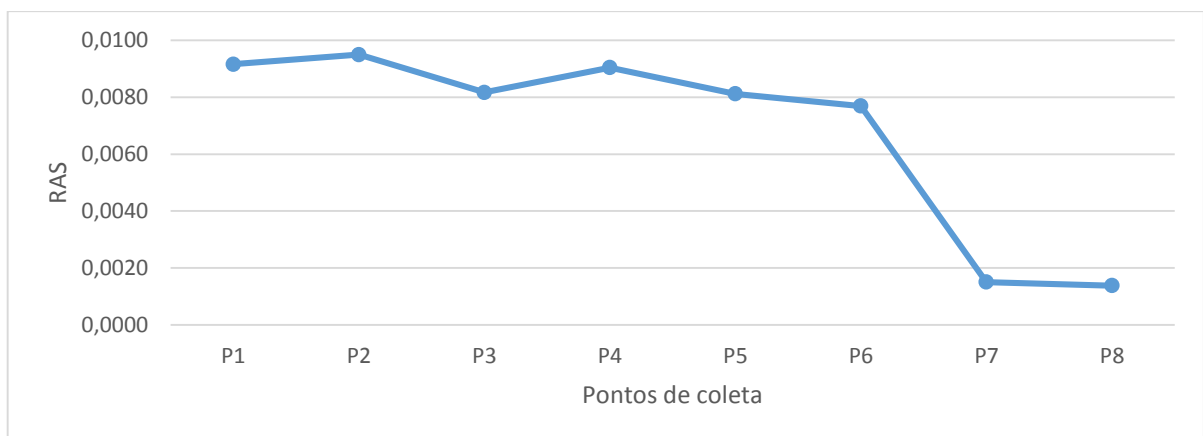
Sobretudo, é importante ressaltar que em termos de saúde pública, os aspectos sanitários devem ser enfatizados, de modo que ao estudar o comportamento dos indicadores de poluição de origem fecal pode-se obter evidências de possível lançamentos de esgotos domésticos em corpos hídricos. Tendo em vista que a presença significativa de patógenos na água pode provocar riscos ao bem estar de populações que se serve da mesma.

#### 4.4 RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS)

No GRAF. 21 é possível observar o comportamento dos valores médios de cada ponto amostral da Razão de Adsorção de Sódio (RAS) calculados através do monitoramento limnológico do reservatório Cochos, no que diz respeito as concentrações dos íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  obtidos no período estudado (TAB.9, em apêndice), apresentando pequenas variações no decorrer do estudo mantendo-se com desvio padrão em torno de 0,02.

Os menores valores médios da RAS foram encontrados nos pontos P7 e P8 em torno de 0,0085, e os maiores valores em torno de 0,0095 nos pontos P1 e P2, é importante ressaltar que nos pontos P7 e P8 há menos interferência antrópica, visto que estão localizados mais afastados da zona urbana de Igaracy-PB com pequena concentração de residências, nesta área as encostas do reservatório apresentam vegetação mais densa, enquanto nos demais pontos há uma maior influência antrópica devido à proximidade da área urbana.

GRÁFICO 21 - Valores médios da Razão de Adsorção de Sódio (RAS) nos pontos amostrais monitorados



FONTE: Autoria própria

As águas são divididas em classes segundo sua CE, provavelmente o critério mais importante com respeito à qualidade da água para irrigação seja a concentração total de sais. Tomando como base este critério de CE, as águas se dividem em quatro classes: salinidade baixa, salinidade média, salinidade alta e salinidade muito alta, sendo os pontos divisórios entre classes 250, 750 e 2.250  $\mu\text{mho/cm}$  (BRASIL, 2001).

Utilizando o diagrama de classificação de águas para irrigação de Richards (1954), em ANEXO, descrito no manual de Qualidade de Água para Fins de Irrigação da EMBRAPA (BRASIL, 2001), obteve-se os seguintes resultados expostos na TAB.8.

Conforme a TAB.8 temos que quanto a salinidade da água do Reservatório Cochos foi classificada como águas tipo C<sub>1</sub> que indica água de salinidade baixa (com menos de 250 micromhos/cm de condutividade elétrica), pode ser usada para irrigação na maior parte dos cultivos em quase todos os tipos de solo, com pouca probabilidade de desenvolver problemas de salinidade. Nestas condições a maioria

das plantas podem ser cultivadas, em muitos casos, sem necessidade de práticas especiais de controle da salinidade.

TABELA 8 - Classificação das amostras de água quanto a salinização e sodificação

<b>Pontos</b>	<b>Classificação</b>	
	<b>Salinização</b>	<b>Sodificação</b>
<b>P1</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P2</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P3</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P4</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P5</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P6</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P7</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo
<b>P8</b>	C <sub>1</sub> – S <sub>1</sub>	Baixo

FONTE: Autoria própria

Estes valores foram de acordo com Vasconcelos et al. (2009) concluindo que as águas da microbacia do baixo Acaraú enquadram-se em classe do tipo C<sub>1</sub>, águas com nenhum problema de salinidade.

Já com relação ao risco de sodificação da água do reservatório Cochós pôde ser classificada como águas do tipo S<sub>1</sub>, pois em todos os pontos amostrais indicam águas com baixo teor de sódio, podendo ser usada para irrigação em quase todos os solos, com pouco perigo de desenvolvimento de problemas de sodificação.

Vasconcelos et al. (2009), encontraram valores de RAS superiores a esta pesquisa, onde foram classificados como água de classe tipo S<sub>2</sub>, águas com problemas crescentes de sodicidade. Lima et al (2012) em seu estudo também constataram que as águas do açude Pacoti apresentaram qualidade adequada para a agricultura irrigada, sem risco de sodificação, tendo em vista que boa parte dos valores da RAS manteve-se inferiores ao limite de irrigação preconizado.

## 5 CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que:

- Variáveis como OD, CE, P e  $Mg^{2+}$  apresentaram concentrações superiores aos limites aceitáveis. Enquanto a DBO, SDT, K,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , cor e cloretos mantiveram-se de acordo com a legislação vigente, sendo evidente a forte influência sazonal sob o comportamento na maioria dos parâmetros.
- Os teores N permaneceram em conformidade com os padrões preconizados, enquanto os teores de P excederam os limites estabelecidos na resolução, sendo observado padrão sazonal diferenciado nestes parâmetros;
- Com relação ao estado trófico do reservatório foi classificado em ultraoligotrófico que indica corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
- Em termos sanitários, a presença de coliformes e *E.Coli* nas águas do reservatório Cochós evidencia o lançamento de carga orgânica doméstica e/ou animal, sendo inadequado para o consumo humano sem um tratamento prévio.
- Quanto ao risco de salinidade e sodicidade da água verificou-se que pode ser usada para irrigação na maior parte dos cultivos em quase todos os tipos de solo, com pouca probabilidade de desenvolver problemas de salinidade e/ou sodicidade;



## REFERÊNCIAS

- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA). Disponível em: <<http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>> Acesso em: 25 jun. 2014.
- Agência Nacional de águas (ANA). ANA: **Relatório Parcial**: RP-03 – Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas-Açu. Ibi Engenharia Consultiva. Fortaleza – CE, 2013. p. 989.
- Agência Nacional de águas (ANA). ANA: **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.
- Agência Nacional de águas (ANA). ANA: **Indicadores De Qualidade: Índice Do Estado Trófico**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceET.aspx>> Acesso em: 16 de set. 2014.
- APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater**. 20th ed. Washington: American Public Health Association. 1998.
- ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.10, n.2, 1998. p.185-196
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, estado de São Paulo**. Scientia Florestalis, n.56, 1999. p.125-134.
- AYERS, R.S., WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. p.218.
- BARBOSA, F. A. R. Programa brasileiro para conservação e manejo de águas interiores: síntese das discussões. **Acta limnologica brasiliensis**, Botucatu, v. 5, n. 1, 1994. p. 211-222,
- BRAGA, B. et. al. **Introdução à engenharia ambiental**. São. Paulo: Prentice Hall - 2ª edição, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria nº 2.914**. de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, 2011.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA: Cordeiro, Gilberto Gomes. **Qualidade de água para fins de irrigação**: Conceitos básicos e práticas. Petrolina, PE: EMBRAPA Semiárido, 2001. p. 32.
- BRIGATE, J.; ESPÍNDOLA, G.L.E. **Liminologia fluvial - Um estudo no rio Mogi - Guaçu**. São Carlos. RIMA, 2003. p. 278.

BRITO, W. O.; et al. **Avaliação da água do Reservatório Poções em Monteiro/PB: uso para abastecimento humano e construção civil.** Disponível em: < [http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster\\_219.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster_219.pdf)>. Acessado em: 17 de jun. 2014.

BROL, F. F.; et al. **Monitoramento limnológico da área de influência da usina hidrelétrica Passo Fundo.** 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

COELHO, R. M. P. et al. Origens e efeitos do aporte externo de nutrientes em um reservatório tropical de grande porte: Reservatório de São Simão (MG/GO). In: **Simpósio Ecologia de Reservatórios: Impactos, Ações de Manejo e Sistemas Em Cascata, 2004, Avaré.** Simpósio... Botucatu: Instituto de Biociências, UNESP, 2004.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Acú (CBHRPPA). Disponível em: < <http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>>. Acesso em: 17 de jun. 2014.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). CETESB: **Variáveis de Qualidade de água.** Disponível em [www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp). Acesso em: 30 de julho de 2014.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). CETESB: **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006.** São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios)

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 375 de 17 de março de 2005.** Brasília - DF. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acesso em 01 de agosto de 2014.

CUNHA, A. C. da; et al. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo amazonas: o caso do Amapá. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 9, n. 4, 2004. p. 322- 328.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental.** São Paulo: Signus, 2000, p. 38.

ERVILHA, J. C. C. **Monitoramento da qualidade da água na sub-bacia do Ribeirão Mestre D'armas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília. Planaltina, DF, 2013. p.72.

GARCIA, C. A. B.; ALVES, J. P. H. **Qualidade da Água.** Relatório de Pesquisa – LQA/UFS. São Cristóvão 2006. In: Diagnóstico e avaliação da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim. Relatório de Pesquisa, 2006.

GARCIA, C. A. B.; BARRETO, P. R. **Condições ambientais e qualidade da água do açude Buri- Frei Paulo/SE**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió – AL, 2011. p. 20.

GUEDES, H. A. S.; et al. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, 2012. p. 558—563.

HENDERSON, H. **Além da globalização**. São Paulo: Cultrix/Amana-Key, 2003. p.184.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). IBGE: **Censo Demográfico 2009**; Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?codmun=251210&idtema=1&search=paraiba|igaracyl|censo-demografico-2009:-sinopse->>> Acessado em 07 de jul. de 2014.

ISAIAS, F. B. **A sustentabilidade da água**: proposta de um índice de sustentabilidade de bacias hidrográficas. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LAMPARELLI, M.L C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo**: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/Departamento de Ecologia., 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

LIMA, C. A.; et al. **Qualidade da água do açude Pacoti, Horizonte, Ceará, para fins de irrigação**. IV WINOTEC - Workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação. Fortaleza-CE, 2012.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução à química ambiental**. CRQ-MG. Juiz de Fora, 2002.

MACHADO, R. E. **Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em uma micro bacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002. p. 4-5.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados - PR. **Revista Geografia**, v. 20, n. 2, jul./dez. Londrina-PR, 2003.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; PRAST, A. E. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & Sociedade**. Campinas v. XI, n. 1. jan.-jun. 2008. p. 67-79.

MARTINS, W. J.; M. M. DA A.; R. L. M. **O planeta água**. Trabalho apresentado no Centro de Estudos Maçônicos Duque de Caxias. GLMERJ, 2003.

MELO, A. D. **Operação de reservatório no semiárido considerando critérios de qualidade da água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2005.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). MMA: **Zoneamento Ecológico/Econômico do Vale do Piranhas-Açu (PB/RN)** – Diagnóstico – 1ª Fase. Convênio DNOCS / IEPRO – UECE. Fortaleza-CE, 2006. p.507.

MPTLAESI. Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais Voltado para Análises de Águas e Esgotos Sanitário e Industrial. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/Laboratório de Saneamento “Prof. Lucas Nogueira Garcez”. São Paulo, 2004. p.113.

MOURA, E. M. **Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do rio Piranhas-Açu entre os açudes Coremas-Mãe d’Água e Armando Ribeiro Gonçalves**. 2007. Dissertação. Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2007. p.140.

NORONHA, C. V.; LOBATO, W.; SABINO, C. V. S.; **Qualidade da água dos reservatórios fio de água de Jaguára, Igarapava e volta grande e afluentes, Bacia Hidrográfica Do Rio Grande, MG/SP**. XIV EGAL – Encontro de Geografia da América Latina. Perú, 2013. p.19.

Organização Mundial de Saúde (OMS). OMS: **Guias para lacialidad del água potable**. 2 ed.v.1. Genebra, 1999.

PINHEIRO, A.; et al. Qualidade das Águas de uma Bacia Protegida por Floresta Ombrófila Densa. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.19 n.1 – Jan/Mar 2014, p.101-117.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Española S.A., 1985. p.542.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L. **Avaliação da influência da degradação do solo de uma microbacia hidrográfica na qualidade da água do Córrego do Ipê, município de Ilha Solteira-SP**. Disponível em: <<http://cemac-ufla.com.br/AnaisTrabVoluntários.htm>>. Acesso: 07 agosto de 2014.

PRIEBE, P. S.; et al. **Avaliação da qualidade dos mananciais hídricos da zona rural do município de Erechim-RS**. XIX CIC. XII ENPOS. II Mostra Científica, 2010.

RAMEH, I.; et al. **Variação de fósforo em reservatório**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – água, desenvolvimento econômico e socioambiental. Bento Gonsalves – RS, 2013. p.8.

RICHARDS, et al. 1954. **Diagrama de classificação de águas para irrigação**. In: BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cordeiro, Gilberto Gomes. **Qualidade de água para fins de irrigação: Conceitos básicos e práticas**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2001. p.32.

RODRIGUES, A. L. S.; NETO, J. T. de O. **Análise de variáveis limnológicas na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró**. Universidade Federal Rural do Semiárido, 59625-900 Mossoró, RN, Brasil, 2010. p.5.

SANTOS, J. J. et al. **Qualidade da água do açude Itarandi para identificar as causas da mortandade de peixes em Conceição Do Coité-BA**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – água, desenvolvimento econômico e socioambiental. Bento Gonsalves – RS, 2013. p.9.

SANTOS, M. B. H. dos, *et al.* (2006). Salinidade de um solo, irrigado com água residuária e adubado com biossólido. **Revista Agropecuária Técnica**, v.27, n.1, 2006. p.30-36.

SILVA, A. P.de S.; et al. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.6, 2009. p.1063-1069.

SILVA, N.; et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

SIMEONOV, V. et al. Assessment of the surface water quality in northern Greece. **Water Research**, v. 37, 2003. p. 119-124.

SOUZA, S. L. **Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica de Passo Fundo**, Tractebel energia- SUEZ, RS. 2004, p.3.

TUNDISI, J. G. **Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para Usos Múltiplos**. In: Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Henry, R. ed. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 1999. p. 19-38.

TUNDISI, J.G, et al. **A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento**. In: Estudos Avançados, São Carlos, v.22,n 63, 2008. p.159- 172

VASCONCELOS, R. S., *et al.* Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.3, n.1, 2009. p.30-38.

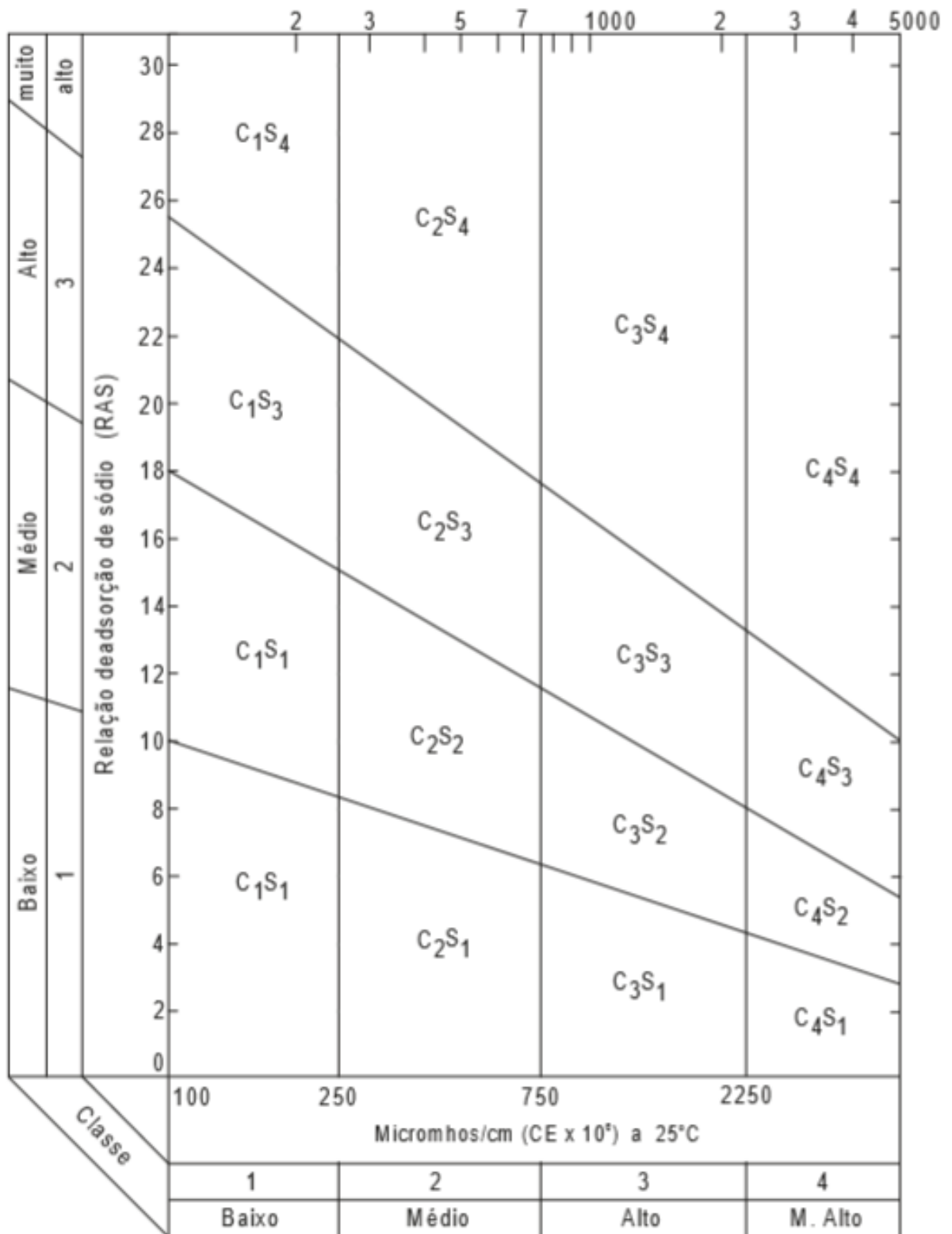
VOLLENWEIDER, R.A.; JORGENSEN, S.E. 1989. **Guidelines of Lake Management**. International Lake Environment Committee Foundation. p.199.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA - Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, 2005.

WETZEL, R. G. **Limnology: lake and river ecosystems**.3. Ed. California: Academic Press, 2001.

## ANEXOS

Diagrama para classificação de águas para irrigação. (RICHARDS, 1954)



## APÉNDICE



TABELA 9 – Resultado dos parâmetros físico-químicos monitorados no reservatório Cochos durante o período de estudo

Campanhas	Pontos	Transparência	Temp.Ar (°C)	Temp. Água	Cor (mg/L)	Turbidez (uT)	CE (µs/cm)	SDT (mg/L)	pH	OD (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Cloretos (mg/L)	Dureza Total	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K (mg/L)	N Total (mg/L)	F Total (mg/L)
		(cm)		(°C)									(mgCaCO3/L)						
Nov./2013	P1	47	27,7	28	0,05	12,8	141,1	84,29	7,78	5,8	4,7	8,637	40	15	25	0,7125	0,015	0,0625	0,1205
	P2	45	27,7	28,5	0	10,4	140,1	83,64	7,81	7,4	1,4	9,249	30	13,75	16,25	0,6232	0,012	0,0577	0,1195
	P3	52	29,7	30,2	0,02	10,8	138	83,45	8,2	7,5	0,9	9,405	35	15	20	0,5339	0,0124	0,0625	0,1186
	P4	48	30	30,3	0,01	10,2	153,2	84,98	8,15	8,3	0,3	7,859	32,5	16,25	16,25	0,6232	0,0129	0,0721	0,1186
	P5	73	29	30,1	0,02	8,83	143,9	85,59	7,81	7,3	1,4	7,061	35	12,5	22,5	0,5339	0,0124	0,0813	0,1186
	P6	67	28,2	30,8	0,02	10,8	146,9	84,01	8,13	9,4	2,3	8,915	32,5	12,5	20	0,5339	0,012	0,0769	0,1167
Jan./2014	P1	61	33,1	31	0,02	9,65	144,2	82,99	7,92	10,6	3,6	9,743	72	24	48	0,0032	0,0261	0,0797	0,1194
	P2	58	31,8	30,2	0,02	9,6	145,1	80,98	8,33	10,9	4,3	10,526	64	28	36	0,0452	0,0264	0,081	0,1191
	P3	70	32	32,6	0,03	12,1	131,9	82,83	8,24	9,9	4,4	9,846	68	24	44	0,9192	0,0261	0,0766	0,1201
	P4	54	31,7	29,8	0,05	9,14	142,5	82,54	8,46	11,9	0,5	10,016	76	28	48	0,2112	0,0262	0,0857	0,1181
	P5	57	32	29,3	0,08	11	164,1	81,86	8,27	11,1	2,5	10,322	68	48	20	0,0752	0,0263	0,0819	0,1189
	P6	52	31,9	28,8	0,08	11,5	156,1	82,53	8,38	10,6	3,3	10,021	64	28	36	0,0032	0,0262	0,0797	0,1194
Mar./2014	P1	62	32,2	31,8	0,02	6,42	175,5	79,66	7,42	7	0,6	3,205	55,5	28,5	27	0,0198	0,0223	0,0769	0,1204
	P2	70	32,2	31	0,03	6,89	174	78,98	7,26	7,3	1,1	3,205	57	36	21	0,0196	0,0221	0,0721	0,1179
	P3	53	33	32,2	0,01	7,45	172,8	80,94	7,55	6,5	1,8	3,605	57	24	33	0,0193	0,0219	0,0482	0,1212
	P4	86	32,9	31,5	0,01	6,3	174,4	81,02	7,81	6,3	2,1	3,605	58,5	22,5	36	0,0193	0,0221	0,053	0,1313
	P5	93	33,1	31,2	0,03	7,39	175,6	80,17	7,76	7,1	0,9	3,605	60	31,5	28,5	0,0195	0,0223	0,0793	0,1154
	P6	74	33,3	32,1	0,03	6,9	172,2	80,27	7,73	8,7	0,4	4,807	54	25,5	28,5	0,0193	0,0222	0,1627	0,1204

<b>Mai./2014</b>	<b>P1</b>	95	30,8	29,8	0,01	6,81	169,4	84,79	7,2	8,4	1,8	2,804	44,25	27,75	16,5	0,0246	0,0228	0,1727	0,0162
	<b>P2</b>	90	29,7	29,8	0,01	5,5	172,3	86,38	7,52	8,6	2	2,123	115,5	27	88,5	0,0245	0,0225	0,1305	0,0288
	<b>P3</b>	90	29,5	29,6	0,01	7,41	172,7	86,2	7,47	9	1,8	3,205	236,6	33,75	202,85	0,0256	0,0238	0,0745	0,0229
	<b>P4</b>	70	31,5	29,8	0	5,85	173,2	86,97	7,31	8,6	1,5	3,548	44,25	27	17,25	0,0238	0,0223	0,0938	0,0398
	<b>P5</b>	80	33,8	29,3	0	6,13	173,4	86,66	7,51	8,1	1,5	2,804	55,5	29,25	26,25	0,0231	0,0222	0,0769	0,0206
	<b>P6</b>	80	33,3	29,6	0,02	6,97	175,4	86,5	7,26	8,2	1,5	3,205	79,9	25,5	54,4	0,0232	0,0222	0,0506	0,0206
<b>Jun./2014</b>	<b>P1</b>	72	29	27,5	0,06	13,7	146,9	73,45	7,23	1,6	0,2	2,403	49,9	22,4	27,5	0,0251	0,0231	0,0458	0,0162
	<b>P2</b>	78	28,1	27,5	0,05	14,1	146,9	73,45	7,24	2,4	1,4	4,807	65,8	25,2	40,6	0,0262	0,0235	0,0553	0,0154
	<b>P3</b>	73	29,3	27	0,02	12,2	149,1	74,7	7,2	2	1,2	3,605	46,2	25,2	21	0,0248	0,0231	0,0962	0,0154
	<b>P4</b>	64	28,9	27	0,05	10,7	150,4	75,18	7,21	2,9	1,4	3,605	58,8	28	30,8	0,0241	0,0225	0,128	0,0129
	<b>P5</b>	73	28,7	27,2	0	12,9	150,8	75,41	7,21	9,9	1,2	4,006	50,4	21	29,4	0,024	0,0225	0,1305	0,0122
	<b>P6</b>	87	31,8	27,5	0,04	11,4	143,4	75,33	7,09	9,2	1,4	3,205	50,4	22,4	28	0,0238	0,0225	0,0865	0,0123
	<b>P7</b>	80	29,6	27,4	0,04	10,5	142,4	71,99	7,28	3,7	-	3,605	50,4	21	29,4	0,0238	0,0225	0,1206	0,0078
	<b>P8</b>	83	27,2	27,4	0,01	9,59	143,5	71,91	7,26	3,2	-	4,006	57,4	19,6	37,8	0,0234	0,0224	0,1182	0,0078
<b>Jul./2014</b>	<b>P1</b>	88	30	27,2	0,03	6,04	149,9	79,15	7,82	7,3	1,5	17,826	47,25	23,25	24	0,0238	0,0219	0,1034	0,0055
	<b>P2</b>	88	30	26,9	0,03	6,23	152,6	79,15	7,81	7,4	3,9	16,424	45,75	24,75	21	0,0242	0,0219	0,0684	0,0047
	<b>P3</b>	80	31	26,8	0,05	5,16	172	79,17	7,86	7,2	1,5	15,623	45,75	24,75	21	0,0243	0,0222	0,0811	0,0063
	<b>P4</b>	82	32,7	27,3	0,03	6,28	169	83,15	7,76	8,8	2,5	17,626	42,75	23,25	19,5	0,0241	0,0219	0,0811	0,0071
	<b>P5</b>	90	33,5	26,7	0,03	5,97	174	82,10	7,61	8,5	0,3	18,427	43,5	22,5	21	0,0243	0,0225	0,0811	0,0055
	<b>P6</b>	85	33,8	26,8	0,02	6,38	169	83,93	7,27	8,4	-	18,827	47,25	22,5	24,75	0,0241	0,0221	0,0861	0,0088
	<b>P7</b>	85	31	27,8	0,07	3,97	175	82,09	7,87	6,6	-	20,029	45,75	22,5	23,25	0,024	0,0219	0,0861	0,0096
	<b>P8</b>	89	30,9	28	0,07	3,51	177	84,35	7,69	5,9	-	17,425	48	22,5	25,5	0,0239	0,0217	0,0861	0,0104
<b>Máx.</b>		95	33,8	32,6	0,08	14,1	177	85,24	8,46	11,9	4,7	20,029	236,6	48	202,85	0,9192	0,0264	0,1727	0,1313
<b>Mín.</b>		45	27,2	26,7	0	3,51	131,9	71,91	7,09	1,6	0,2	2,123	30	12,5	16,25	0,0032	0,012	0,0458	0,0047
<b>Méd.</b>		73,10	30,89	29,08	0,03	8,64	158,50	81,07	7,67	7,49	1,80	8,07	58,26	24,35	33,91	0,14	0,02	0,09	0,06
<b>σ</b>		14,44	1,91	1,79	0,02	2,79	14,40	4,27	0,39	2,52	1,20	5,62	32,82	6,53	30,47	0,24	0,00	0,03	0,05

LEGENDA: (σ) – Desvio padrão. FONTE: Autoria própria

