

# **Relatório da 12ª Campanha de Limnologia (Relatório PARCIAL 1 + Relatório Louriçal 12)**

## **AHE - SIMPLÍCIO**

**Equipe:**



**Revisão 00  
MARÇO/2014**



## SUMÁRIO

<b>I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>II - OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>III - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>IV - ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>5</b>
IV.1 - PRB 50.....	7
IV.2 - PRB 60.....	8
IV.3 - PRB CEDAE .....	8
IV.4 - PRB 70.....	9
IV.5 - PRB 80.....	10
IV.6 - PRB 90.....	11
IV.7 - PRB 100.....	12
IV.8 - ARE 10.....	13
IV.9 - ARE 20.....	14
IV.10 - ARE 25.....	15
IV.11 - ARE 30.....	16
IV.12 - LOU 10.....	17
IV.13 - LOU 20.....	18
IV.14 - LOU 25.....	19
IV.15 - LOU 30.....	20
<b>V - METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>
V.16 - Metodologia de Campo .....	21
V.17 - Metodologia Analítica.....	23
<b>VI - RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
VI.1 - Resultados Físico-Químicos e Bacteriológicos: .....	25
VI.2 - Resultados Biológicos: .....	28
<b>VII - GRÁFICOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
VII.2.1 - Temperatura Ambiente e da Água.....	33
VII.2.2 - Transparência.....	36
VII.2.3 - Turbidez .....	37

VII.2.4 - Condutividade Elétrica .....	39
VII.2.5 - pH .....	40
VII.2.6 - Oxigênio Dissolvido - OD .....	42
VII.2.7 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO.....	43
VII.2.8 - Demanda Química de Oxigênio - DQO.....	44
VII.2.9 - Série Nitrogenada (Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Total).....	45
VII.2.10 - Formas Fosfatadas (Fósforo Total e Ortofosfato) .....	48
VII.2.11 - Sílica .....	50
VII.2.12 - Clorofila- $\alpha$ .....	51
VII.2.13 - Perfil da Coluna D'Água.....	52
VII.2.14 - Coliformes Totais e Termotolerantes .....	58
VII.2.15 - Fitoplâncton .....	61
VII.2.16 - Zooplâncton .....	65
<b>VIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>IX - EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>70</b>
<b>X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>XI - ANEXO I – LAUDOS ANALÍTICOS .....</b>	<b>78</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura IV-1 – Imagem do complexo da AHE - Simplício.....</b>	<b>6</b>
<b>FiguralV-2-Imagem dos pontos de coleta Louriçal 12 + Pontos Relativos à Resolução ANA nº 713.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura IV-3 – Estação PRB 50, no rio Paraíba do Sul, a montante do distrito de Anta/RJ. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figura IV-4 – Estação PRB 60, no rio Paraíba do Sul, a jusante do distrito de Anta/RJ. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura IV-5 – Estação PRB CEDAE, no rio Paraíba do Sul, estação de captação de água da cidade de Sapucaia/RJ.....</b>	<b>9</b>

---

<b>Figura IV-6 – Estação PRB 70, no rio Paraíba do Sul, a montante da cidade de Sapucaia/RJ.....</b>	<b>10</b>
<b>Figura IV-7 – Estação PRB 80, no rio Paraíba do Sul, cidade de Sapucaia/RJ. ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura IV-8 – Estação PRB 90, no rio Paraíba do Sul, a montante do canal de fuga da AHE - Simplício. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura IV-9 – Estação PRB 100, no rio Paraíba do Sul, a jusante do canal de fuga da AHE - Simplício. ....</b>	<b>13</b>
<b>Figura IV-10 – Estação ARE 10, montante do reservatório de Louriçal. ....</b>	<b>14</b>
<b>Figura IV-11 – Estação ARE 20, montante do Dique Alga1 - reservatório de Louriçal.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura IV-12 – Estação ARE 25, jusante do Dique Alga1 - reservatório de Louriçal. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura IV-13 – Estação ARE 30, a montante do Dique Louriçal - reservatório de Louriçal.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura IV-14 – Estação LOU 10, a montante do reservatório de Louriçal.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura IV-15 – Estação LOU 20, a montante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura IV-16 – Estação LOU 25, a jusante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura IV-17 – Estação LOU 30, no Canal Área 5 - reservatório de Louriçal.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura VII-1 - Resultados da Temperatura da Água - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura VII-2 - Resultados da Temperatura da Água - Tributários .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura VII-3 - Resultados da Temperatura da Ambiente - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013. ....</b>	<b>35</b>
<b>Figura VII-4 - Resultados da Temperatura Ambiente - Tributários .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura VII-5 - Resultados de Transparência da coluna d'água - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013. ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura VII-6 - Resultados de Transparência da coluna d'água - Tributários.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura VII-7 - Resultados de Turbidez - Resolução ANA nº 354, de 11 de Março de 2013.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura VII-8 - Resultados de Turbidez - Tributários.....</b>	<b>38</b>

---

---

<b>Figura VII-9 - Resultados de Condutividade Elétrica - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura VII-10 - Resultados de Condutividade Elétrica - Tributários .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura VII-11 - Resultados de pH - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013. ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura VII-12 - Resultados de pH - Tributários.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura VII-13 - Resultados de OD - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013. ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura VII-14 - Resultados de OD - Tributários .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura VII-15 - Resultados de DBO - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura VII-16 - Resultados da Demanda Química de Oxigênio – DQO - Tributários</b>	<b>45</b>
<b>Figura VII-17 - Resultados de Nitrato - Tributários .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura VII-18 - Resultados de Nitrogênio Amoniacal - Tributários .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura VII-19 - Resultados de Nitrogênio Total - Tributários .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura VII-20 - Resultado de Fósforo Total - Tributários.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura VII-21 - Resultado de Ortofosfato - Tributários .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura VII-22 - Resultados de Sílica - Tributários .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura VII-23 - Resultados de Clorofila-a - Tributários .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura VII-24 - Perfis ponto ARE 25 .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura VII-25 - Perfis ponto ARE 30 .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura VII-26 - Perfis ponto LOU 30 .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura VII-27 - Perfis ponto LOU 25 .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura VII-28 - Resultados de Coliformes Totais – Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura VII-29 - Resultados de Coliformes Termotolerantes – Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura VII-30 – Riqueza de espécies – Fitoplâncton - Tributários .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura VII-31 – Porcentagem de contribuição, em número de táxons de Fitoplâncton nos Tributários (Circuito do Lourçal).....</b>	<b>62</b>

---

Figura VII-32 – Abundância de Fitoplâncton - Tributários.....	63
Figura VII-33 – Abundância Relativa Fitoplanctônica - Tributários. ....	63
Figura VII-34 – Densidade de Cianobactérias - Tributários.....	64
Figura VII-35 – Riqueza de espécies – Zooplâncton - Tributários .....	65
Figura VII-36 – Porcentagem de contribuição, em número de táxons de zooplâncton, nos Tributários (Circuito do Louriçal).....	66
Figura VII-37 – Abundância de Zooplâncton - Tributários.....	66
Figura VII-38 – Abundância Relativa de Zooplanctônica - Tributários. ....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela V-1-Coordenadas e descrição das estações de coleta.....	22
Tabela V-2 - Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos .....	23
Tabela VI-1 - Resultados da Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.....	25
Tabela VI-2 - Resultados dos Tributários .....	26
Tabela VI-3 - Resultados dos Tributários (Continuação).....	27
Tabela VI-4 - Resultados de Fitoplâncton – Tributários .....	28
Tabela VI-5 - Resultados de Zooplâncton – Rio Paraíba do Sul.....	31
Tabela IX-1 - Equipe Técnica .....	71

**A AQUALIT TECNOLOGIA EM SANEAMENTO LTDA - EPP, NÃO SE RESPONSABILIZA POR REPRODUÇÕES INTEGRAIS NÃO AUTORIZADAS DESTE DOCUMENTO. SUA REPRODUÇÃO PARCIAL É PROIBIDA.**

**AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE RELATÓRIO TÊM VALIDADE RESTRITA ÀS AMOSTRAS ANALISADAS E ÀS CONDIÇÕES EM QUE OS ENSAIOS FORAM REALIZADOS.**





## I - INTRODUÇÃO

Este relatório consubstancia as atividades da 12ª campanha (campanha Louriçal 12 + Pontos Relativos à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013) realizado no mês de fevereiro de 2014, em atendimentos à empresa **FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.** na execução do monitoramento limnológico da AHE - Simplício.

O AHE Simplício está localizado entre as cidades de Três Rios (RJ) e Além Paraíba (MG). O sistema de reservatórios tem o rio Paraíba do Sul como corpo d'água principal, ao longo da divisa entre os dois estados. Esse rio nasce na serra da Bocaina, no estado de São Paulo, da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. A bacia do rio Paraíba do Sul estende-se pelo território de três estados, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, e é considerada, em superfície, uma das três maiores bacias hidrográficas secundárias do Brasil, abrangendo uma área aproximada de 57.000 km<sup>2</sup>. A bacia é limitada, ao norte, pelas serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo, ao sul, pela serra dos Órgãos e os trechos paulista e fluminense da Serra do Mar, que a separam das pequenas bacias independentes do litoral fluminenses e paulista, ao leste. A Oeste é limitada por áreas de altitudes pouco significativas nos arredores de Moji das Cruzes. A região do vale do Paraíba é caracterizada por um clima predominantemente tropical quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

A bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se em território de Mata Atlântica completamente antrópico, com floresta original restrita a parques e reservas florestais. As principais atividades econômicas atualmente desenvolvidas na bacia são ligadas aos setores industrial e agropecuário, sendo o vale do Paraíba uma das maiores regiões industriais do país.

Na sua margem esquerda, os principais tributários do rio Paraíba do Sul são: Jaguari, Paraibuna, Pirapetinga, Pomba e Muriaé, enquanto que na margem direita os rios Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios são os principais afluentes. Os rios Piabanha e Paraibuna se unem ao rio Paraíba do Sul, no chamado encontro dos três rios, a montante da área de instalação do AHE Simplício. O rio Piabanha nasce

na Serra dos Órgãos, no município de Petrópolis (RJ) e percorre um percurso de 80 km, cruzando os municípios de Areal, Paraíba do Sul e Três Rios, antes de desaguar no rio Paraíba do Sul. A nascente do Paraibuna localiza-se no município de Antônio Carlos (MG). Esse rio recebe o mesmo nome daquele que dá origem ao rio Paraíba do Sul, no estado de São Paulo. Dentre os municípios banhados por este rio antes de desaguar no Paraíba do Sul, destaca-se Juiz de Fora (MG), importante pólo industrial do estado de Minas Gerais.

Desde sua nascente até sua foz em forma de delta em Atafona e São João da Barra, no norte fluminense, o rio Paraíba do Sul percorre um percurso total de 1120 km, passando por 180 municípios, sendo 53 no estado do Rio de Janeiro, 88 em Minas Gerais e 39 em São Paulo. Com uma população estimada em 5,5 milhões de habitantes e drenando uma das áreas mais desenvolvidas do país, a bacia do Paraíba do Sul constitui uma das principais bacias hidrográficas do Brasil.

## II - OBJETIVO

Os Programas de Monitoramento Limnológico da AHE – Simplício tem como objetivo geral mensurar as condições limnológica, antevendo a implantação do empreendimento, e subsidiar a adoção de medidas de controle, caso sejam identificados problemas de qualidade de água.

Os objetivos específicos são:

- I. O detalhamento da dinâmica da estrutura térmica ao longo do corpo central dos reservatórios de Anta e do circuito hidráulico;
- II. A variação espacial e temporal da disponibilidade de nutrientes no corpo central dos reservatórios de Anta e do circuito hidráulico;
- III. A caracterização da qualidade da água proveniente de tributários e seu impacto no corpo central dos reservatórios de Anta e do circuito hidráulico;
- IV. A caracterização da comunidade planctônica no ambiente lacustre;

- V. A caracterização hidroquímica da água e a avaliação da presença de metais pesados;
- VI. A caracterização da comunidade zoobentônica nos tributários para fins de avaliação de sua qualidade ambiental;
- VII. A caracterização química do sedimento dos tributários para avaliação da presença de metais pesados e pesticidas organoclorados e organofosforados;
- VIII. A caracterização limnológica e da qualidade da água do trecho de vazão reduzida do rio Paraíba do Sul, entre as usinas de Anta e Simplício;
- IX. A caracterização hidráulica de circulação da água no corpo central dos reservatórios de Anta e do circuito hidráulico.

### **III - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO**

As campanhas foram realizadas seguindo o cronograma e plano de trabalho pré-estabelecido na assinatura do contrato, contudo, foi necessário realizar adequações para atendimento à Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013 e Termo de Ajustamento de Conduta do Ministério Público Federal – MPF, sendo ocorridas da seguinte forma:

1ª Campanha (março/2013) - Campanha piloto realizada contemplando os pontos do Rio Paraíba do Sul - seguindo o contrato (Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012);

2ª Campanha (abril/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos do Rio Paraíba do Sul e os Tributários - seguindo o contrato (Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012);

3ª Campanha (maio/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos do Rio Paraíba do Sul, Tributários e Sedimentos - seguindo o contrato (Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012);

4ª Campanha (junho/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Tributários (seguindo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012) e os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013.

5ª Campanha (julho/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos do Rio Paraíba do Sul, Tributários e Sedimentos - seguindo o contrato (Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012).

6ª Campanha (agosto/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Tributários (seguindo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012) e os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013.

7ª Campanha (setembro/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Rio Paraíba do Sul, Tributários e (seguindo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012), os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013 e pontos extra determinados pelo Ibama.

8ª Campanha (outubro/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Tributários (seguindo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012) e os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013.

9ª Campanha (novembro/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Rio Paraíba do Sul, Tributários e (seguindo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012), os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013 e pontos extra determinados pelo Ibama.

10ª Campanha (dezembro/2013) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Tributários (segundo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012) e os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013.

11ª Campanha (janeiro/2014) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Rio Paraíba do Sul, Tributários e (segundo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012), os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013 e pontos extra determinados pelo Ibama.

12ª Campanha (fevereiro/2014) - Campanha realizada contemplando os pontos dos Tributários (segundo o contrato - Termo de Referência CO.DAQ.G.00005.2012) e os pontos contemplados na Resolução ANA Nº 713, de 11 de junho de 2013.

#### **IV - ÁREA DE ESTUDO**

Para o monitoramento limnológico e da qualidade da água foi estruturada uma rede de estações de coleta que permite avaliar as alterações nos ecossistemas aquáticos decorrentes da implantação do empreendimento. Os pontos selecionados para a implantação estão posicionados, preferencialmente, de maneira a permitir comparações entre os diferentes períodos de amostragem. Outros ajustes também poderão ocorrer à medida que os resultados das campanhas forem sendo consolidados.

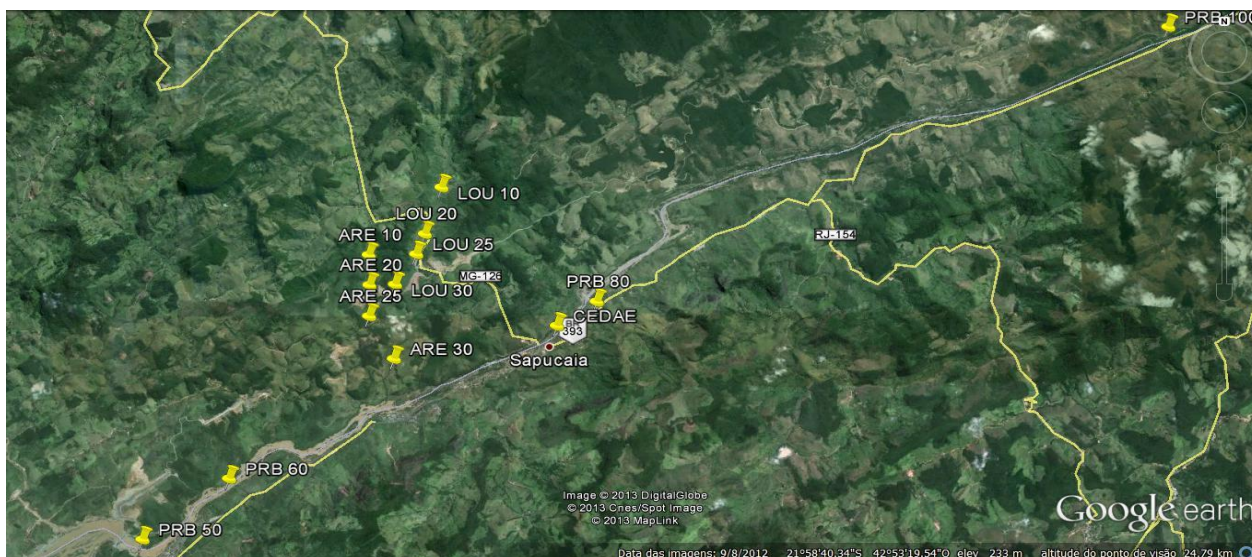
Durante a FASE OPERAÇÃO, ou seja, durante a operação do empreendimento, a rede de amostragem pretende cobrir os diversos compartimentos do complexo arranjo do AHE Simplício, na figura abaixo está ilustrado o complexo de Simplício:





**Figura IV-1 – Imagem do complexo da AHE - Simplício.**

No quadro abaixo está à imagem de satélite com os respectivos pontos de coleta da 12ª Campanha (campanha Louriçal 12 + Pontos Relativos à Resolução ANA 713, de 11 de Junho de 2013) realizados no mês de fevereiro de 2014:



**Figura IV-2-Imagem dos pontos de coleta Louriçal 12 + Pontos Relativos à Resolução ANA nº 713**

A rede amostral proposta foi formatada com o objetivo de abranger todas as recomendações do termo de referência, no que tange à diversidade de ambientes afluentes e formadores do reservatório e possíveis fontes poluidoras (urbanas e agrícolas).

Nesta quarta campanha, campanha de denominação “Louriçal 12”, foi realizada amostragem nos pontos do circuito de Louriçal mais os pontos estabelecidos para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.

#### **IV.1 - PRB 50**

A estação PRB 50 (Figura IV-3) localiza-se no rio Paraíba do Sul, a montante do distrito de Anta, município, de Sapucaia (RJ) e imediatamente após AHE – Anta, coletado no dia 21/02/2014.



**Figura IV-3 – Estação PRB 50, no rio Paraíba do Sul, a montante do distrito de Anta/RJ.**

## IV.2 - PRB 60

Esta estação localiza-se no rio Paraíba do Sul, a jusante do distrito de Anta (RJ) (Figura IV-4), ainda apresentando algumas moradias à sua margem. O acesso a este ponto se deu através de uma residência, coletado no dia 21/02/2014.



*Figura IV-4 – Estação PRB 60, no rio Paraíba do Sul, a jusante do distrito de Anta/RJ.*

## IV.3 - PRB CEDAE

Esta estação localiza-se no rio Paraíba do Sul, na cidade de Sapucaia/RJ. Essa estação localiza-se imediatamente na captação de água para abastecimento humano da cidade de Sapucaia (Figura IV-05), coletado no dia 22/02/2014.





**Figura IV-5 – Estação PRB CEDAE, no rio Paraíba do Sul, estação de captação de água da cidade de Sapucaia/RJ.**

#### **IV.4 - PRB 70**

Localizada no rio Paraíba do Sul, a montante da cidade de Sapucaia (RJ) (Figura IV-6). Essa estação localiza-se a montante da captação de água para abastecimento da cidade de Sapucaia. É importante ressaltar que neste trecho já existem algumas casas à margem direita do rio, coletado no dia 22/02/2014.



**Figura IV-6 – Estação PRB 70, no rio Paraíba do Sul, a montante da cidade de Sapucaia/RJ.**

#### **IV.5 - PRB 80**

A estação PRB 80 (Figura IV-7) localiza-se no rio Paraíba do Sul, na cidade de Sapucaia (RJ), imediatamente a jusante da ponte que liga o município a cidade de Chiador. Este trecho do rio encontra-se sob intensa influência da cidade de Sapucaia, coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-7 – Estação PRB 80, no rio Paraíba do Sul, cidade de Sapucaia/RJ.*

#### **IV.6 - PRB 90**

Esta estação localiza-se no rio Paraíba do Sul, na cidade de Além Paraíba (MG), a montante do canal de fuga do AHE Simplício (Figura IV-8), coletado no dia 22/02/2014.



**Figura IV-8 – Estação PRB 90, no rio Paraíba do Sul, a montante do canal de fuga da AHE - Simplício.**

#### **IV.7 - PRB 100**

Esta estação localiza-se no rio Paraíba do Sul, na cidade de Além Paraíba (MG), a jusante do canal de fuga do AHE Simplício (Figura IV-9), coletado no dia 22/02/2014.





**Figura IV-9 – Estação PRB 100, no rio Paraíba do Sul, a jusante do canal de fuga da AHE - Simplício.**

#### **IV.8 - ARE 10**

A estação ARE10 localiza-se no córrego Areia, à montante do reservatório de Louriçal (Figura IV-10), coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-10 – Estação ARE 10, montante do reservatório de Louriçal.*

#### **IV.9 - ARE 20**

A estação ARE20 localiza-se no córrego Areia, à montante do Dique Alga1 reservatório de Louriçal (Figura IV-11), coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-11 – Estação ARE 20, montante do Dique Alga1 - reservatório de Louriçal.*

#### **IV.10 - ARE 25**

A estação ARE25 localiza-se no córrego Areia, à jusante do Dique Alga1 reservatório de Louriçal (Figura IV-12), coletado no dia 22/02/2014.



**Figura IV-12 – Estação ARE 25, jusante do Dique Alga1 - reservatório de Louriçal.**

#### **IV.11 - ARE 30**

A estação ARE30 localiza-se no córrego Areia, à montante do Dique Louriçal reservatório de Louriçal (Figura IV-13), coletado no dia 22/02/2014.

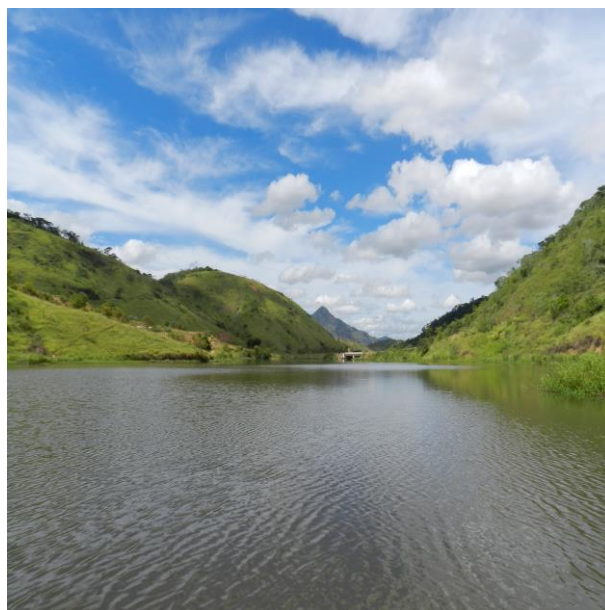




**Figura IV-13 – Estação ARE 30, a montante do Dique Louriçal - reservatório de Louriçal.**

## **IV.12 - LOU 10**

A estação LOU10 localiza-se no córrego Louriçal, à montante do reservatório de Louriçal (Figura IV-14), coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-14 – Estação LOU 10, a montante do reservatório de Louriçal.*

#### **IV.13 - LOU 20**

A estação LOU20 localiza-se no córrego Louriçal, à montante do Dique Alga2 reservatório de Louriçal (Figura IV-15), coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-15 – Estação LOU 20, a montante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal.*

#### **IV.14 - LOU 25**

A estação LOU25 localiza-se no córrego Louriçal, à jusante do Dique Alga2 reservatório de Louriçal (Figura IV-16), coletado no dia 22/02/2014.



**Figura IV-16 – Estação LOU 25, a jusante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal.**

#### **IV.15 - LOU 30**

A estação LOU30 localiza-se no córrego Louriçal, no canal Área 5 reservatório de Louriçal (Figura IV-17), coletado no dia 22/02/2014.



*Figura IV-17 – Estação LOU 30, no Canal Área 5 - reservatório de Louriçal.*

## **V - METODOLOGIA**

Para melhor compreensão dos dados amostrais e laboratoriais, foi estabelecida a divisão entre “Metodologia de Campo” e “Metodologia Analítica”.

No subitem Metodologia de Campo estão apresentados os pontos de coleta bem como as normas técnicas de amostragem adotada, já na Metodologia Analítica estão descritas as metodologias analíticas empregadas neste trabalho.

### **V.16 - Metodologia de Campo**

Para esta coleta que se refere à campanha Louriçal 12, referente ao monitoramento limnológico da área de influência da AHE – Simplício, onde nesta campanha foi estabelecido 8 estações de coleta distribuídas ao do Reservatório de Louriçal.



O código, a descrição e a coordenada geográfica de cada uma das estações - ordenadas - são apresentados na Tabela V -1. A seguir, é feita uma descrição mais detalhada de cada estação.

**Tabela V-1-Coordenadas e descrição das estações de coleta**

PONTO	DESCRIÇÃO	UTM X	UTM Y
*PRB 50	Rio Paraíba do Sul, a montante da cidade de Anta/RJ	707363	7561278
*PRB 60	Rio Paraíba do Sul, a jusante da cidade de Anta/RJ.	708080	7562733
*PRB 70	Rio Paraíba do Sul, a montante da cidade de Sapucaia/RJ.	709919	7563477
*PRB 80	Rio Paraíba do Sul, na cidade de Sapucaia/RJ.	715738	7566743
*PRB 90	Rio Paraíba do Sul, a montante do canal de fuga da AHE – Simplício.	725760	7572181
*PRB 100	Rio Paraíba do Sul, a jusante do canal de fuga da AHE – Simplício.	734603	7576270
*PRB CEDAE	Rio Paraíba do Sul, ponto de captação de água para consumo humano da CEDAE na cidade de Sapucaia/RJ.	713773	7565603
ARE 10	Córrego Areia, a montante do reservatório Louriçal	711550	7572375
ARE 20	Córrego Areia, a montante do Dique 1 - reservatório Louriçal	712000	7568800
ARE 25	Córrego Areia, a jusante do Dique 1 - reservatório Louriçal	712000	7568400
ARE 30	Córrego Areia, a montante do Dique Louriçal - reservatório Louriçal	712055	7567105
LOU 10	Córrego Louriçal, a montante do reservatório de Louriçal	713849	7571253
LOU 20	Córrego Louriçal, a montante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal	713200	7569000
LOU 25	Córrego Louriçal, a jusante do Dique Alga2 - reservatório de Louriçal	713200	7268800
LOU 30	Córrego Louriçal, canal área 5 - reservatório de Louriçal	712436	7567925

\*Pontos amostrados para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.

As amostragens foram realizadas em subsuperfície na margem ou de barco, quando foi possível devido à correnteza, sendo as mesmas armazenadas em frascos previamente preparados, refrigeradas e enviadas para uma base de campo para processamento por meio de filtração ou fixação química.

Em campo foram realizadas medições e temperatura do ar e da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH e turbidez, por meio de sonda multiparâmetro, nas localidades que tiveram condições, foram feitos perfis dos parâmetros citados acima.

Toda amostragem e análises foram realizadas pela equipe técnica do **Laboratório Aqualit Tecnologia em Saneamento SS Ltda** situado em Goiânia/GO. As coletas e análises seguem as normas e recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW – 22ª - 2012), do U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Agência Nacional de Águas; Brasília: ANA, 2011 e da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

### V.17 - Metodologia Analítica

Os métodos de análise do laboratório baseiam-se no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW – 22ª - 2012) e no U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), e são descritos em procedimentos analíticos pertencentes ao Sistema de Gestão da Qualidade – SGQ da Aqualit, tais parâmetros estão relacionados na tabela abaixo:

**Tabela V-2 - Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos**

GRUPO	PARÂMETROS ÁGUA	MÉTODO
1	Transparência (disco de Secchi)	SECCHI
	Temperatura da água	SMWW 2550
	pH	SMWW 4500 H+
	Condutividade Elétrica	SMWW 2510 B
	Oxigênio Dissolvido – OD	SMWW 4500 C
	Oxigênio Saturado – OD	SMWW 4500 C
	Turbidez	SMWW 2130. B.

GRUPO	PARÂMETROS ÁGUA	MÉTODO
	Temperatura do Ambiente	SMWW 2550
3	Sílica	SMWW 4500-SiO <sub>2</sub> D.
	Nitrogênio total	SMWW-4500 N - C
	Nitrogênio Amoniacal	SMWW 4500 NH <sub>3</sub> - F
	Nitrato	SMEWW 4500-NO <sub>2</sub> B
	Fósforo total	SMWW 4500-P E.
	Ortofósforo	SMWW 4500-P E.
	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	SMWW 5220 D - Modificado
*5	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	SMWW 5210 B
	Coliformes Totais	SMWW 9221 B
	Coliformes Termotolerantes	SMWW 9221 E
7	Zooplâncton	SMWW 10200 G
	Fitoplâncton	SMWW 10200 F
	Densidade de Cianobactéreas	SMWW 10200 F
	Clorofila-a	SMWW 10200 H

\*Parâmetro analisado apenas nas amostras para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.

## VI - RESULTADOS

Os resultados analíticos serão apresentados a seguir, primeiramente iremos apresentar os resultados Físico-químicos e bacteriológicos em seguida os resultados biológicos.

As amostras dos pontos PRB 50, PRB 60, PRB 70, PRB CEDAE, PRB 80, PRB 90 e PRB 100 foram analisados apenas os parâmetros do Grupo 1 e Grupo 5 pois essas amostras foram coletada para atendimentos aos requisitos do artigo 5º da Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.

Importante destacar que os resultados aqui apresentados se referem à amostragem realizada na sub-superfície da água:



## VI.1 - Resultados Físico-Químicos e Bacteriológicos:

Tabela VI-1 - Resultados da Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013

PARÂMETROS ÁGUA	Unidade	PRB 50	PRB 60	PRB 70	PRB CEDAE	PRB 80	PRB 90	PRB 100
		4569/14	4570/14	4571/14	4575/14	4172/14	4573/14	4574/14
Data	-	21/02/14	21/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14
Hora	-	16:20	16:50	14:00	14:20	13:33	12:55	12:40
Temperatura do Ambiente	°C	28,10	27,50	29,00	29,00	29,00	29,70	29,50
Temperatura da água	°C	26,50	26,70	27,57	28,09	26,98	27,45	27,56
pH	-	6,67	6,41	7,32	7,19	7,12	6,99	6,81
Condutividade Elétrica	µS/cm	70,00	73,00	70,00	73,00	69,00	71,00	72,00
Turbidez	NTU	33,20	33,00	29,20	32,20	30,50	29,50	28,70
Oxigênio Dissolvido – OD	mg O <sub>2</sub> /L	7,64	5,98	5,82	6,04	7,26	6,89	6,65
Saturação de Oxigênio	%	96,30	75,80	73,80	74,80	92,20	88,00	85,20
Transparência (disco de Secchi)	m	0,80	TOTAL	TOTAL	TOTAL	1,30	0,50	1,20
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg O <sub>2</sub> /L	4,800	3,900	4,700	6,980	3,900	2,010	1,980
Coliformes Totais	NMP/100mL	1.100,00	710,00	710,00	3.400,00	1.100,00	440,00	170,00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	710,00	400,00	400,00	2.600,00	710,00	250,00	78,00

Tabela VI-2 - Resultados dos Tributários

PARÂMETROS ÁGUA	Unidade	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	ARE 30 MEIO	ARE 30 FUND	LOU 10	LOU 20	LOU 25
		4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4561/14	4562/14	4563/14	4564/14	4565/14
Data	-	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14	22/02/14
Hora	-	7:05	8:45	8:25	7:45	7:45	7:45	9:40	10:05	11:10
Temperatura do Ambiente	°C	20,05	25,50	24,00	23,35	NA	NA	27,00	27,00	29,00
Temperatura da água	°C	22,50	27,05	27,90	26,08	26,05	24,30	27,85	28,50	27,88
pH	-	7,68	6,97	6,78	6,75	6,48	6,30	6,98	6,92	7,60
Condutividade Elétrica	µS/cm	48,0	55,0	69,0	70,0	70,0	70,0	45,0	43,0	69,0
Turbidez	NTU	29,20	28,20	30,80	29,70	29,70	30,10	29,70	38,40	27,50
Oxigênio Dissolvido – OD	mg O <sub>2</sub> /L	6,09	5,75	5,06	8,05	9,94	8,16	3,10	4,81	5,23
Saturação de Oxigênio	%	71,70	72,80	64,00	100,90	124,60	102,20	40,10	62,70	67,20
Transparência (disco de Secchi)	m	TOTAL	1,70	1,30	1,70	NA	NA	1,20	1,00	1,80
Sílica	mg/L	2,80	3,10	1,40	2,10	1,50	1,30	2,30	1,70	1,98
Nitrogênio total	mg/L	0,76	0,66	1,16	1,36	1,26	1,26	0,86	0,66	1,16
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,100	0,160	0,230	0,180	< 0,01	< 0,01	0,170	0,110	0,023
Nitrato	mg/L	0,200	0,100	0,600	0,800	0,800	0,700	0,300	0,100	0,600
Fósforo total	mg/L	0,046	1,186	0,087	0,972	0,044	0,675	0,065	0,034	0,067
Ortofósforo	mg/L	0,020	0,987	0,023	0,198	0,022	0,054	0,013	0,011	0,021
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,98	1,98	3,89	1,78	2,98	2,89	4,67	2,34	3,10
Densidade de Cianobactéreas	Ind/ml	1.183,70	1.197,00	10.892,70	19.577,60	-	-	678,30	1.463,00	11.198,60

PARÂMETROS ÁGUA	Unidade	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	ARE 30 MEIO	ARE 30 FUND	LOU 10	LOU 20	LOU 25
		4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4561/14	4562/14	4563/14	4564/14	4565/14
Clorofila-a	µg/L	1,98	1,08	1,20	1,98	< 0,01	< 0,01	2,89	1,98	1,23

Tabela VI-3 - Resultados dos Tributários (Continuação)

PARÂMETROS ÁGUA	Unidade	LOU 30 SUP	LOU 30 MEIO	LOU 30 FUNDO
		4566/14	4567/14	4568/14
Data	-	22/02/14	22/02/14	22/02/14
Hora	-	10:50	10:50	10:50
Temperatura do Ambiente	°C	28,89	NA	NA
Temperatura da água	°C	26,51	26,35	26,23
pH	-	7,01	6,52	6,51
Condutividade Elétrica	µS/cm	70,0	70,0	70,0
Turbidez	NTU	28,60	28,40	32,40
Oxigênio Dissolvido – OD	mg O <sub>2</sub> /L	5,25	4,75	4,48
Saturação de Oxigênio	%	65,90	60,00	56,70
Transparência (disco de Secchi)	m	1,70	NA	NA
Sílica	mg/L	2,10	2,32	3,50
Nitrogênio total	mg/L	1,26	1,28	1,26
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,160	< 0,01	< 0,01
Nitrato	mg/L	0,700	0,700	0,700

PARÂMETROS ÁGUA	Unidade	LOU 30 SUP	LOU 30 MEIO	LOU 30 FUNDO
		4566/14	4567/14	4568/14
Fósforo total	mg/L	0,090	0,312	0,091
Ortofósforo	mg/L	0,047	0,154	0,035
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	3,76	3,10	1,00
Densidade de Cianobactéreas	Ind/ml	3.604,30	-	-
Clorofila-a	µg/L	2,78	< 0,01	< 0,01

## VI.2 - Resultados Biológicos:

Resultados de Fitoplâncton:

Tabela VI-4 - Resultados de Fitoplâncton – Tributários

TAXONS – FITOPLÂNCION QUANTITATIVO (ind/mL)	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	LOU 10	LOU 20	LOU 25	LOU 30 SUP
	4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4563/14	4564/14	4565/14	4566/14
<b>Cyanophyceae</b>								
<i>Aphanizomenon tropicalis</i> M.Horecká & J.Komárek	4,00		44,00		33,00	14,00	619,00	
<i>Cuspidothrix</i> SP	29,00	43,00		102,00			68,00	97,00
<i>Dolichospermum circinalis</i> Rabenhorst (ex Bornet & Flahault)		32,00	510,00	360,00		57,00	38,00	29,00
<i>Gleiterinema amphibium</i> (C.Agardh ex	32,00			590,00		15,00		55,00

TAXONS – FITOPLÂNCTON QUANTITATIVO (ind/mL)	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	LOU 10	LOU 20	LOU 25	LOU 30 SUP
	4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4563/14	4564/14	4565/14	4566/14
Gomont)								
<i>Pseudanabaena galeata</i> Bacher	24,00		156,00		18,00			24,00
<i>Raphydiopsis mediterrâneo</i> Skuja		15,00		420,00		24,00	117,00	66,00
<b>Bacillariophyceae</b>								
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen			149,00				106,00	121,00
<i>Brachysira vítrea</i> (Grunow) R. Ross	5,00		18,00					
<i>Diadesmis confervacea</i> Kutzing	3,00			13,00	20,00			25,00
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kutz.) Kutzing			18,00		15,00		43,00	
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot			18,00		25,00			13,00
<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.			6,00			12,00		15,00
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Brébisson							43,00	
<b>Dinophyceae</b>								
<i>Ceratium hirundinella</i> (Müller) Dujardin			75,00		40,00			47,00
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann						555,00		
<i>Peridinium anglicum</i> G.S. West				29,00			142,00	47,00
<b>Euglenophyceae</b>								
<i>Euglena</i> SP		56,00	185,00			12,00		
<i>Euglena acus</i> Ehrn.					43,00		20,00	15,00
<i>Euglena polymorpha</i> PADangeard				42,00	619,00			

TAXONS – FITOPLÂNCTON QUANTITATIVO (ind/mL)	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	LOU 10	LOU 20	LOU 25	LOU 30 SUP
	4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4563/14	4564/14	4565/14	4566/14
<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes		167,00	112,00		31,00	222,00	43,00	
<i>Trachelomonas nigra</i> Svirenko					117,00	389,00	149,00	42,00
<i>Trachelomonas volvocina</i> Lemm.		139,00	149,00		173,00	149,00	2.162,00	47,00
<b>Chlorophyceae</b>								
<i>Actinotaenium wollei</i> Bicudo	5,00	29,00			1,00	2,00		15,00
<i>Desmodesmus armatus</i> (R.Chodat)E.Hegevald						56,00		
<i>Desmodesmus maximus</i> (West) EHHegevald.			25,00		13,00		25,00	15,00
<i>Onichonema laeve</i> Nordstedt				29,00			43,00	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyer	10,00					25,00		9,00
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat		6,00		3,00	5,00			
<b>Zygnemaphyceae</b>								
<i>Closterium aciculari</i> T. West			50,00			38,00		
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variable</i> (Lemm.)Krug.		158,00	50,00	31,00	20,00	139,00	31,00	18,00
<i>Closterium acutum</i> var. <i>linea</i> Babylon		176,00	149,00		25,00	93,00	43,00	
<i>Closterium ceratium</i> Perty	15,00	398,00		17,00				
<i>Closterium diana</i> var. <i>pseudodiana</i> Roi		130,00			25,00	13,00		20,00
<b>TOTAL DE INDIVÍDUOS AMOSTRAIS/mL</b>	<b>127</b>	<b>1.349</b>	<b>1.714</b>	<b>1.636</b>	<b>1.223</b>	<b>1.815</b>	<b>3.692</b>	<b>720</b>

## Resultados de Zooplâncton:

**Tabela VI-5 - Resultados de Zooplâncton – Rio Paraíba do Sul**

TAXONS – ZOOPLÂNCTON QUANTITATIVO (ind/m <sup>3</sup> )	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	LOU 10	LOU 20	LOU 25	LOU 30 SUP
	4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4563/14	4564/14	4565/14	4566/14
<b>Testaceos</b>								
<i>Arcella vulgaris</i>	5.330,00							
<i>Arcella hemisphaerica undulata</i>	4.408,00				3.125,00	1.250,00		1.250,00
<b>Rotifera</b>								
<i>Brachiarus dolabrotus</i>	2.050,00	2.050,00					3.125,00	
<i>Brachionus falcatus</i>		46.125,00			15.375,00	25.625,00		10.250,00
<i>Brachiarus quadridentatus</i>				5.125,00	5.125,00			5.125,00
<i>Euchlanis dilatata</i>	1.538,00		1.538,00	5.125,00	3.075,00	30.750,00		
<i>Filinia longiseta</i>					12.300,00		10.250,00	
<i>Keratella cochlearis</i>			5.125,00		2.050,00			
<i>Keratella procurva</i>			31.460,00	48.400,00				
<i>Kellicottia longispina</i>		12.100,00			12.100,00	6.050,00	18.150,00	45.980,00
<i>Manfredium eudactylota</i>		12.100,00						
<i>Lecane closterocerca</i>							29.040,00	
<i>Lecane curvicornis</i>				2.000,00	1.500,00			
<i>Otostephanus annulatus</i>			1.000,00		1.000,00		2.500,00	
<i>Polyarthra vulgaris</i>		6.050,00						
<i>Trichocerca braziliensis</i>								48.400,00
<b>Copepoda</b>								

TAXONS – ZOOPLÂNCTON QUANTITATIVO (ind/m <sup>3</sup> )	ARE 10	ARE 20	ARE 25	ARE 30 SUP	LOU 10	LOU 20	LOU 25	LOU 30 SUP
	4557/14	4558/14	4559/14	4560/14	4563/14	4564/14	4565/14	4566/14
<i>Eucyclopis ensifer</i>	216.255,00			2.050,00				
<i>Mesochra sancarlensis</i>			4.408,00				21.874,00	
<i>Diaptomus furcatus</i>		33.420,00				11.603,00	51.599,00	
<i>Nauplius de cyclopoida</i>		9.225,00	12.505,00	5.125,00	353.625,00	51.250,00	2.050,00	2.563,00
<i>Limnocalanus macrurus</i>				5.125,00				5.125,00
<i>Termocyclops dicipiens</i>		1.538,00			2.050,00			
Larva de Nematoda						1.025,00		3.280,00
Larva de Quironomideo	238,00	1.025,00		2.563,00				
<b>TOTAL DE ind/m<sup>3</sup></b>	<b>229.819,00</b>	<b>123.633,00</b>	<b>56.036,00</b>	<b>75.513,00</b>	<b>411.325,00</b>	<b>127.553,00</b>	<b>138.588,00</b>	<b>121.973,00</b>



## VII - GRÁFICOS E DISCUSSÃO

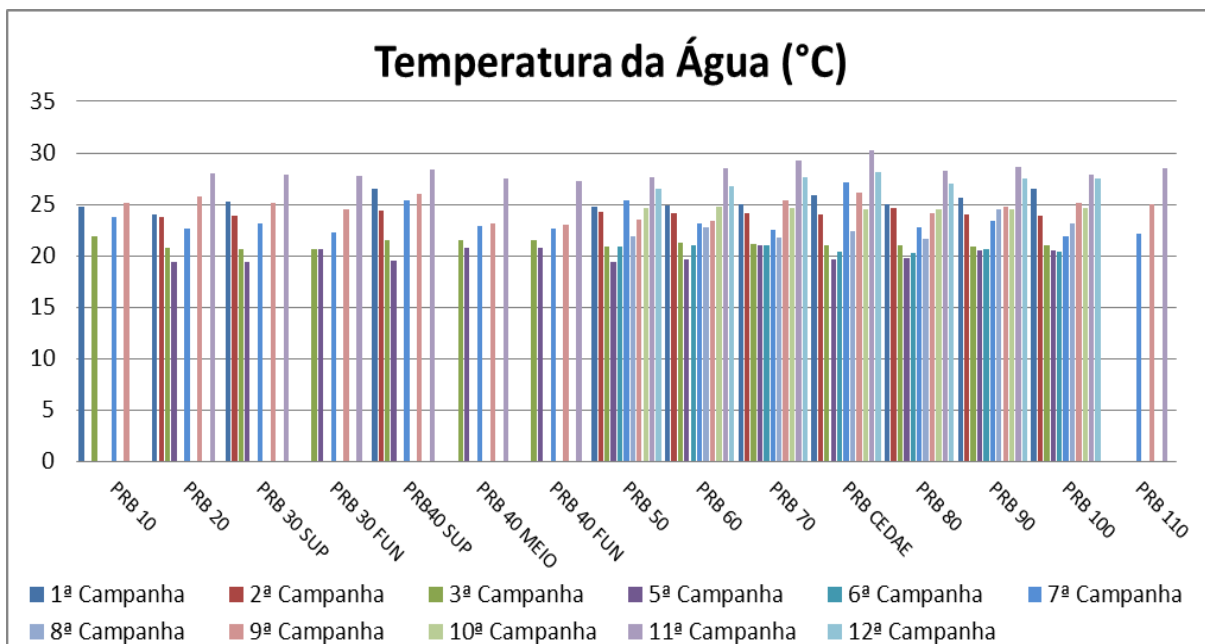
Abaixo está a apresentação gráfica dos resultados obtidas nas análises de campo e laboratoriais, bem como um breve comentário de alguns resultados apresentados.

Os resultados serão apresentados na forma gráfica com a compilação das Campanhas dos Tributários, especificamente Circuito do Louriçal mais os resultados para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.

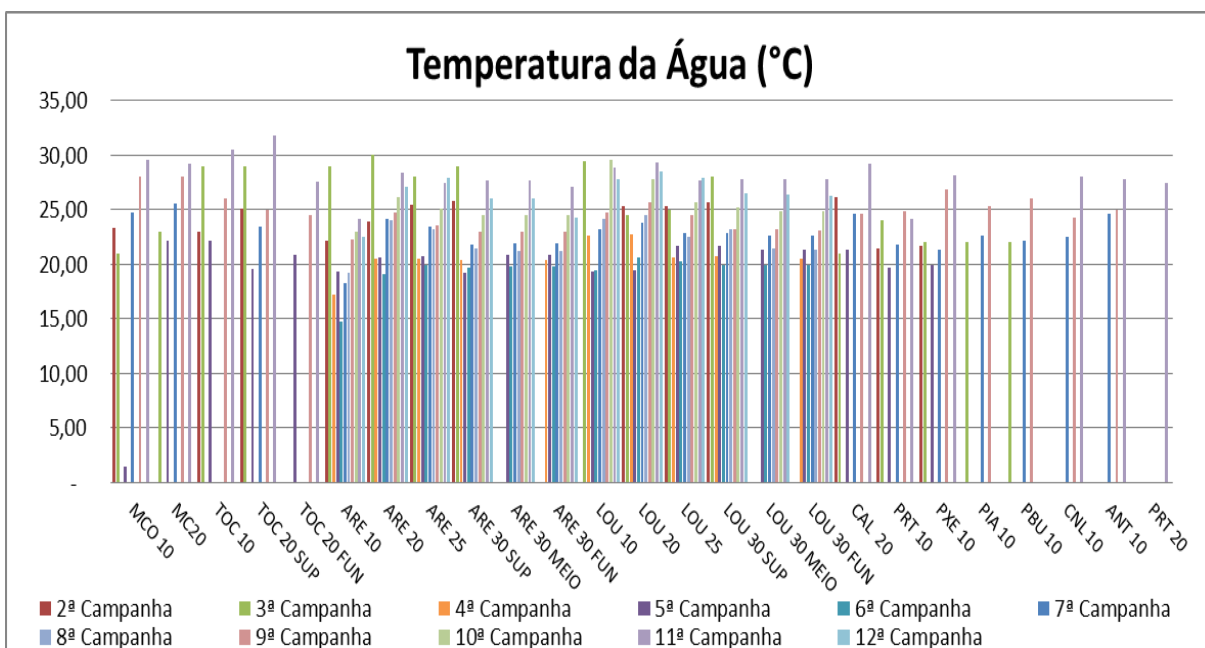
### VII.2.1 - Temperatura Ambiente e da Água

A temperatura do ar é um dos fatores que influenciam processos físicos, químicos e, indiretamente, biológicos em ecossistemas aquáticos. As trocas de gases (especialmente gás carbônico e oxigênio) na interface água-ar são exemplos de processos cujas taxas dependem da temperatura atmosférica

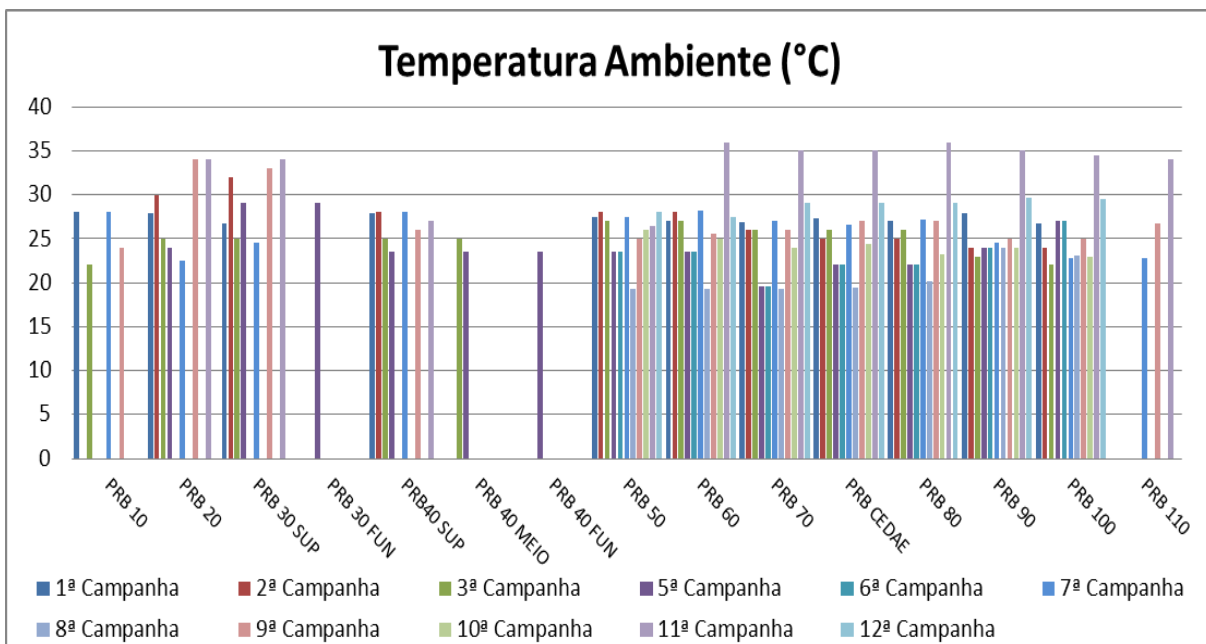
Em sistemas lóticos, em que a coluna d'água permanece constantemente em processo de mistura, especialmente em sistemas rasos, como é o caso dos ambientes amostrados, a temperatura medida em sub-superfície é representativa de todo o perfil vertical. Nos Tributários (Circuito do Louriçal) a temperatura da água variou pouco durante as coletas.



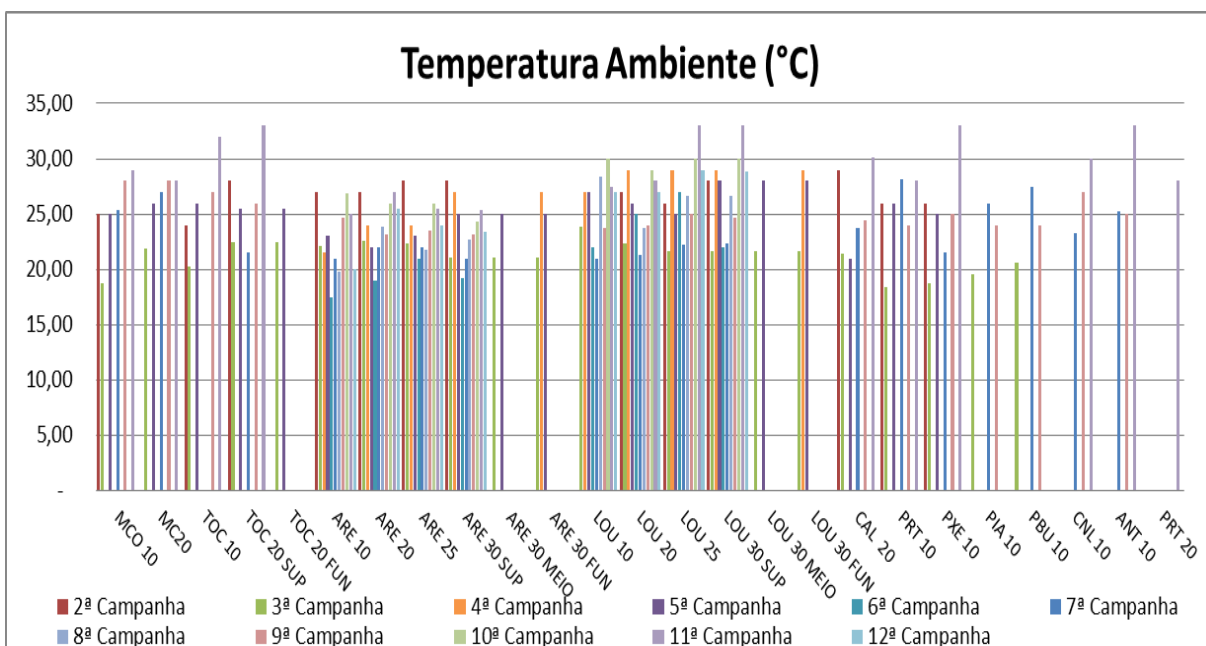
**Figura VII-1 - Resultados da Temperatura da Água - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**



**Figura VII-2 - Resultados da Temperatura da Água - Tributários**



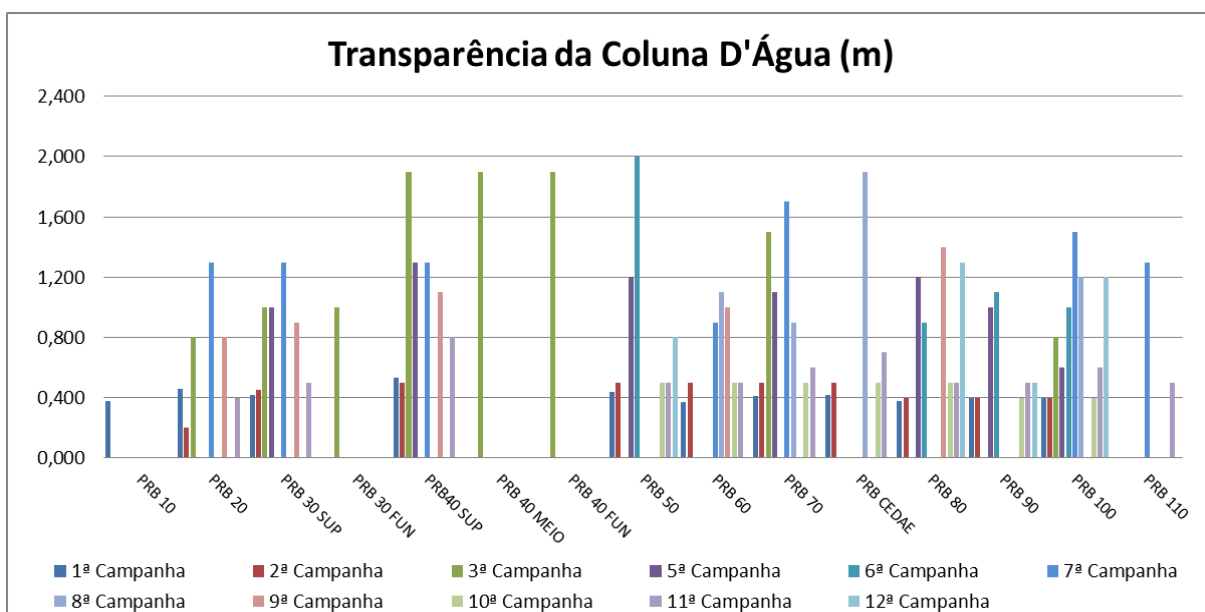
**Figura VII-3 - Resultados da Temperatura da Ambiente - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**



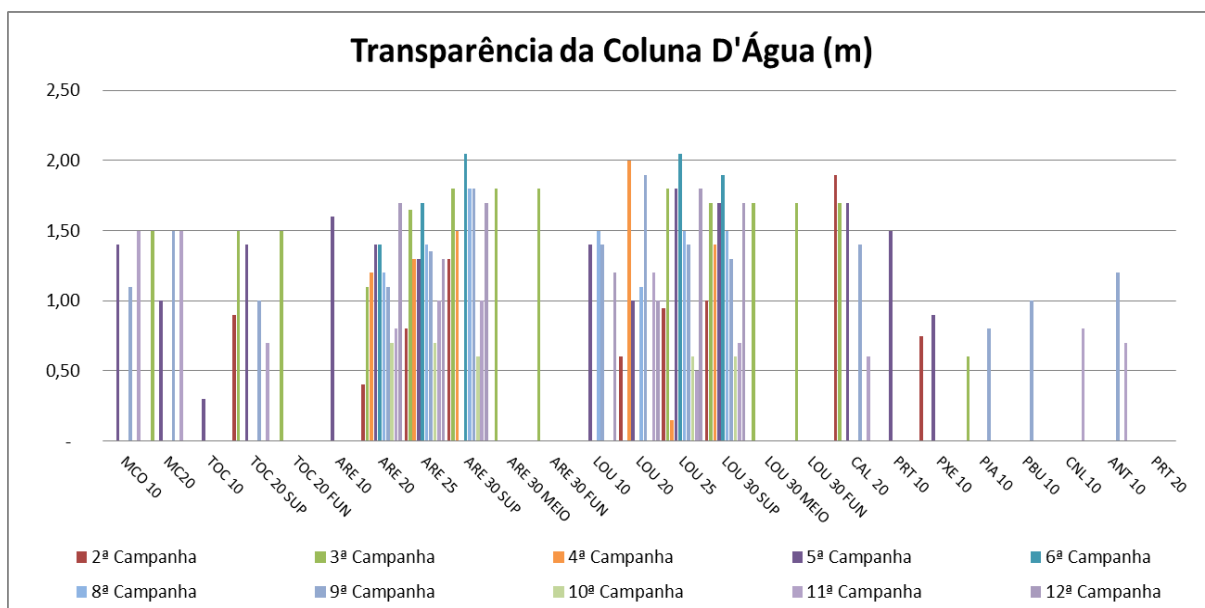
**Figura VII-4 - Resultados da Temperatura Ambiente - Tributários**

## VII.2.2 - Transparência

A transparência da água está inversamente relacionada com os valores de turbidez e aponta a região na coluna d'água em que ocorre fotossíntese. Ambientes com turbidez mais elevada apresentam menor transparência da água. As medidas de transparência, nos Tributários (Circuito do Louriçal), acompanharam os valores de turbidez da água bem como os resultados das amostras para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.



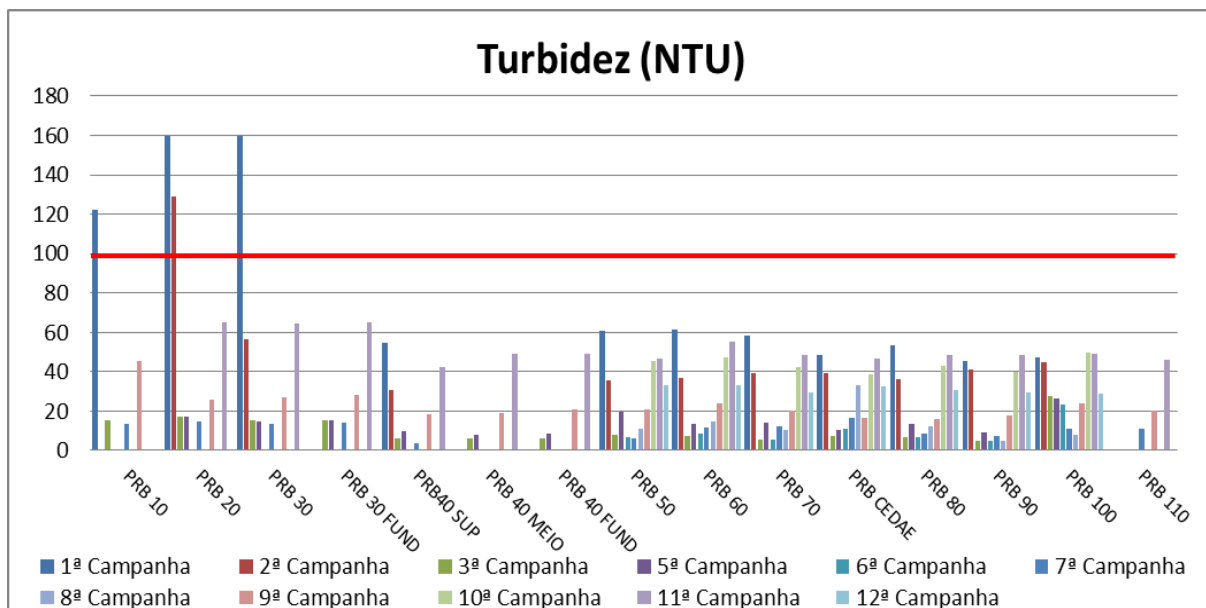
**Figura VII-5 - Resultados de Transparência da coluna d'água - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**



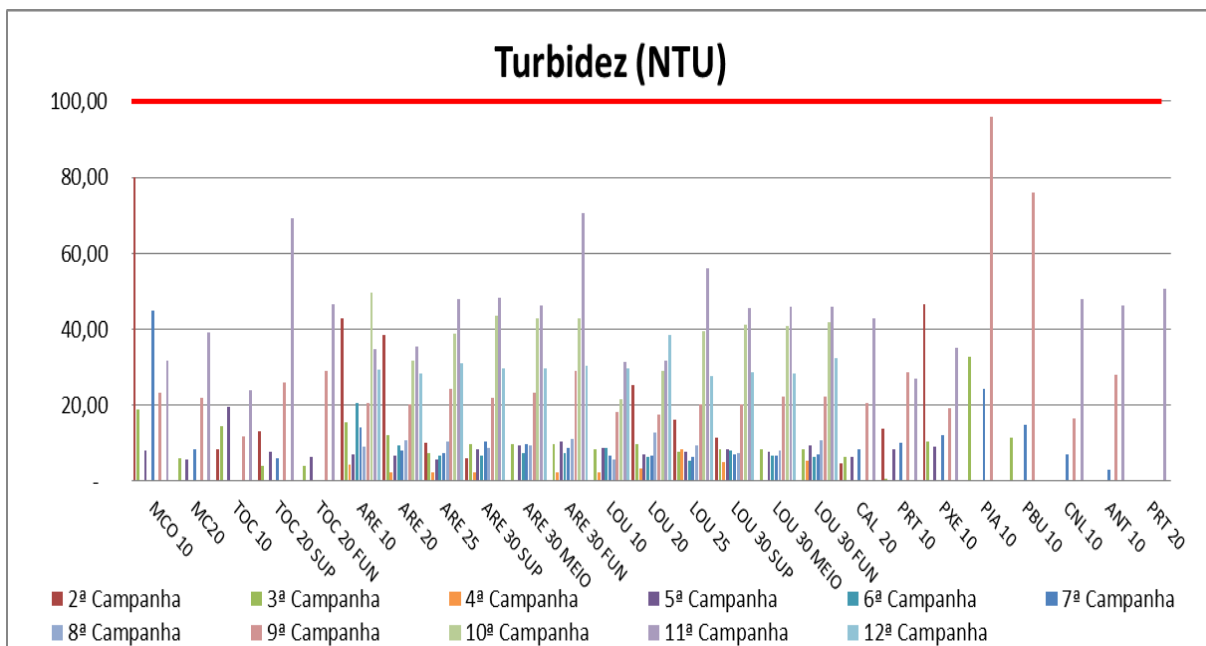
**Figura VII-6 - Resultados de Transparência da coluna d'água - Tributários**

### VII.2.3 - Turbidez

A turbidez em corpos de água é resultado da quantidade de partículas em suspensão, sejam elas orgânicas ou inorgânicas, e em menor proporção dos compostos dissolvidos. Na coleta nos Tributários (Circuito do Louriçal) e nas amostras para atendimento à Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013, a coleta foi realizada em período de vazante, apresentando valores de turbidez baixos, em nenhum ponto ultrapassando o valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2 que é de 100NTU.



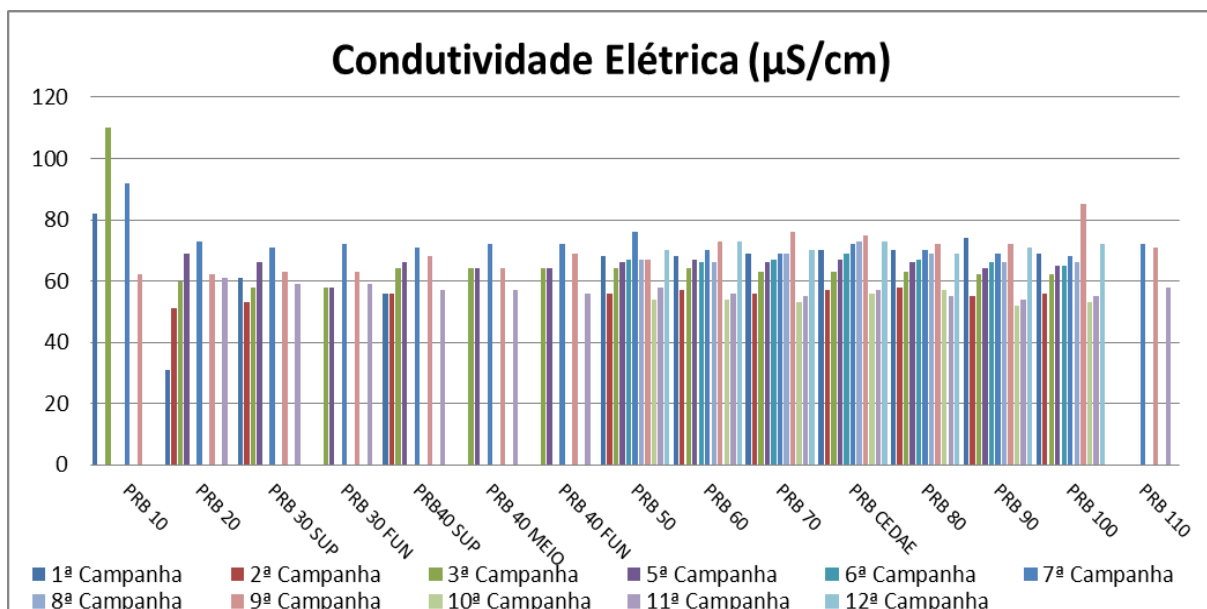
**Figura VII-7 - Resultados de Turbidez - Resolução ANA nº 354, de 11 de Março de 2013.**



**Figura VII-8 - Resultados de Turbidez - Tributários**

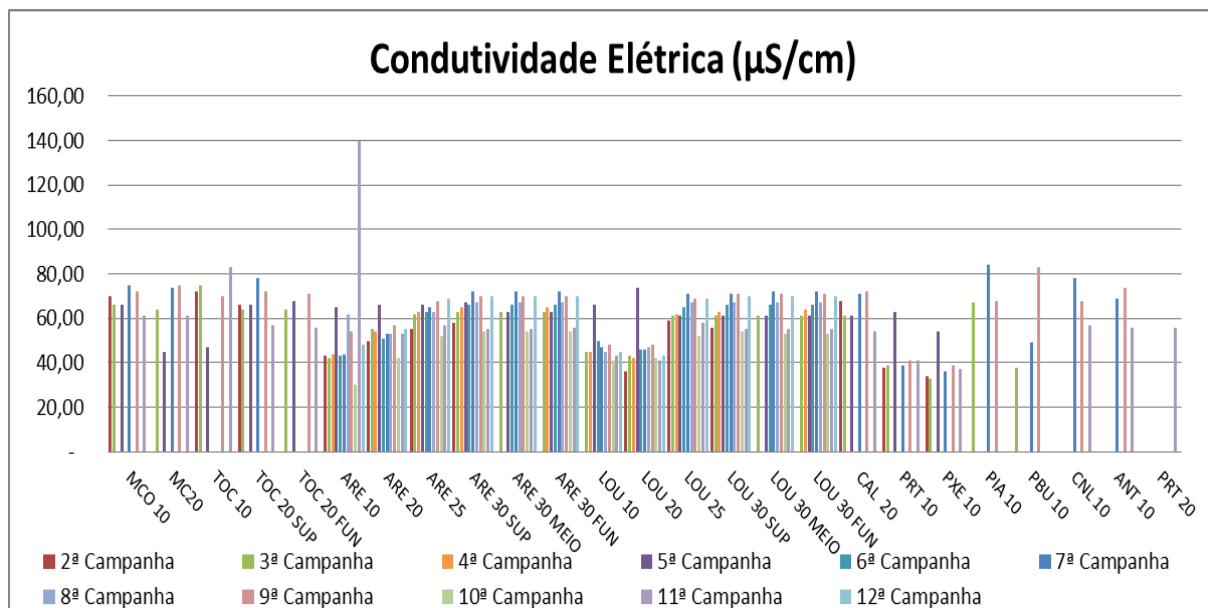
### VII.2.4 - Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica de um corpo d'água corresponde à capacidade deste de conduzir corrente elétrica, sendo que a condução está diretamente relacionada à concentração de íons. Os resultados nas amostras do TVR - Trecho de Vazão Reduzida variaram entre de 69,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 73,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nos Tributários (Circuito do Lourçal) variaram entre 43,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 70,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A resolução CONAMA 357/05 para os corpos d'água de Classe 2 não apresenta valores máximos ou mínimos para condutividade elétrica.



**Figura VII-9 - Resultados de Condutividade Elétrica - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**



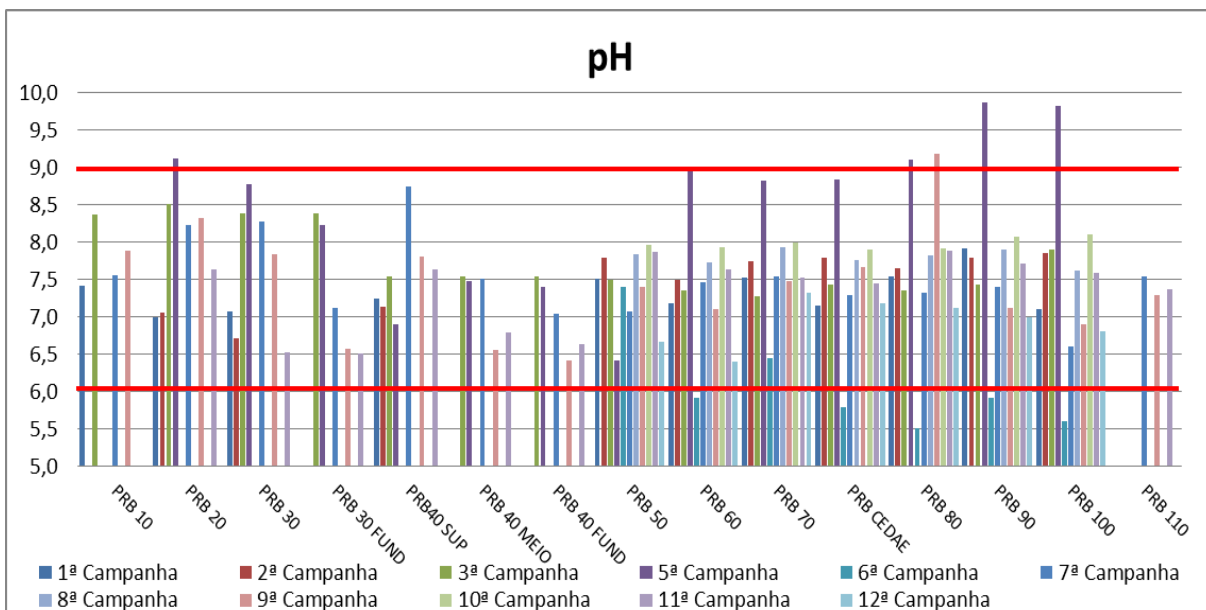


**Figura VII-10 - Resultados de Condutividade Elétrica - Tributários**

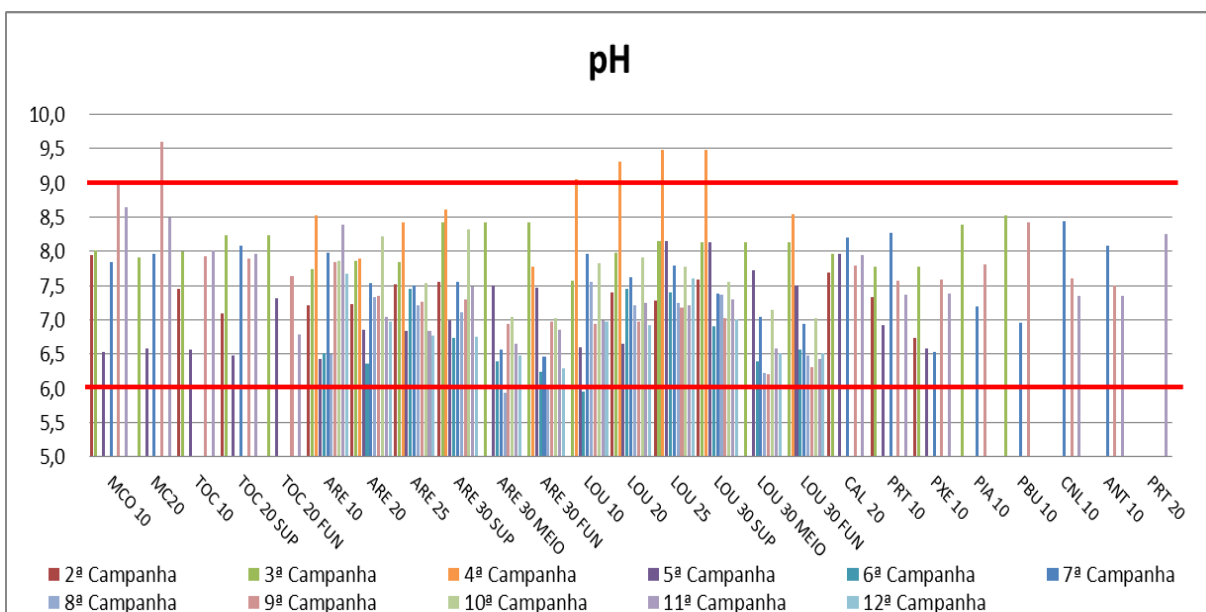
### VII.2.5 - pH

Medida da concentração relativa dos íons de hidrogênio numa solução; esse valor indica a acidez ou alcalinidade da solução. É calculado como o logaritmo negativo de base 10 da concentração de íons de hidrogênio em moles por litro. Um valor de pH 7 indica uma solução neutra: índice de pH maiores de 7 são básico, e os abaixo de 7 são ácidos

Algumas amostras coletadas e analisadas, em meses anteriores, apresentaram alguns valores de pH abaixo do intervalo de 6 a 9 previsto na resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2, sendo que esse fato não ocorrendo novamente tendo os valores de pH se estabilizado na faixa neutra. É necessário observarmos, pois as campanhas foram realizadas com o mesmo equipamento analítico.



**Figura VII-11 - Resultados de pH - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**

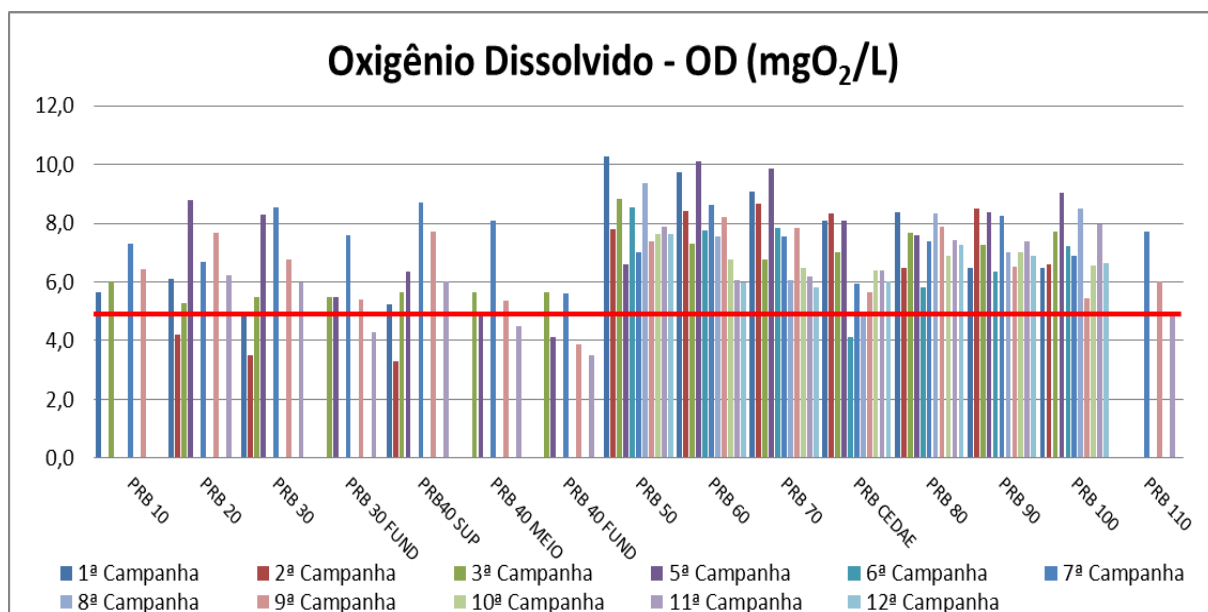


**Figura VII-12 - Resultados de pH - Tributários**

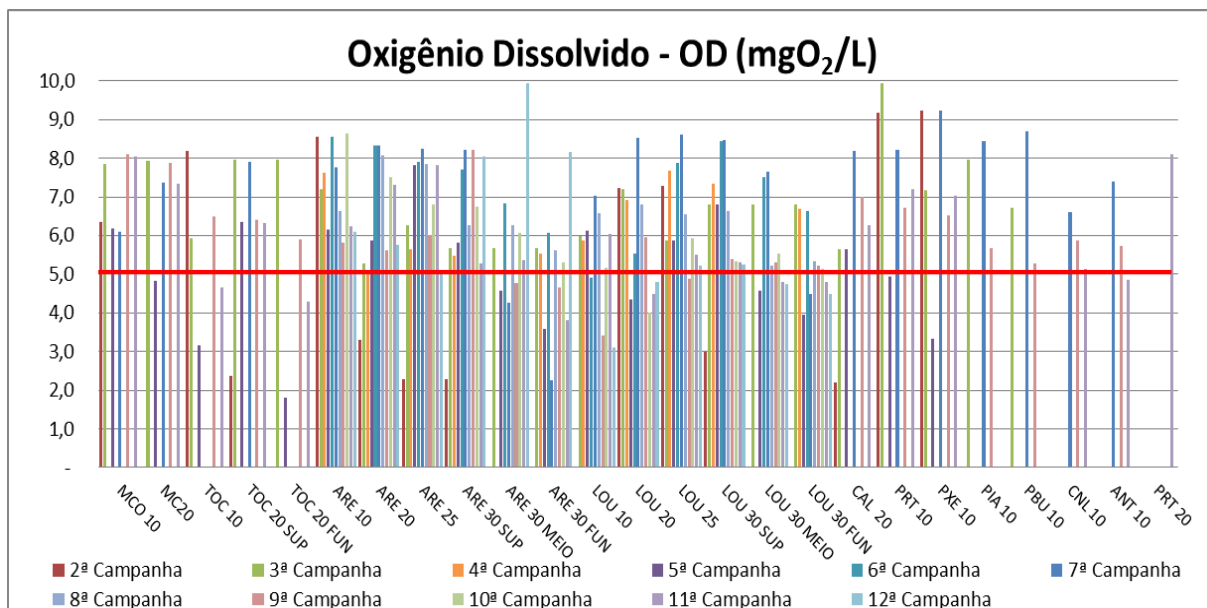
## VII.2.6 - Oxigênio Dissolvido - OD

As principais fontes de oxigênio para os ecossistemas aquáticos são a atmosfera e a fotossíntese realizada por algas e por macrófitas. Para rios, em geral, a atmosfera constitui-se em uma importante fonte de oxigênio, porquanto a dinâmica fluvial é caracterizada por exercer turbulência suficiente para permitir constante troca de gases na interface água-atmosfera.

Nas amostras do TVR - Trecho de Vazão Reduzida não apresentou resultados insatisfatórios em relação ao CONAMA 357/05, já nos Tributários (Circuito do Louriçal) os pontos LOU10, LOU20, LOU30MEIO e LOU30FUNDO, apresentaram valores insatisfatórios para oxigênio dissolvido, onde o valor mínimo estabelecido pelo CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2 é de 5 mg/L.



**Figura VII-13 - Resultados de OD - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**

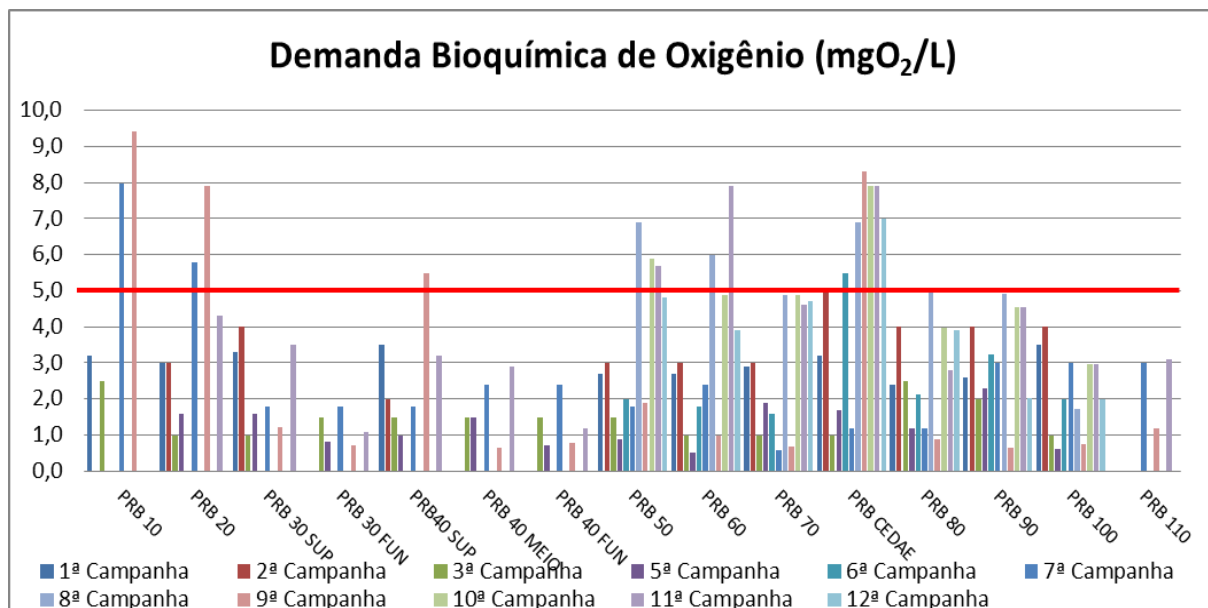


**Figura VII-14 - Resultados de OD - Tributários**

### VII.2.7 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A DBO<sub>5</sub> é o parâmetro fundamental para o controle da poluição das águas por matéria orgânica. Nas águas naturais a DBO<sub>5</sub> representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis, o que poderá trazer os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pelos peixes, levando-os à morte. É, portanto importante padrão de classificação das águas naturais. A DBO<sub>5</sub> é também ferramenta imprescindível nos estudos de auto-depuração dos cursos d'água. Além disso, a DBO<sub>5</sub> constitui-se em importante parâmetro na composição dos índices de qualidade das águas.

A DBO<sub>5</sub> das amostras coletadas no rio Paraíba do Sul (Trecho Vazão Reduzida), o ponto PRB CEDAE não atendeu à resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2, em todos os demais pontos coletados que é de apresentaram resultados inferiores à 5mg/L, que é o limite máximo estabelecido pelo CONAMA. Já os tributários, não foram coletadas pois não constam no cronograma para este mês.

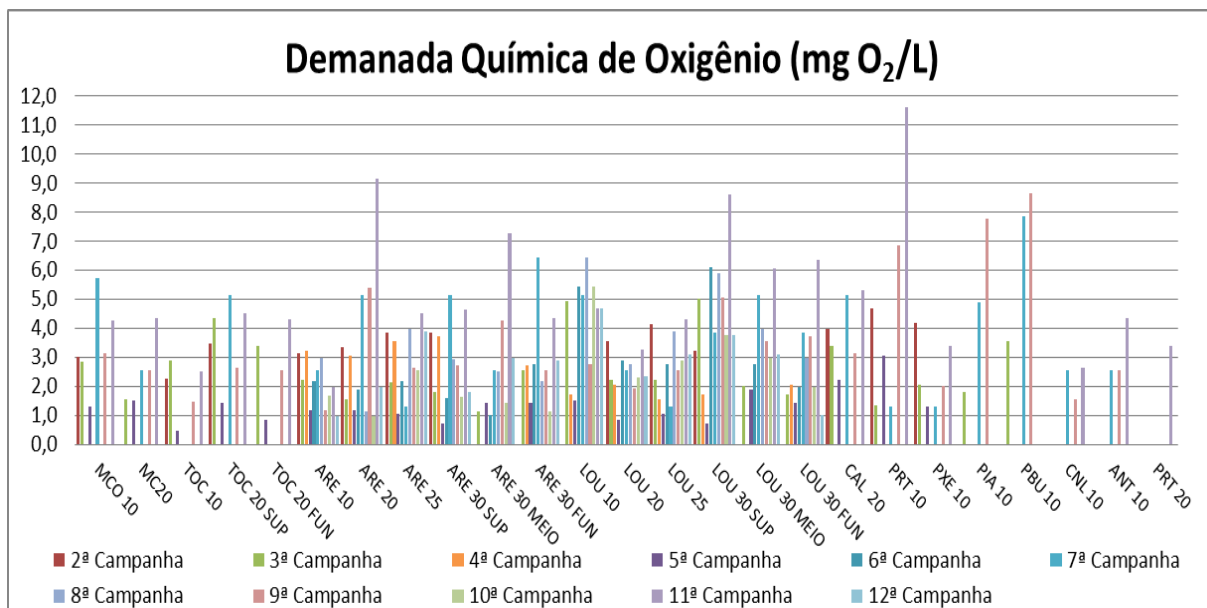


**Figura VII-15 - Resultados de DBO - Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**

### VII.2.8 - Demanda Química de Oxigênio - DQO

A DQO é uma medida da quantidade de oxidantes fortes necessária para a oxidação completa de todas as espécies reduzidas presentes na água. O volume de oxidante consumido expressa a concentração de toda a matéria orgânica, biodegradável ou não, além de outras espécies como o Fe (II), Mn (II), etc., passíveis de sofrer oxidação. Os fortes agentes químicos oxidantes utilizados na DQO conseguem quebrar todas as cadeias de carbono existentes.

Nos Tributários (Circuito do Louriçal), apresentaram valores de DQO baixos. A resolução CONAMA 357/05 para os corpos d'água de Classe 2 não apresenta valores máximos ou mínimos para DQO.

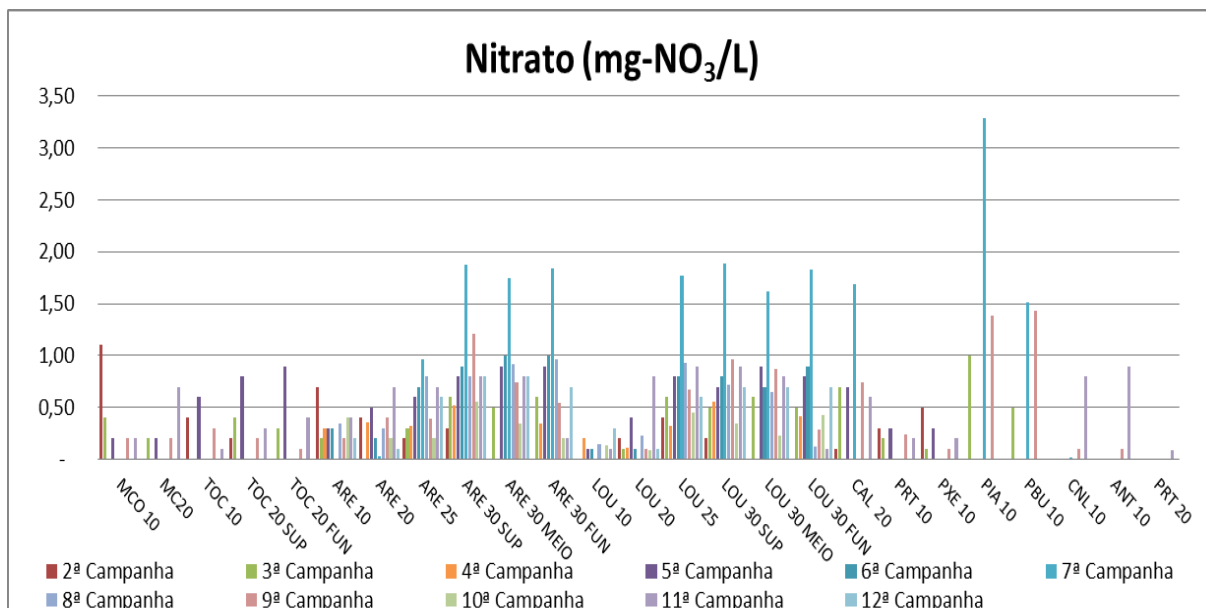


**Figura VII-16 - Resultados da Demanda Química de Oxigênio – DQO - Tributários**

### VII.2.9 - Série Nitrogenada (Nitrato, Nitrogênio Amoniacal e Nitrogênio Total).

O nitrogênio é um elemento importante para assegurar a produtividade de ambientes aquáticos e, em baixas concentrações, pode tornar-se um fator limitante. O nitrogênio amoniacal (amônia), o nitrato e o nitrito constituem-se nas principais formas inorgânicas de nitrogênio presentes na água. O Nitrogênio orgânico inclui matéria natural (proteínas, peptídeos, ácidos nucleicos, uréia) além de numerosos compostos orgânicos sintéticos.

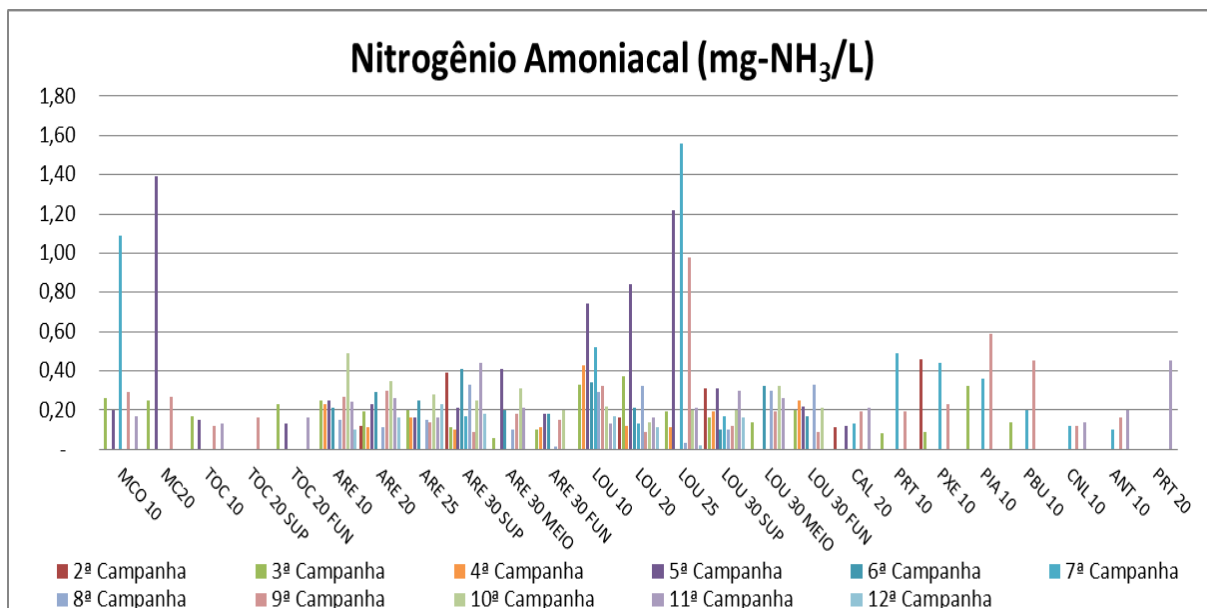
Nos Tributários (Circuito do Louriçal) as concentrações de nitrato apresentaram valores entre 0,10 e 0,80mg/L, não sendo observado situações de não conformidade com a Resolução N<sup>o</sup> 357/2005 do CONAMA, que estabelece, para águas de Classe 2, a concentração máxima de 10 mg/L.



**Figura VII-17 - Resultados de Nitrato - Tributários**

Os resultados de nitrogênio amoniacal tanto nos Tributários (Circuito do Lourical), apresentou valores entre <0,01 e 0,23mg/L, os valores permaneceram abaixo dos limite máximo permitido pela resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2 que é de 3,7mg/L para amostras com valor de pH abaixo de 7,5.

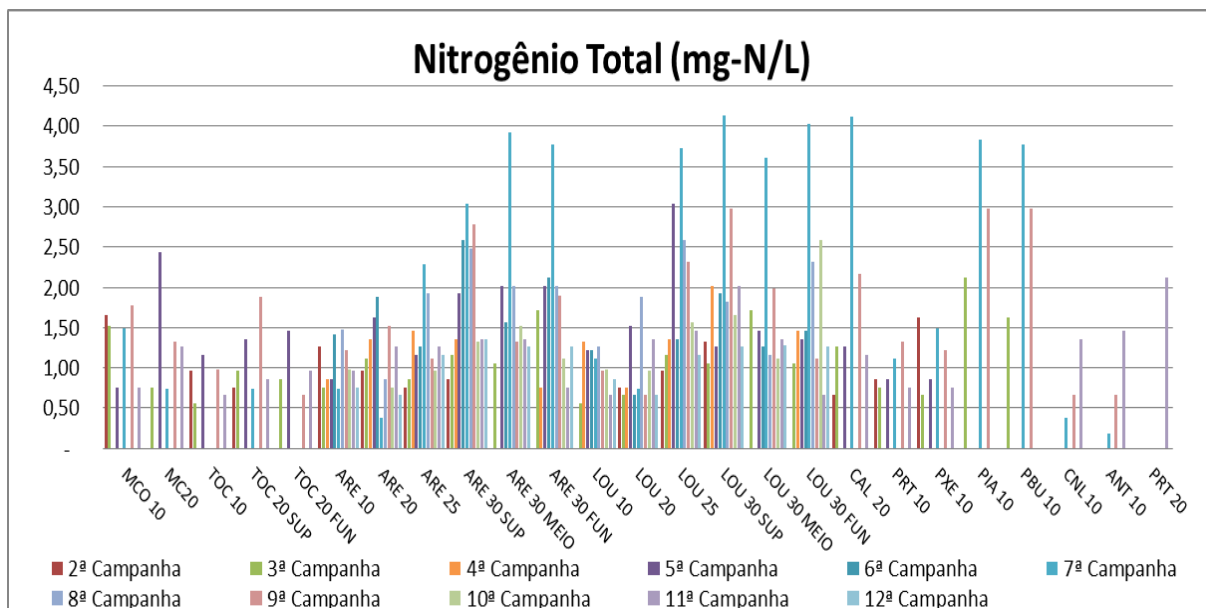




**Figura VII-18 - Resultados de Nitrogênio Amoniacal - Tributários**

O nitrogênio total é dado pela soma das frações orgânica e inorgânica dissolvidas na água. Em ambientes aquáticos o nitrogênio total é um dos principais indicadores de eutrofização, juntamente com o fósforo e a clorofila-a. A concentração de nitrogênio variou entre 0,66mg/L e 1,36mg/L nos pontos dos Tributários (Circuito do Louriçal). É importante ressaltar que com o advento da estação seca, a concentração de formas nitrogenadas aumentou e acabou se estabilizando em uma faixa de concentração praticamente constante.

Para o Nitrogênio Total, a resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2 não apresenta valores de referência.

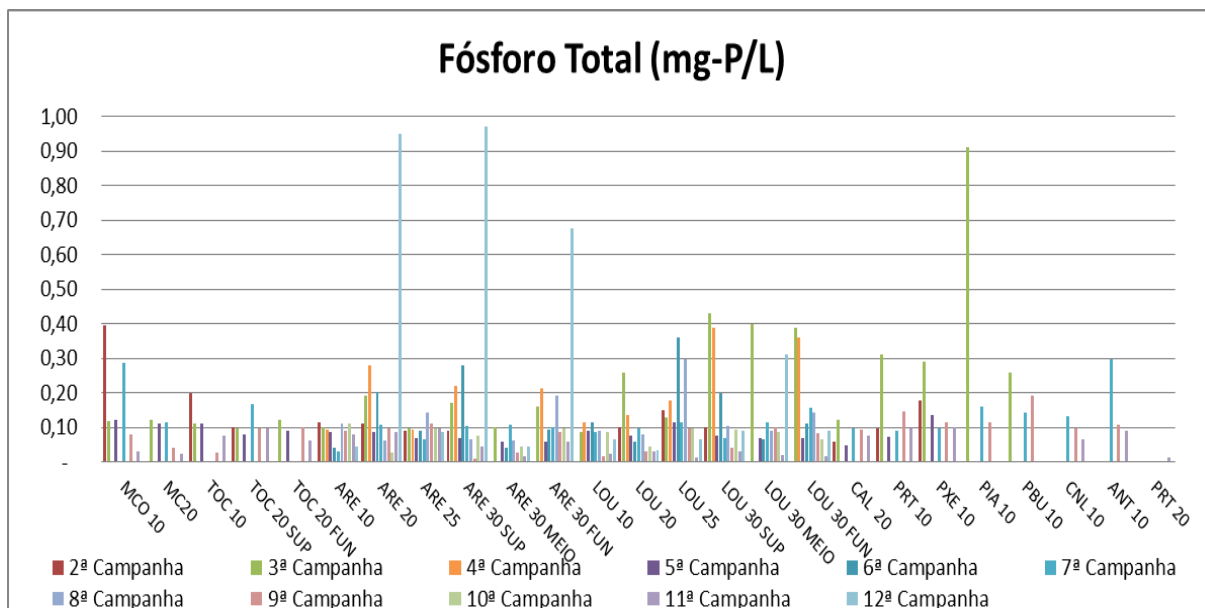


**Figura VII-19 - Resultados de Nitrogênio Total - Tributários**

### VII.2.10 - Formas Fosfatadas (Fósforo Total e Ortofosfato)

O fósforo é o principal limitante da produção primária no ambiente aquático, sendo também o principal responsável pelo processo de eutrofização artificial. Esse nutriente participa de processos fundamentais ao metabolismo dos seres vivos, tais como armazenamento de energia (molécula de ATP) e estruturação da membrana celular (fosfolipídios). A fonte primária de fósforo para o ambiente aquático está nas rochas da bacia de drenagem. No entanto, outras fontes, tais como decomposição de matéria orgânica terrestre, lançamento de esgotos, fertilizantes agrícolas, dentre outras, podem representar contribuições superiores em alguns ecossistemas.

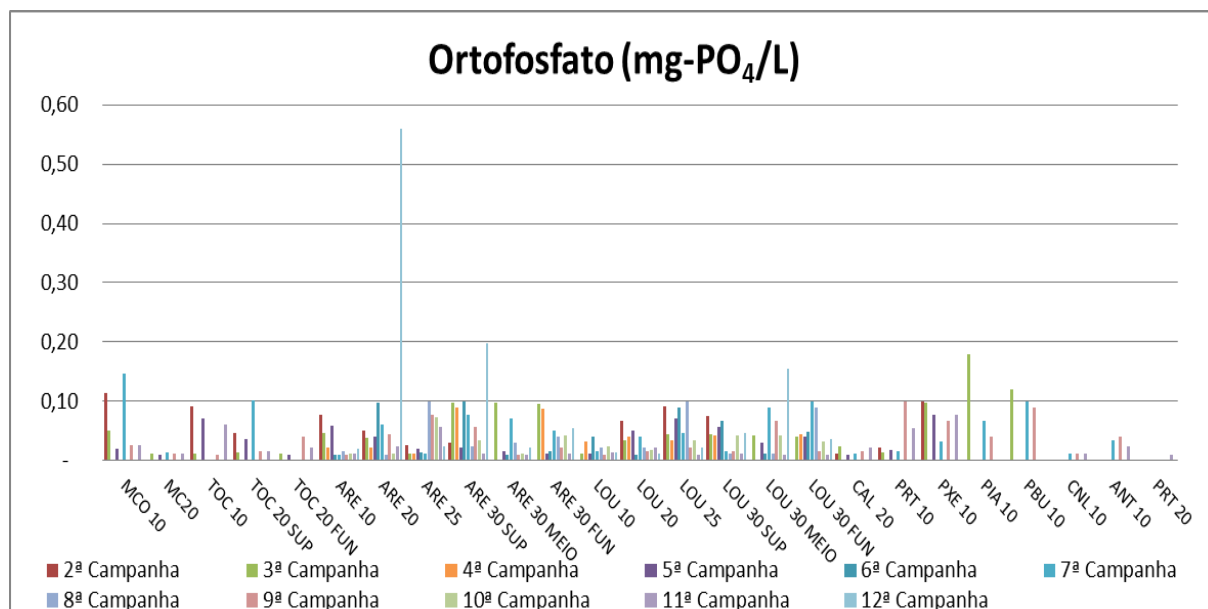
O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas. Os ortofosfatos, por outro lado são representados pelos radicais  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{HPO}_4^{-2}$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , que se combina com cátions formando sais inorgânicos nas águas.



**Figura VII-20 - Resultado de Fósforo Total - Tributários**

As concentrações de Fósforo nas amostras coletadas variaram entre 0,034mg/L e 0,972mg/L sendo que a resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de classe 2 estabelece valores até 0,03 mg/L, em ambientes lênticos e, até 0,050 mg/L, para ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico em ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários até 0,1 mg/L. Em algumas amostras observamos uma elevação considerada na concentração de fósforo, mais especificamente ARE30SUP, fatoeste corroborado com os valores de fitoplanctons. De maneira geral os demais pontos estiveram em não conformidade com a Resolução CONAMA, acompanhando o histórico das amostras.

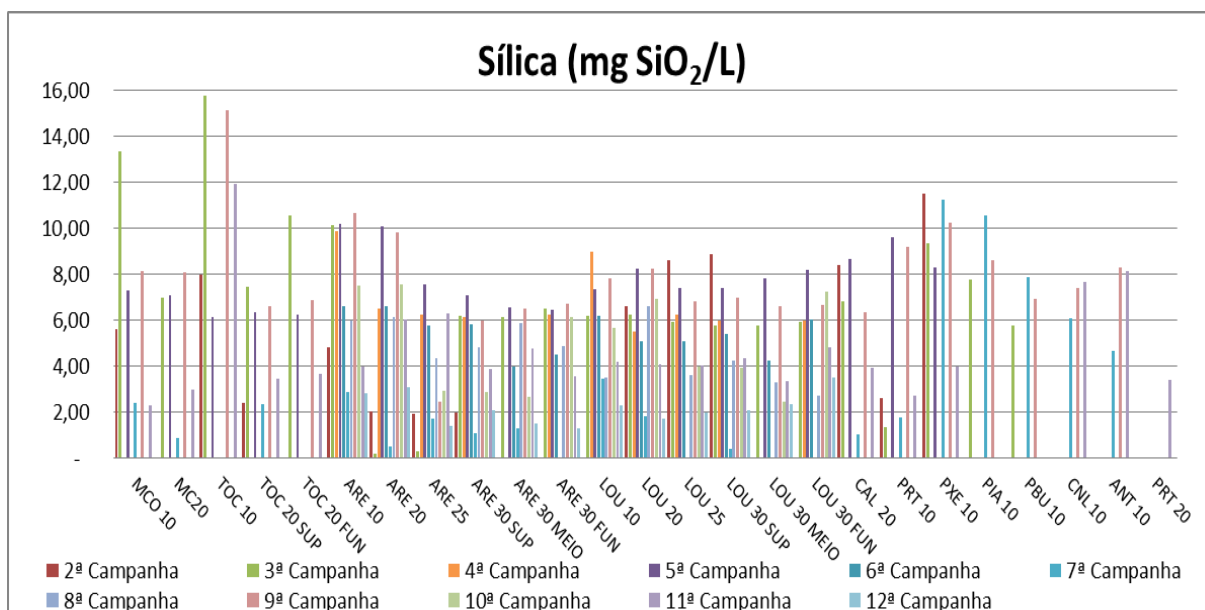
A fração de fósforo mais importante aos organismos aquáticos é ortofosfato, por ser a principal forma assimilada. Nos Tributários (Circuito do Louriçal) as concentrações de ortofosfato, ou fósforo solúvel reativo variaram entre 0,011 a 0,56mg/L, valores esses que acompanham os resultados de fósforo total, como percebido acompanhando as campanhas anteriores.



**Figura VII-21 - Resultado de Ortofosfato - Tributários**

### VII.2.11 - Sílica

A sílica presente no ambiente aquático é proveniente, principalmente, da decomposição de minerais de silicato (Esteves, 1998). É de fundamental importância para a formação de carapaças de diatomáceas, podendo ser um fator limitante ao crescimento destes organismos. Nos Tributários (Circuito do Louriçal) a concentração variou de 1,30mg/L e 3,50mg/L, acompanhando os valores históricos.

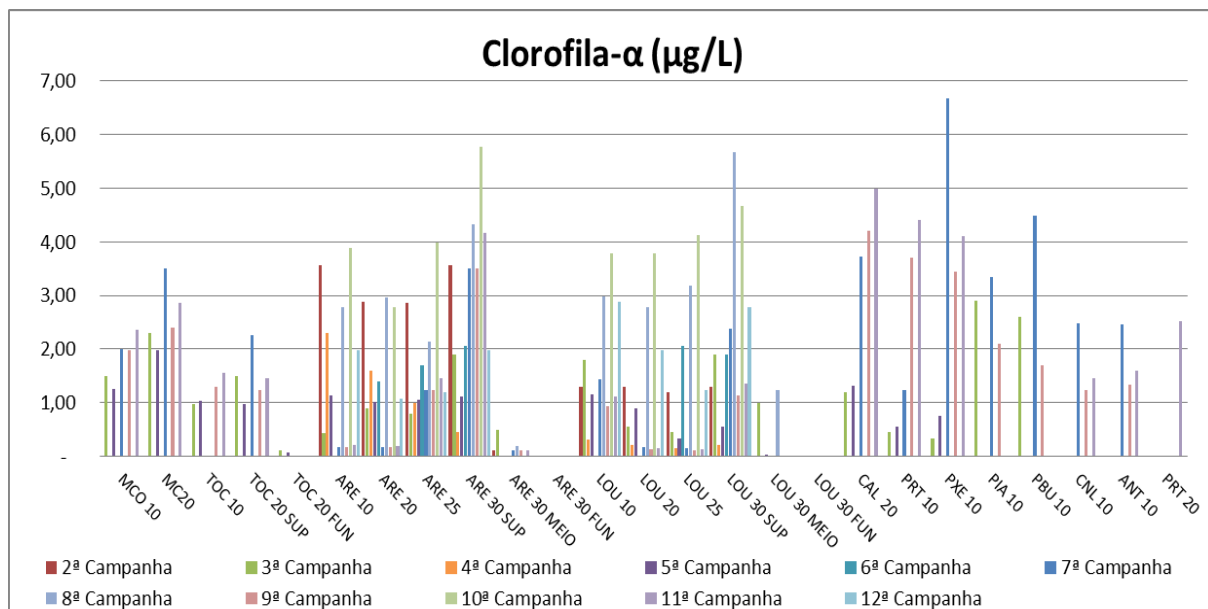


**Figura VII-22 - Resultados de Sílica - Tributários**

### VII.2.12 - Clorofila- $\alpha$

A clorofila é um dos pigmentos responsáveis pelo processo fotossintético. A clorofila a é a mais comum das clorofilas (a, b, c, e d) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas. Desta maneira clorofila a é um indicador da biomassa algal, sendo considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. Nem sempre o resultado da biomassa algal através da análise da clorofila-a expressa a realidade. Existem algas que apresentam outros tipos de pigmentos sintetizantes em quantidades significativas, que se não forem analisados não traduzem a real situação da comunidade fitoplanctônica. Além disso, como as moléculas de clorofila não são estáveis, dependendo das condições do meio, tais como mudanças de pH, temperatura e luminosidade excessiva, elas podem sofrer degradação, originando produtos conhecidos como feo-pigmentos. A feofitina é o produto de degradação da clorofila-a e pode interferir nas medidas deste pigmento, pois absorve a luz na mesma faixa do espectro da luz visível que a clorofila-a.

Não foram detectadas situações de não conformidade com a Resolução N<sup>o</sup> 357/2005 do CONAMA, que estabelece um limite máximo de 10µg/L para águas de Classe 2.



**Figura VII-23 - Resultados de Clorofila-a - Tributários**

### VII.2.13 - Perfil da Coluna D'Água

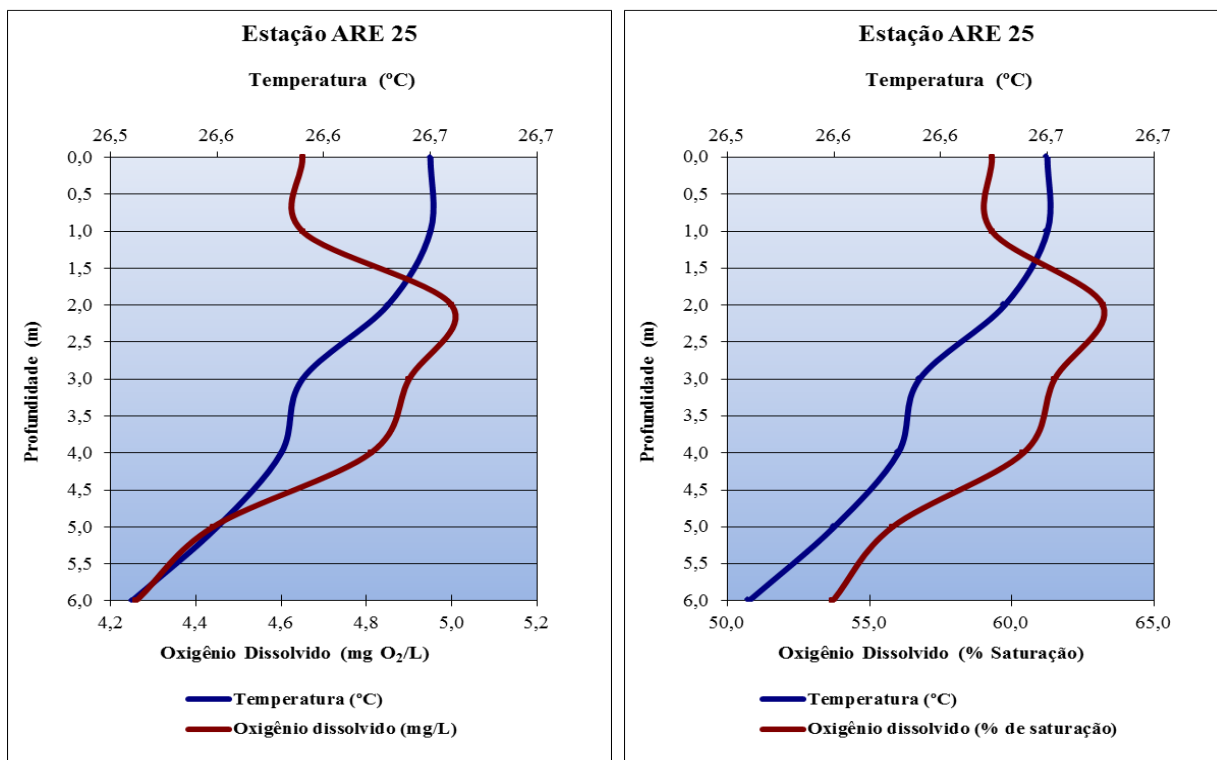
Não é raro encontrar ao mesmo tempo condições aeróbicas e anaeróbicas em partes diferentes do mesmo lago, particularmente no verão, devido à ocorrência de uma estratificação estável em camadas de água diferenciadas. A água próxima da superfície do lago é aquecida através da absorção de luz solar por materiais biológicos, enquanto a parte que está abaixo do nível de penetração da luz solar permanece fria. Como a água morna é menos densa que a água fria, a camada superior “flutua” sobre a camada inferior, ocorrendo pouca transferência de massa entre elas.

A camada superior geralmente contém níveis de oxigênio dissolvido próximos à saturação (solubilidade), condição que se deve tanto ao seu contato com o ar quanto à presença de O<sub>2</sub> produzido na fotossíntese das algas e plantas aquáticas. As

condições da camada superior são aeróbicas e, conseqüentemente, os elementos dessa região existem em suas formas mais oxidadas.

Perto do fundo ocorre depleção do oxigênio, visto que não existe contato com o ar e que o O<sub>2</sub> é consumido na decomposição de material biológico abundante. Sob tais condições anaeróbicas, os elementos químicos existem em suas formas mais reduzidas.

Outros fatores como pH, Turbidez e Condutividade Elétrica são importantes para verificação da estratificação do meio, revelando-se como importantes para verificação das condições do ambiente. Abaixo estão os perfis dos pontos de coleta, ARE25, ARE30, LOU30 e LOU25.





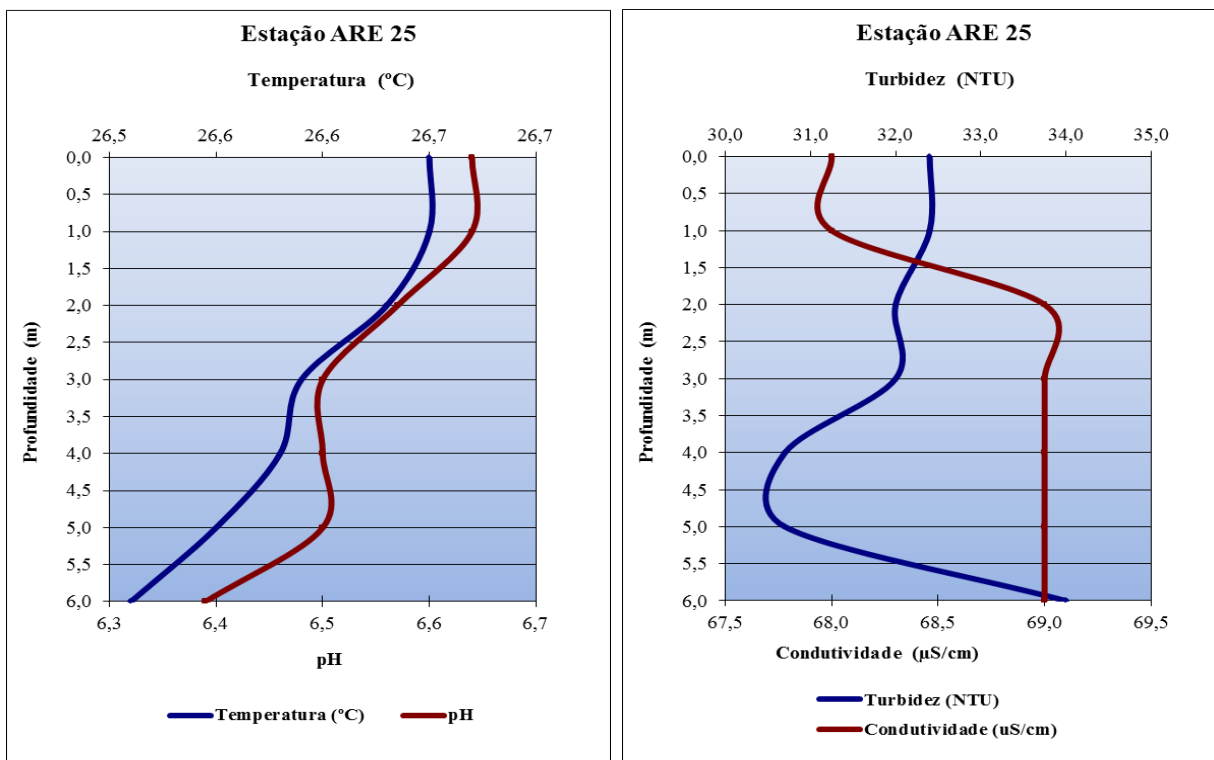


Figura VII-24 - Perfis ponto ARE 25

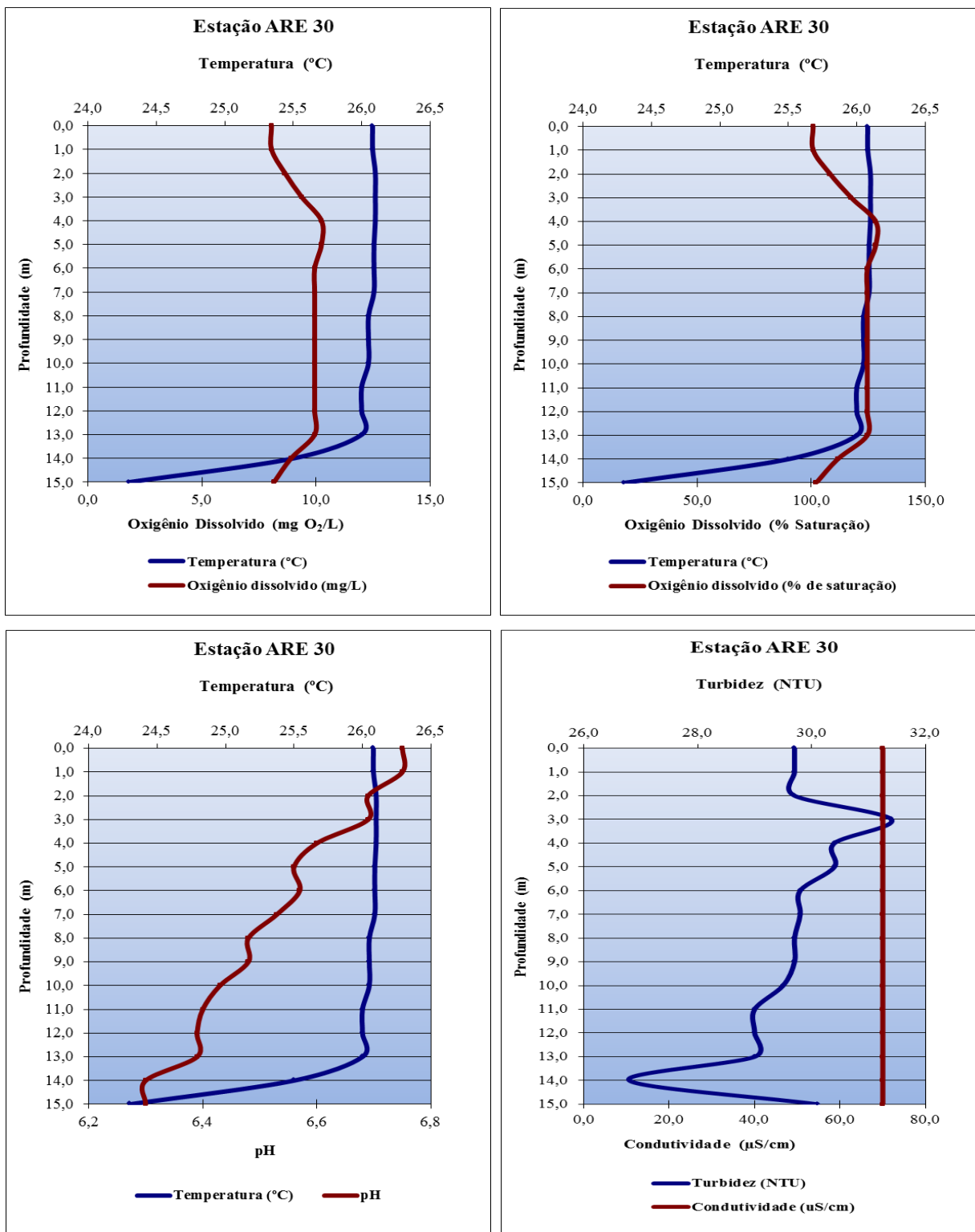


Figura VII-25 - Perfis ponto ARE 30

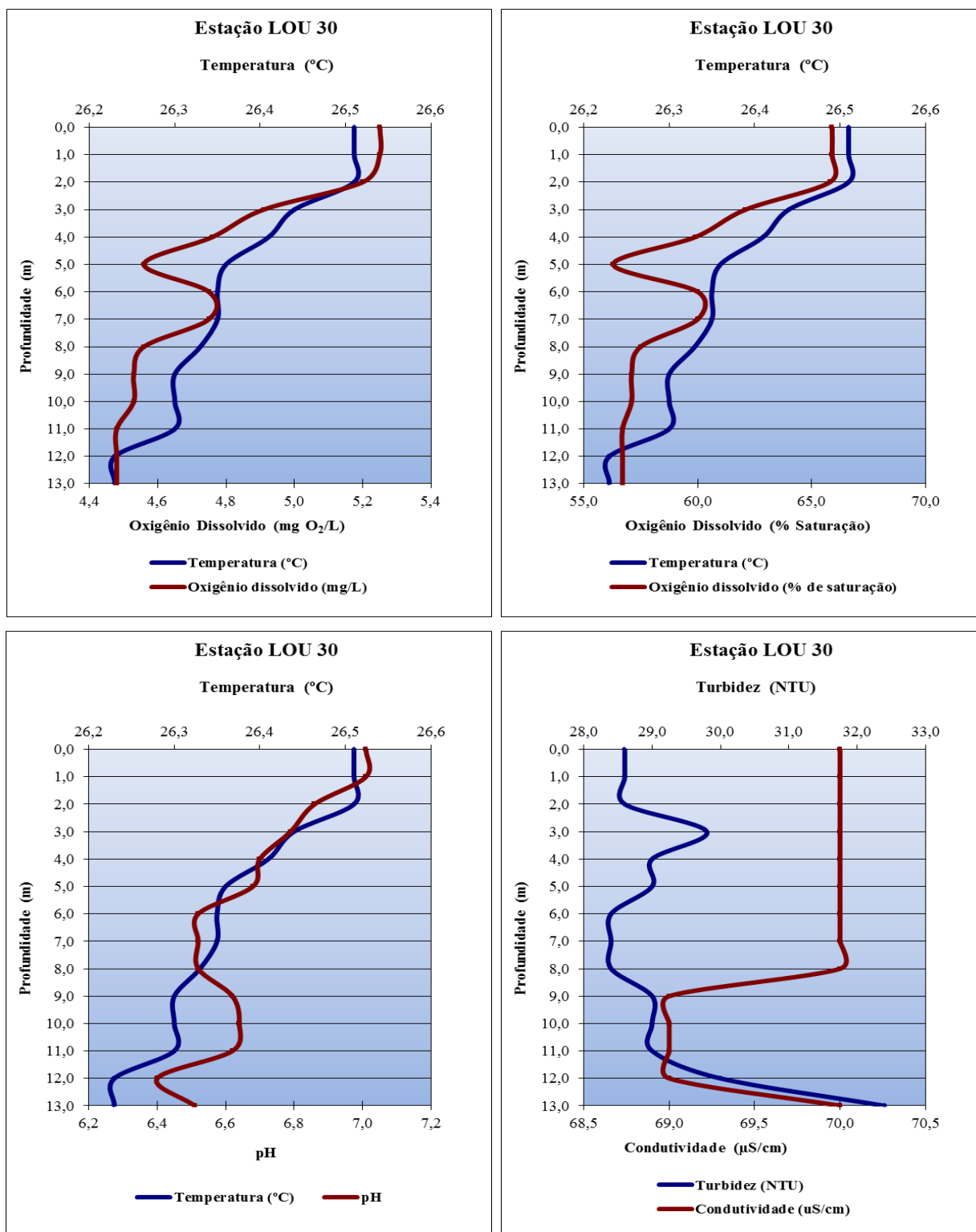


Figura VII-26 - Perfis ponto LOU 30

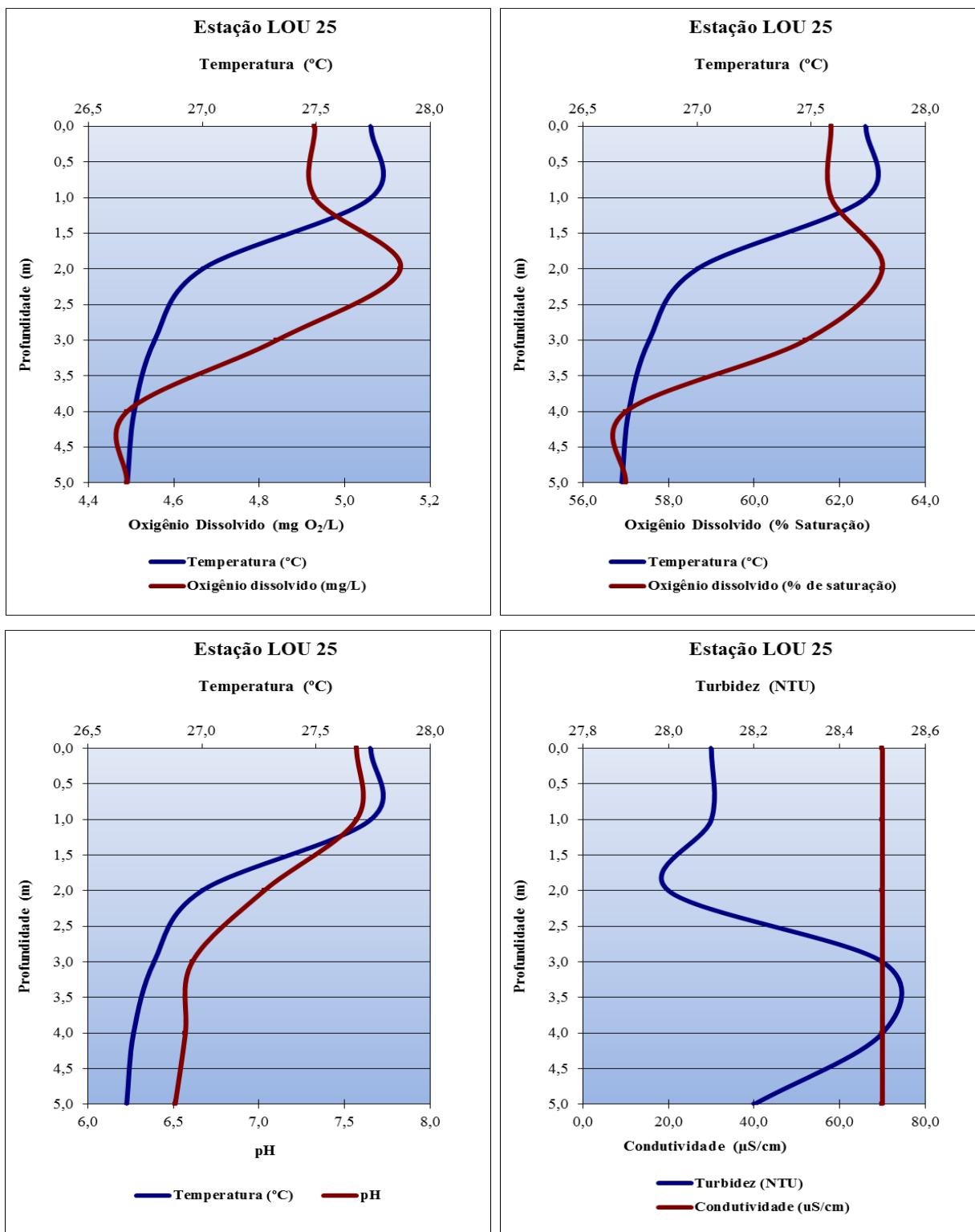


Figura VII-27 - Perfis ponto LOU 25

## VII.2.14 - Coliformes Totais e Termotolerantes

O grupo dos coliformes é formado por diversos géneros de bactérias que pertencem à família *Enterobacteriaceae*. A definição histórica deste grupo foi baseada no método utilizado para a sua detecção, fermentação da lactose, e não sobre os princípios da bacteriologia sistemática. Por conseguinte, quando a técnica de fermentação é utilizada, este grupo é definido como sendo todos anaeróbios facultativos, gram negativos, em forma de bastonetes e não formadores de esporos.

O grupo dos coliformes totais incluem as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, que fermentam a lactose com formação de gás e ácido durante 48 horas a 35°C. O grupo inclui cerca de 20 espécies, dentre as quais encontram-se tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e outros animais de sangue quente, como também diversos géneros e espécies de bactérias não entéricas, como *Serratia* e *Aeromonas*, por exemplo.

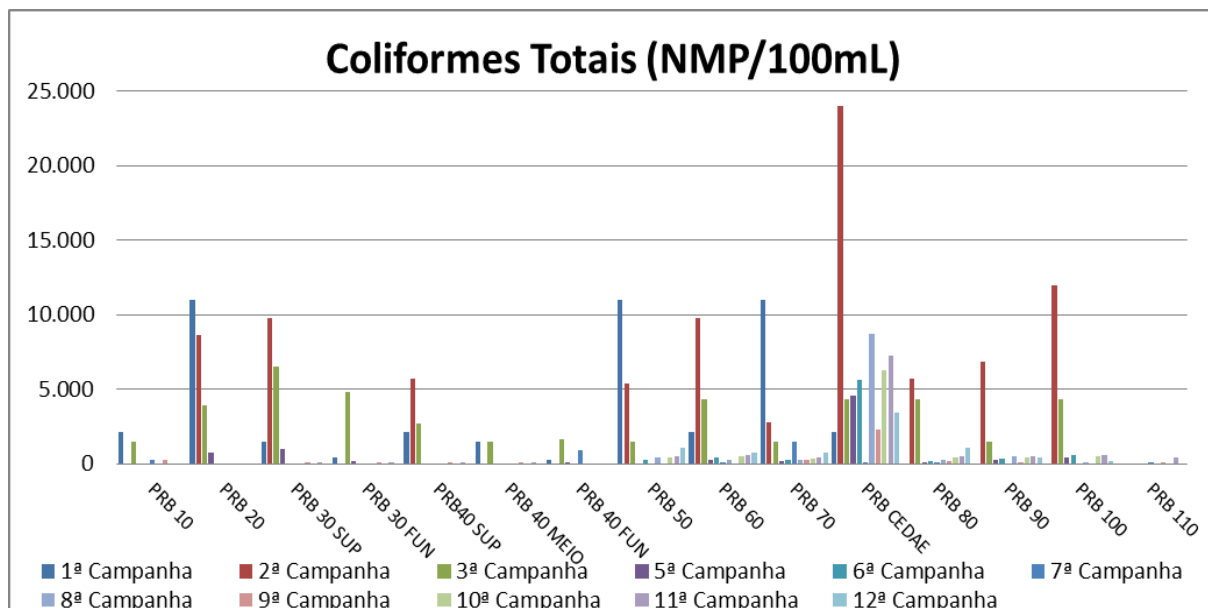
Na técnica de fermentação de tubos múltiplos, o grupo dos coliformes termotolerantes, que foram tradicionalmente chamados de **coliformes fecais**, é identificado pela sua capacidade de fermentar a lactose para produzir gás a 44,5 °C, sendo este também pertencente ao grupo dos Coliformes Totais. A definição é a mesma de coliformes totais, porém, restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 44,5°C. Esta definição objetivou, em princípio, selecionar apenas os coliformes originários do trato gastrointestinal. Atualmente sabe-se, entretanto, que o grupo dos coliformes fecais inclui pelo menos três géneros, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, dos quais dois (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem cepas de origem não fecal.

Cerca de 95% dos coliformes existentes nas fezes humanas e de outros animais são *E. coli* e, dentre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, dentro do grupo dos coliformes fecais, *E. coli* é a mais conhecida e a mais facilmente diferenciada dos membros não fecais. Todos os demais membros do grupo têm uma associação duvidosa com a contaminação fecal e *E. coli*, embora também possa ser introduzida

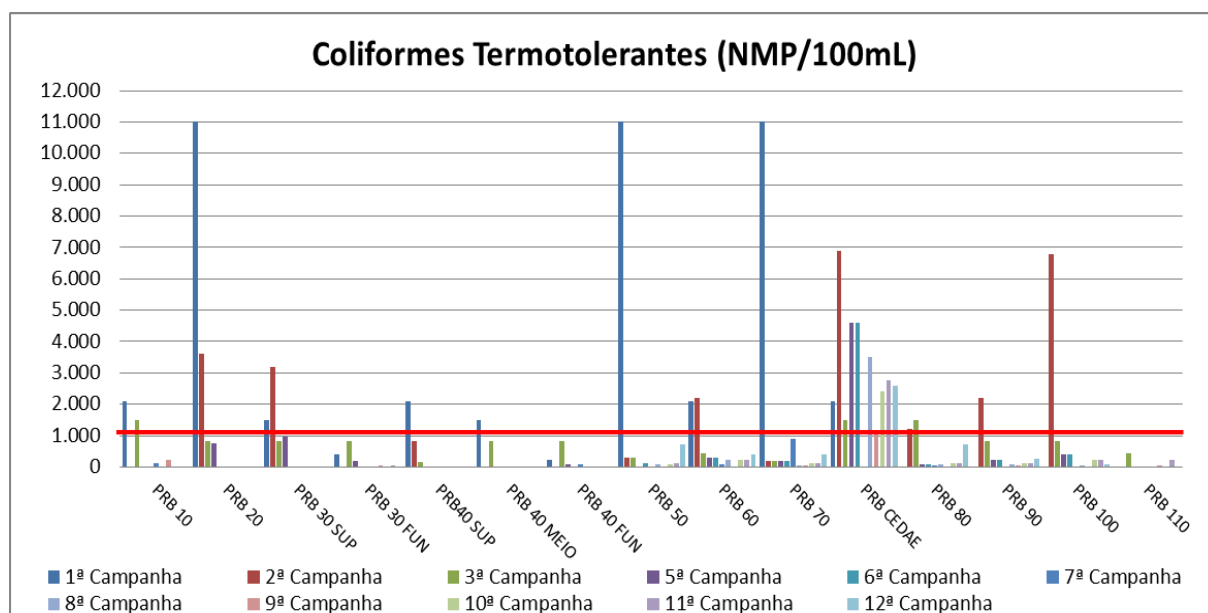
a partir de fontes não fecais, é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o momento. Por esse motivo, as tendências atuais se direcionam no sentido da detecção específica de *E. coli*, com o desenvolvimento de diversos métodos que permitem a enumeração rápida dessa espécie diretamente.

Quando os tubos múltiplos são utilizados na técnica da fermentação, a densidade de coliformes pode ser estimada utilizando a tabela do número mais provável (NMP). Este número é baseado em fórmulas de probabilidade, sendo uma estimativa da densidade média de coliformes na amostra. Dessa forma o número de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli* podem ser diferentes quanto ao resulta final ou podem ser iguais, pois a *E. coli* está dentro do grupo dos Coliformes Termotolerantes e este se encontra dentro do grupo dos Coliformes Totais. Sendo assim quando os resultados são iguais é devido ao fato da contaminação ser estritamente fecal.

Apesar de ter apresentado resultados de coliformes tanto totais quanto termotolerantes, para todos os valores de atenderam à resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água de Classe 2, que estabelece como limite máximo permitido 1.000NMP/100mL. Das amostras coletadas e analisadas que apresentaram valores superiores ao limite máximo estabelecido pela resolução foi apenas o ponto PRB CEDAE.



**Figura VII-28 - Resultados de Coliformes Totais – Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013.**



**Figura VII-29 - Resultados de Coliformes Termotolerantes – Resolução ANA nº 713, de 11 de Junho de 2013**

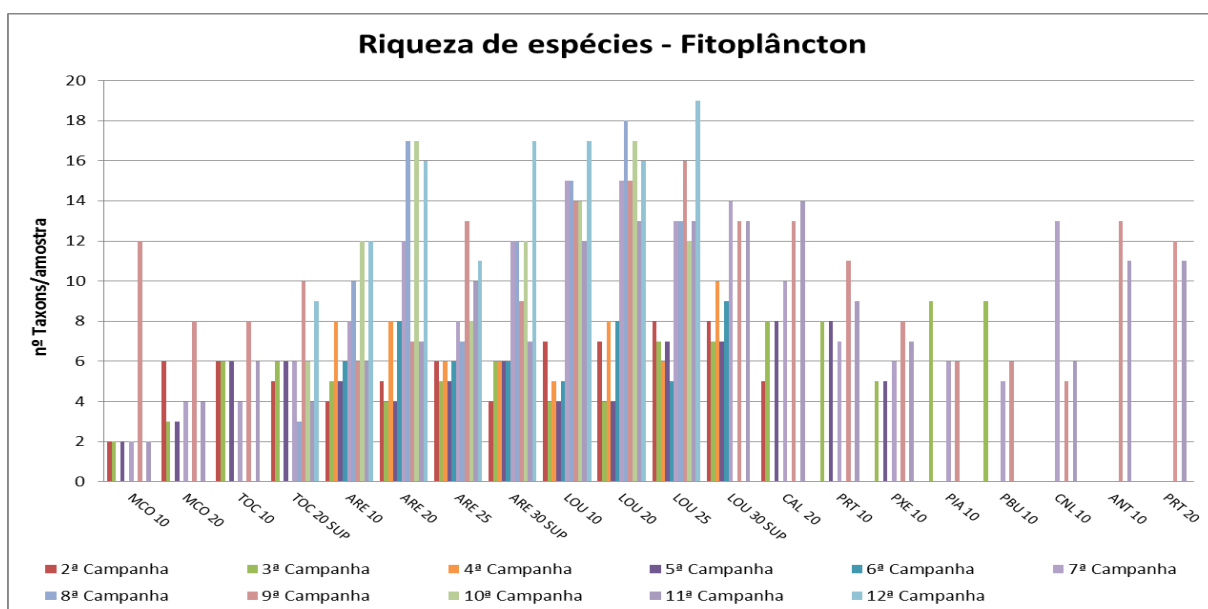


## VII.2.15 - Fitoplâncton

Nas amostras coletadas, foi registrado um total de 33 táxons, presentes nas seguintes classes:

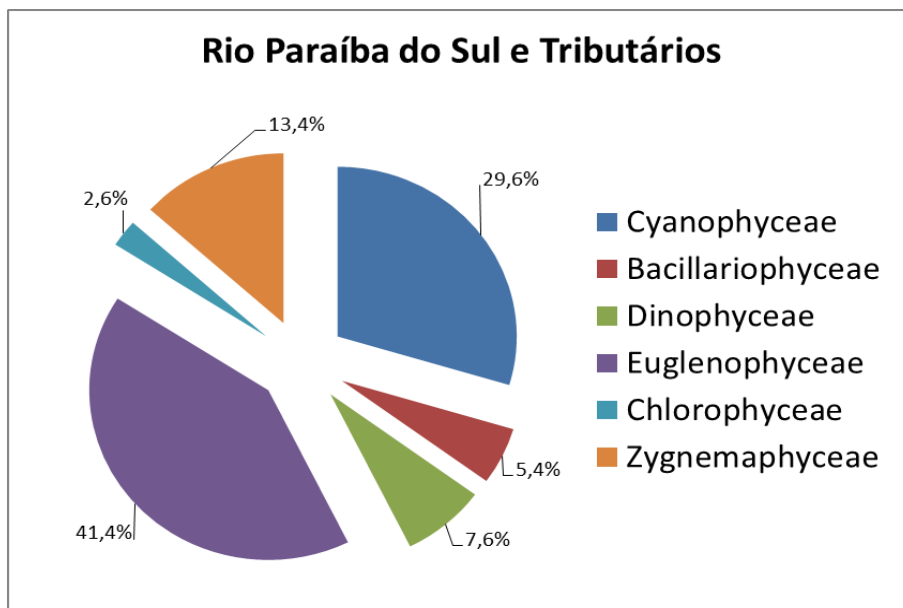
Cyanophyceae (6); Bacillariophyceae (7); Dinophyceae (3); Euglenophyceae (6); Chlorophyceae (6); Zygnemaphyceae (5).

Em termos de riqueza, as cianobactérias foram os principais táxons encontrados, abaixo está apresentado o gráfico da Riqueza de espécies:



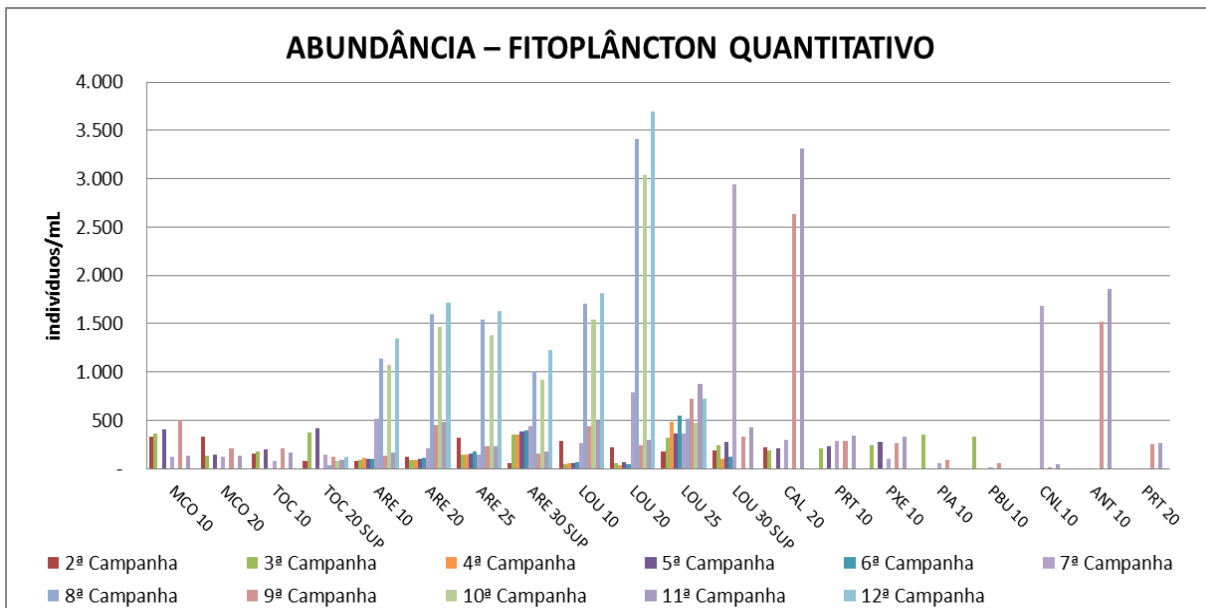
**Figura VII-30 – Riqueza de espécies – Fitoplâncton - Tributários**

O gráfico abaixo apresenta de forma mais clara a contribuição e a ocorrência de cada grupo no total de amostras coletadas nos Tributários.

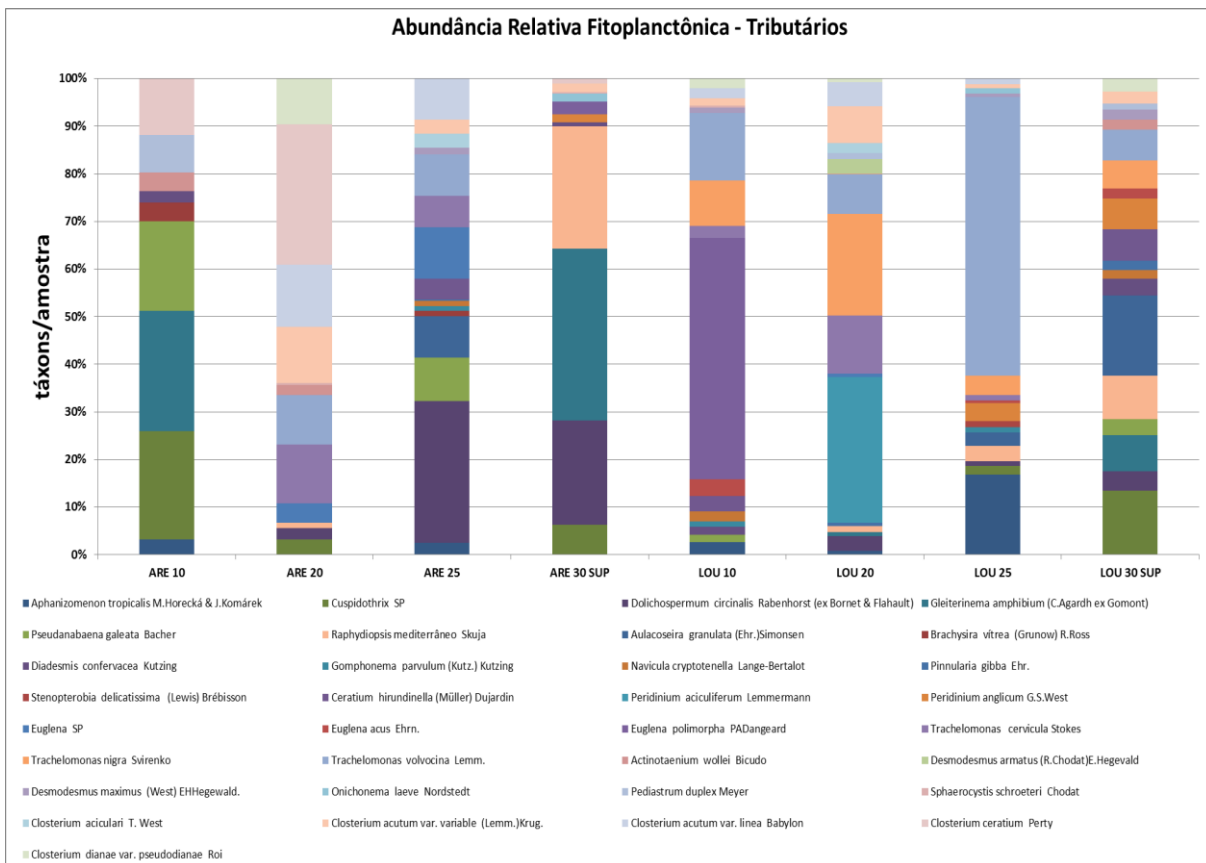


**Figura VII-31 – Porcentagem de contribuição, em número de táxons de Fitoplâncton nos Tributários (Circuito do Lourical).**

A abundância das populações de algas registradas ao longo do nos Tributários (Circuito do Lourical) não variaram significativamente entre as campanhas, havendo maior população no ponto LOU 20, abaixo estão apresentados os gráficos de abundância total e relativa:



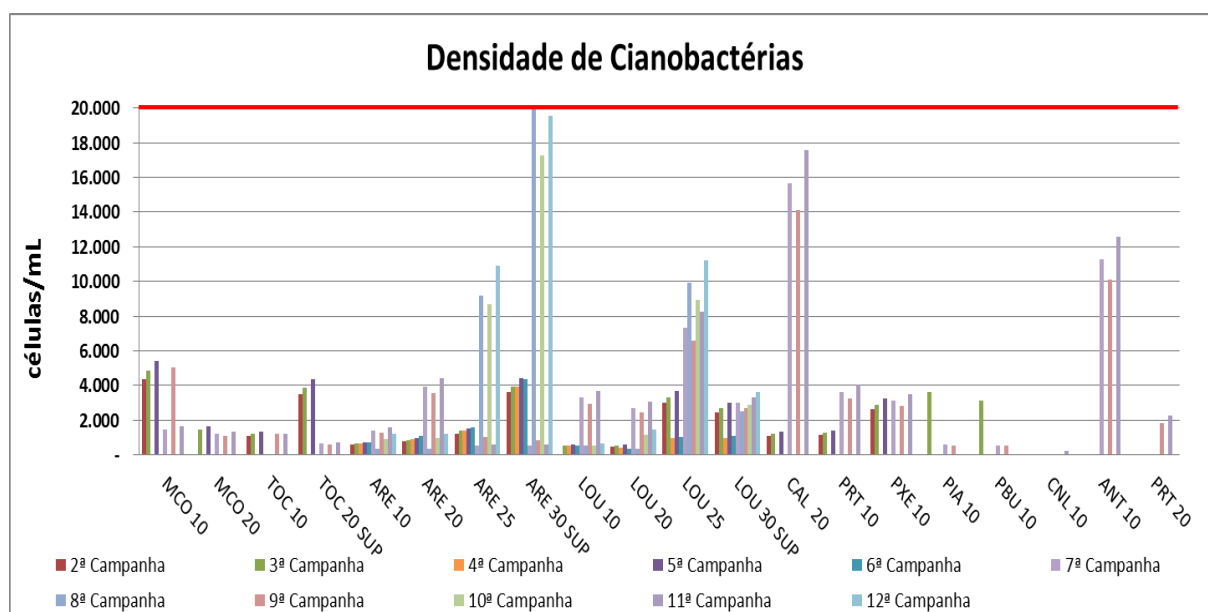
**Figura VII-32 – Abundância de Fitoplâncton - Tributários.**



**Figura VII-33 – Abundância Relativa Fitoplancônica - Tributários.**

Na análise quantitativa ocorreu presença de Cyanophyceae (cianobactérias) potencialmente tóxicas representando as espécies com maior n° de cel/mL, onde nenhuma das amostras apresentou valores superiores ao valor máximo permitido para águas de Classe II, apenas o ponto ARE30SUP, apresentou valores muito próximos ao limite superior.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil 2005), 20.000 células /mL é o valor máximo permitido para cianobactérias em águas de abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, irrigação e recreação (classe II). Enquanto que 50.000 células/mL é o limite em águas para consumo humano, após tratamento convencional, irrigação e recreação de contato primário (classe III). Além disto, como muitas cianobactérias são potencialmente produtoras de toxinas (cianotoxinas) é necessário à verificação de efeito tóxico agudo a outros organismos quando a densidade células ultrapassa os valores estabelecidos.

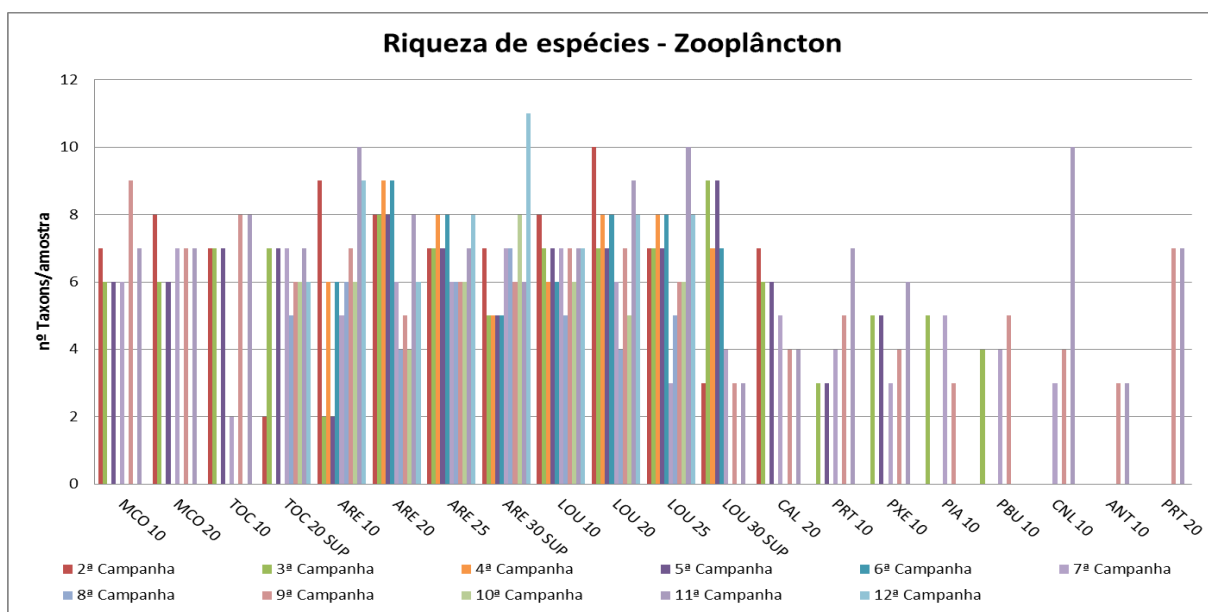


**Figura VII-34 – Densidade de Cianobactérias - Tributários.**

## VII.2.16 - Zooplâncton

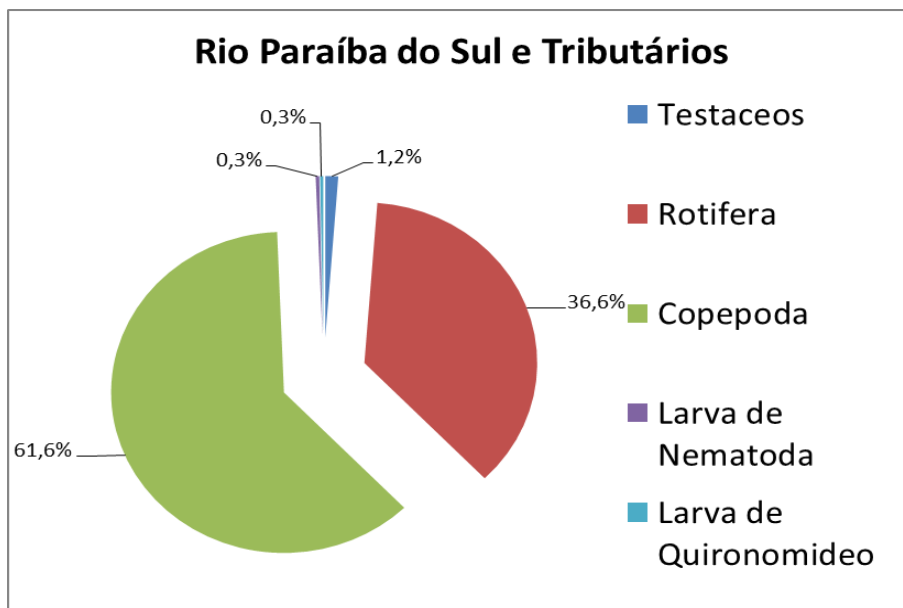
A quantidade de zooplâncton para o período amostral foi de 24 táxons, sendo Testáceos (2), Rotíferos (14), Copépodos (6), Larva de Nematoda (Vida Livre) e Larva de Quironomídeo.

Em termos de riqueza, os Rotíferos foram os principais táxons encontrados, abaixo está apresentado o gráfico da Riqueza de espécies:



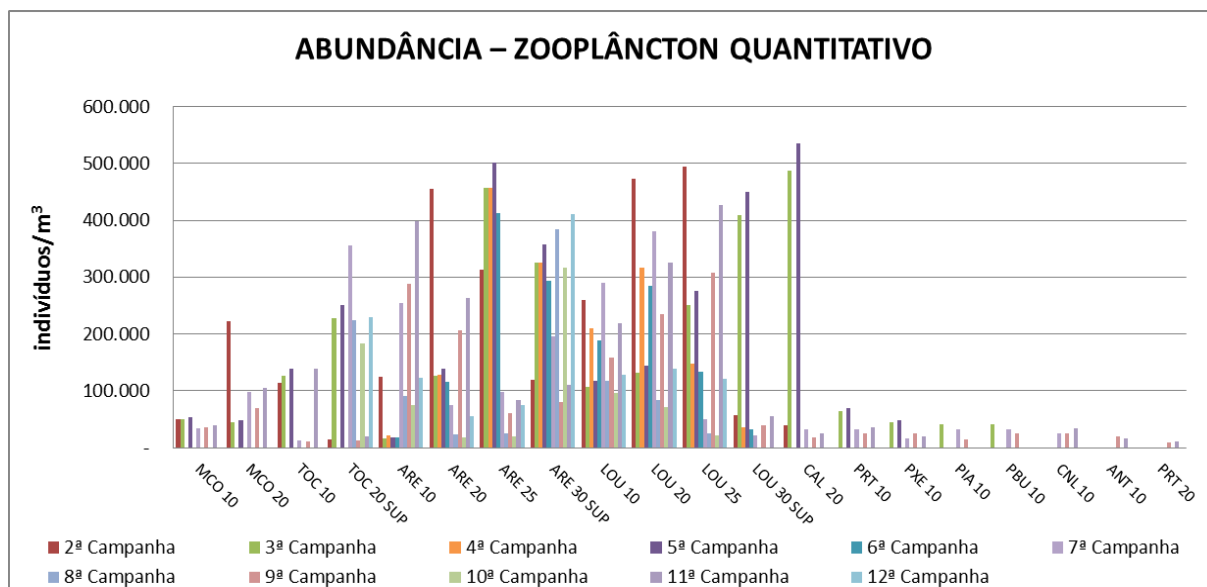
**Figura VII-35 – Riqueza de espécies – Zooplâncton - Tributários**

O gráfico abaixo apresenta de forma mais clara a contribuição e a ocorrência de cada táxon no total de amostras coletadas nos Tributários (Circuito do Lourçal).

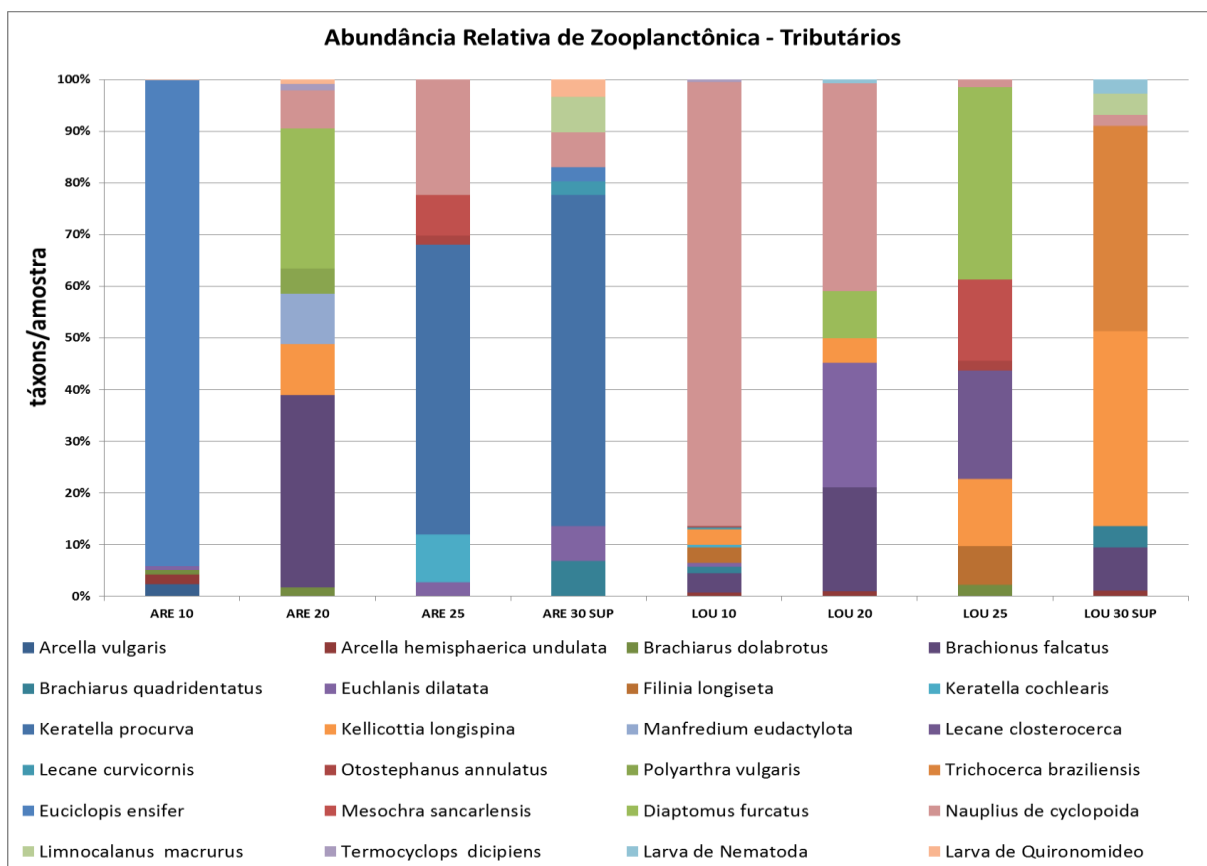


**Figura VII-36 – Porcentagem de contribuição, em número de táxons de zooplâncton, nos Tributários (Circuito do Louriçal).**

A abundância das populações de algas registradas ao longo dos Tributários (Circuito do Louriçal) variou entre 56.036,0 (ARE 25) e 411.325,0ind/m<sup>3</sup> (LOU 10), abaixo estão apresentados os gráficos de Abundancia total e relativa:



**Figura VII-37 – Abundância de Zooplâncton - Tributários.**



**Figura VII-38 – Abundância Relativa de Zooplânctônica - Tributários.**

A comunidade zooplânctônica é controlada por uma série de fatores físicos (luz), químicos (concentrações de nutrientes), hidrológicos e biológicos. Em rios, o efeito de fatores hidrológicos como descarga e tempo de residência é de fundamental importância, além da quantidade de material em suspensão (Thorp & Casper 2003). O plâncton de rios é somente abundante quando o tempo de residência permite tempo suficiente para crescimento e reprodução (Lair & Reys-Marchant 1997). Entretanto, vários estudos têm sugerido que o zooplâncton de rios ocupa um importante papel nas cadeias tróficas, contribuindo para a produção secundária e possibilitando o fluxo de energia do fitoplâncton para níveis tróficos mais elevados (Mwebaza-Ndawula et al. 2005). A densidade de organismos zooplânctônicos em ambientes lóticos é bem menor quando comparada a sistemas lênticos com



concentrações semelhantes de nutrientes e clorofila (Pace et al. 1992; Thorp et al. 1994).

## VIII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório é referente à campanha 12ª campanha (campanha Louriçal 12 + TVR - Trecho de Vazão Reduzida) do Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do AHE Simplício. Este programa é a segunda fase desse monitoramento, chamada de Fase Enchimento dos reservatórios que formam o AHE Simplício. O esforço amostral e de análises envolvidos neste relatório encontra-se em conformidade com o documento Termo de Referência do Edital CO.DAQ.G.00005.2012.

Foram amostradas todas as 15 estações programadas originalmente nos Tributários (Circuito do Louriçal) e Paraíba do Sul. Os resultados físico-químicos e biológicos obtidos nas campanhas foram comparados com as diretrizes ambientais do Ministério do Meio Ambiente para enquadramento dos corpos d'água (Resolução Nº 357/2005 do CONAMA).

Situações de não conformidade com a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA foram observadas apenas para o DBO no ponto PRBCEDAE, evidenciando presença de matéria orgânica nesse ponto.

Os valores de Fósforo Total em praticamente todos os pontos coletados apresentaram resultados elevados evidenciando que esta presença não é pontual, pois em todas as campanhas está ocorrendo de forma repetitiva este parâmetro bem como os parâmetros Nitrogenados que estão reduzindo após ter sido notado aumento inesperado com o passar do tempo. Com relação aos resultados de Clorofila- $\alpha$ , houve uma estabilização das concentrações, fato este que não corroborados com os resultados de fitoplâncton, uma vez que foi notada elevação da concentração.

Outro parâmetro importante e que merece esclarecimentos são os Coliformes Totais e Termotolerantes que em diversas campanhas apresentaram resultados

iguais, sendo este fato extremamente normal tecnicamente uma vez que quando tubos múltiplos são utilizados na técnica da fermentação, a densidade de coliformes é estimada utilizando a tabela do Número Mais Provável (NMP). Este número é baseado em fórmulas de probabilidade, sendo uma estimativa da densidade média de coliformes na amostra. Dessa forma o número de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *E. coli* podem ser diferentes quanto ao resulta final ou podem ser iguais, pois a *E. coli* está dentro do grupo dos Coliformes Termotolerantes e este se encontra dentro do grupo dos Coliformes Totais. Sendo assim quando os resultados são iguais é devido ao fato da contaminação ser estritamente fecal.

Para coliformes termotolerantes, pudemos observar resultado acima do limite no ponto PRBCEDAE.

Ao longo do período do monitoramento, a comunidade fitoplanctônica dos pontos amostrados foi formada por cianobactérias (Cyanobacteria), crisofíceas (Chrysophyceae), diatomáceas (Bacillariophyceae), dinoflagelados (Dinophyceae), protistas (Euglenophyceae), algas verdes (Chlorophyceae) e desmídias (Zygnematophyceae), onde as Euglenophyceae representam 41,4% de todos os organismos encontrados nesta amostragem, tendo como ponto de maior concentração o LOU20.

Cianobactérias têm sido registradas em rios, especialmente em períodos de reduzida descarga ou sendo favorecidas pela presença de reservatórios ou lagos ao longo dos rios e tributários, que criam ambientes mais favoráveis ao seu desenvolvimento. De maneira geral, não houve muita variação entre as espécies dominantes ao longo da coleta. Devido à elevada turbulência e pouca luminosidade (causada pela grande quantidade de material em suspensão), ambientes lóticos tendem a selecionar espécies pequenas e de crescimento rápido, bem como aquelas com elevada tolerância a pouca disponibilidade luminosa.

A comunidade zooplanctônica dos pontos amostrados foi formada por testaceos, rotíferos, copépodos, larvas de nematoda e larvas de quironomideo, onde os copépodos representaram 61,6% do total de indivíduos das amostras coletadas. O desenvolvimento e a reprodução dos copépodos de água doce são influenciados por

fatores intrínsecos, inerentes a cada espécie, e por fatores externos, dentre os quais se destacam a temperatura e o alimento.

A comunidade zooplanctônica é controlada por uma série de fatores físicos (luz), químicos (concentrações de nutrientes), hidrológicos e biológicos. Em rios, o efeito de fatores hidrológicos como descarga e tempo de residência é de fundamental importância, além da quantidade de material em suspensão. O plâncton de rios é somente abundante quando o tempo de residência permite tempo suficiente para crescimento e reprodução. Entretanto, vários estudos têm sugerido que o zooplâncton de rios ocupa um importante papel nas cadeias tróficas, contribuindo para a produção secundária e possibilitando o fluxo de energia do fitoplâncton para níveis tróficos mais elevados. A densidade de organismos zooplanctônicos em ambientes lóticos é bem menor quando comparada a sistemas lênticos com concentrações semelhantes de nutrientes e clorofila.

Em síntese, com relação às comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e macrófitas é cedo para inferir quanto a influências de sazonalidade, é de suma importância a continuidade do monitoramento para que sejam observadas possíveis alterações durante a estabilização dos reservatórios, contudo, já podemos notar um aumento na presença de bancos macrófitas, principalmente ao longo do rio Paraíba do Sul, mais especificamente no reservatório da AHE-Anta.

## **IX - EQUIPE TÉCNICA**

Para a realização dos serviços de coleta de amostras e análises laboratoriais, objeto deste relatório, a AQUALIT teve à sua disposição uma equipe altamente qualificada e com notória experiência, conforme exige o caráter técnico do trabalho.

A Coordenação Geral do projeto está a cargo do Biólogo Mestre em Ecologia e Recursos Naturais Rodrigo De Filippo (CRBIO-1 - 003783/01-D), que possui vasta experiência em monitoramentos ambientais, as amostragens serão supervisionadas pelos biólogos Dr<sup>o</sup> Nathan Oliveira Barros e/ou Dr<sup>a</sup>. Raquel Fernandes Mendonça, ambos Doutores em Ecologia com ampla experiência comprovada não gerando ônus à Contratante.

As análises de Fitoplâncton foram realizadas pela Bióloga Mestre em Ecologia a Sr<sup>a</sup> Maria Regina R. Nascimento Bessa, as análises de Zooplâncton foram realizadas pela Doutoranda em Ciências Ambientais a Sr<sup>a</sup> Geórgia Ribeiro Silveira de Sant'Ana e para as análises de Zoobentos ficam a cargo do Mestre em Ecologia do Sr<sup>o</sup> Carlos Roberto Alves dos Santos.

O Coordenador de Equipe de Coleta e Gerente Técnico, Químico Industrial o Sr<sup>o</sup> Cassiano Pacheco da Silva, Mestrando em Engenharia do Meio Ambiente, será responsável pela conduta técnica dos trabalhos, dando ênfase aos conceitos, procedimentos e critérios a serem adotados, atuando em estreita sintonia com as demandas das equipes/coordenações das coletas e análises laboratoriais e confecção do relatório.

A Responsabilidade Técnica pelas atividades ficará a cargo da Bioquímica e Farmacêutica Cláudia Emília Pereira Martins CRF/GO n<sup>o</sup> 2413 e Wanderlei Elias Perez CRF/GO n<sup>o</sup> 1250 (Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás), cuja atuação ao longo de mais de 35 anos na área de análises e ensaios físico-químicos e microbiológicos, tanto em atuação quanto em coordenação, garantem a plena qualidade dos serviços realizados.

A Gerência da Qualidade fica sob a Eng<sup>a</sup> de Alimentos Thaíssa Machado Elias (pós graduada em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar – FEA/UNICAMP), respondendo pela manutenção do Reconhecimento da Rede Metrológica Goiás na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração e Acreditação junto ao INMETRO.

Toda a equipe é composta por um grupo com sólida experiência em análises laboratoriais e atividades correlatas, abrangendo profissionais tanto de nível técnico quanto de nível superior, conforme apresentado Tabela IX - 1 seguir.

**Tabela IX-1 - Equipe Técnica**

<b>Profissional</b>	<b>Formação</b>	<b>Atuação</b>
Rodrigo De Filippo (CRBIO-1 - 003783/01-D)	Biólogo Mestre em Ecologia e Recursos Naturais	Coordenador Geral do Projeto

<b>Profissional</b>	<b>Formação</b>	<b>Atuação</b>
Drº Nathan Oliveira Barros (CRBIO 4 – 057283/04-D)	Biólogo Doutor	Coordenador de Campo
Drª. Raquel Fernandes Mendonça (CRBIO 4 – 057282/04-D)	Biólogo Doutor	Coordenador Campo
Maria Regina R. Nascimento Bessa (CRBIO 4 – 03489/04-D)	Biólogo Mestrado em Ecologia	Especialista em Fitoplâncton
Geórgia Ribeiro Silveira de Sant'Ana (CRBIO 4 – 049685/04-D)	Biólogo Doutorado em andamento em Ciências Ambientais	Especialista em Zooplâncton
Carlos Roberto Alves dos Santos (CRBIO 4 – 037308/04- D)	Biólogo Mestrado em Biologia- Ecologia	Especialista em Zoobentos
Cassiano Pacheco da Silva (CRQ XII – 12200174)	Nível Superior Química Industrial (com pós-graduação)	Gerente Técnico e Coordenador
<b>EQUIPE COMPLEMENTAR</b>		
Wanderlei Elias Perez (CRF/GO nº 1250)	Nível Superior em Farmacêutico Bioquímico (com mestrado em Engenharia do Meio Ambiente UFG)	Responsável Técnico
Claudia Emília Pereira Martins (CRF/GO nº 2413)	Nível Superior em Farmacêutico Bioquímico (com pós-graduação)	Responsável Técnico
Thaíssa Machado Elias (CREA 12685/DGO)	Nível Superior em Eng <sup>a</sup> de Alimentos (com pós-graduação)	Gerente da Qualidade
Luiz Antônio Rocha Pinto (CRQ XII 12400101)	Nível Técnico em Química	Gerente de Relacionamentos
Fabrizio Faria Costa (CRQ XII 121/10)	Nível Superior em Tecnologia em Saneamento Ambiental	Laboratório Físico- Químico de Água
Helen de Los Angeles Batista Nunes	Nível Superior Química Industrial (em fase de conclusão)	Laboratório Físico- Químico de Efluentes
Lee Anderson Gomes Viana (CRBIO 4 – 093058/04-D)	Biólogo	Laboratório Microbiológico

## X - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association, WPCF – Water Pollution Control Federation. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22<sup>a</sup> Ed. Washington, DC.

ABNT. Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. NBR 9897. JUN. 1987.

ABNT. Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores – Procedimentos. NBR 9898. JUN. 1987.

Basu BK & Pick FR. 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. *Limnol. Oceanogr.* 41(7): 1572-1577.

BICUDO, CARLOS E. DE M.; BICUDO, DENISE DE C. *Amostragem em Limnologia*; 1.ed. São Carlos: Editora Rima, 2004. 351p.

Brasil. 2005. Ministério do Meio Ambiente. Resolução no. 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, e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em 10/01/2012.

BRANCO, C. W. C. & SENNA, P. A. C. The taxonomic elucidation of the Paranoá Lake (Brasília, Brazil) problem: *Cylindrospermopsis raciborskii*. Bulletin du Jardin Botanique. National de Belgique. 1991. 61:85-91p.

Cabelli, V.J. 1978. Microbial indicators system for assessing water quality. *Antonie van Leeuwenhoek*, n.48, p.613-617.

ASTRO, CARMEN MARIA BARROS DE. *Aspectos Qualitativos das Águas Naturais* 1.ed. São Paulo, 1997. 203p.

CLESCERI, LENORE S.; GREENBERG, ARNOLD E.; EATON, ANDREW D. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*; 22.ed. 2012.



ESPINDOLA, EVALDO LUIZ GAETA ET AL. *Recursos Hidroenergéticos: Usos, Impactos e Planejamento Integrado*; 1.ed. 2002. 230p.

ESTEVES, FRANCISCO DE ASSIS. *Fundamentos de Limnologia*; 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998. 601p.

Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Agência Nacional de Águas; Brasília: ANA, 2011;

GUIMARÃES, CELSO; LEOPOLDO, PAULO RODOLFO. Caracterização Limnológica do Reservatório de Ibitinga-SP: Parâmetros Físicos. Botucatu, 1996. 14f. Parte da Dissertação de Mestrado - Setor de Energia e Agricultura, Universidade Estadual de São Paulo;

HENRY, RAOUL. *Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*; 1.ed. São Carlos: Editora Rima, 2003. 349p.

KOMAREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2 - Chroococcales. *Algol. Stud.* 43:157-226.

KOMÁREK, J. & FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen). 1983. Chlorococcales. In: Huber-Pestalozzi, G. (Ed.). *Das Phytoplankton desüssqassers; Systematik und Biologie.* 1993. v.7, tomo 1. Stuttgart, E. Schewizerbat'sche Verlagesbuchhandlung. 1044p.

KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT. 1991. Bacillariophyceae 2(3). Centrales, Fragilariaceae, kEunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauder, D. (Eds.). *Susswasserflora von Mitteleuropa.* Stuttgart. Gustav. Fischer Verlag. 576p

LANGE-BERTALOT, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, nº 64, p.285–304.

LEWIS JR., W.M. 1978. Spatial Distribution of the Phytoplankton in a Tropical Lake. *Int. Revue ge. Hydrogr.* 63(5):619-635.

Lund JWH, Kipling C, Lecren ED. 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia* 11:143-170.



MACAN, T.T. Fresh-Water Invertebrates Animals. London, Tenth impression 1977. 118p.

MACEDO, JORGE ANTONIO BARROS DE. *Águas & Águas*; 1.ed. 1999. 532p.

MACEDO, JORGE ANTONIO BARROS DE. *Métodos Laboratoriais de Análise Físico-Químicas e Microbiológicas*; 1.ed. Belo Horizonte, 2003. 420p.

MATSUMARA-TUNDISI, T. & MORENO, I.H.. Efeitos da Dinâmica Hidrológica do Sistema Pantanal Matogrossense sobre a Estrutura da Comunidade de Zooplankton da Lagoa Albuquerque. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 1996. 183-194.

MOTA, SUETONIO. *Preservação e Conservação de Recursos Hídricos*; 1.ed. Rio de Janeiro, 1995. 135p.

Moretti MS & Callisto M. 2005. Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce River watershed. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3): 267-281.

NOGUEIRA, I. S. et al. Cyanobactérias potencialmente tóxicas em diferentes mananciais do estado de Goiás – Brasil. In: VIEIRA, J.M.P.; RODRIGUES, A.C.; SILVA, A. C. C. (Org.). *Uso sustentável da água. Anais do 10º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e ambiental. Tema 5 – Gestão Ambiental e Saúde Pública*. 14p. Universidade do Minho/APESB/APRH/ABES. Braga, Portugal, 2002.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988 OLIVEIRA, M. do C. B.; OLIVEIRA M. C de; YUNES. João Sarkis. *Cianobactérias Tóxicas*. *Revista Biotecnologia* ano IV, n. 23, p. 44-47, nov./ dez. 2001.

PARANHOS, RODOLFO. *Alguns Métodos Para Análise de Água* 1.ed. Rio de Janeiro: 1996. 253p.

Pace ML, Findlay SEG & Lints D. 1992. Zooplankton in advective environments: The Hudson River community and a comparative analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1060-1069.

PENNAK, R.W. *Fresh-Water invertebrates of the United states*. 2ª ed. Colorado: John Willey & Sons. 1978.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

Reynolds CS, Descy J-P, Padisák J. 1994. Are phytoplankton dynamic in rivers so different from those in shallow lakes? *Hydrobiologia* 285:1–7.

Rojo C, Colbelas MA, Arauzo M. 1994. An elementary structure analysis of the river phytoplakton. *Hydrobiologia* 285:43–55.

ROMEIRO, ADEMAR RIBEIRO. *Avaliação e Contabilização de Impactos Ambientais*; 1.ed. Rio de Janeiro, 2004. 250p.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. de P. Contribution to the Knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia*, Stuttgart, v. 71, n. 3-4, p. 359-385, Nov. 2000.

SENNA. P. A. C. Estudo das Mostocophyceae (Cyanophyceae) do Distrito Federal: Lagoa Joaquim Medeiros e Dos Carás, 1. *Revista Brasil. Biol.*, v. 52, n. 2, p. 259-274, [20\_ \_].

Shannon CE & Weaver W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois University Press: Urbana, USA.

Soares MCS, Huszar V, Roland F. 2007. Phytoplankton dynamics in two tropical rivers with different degrees of human impact (Southeast Brazil). *River. Res. Applic.* 23: 698–714.

SPELING, EDUARDO VON. *Morfologia de Lagos e Represas*; 2.ed. Rio de Janeiro, 1999, 183p.

Thorp JH, Black AR, Lack KH, Hagg KH & Wehr JD. 1994. Zooplankton assemblages in Ontario River: Sea-seasonal, tributary and navigation dam effects. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1634-1643.

TORGAN, L. C. Floração de algas: Composição, causas e conseqüências, brasil, *Insulta, Supl.*, v. 19, p. 15-33, 1989.

Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H. 1961. Distribution of elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of American Bulletin*, 72: 175-192.

Utermöhl H. Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-methodik. *Mitt Int Verein Limnol* 9:1-38.

VAN DEN HOEK, C., MANN, D. G. & JAHNS, H. M., 1997, *Algae na introduction to phycology*. Cambridge University Press. Cambridge, 623p

VOLLENWEIDER, R. A. A manual on Methods for Measuring Primary Production. Aquatic Enviroments, IBP, n. 12., 2nd, 1974.

VOLLENWEIDER, R. A.; KEREKES, J. The loading concept as basis for controlling eutrophication philosophy and preliminary results of the OECD programme on eutrophication. Prog. Wat. Tech., v. 12, p. 5-38, 1982.

WETZEL, ROBERT G.; LINKENS, GENE E. Limnological Analyses; 2.ed. New York: Springer-Velag, 1991. 391p.

## XI - ANEXO I – LAUDOS ANALÍTICOS