

# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

## PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE QUALIDADE DA ÁGUA

### RELATÓRIO CONSOLIDADO (ABRIL DE 2012 A MAIO DE 2014)

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Eng. Amb. Thiago Coelho Crispim	CREA 20638/D-GO	5539630	
Biól. Msc. Wilma Maria Coelho	CRBio 08586/88	5053039	
Eng. Quím. Diogo Coelho Crispim	CRQ XII 12300516	2807095	
Biól. Marly Vânia Leão Gomes	CRBio 70927/04-D	5052849	
Biól. Cleuber Magalhães Castro	CRBio 087805/04-P	5093001	

Junho de 2014

## **ÍNDICE**

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>P. 10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>P. 10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>P. 10</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>P. 11</b>
<b>3.1. Área de estudo</b>	<b>P. 11</b>
<b>3.2. Localização e descrição dos pontos de amostragem</b>	<b>P. 19</b>
<b>3.3. Períodos de amostragem</b>	<b>P. 28</b>
<b>3.4. Métodos de amostragem</b>	<b>P. 33</b>
<b>3.4.1. Amostragem das variáveis abióticas e microbiológicas</b>	<b>P. 33</b>
<b>3.4.2. Amostragem das comunidades aquáticas (determinação do fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos)</b>	<b>P. 34</b>
<b>3.4.2.1. Coleta da Comunidade Fitoplanctônica</b>	<b>P. 35</b>
<b>3.4.2.2. Coleta da Comunidade Zooplanctônica</b>	<b>P. 35</b>
<b>3.4.3.3. Coleta da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos</b>	<b>P. 36</b>
<b>3.5. Etapa de Laboratório</b>	<b>P. 37</b>
<b>3.5.1. Ensaio físico-químico</b>	<b>P. 37</b>
<b>3.5.2. Determinação da comunidade fitoplanctônica</b>	<b>P. 39</b>
<b>3.5.3. Determinação da comunidade zooplanctônica</b>	<b>P. 40</b>
<b>3.5.4. Determinação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos</b>	<b>P. 40</b>
<b>3.6. Critérios para avaliação da qualidade da água</b>	<b>P. 41</b>
<b>3.7. Critérios para avaliação da qualidade dos sedimentos</b>	<b>P. 44</b>
<b>3.8. Análises estatísticas</b>	<b>P. 44</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>P. 47</b>
<b>4.1. Variáveis climatológicas</b>	<b>P. 47</b>
<b>4.2. Variáveis abióticas</b>	<b>P. 51</b>
<b>4.2.1. Variáveis da água</b>	<b>P. 51</b>
<b>4.2.1.1. Comparação entre a montante e a jusante do futuro eixo da barragem</b>	<b>P. 51</b>
<b>4.2.1.2. Monitoramento mensal</b>	<b>P. 53</b>
<b>Índice da qualidade da água (IQA) e índice de estado trófico (IET)</b>	<b>P. 80</b>

<b>4.2.2. Variáveis do sedimento</b>	<b>P. 83</b>
<b>4.2.2.1. Granulometria</b>	<b>P. 83</b>
<b>4.2.2.2. Variáveis físicas e químicas do sedimento</b>	<b>P. 87</b>
<b>4.3. Variáveis bióticas</b>	<b>P. 91</b>
<b>4.3.1. Comunidade fitoplanctônica</b>	<b>P. 91</b>
<b>4.3.1.1. Riqueza de gêneros do fitoplâncton</b>	<b>P. 91</b>
<b>4.3.1.2. Densidade total do fitoplâncton</b>	<b>P. 79</b>
<b>4.3.1.3. Diversidade do fitoplâncton</b>	<b>P. 93</b>
<b>4.3.1.4. Taxa abundantes do fitoplâncton</b>	<b>P. 98</b>
<b>4.3.1.5. Similaridade do fitoplâncton</b>	<b>P. 99</b>
<b>4.3.2. Comunidade zooplanctônica</b>	<b>P. 101</b>
<b>4.3.2.1. Riqueza de gêneros do zooplâncton</b>	<b>P. 101</b>
<b>4.3.2.2. Densidade total do zooplâncton</b>	<b>P. 103</b>
<b>4.3.2.3. Diversidade do zooplâncton</b>	<b>P. 106</b>
<b>4.3.2.4. Taxa dominantes do zooplâncton</b>	<b>P. 108</b>
<b>4.3.2.5. Similaridade do zooplâncton</b>	<b>P. 108</b>
<b>4.3.3. Comunidade bentônica</b>	<b>P. 110</b>
<b>4.3.3.1. Riqueza de taxa</b>	<b>P. 110</b>
<b>4.3.3.2. Densidade dos organismos bentônicos</b>	<b>P. 112</b>
<b>4.3.3.3. Diversidade dos organismos bentônicos</b>	<b>P. 114</b>
<b>4.3.3.4. Similaridade dos organismos bentônicos</b>	<b>P. 116</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>P. 117</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	<b>P. 122</b>

### Lista de Figuras

- Figura 3.1.1** – Precipitação média mensal na estação climatológica de Alta Floresta-MT. Série histórica de 1998 a 2012. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2012). **P. 12**
- Figura 3.1.2** – Precipitação diária entre abril de 2012 a maio de 2014 na estação climatológica de Alta Floresta-MT, localizada próxima ao objeto de estudo. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2014). **P. 12**
- Figura 3.1.3** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão (m<sup>3</sup>/s) média diária na estação hidrométrica Cajueiro do Teles Pires no período entre janeiro de 2013 e maio de 2014 **P. 13**
- Figura 3.1.4** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão (m<sup>3</sup>/s) média diária na estação hidrométrica São Pedro do Paranaíta de abril de 2013 a maio de 2014. **P.14**
- Figura 3.1.5** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão (m<sup>3</sup>/s) média diária na estação hidrométrica São Pedro do Paranaíta de abril de 2013 a maio de 2014. **P.15**
- Figura 3.1.6** – Temperaturas mínimas e máximas diárias entre abril de 2012 a maio de 2014 na estação climatológica de Alta Floresta-MT, localizada próxima ao objeto de estudo. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2014). **P. 16**
- Figura 3.2.1** - Localização dos pontos de amostragem do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE Teles Pires. **P. 20**
- Figura 3.2.2** – Registro fotográfico do Ponto P01, localizado no rio Teles Pires, a jusante do eixo do empreendimento. **P. 22**
- Figura 3.2.3** - Registro fotográfico do Ponto P02 - Rio Teles Pires, a montante do eixo de empreendimento, a jusante do rio Paranaíta. **P. 22**
- Figura 3.2.4** - Registro fotográfico do Ponto P03 - Rio Paranaíta, localizado próximo a ponte de madeira MT 206. **P.23**
- Figura 3.2.5** - Registro fotográfico do Ponto P04, localizado no rio Paranaíta, a montante do futuro remanso do futuro reservatório. **P.23**
- Figura 3.2.6** - Registro fotográfico do Ponto P05, localizado no rio Teles Pires, a montante do futuro empreendimento e da foz do rio Paranaíta em trecho de corredeiras. **P. 24**
- Figura 3.2.7** - Registro fotográfico do Ponto P06, Rio Teles Pires, em sua porção intermediária, no início do trecho de corredeiras. **P. 24**
- Figura 3.2.8** - Registro fotográfico do Ponto P07, localizado no rio Teles Pires, a montante da balsa - em trecho sem corredeira, representa o trecho superior do futuro reservatório. **P. 25**
- Figura 1** – Registro fotográfico do Ponto P08, localizado no rio Teles Pires, a montante da área de alagamento do futuro reservatório, próximo ao rio Santa Helena. **P. 25**
- Figura 3.2.10** - Registro fotográfico do Ponto P09, localizado no rio Oscar Miranda, **P. 26**

próximo à confluência com o rio Teles Pires.

**Figura 2** - Registro fotográfico do Ponto P10, localizado no rio Vileroy, próximo à confluência com o Teles Pires. **P. 26**

**Figura 3.2.12** – Registro fotográfico do Ponto P11, localizado no rio São Benedito, próximo à confluência com o Teles Pires, no município de Paranaíta. (acesso pela margem esquerda). **P. 27**

**Figura 3.2.13** - Registro fotográfico do Ponto P12, localizado próximo a confluência dos rios Apiacás e Teles Pires, a jusante da UHE Foz do Apiacás, no município de Paranaíta (acesso pela margem direita). **P. 27**

**Figura 4.1.1** – Diagrama da direção (em graus) e da velocidade média diária (em m/s) dos ventos na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014. **P. 48**

**Figura 4.1.2** – Diagrama de direção e velocidade média dos ventos na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014. Escala da velocidade em m/s. **P. 48**

**Figura 4.1.3** – Gráficos de precipitação diária acumulada, umidade relativa do ar e evapotranspiração na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014. **P. 49**

**Figura 4.1.4** – Gráficos de pressão atmosférica, radiação solar e insolação na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014. **P. 50**

**Figura 4.2.1** – Variação da temperatura da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014. **P. 54**

**Figura 4.2.2** – Variação de pH na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 55**

**Figura 4.2.3** – Variação da condutividade da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014. **P. 56**

**Figura 4.2.4** – Variação de potencial redox da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 57**

**Figura 4.2.5** – Variação do percentual de saturação de oxigênio dissolvido na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 58**

**Figura 4.2.6** – Variação da alcalinidade total na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 59**

**Figura 4.2.7** – Variação concentração de oxigênio dissolvido na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários **P. 60**

(B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.

**Figura 4.2.7** – Variação concentração de oxigênio dissolvido na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 61**

**Figura 4.2.9** – Variação da cor verdadeira da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 62**

**Figura 4.2.10** – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 63**

**Figura 4.2.11** – Variação da transparência da água nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 64**

**Figura 4.2.12** – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 65**

**Figura 4.2.13** – Variação de coliformes termotolerantes (escala logarítmica) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 66**

**Figura 4.2.14** – Variação da concentração de clorofila-a na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2. **P. 67**

**Figura 4.2.15** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de abril a novembro de 2012. **P. 84**

**Figura 4.2.16** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de dezembro de 2012 a julho de 2013. **P. 85**

**Figura 4.2.17** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de agosto de 2013 a março de 2014. **P. 86**

- Figura 4.2.18** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de abril e maio de 2014. **P. 87**
- Figura 4.3.1** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 92**
- Figura 4.3.2** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 93**
- Figura 4.3.3** - Densidade total do fitoplâncton nos diferentes pontos de coleta no rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 94**
- Figura 4.3.4** - Densidade total do fitoplâncton nos diferentes pontos de coleta nos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 95**
- Figura 4.3.5** - Diversidade específica ( $H'$ ) do fitoplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 - maio 2013) nos pontos de coleta do rio Teles Pires. **P. 97**
- Figura 4.3.6** - Diversidade específica ( $H'$ ) do fitoplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 - maio 2013) nos pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires. **P. 98**
- Figura 4.3.7.** Similaridade na composição da comunidade fitoplanctônica entre os pontos do rio Teles Pires e tributários estimada pelo coeficiente de Bray Curtis nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014). **P. 100**
- Figura 4.3.8** - Riqueza de gêneros da comunidade zooplanctônica nos diferentes pontos de coleta no rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 102**
- Figura 4.3.9** - Riqueza de gêneros da comunidade zooplanctônica nos diferentes pontos de coleta nos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 103**
- Figura 4.3.10** - Densidade total do zooplâncton nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires das campanhas de monitoramento realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 104**
- Figura 4.3.11** - Densidade total do zooplâncton nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires das campanhas de monitoramento realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014. **P. 105**
- Figura 4.3.12** - Diversidade específica ( $H'$ ) do zooplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos do rio Teles Pires. **P. 107**
- Figura 4.3.13** - Diversidade específica ( $H'$ ) do zooplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos dos tributários do rio Teles Pires. **P. 107**
- Figura 4.3.14** - Similaridade na composição da comunidade zooplanctônica entre os pontos do rio Teles Pires e tributários estimada pelo coeficiente de Bray Curtis nas
- P. 109**

campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014).

**Figura 4.3.15** – Número de famílias dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 111**

**Figura 4.3.16** – Número de famílias dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 112**

**Figura 4.3.17** – Densidade dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 113**

**Figura 4.3.18** – Densidade dos macroinvertebrados bentônicos nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014. **P. 114**

**Figura 4.3.19** - Diversidade específica ( $H'$ ) dos organismos bentônicos nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos de monitoramento do rio Teles Pires. **P. 115**

**Figura 4.3.20** - Diversidade específica ( $H'$ ) dos organismos bentônicos nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos de monitoramento dos tributários do rio Teles Pires. **P. 115**

**Figura 4.3.21** - Similaridade temporal na composição da comunidade bentônica estimada pelo coeficiente de Bray Curtis ao longo de dois anos de monitoramento (abril/2012 a maio/2014). **P. 116**

### Lista de Quadros

<b>Quadro 3.4.2.1</b> - Métodos de coleta, armazenamento, transporte das amostras e análises de campo.	<b>P. 35</b>
<b>Quadro 3.5.1.1</b> - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água.	<b>P. 38</b>
<b>Quadro 3.5.1.2</b> - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água.	<b>P. 39</b>
<b>Quadro 3.6.1</b> - Classificação do Estado Trófico segundo o Índice de CARLSON (1977) modificado por LAMPARELLI (2004).	<b>P. 42</b>
<b>Quadro 3.6.2</b> - Classificação do Índice de Qualidade da Água Fonte: CETESB (2011).	<b>P. 43</b>
<b>Quadro 4.3.1</b> - Lista de classes e gêneros dos organismos fitoplanctônicos identificados nas amostras coletadas nas campanhas mensais de monitoramento (abril 2012 a maio 2014) no rio Teles Pires e tributários.	<b>P. 96</b>
<b>Quadro 4.3.2.</b> Lista dos taxa mais abundantes e suas respectivas abundâncias relativas identificados nas amostras coletadas no período entre abril de 2012 a maio de 2014.	<b>P. 99</b>
<b>Quadro 4.3.3</b> - Lista de classes e gêneros dos organismos zooplanctônicos identificados nas amostras coletadas nas campanhas mensais de monitoramento (abril 2012 a maio 2014) no rio Teles Pires e tributários.	<b>P. 106</b>
<b>Quadro 4.3.4</b> - Lista dos taxa mais abundantes e suas respectivas abundâncias relativas identificados nas amostras coletadas na campanha de agosto.	<b>P. 108</b>
<b>Quadro 4.3.5</b> - Lista de famílias de organismos bentônicos identificados no monitoramento realizado nos pontos de coleta do rio Teles Pires e tributários no período de abril de 2012 a maio de 2014.	<b>P. 110</b>

## APRESENTAÇÃO

O presente documento, denominado **Relatório Consolidado**, contém a análise integrada dos dados físico-químicos da água e do sedimento, microbiológicos e dos componentes da comunidade aquática (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos) obtidos nas campanhas de campo mensais realizadas no período entre abril de 2012 a maio de 2014 na área de influência do futuro reservatório da UHE Teles Pires, localizada no município de Paranaíta, estado do Mato Grosso. Este estudo foi realizado em atendimento ao Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Projeto Básico Ambiental da UHE Teles Pires, sendo que o presente relatório integra os resultados obtidos ao longo de todo o programa.

## 1. INTRODUÇÃO

As análises dos diferentes processos que ocorrem nas bacias hidrográficas e nos ecossistemas aquáticos demandam metodologias que possam apoiar as interpretações e promover alternativas que são utilizadas nas várias etapas do processo de decisão para uma gestão integrada, preditiva e sistêmica. Dessa forma, o monitoramento limnológico permite avaliar as alterações temporais ocorridas no corpo de água, relacionando tendências e definindo padrões comportamentais que possam estabelecer fundamentos e modelos para a utilização adequada do recurso. O Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água do Projeto Básico Ambiental da UHE Teles Pires foi realizado nesse contexto, visando a mitigação dos possíveis impactos causados pelas atividades de construção do empreendimento.

## 2. OBJETIVOS

- Caracterizar, em campanhas mensais, as variáveis abióticas da água e do sedimento, microbiológicas e as variáveis bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos) em termos de abundância, riqueza, similaridade, diversidade e dominância dos taxa em 12 pontos amostrais localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários.

- Avaliar as possíveis alterações do ambiente aquático do rio Teles Pires e nos seus principais tributários na área de influência do futuro reservatório da UHE Teles Pires através de análises físico-químicas da água e do sedimento, microbiológicas e da biota aquática ao longo de todo o período monitorado.
- Monitorar e classificar continuamente a qualidade da água através de da aplicação dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET).
- Selecionar as variáveis indicadoras deste sistema que possam subsidiar ações corretivas e programas ambientais relacionados aos ecossistemas aquáticos.

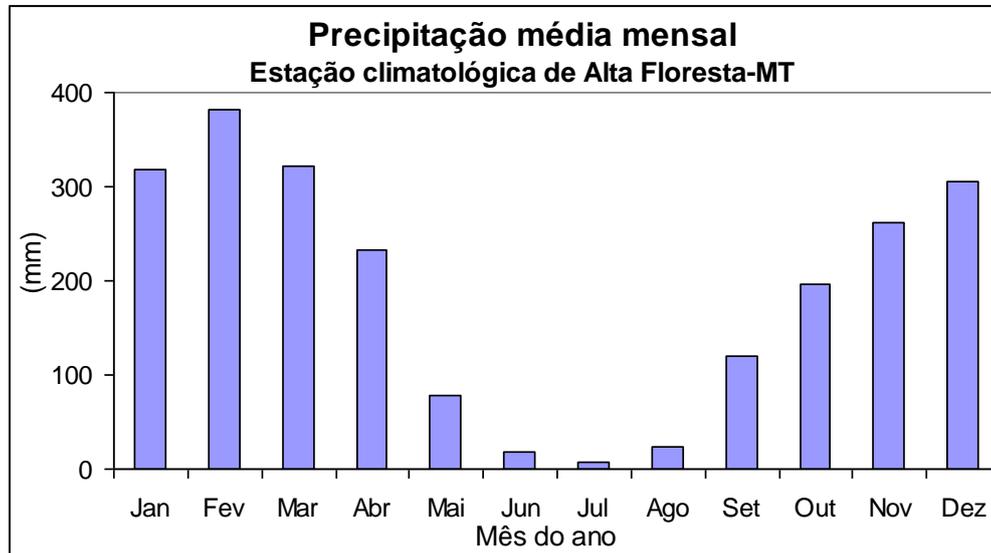
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

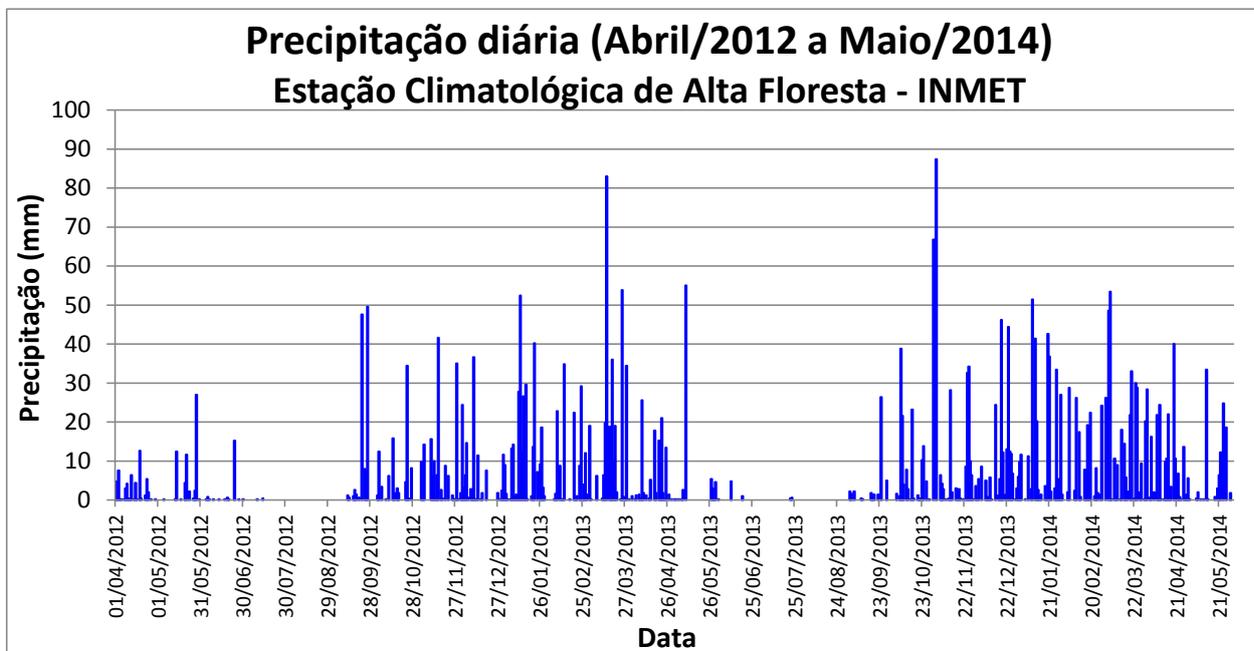
O rio Teles Pires percorre o norte do Estado do Mato Grosso sentido SE-NW, desde as serras Azul e do Finca Faca até a confluência com o rio Juruena, para formar o rio Tapajós. Seu curso tem 1.431 km de comprimento e sua bacia de drenagem tem 142.660 km<sup>2</sup> de área, na zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. Seus principais afluentes, pela margem direita, são os rios Paranatinga, Caiapó, Peixoto Azevedo, Cristalino, São Benedito, Cururu-Açu. Pela margem esquerda afluem os rios Verde, Paranaíta, Apiacás e Ximari.

Na **Figura 3.1.1** está apresentado o gráfico de precipitação média mensal na estação climatológica de Alta Floresta do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, referente à série histórica dos últimos 14 anos (AGRITEMPO, 2012), localizada próxima ao objeto de estudo, e de forma a caracterizar a frequência das chuvas ao longo do ano na região. A região de estudo se caracteriza por apresentar um período mais chuvoso entre os meses de setembro e abril, com máximo em fevereiro, sendo que o período mais seco ocorre entre maio e agosto, com mínimo em julho. Na **Figura 3.1.2**, por sua vez, está apresentado o gráfico da precipitação diária ao longo do período monitorado no presente estudo, ou seja, entre abril de 2012 a maio de 2014, na mesma estação climatológica do INMET (AGRITEMPO, 2014). O período entre junho a meados de setembro de 2013 foi caracterizado pela baixa precipitação, o que corresponde à estação seca na região, sendo que o período entre final de setembro e abril foi caracterizado

pela estação chuvosa, sendo que em 2014 as chuvas se prolongaram até o final do mês de maio.



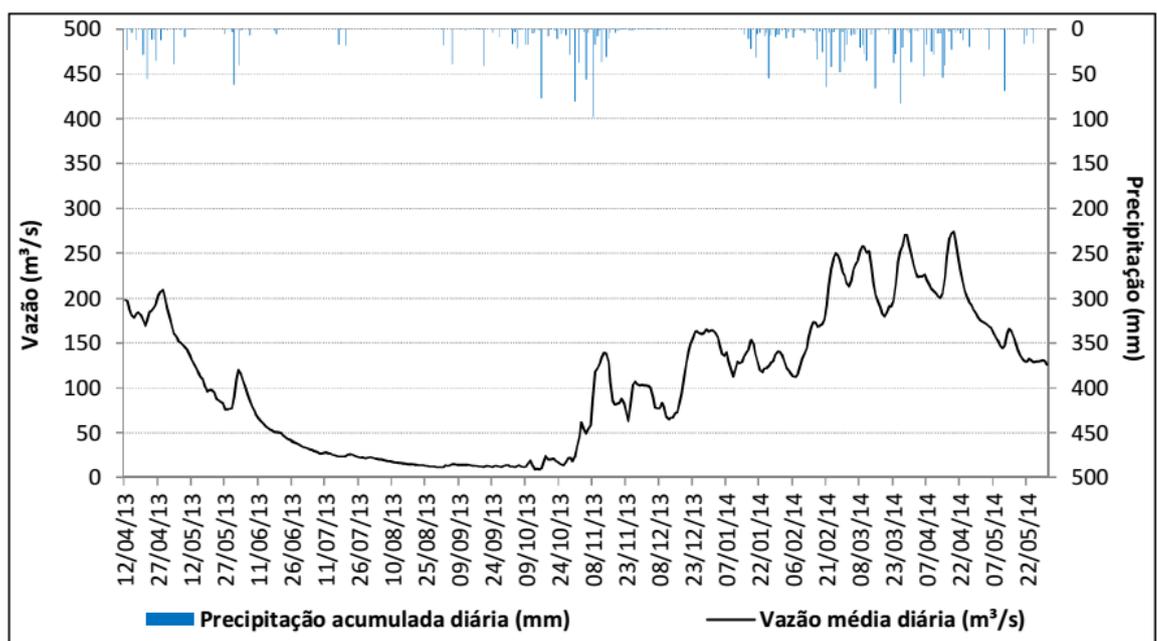
**Figura 3.1.1** – Precipitação média mensal na estação climatológica de Alta Floresta-MT. Série histórica de 1998 a 2012. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2012).



**Figura 3.1.2** – Precipitação diária entre abril de 2012 a maio de 2014 na estação climatológica de Alta Floresta-MT, localizada próxima ao objeto de estudo. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2014).

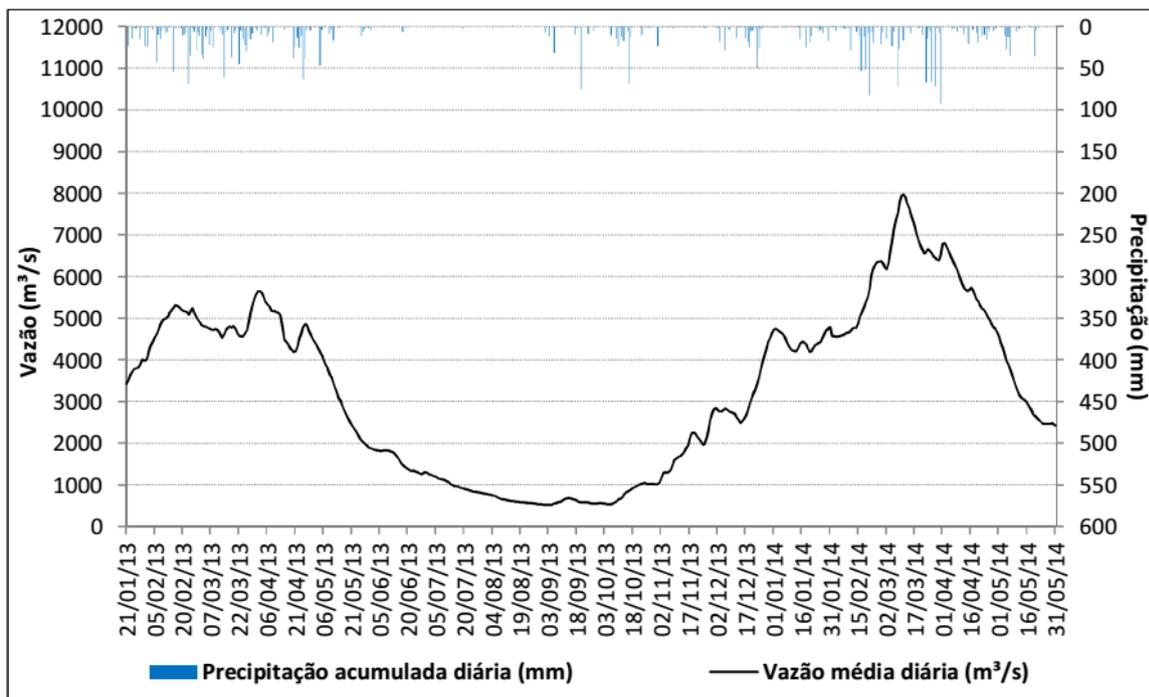
Na **Figura 3.1.3** está apresentado o gráfico de precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $m^3/s$ ) média diária na estação hidrométrica Cajueiro do Teles Pires no período entre janeiro de 2013 e maio de 2014. Esses resultados foram obtidos no Relatório do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da empresa VeraCruz. No ano de 2013 foi observada durante o mês de abril a maior média de vazão na estação UHE Teles Pires, com aproximadamente  $5.176 m^3/s$ , e no mês de setembro a menor média, com aproximadamente  $630 m^3/s$ . No mês de dezembro foi observada a maior precipitação acumulada de  $386,3 mm$ , já durante o mês de julho a precipitação acumulada foi de apenas  $3,4 mm$  e durante o mês de agosto não ocorreu precipitação.

Em 2014 as maiores vazões foram observadas durante o mês de março quando ocorreu vazões extremas, com médias diárias de aproximadamente  $8.000 m^3/s$ . A média mensal de vazão foi de aproximadamente  $7.213 m^3/s$  e precipitação acumulada de  $510,7 mm$ .



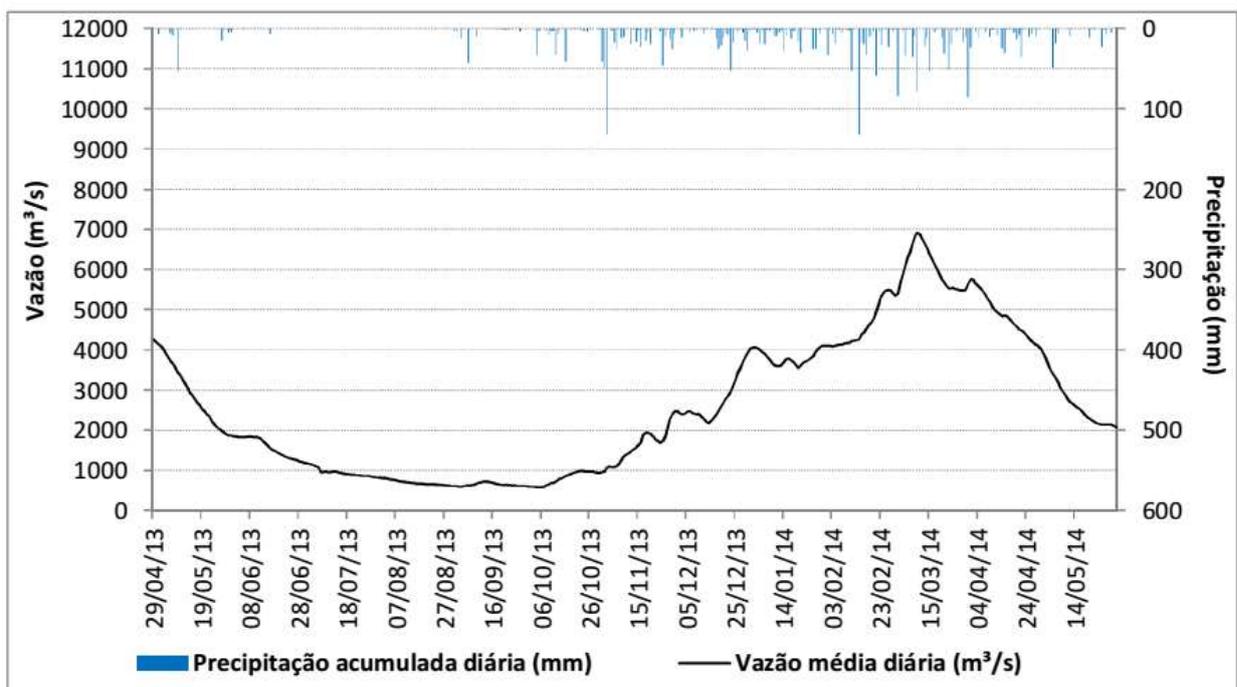
**Figura 3.1.3** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $m^3/s$ ) média diária na estação hidrométrica Cajueiro do Teles Pires no período entre janeiro de 2013 e maio de 2014. Entre os dias 09 de novembro de 2013 e 14 de janeiro de 2014, o pluviômetro da estação Cajueiro do Teles Pires apresentou acúmulo de sementes, folhas e penas de aves, prejudicando a coleta de dados diários de precipitação

Na Figura 3.1.4 está apresentado o gráfico de precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) média diária na estação hidrométrica São Pedro do Paranaíta de abril de 2013 a maio de 2014. Esses resultados foram obtidos no Relatório do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da empresa VeraCruz. Na estação São Pedro do Paranaíta no período de abril a dezembro de 2013 o mês de abril foi o apresentou a maior média de vazão, com aproximadamente  $189 \text{ m}^3/\text{s}$  e o mês de setembro apresentou a menor média, com aproximadamente  $13 \text{ m}^3/\text{s}$ . No mês de dezembro foi observada a maior precipitação acumulada, de aproximadamente  $455,2 \text{ mm}$ , já durante no mês de agosto não ocorreu registro de precipitação. Em de 2014 o mês de março apresentou maior vazão média mensal, de  $227 \text{ m}^3/\text{s}$ , e precipitação acumulada de  $466,7 \text{ mm}$ .



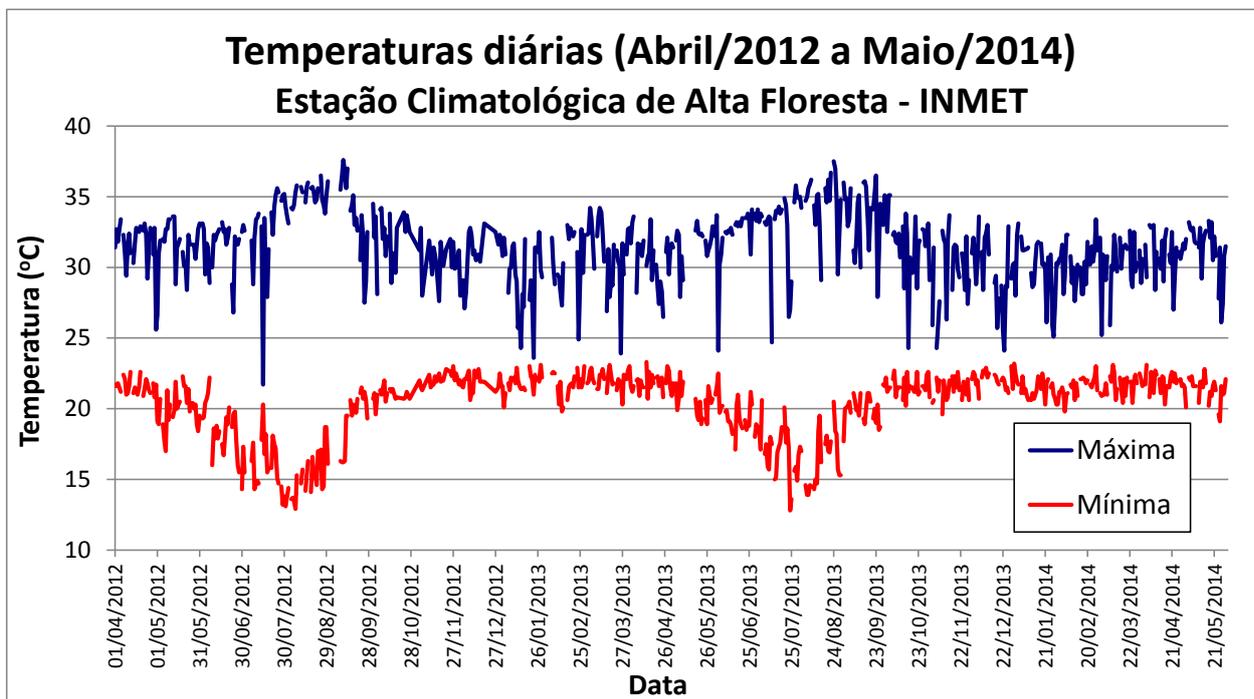
**Figura 3.1.4** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) média diária na estação hidrométrica São Pedro do Paranaíta de abril de 2013 a maio de 2014.

Na **Figura 3.1.5** está apresentado o gráfico de precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $m^3/s$ ) média diária na estação Jusante Foz Peixoto de Azevedo de abril de 2013 a maio de 2014. Esses resultados foram obtidos no Relatório do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da empresa VeraCruz. Na estação Foz Peixoto de Azevedo no período de abril a dezembro de 2013 o mês de abril foi o apresentou a maior média de vazão com aproximadamente  $4.234 m^3/s$  e o mês de setembro apresentou a menor média com aproximadamente  $641 m^3/s$ . No mês de novembro foi observada a maior precipitação acumulada de  $459,9 mm$ , já durante o mês de setembro não ocorreu precipitação e no mês de agosto a precipitação acumulada foi de apenas  $3,2 mm$ . Em 2014 o mês de março apresentou maior vazão média mensal de  $5.995 m^3/s$  e precipitação acumulada de  $567,7 mm$ .



**Figura 3.1.5** - Precipitação (mm) acumulada diária e vazão ( $m^3/s$ ) média diária na estação hidrométrica Jusante Foz Peixoto de Azevedo de abril de 2013 a maio de 2014

Em relação às temperaturas do ar observadas no período monitorado, também obtidas na estação climatológica de Alta Floresta do INMET, verificou-se uma maior amplitude de variação entre as máximas e mínimas nos meses de agosto a setembro de 2012 e de 2013, correspondentes ao período seco na região, sendo que as amplitudes mínimas foram observadas no período entre outubro a abril, coincidente ao período de maior precipitação (Figura 3.1.6).



**Figura 3.1.6** – Temperaturas mínimas e máximas diárias entre abril de 2012 a maio de 2014 na estação climatológica de Alta Floresta-MT, localizada próxima ao objeto de estudo. Fonte: INMET (AGRITEMPO, 2014).

A tabela 3.1.1 apresenta os valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação Meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. Os dados foram obtidos no relatório do Programa de Monitoramento Climatológico da empresa VeraCruz. A apresentação e a discussão dos resultados referentes as variáveis climatológicas também foram extraídas do relatório do Programa de Monitoramento Climatológico da empresa VeraCruz.

**Tabela 3.1.1.** Valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação Meteorológica UHE TELES PIRES entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

	Temperatura (°C)	UR (%)	Precipitação Acumulada (mm)	Radiação solar (W/m <sup>2</sup> )	Evapotranspiração (mm/dia)	Direção do vento (graus)	Velocidade Vento (m/s)	Rajadas de vento (m/s)	Pressão atmosférica (mbar)	Insolação (horas)
Média	26,05	85,77	8,07	194,69	7,41	173,54	0,28	3,16	983,68	12,14
Máxima	37,76	100,00	104,82	1046,88	83,66	358,00	3,27	13,09	991,45	13,33
Mínima	14,31	21,30	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	974,55	11,00

As temperaturas variaram de 14,31°C a 37,76°C, com média de 26,05°C; a umidade relativa do ar variou de 21,30% a 100%, com média de 85,77%; e a precipitação acumulada diária para variou de 0,0 a 104,82 mm, com média de 8,07mm, sendo que janeiro de 2013 apresentou as maiores taxas de precipitação acumulada, com 512,28 mm, enquanto que no mês de agosto do mesmo ano, o pluviômetro da estação não registrou precipitação. O sensor de radiação solar registrou mínima de 0,63 W/m<sup>2</sup> e máxima de 1046,88 W/m<sup>2</sup>, com média de 194,69 W/m<sup>2</sup> diários. No que se refere à evapotranspiração, observou-se que entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014 as taxas oscilaram entre 0,0 e 83,66mm por dia.

Os sensores de vento registraram direção do vento variando entre 0,0 e 358,0 graus, com predomínio de valores de 173,54 graus, componente (SSE), velocidades entre 0,00 a 3,27 m/s, com média de 0,28 m/s, e rajadas chegando a 13,09 m/s (47,12 km/hora). A pressão atmosférica variou entre 974,55 e 991,45mbar, com média em 983,68mbar. A insolação variou entre 11,0 e 13,3 horas, com média de 12,14 horas.

A tabela 3.1.2 apresenta os valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação Meteorológica Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014. Os dados foram obtidos no relatório do Programa de Monitoramento Climatológico da empresa VeraCruz. A apresentação e a discussão dos resultados referentes as variáveis climatológicas também foram extraídas do relatório do Programa de Monitoramento Climatológico da empresa VeraCruz.

O registro dos dados da estação meteorológica de Alta Floresta indicou que, entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014, as temperaturas variaram entre 14,6

e 39,6°C, com média de 28,46°C, e a umidade relativa do ar entre 15,0 e 100,0%, com média de 70,7%.

Os valores de velocidade do vento variaram entre 0,00 e 36,6 m/s, com direções entre 0 e 360 graus, e média de 115,76 graus, componente (ESE). A pressão atmosférica variou entre 971,9 e 988,8 mbar.

A precipitação diária acumulada para o período analisado variou entre 0,0 e 158,0 mm, com um valor médio diário de 10,73 mm acumulados, sendo que o mês de março de 2013 foi o mais chuvoso, com 755,1mm de precipitação acumulada, enquanto que no mês de agosto do mesmo ano não foi registrada precipitação pela estação.

**Tabela 3.1.2-** Valores médios, máximos e mínimos diários de cada parâmetro monitorado pela estação meteorológica de Alta Floresta entre os dias 22 de outubro de 2012 e 31 de maio de 2014.

	Temperatura (°C)	UR (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do vento (graus)	Pressão Atmosférica (mbar)	Precipitação Acumulada (mm)
Média	28,46	70,76	1,65	115,76	977,59	10,73
Máxima	39,60	100,00	36,60	360,00	988,80	158,00
Mínima	14,60	15,00	0,00	0,00	971,90	0,00

A região passou por intensa exploração madeireira e garimpo aurífero à base de mercúrio na década de 1980. Essa ocupação desordenada deixou inúmeras cicatrizes tanto no curso do rio Teles Pires quanto nos seus afluentes. Em muitos deles a floresta ciliar foi suprimida ao longo de quase toda a calha, a fim de permitir o desmonte das margens e a abertura de cavas, agora abandonadas. Mais recentemente o agronegócio ganhou força no Alto Teles Pires e muitas áreas antes ocupadas por Cerrado vêm sendo desmatadas para o plantio de grãos.

Atualmente a frente de ocupação da bacia hidrográfica pode ser situada na região em que se insere o projeto da UHE Teles Pires, na qual ainda existem áreas bem preservadas entrecortadas por pastagens.

A usina hidrelétrica Teles Pires ficará localizada no curso do rio Teles Pires, entre o trecho denominado as Sete Quedas e o rio Santa Helena. As cidades mais próximas do

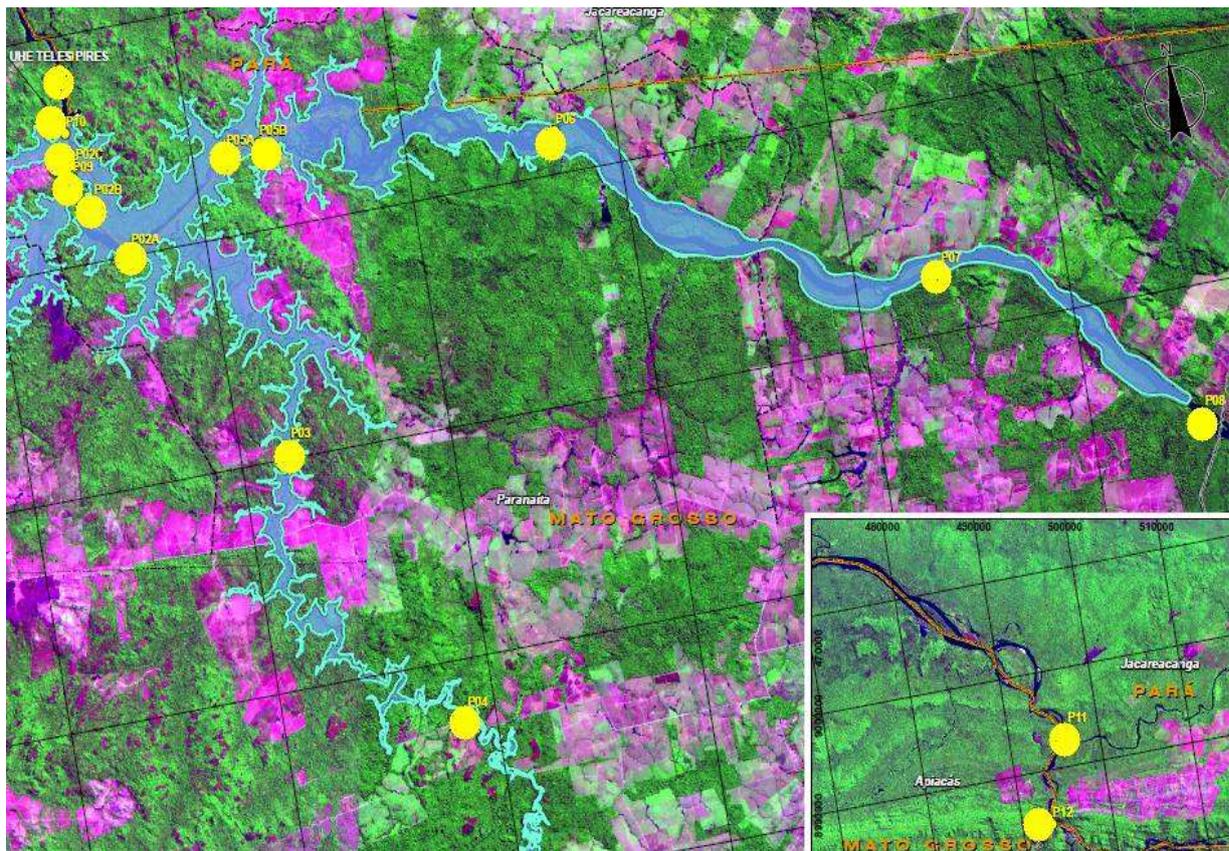
aproveitamento são Paranaíta e Alta Floresta, ambas no Estado do Mato Grosso. Paranaíta é a cidade mais próxima da área na qual se insere a UHE Teles Pires. Situada na margem esquerda do rio, a cidade é cortada pelo córrego do Urubu, que deságua no terço médio do futuro reservatório. Trata-se de uma cidade de pequeno tamanho, sem canalização de esgotos, com a maioria das casas providas de fossa séptica. O córrego que percorre cerca de 20 km da nascente até a foz foi objeto de intensa exploração aurífera e possui uma estação de piscicultura nas proximidades de sua foz. Na margem esquerda do rio Paranaíta localiza-se o assentamento São Pedro, cujas moradias são providas de fossas sépticas, sem canalização para o rio.

O levantamento de dados sobre os ecossistemas aquáticos foram realizados em trechos do rio Teles Pires e alguns de seus afluentes, a citar: os rios Paranaíta, Villeroy e Oscar Miranda.

### **3.2. Localização e descrição dos pontos de amostragem**

O mapa da área de estudo com a localização dos pontos de amostragem das variáveis abióticas e bióticas do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE Teles Pires está apresentado na **Figura 3.2.1**.

Os pontos de coleta foram dispostos de forma a melhor caracterizar os corpos hídricos em estudo, e também acompanhar os pontos selecionados para estudos da ictiofauna. Assim, foram selecionados pontos nas regiões a jusante e a montante do empreendimento, segundo a descrição do EIA/RIMA, cujas informações estão apresentadas na Tabela 3.2.1 e nas **Figuras 3.2.2 a 3.2.13**.



**Figura 3.2.1** - Localização dos pontos de amostragem do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE Teles Pires.

**Tabela 3.2.1 - Localização geográfica dos pontos de amostragem no rio Teles Pires e em alguns de seus tributários na área de influência do futuro reservatório.**

Ponto de coleta	Rio	Coordenadas (UTM)	Localização/Município (MT)	Análise
P01	Teles Pires	21L 524496 / 8968549	Jusante do eixo do empreendimento. Ambiente lótico com presença de corredeiras. Fundo rochoso.	Em superfície.
P02	Teles Pires	21L 526427 / 8960174	Montante do eixo do empreendimento, a jusante do rio Paranaíta.	Em superfície.
P03	Paranaíta	21L 532413 / 8950536	Localizado no rio Paranaíta, próximo a ponte de madeira da MT 206. Área com vegetação alta e densa nas margens, com várias propriedades rurais.	Em superfície
P04	Paranaíta	21L 538650 / 8937587	Localizado no Rio Paranaíta com fundo rochoso, a montante do futuro remanso. Área margeada com uma vegetação alta e densa, com exploração da atividade pecuária.	Em superfície
P05	Teles Pires	21L 531615 / 8963621	Localizado a montante do futuro empreendimento, próximo a um conjunto de pequenas quedas de água, numa região com vegetação alta e densa, rochosa e lótica.	Em superfície
P06	Teles Pires	21L 547143 / 8961857	Localizado no rio Teles Pires com vegetação alta e densa no seu entorno, fundo rochoso e uma profundidade média de 12 m.	Em superfície
P07	Teles Pires	21L 564092 / 8952731	Localizado a montante da balsa do rio Teles Pires, numa região de água lântica, com vegetação alta e densa na região marginal. Profundidade média de 13m.	Em superfície.
P08	Teles Pires	21L 575346 / 8944430	Montante da área de alagamento do futuro reservatório, próximo ao rio Santa Helena.	Em superfície.
P09	Oscar Miranda	21L 524249 / 8963775	Rio Oscar Miranda, próximo à confluência com o rio Teles Pires.	Em superfície.
P10	Vileroy	21L 524267 / 8965782	Rio Vileroy, próximo à confluência com o rio Teles Pires.	Em superfície.
P11	São Benedito	21L 496542 / 8993674	Ponto localizado próximo a confluência dos rios São Benedito e Teles Pires, no município de Paranaíta. (acesso pela margem esquerda)	Em superfície
P12	Apiacás	21L 493252 / 8984496	Ponto localizado próximo a confluência dos rios Apiacás e Teles Pires, a jusante da UHE Foz do Apiacás, no município de Paranaíta (acesso pela margem direita).	Em superfície



**Figura 3.2.2** – Registro fotográfico do Ponto P01, localizado no rio Teles Pires, a jusante do eixo do empreendimento.

O ponto amostral P01 localiza-se junto ao atracadouro de embarcações do canteiro de obras do empreendimento. É caracterizado por apresentar vegetação densa e curso d'água com fundo rochoso. Ambiente lótico com presença de corredeiras e águas ligeiramente turvas.



**Figura 3.2.3** - Registro fotográfico do Ponto P02 - Rio Teles Pires, a montante do eixo de empreendimento, a jusante do rio Paranaíta.

O ponto amostral P02 é caracterizado por apresentar vegetação densa e curso d'água com movimento rápido e fundo arenoso. Largura do rio, aproximadamente, de 300 m. Ambiente lótico sem corredeiras e águas ligeiramente turvas.



**Figura 3.2.4** - Registro fotográfico do Ponto P03 - Rio Paranaíta, localizado próximo a ponte de madeira MT 206.

O ponto amostral P03 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens, com várias propriedades rurais. Curso d'água, com curvas, movimento rápido e fundo arenoso. Largura do rio, aproximadamente, de 60 m. Ambiente lótico com águas ligeiramente turvas.



**Figura 3.2.5** - Registro fotográfico do Ponto P04, localizado no rio Paranaíta, a montante do futuro remanso do futuro reservatório.

O ponto P04 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens, com exploração de atividade pecuária. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso. Largura do rio, aproximadamente, de 80 m. Ambiente lótico com águas ligeiramente turvas.



**Figura 3.2.6** - Registro fotográfico do Ponto P05, localizado no rio Teles Pires, a montante do futuro empreendimento e da foz do rio Paranaíta em trecho de corredeiras.

O ponto P05 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens, próximo a um conjunto de pequenas quedas d'água. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso. Largura do rio, aproximadamente, de 250 m.



**Figura 3.2.7** - Registro fotográfico do Ponto P06, Rio Teles Pires, em sua porção intermediária, no início do trecho de corredeiras.

O ponto P06 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso com profundidade aproximada de 12 m. Largura do rio, aproximadamente, de 500 m.



**Figura 3.2.8** - Registro fotográfico do Ponto P07, localizado no rio Teles Pires, a montante da balsa - em trecho sem corredeira, representa o trecho superior do futuro reservatório.

O ponto P07 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso com profundidade aproximada de 13 m e largura do rio, aproximadamente, de 800 m.



**Figura 3.2.9** – Registro fotográfico do Ponto P08, localizado no rio Teles Pires, a montante da área de alagamento do futuro reservatório, próximo ao rio Santa Helena.

O ambiente no ponto P08 é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso com profundidade aproximada de 13 m. Largura do rio, aproximadamente, de 400 m.



**Figura 3.2.10** - Registro fotográfico do Ponto P09, localizado no rio Oscar Miranda, próximo à confluência com o rio Teles Pires.

Devido a dificuldades de acesso por impedimento do fazendeiro local, a coleta no ponto P09 foi realizada na confluência do rio Oscar Miranda com o Teles Pires. O ambiente é caracterizado por apresentar vegetação alta e densa nas margens. Curso d'água com movimento rápido e fundo rochoso com profundidade aproximada de 13 m.



**Figura 3.2.11** - Registro fotográfico do Ponto P10, localizado no rio Vileroy, próximo à confluência com o Teles Pires.

O ambiente no ponto P10 é caracterizado por apresentar vegetação alta e pouco densa nas margens. Curso d'água com movimento rápido e muitas pedras com fundo rochoso e raso.



**Figura 3.2.12** – Registro fotográfico do Ponto P11, localizado no rio São Benedito, próximo à confluência com o Teles Pires, no município de Paranaíta. (acesso pela margem esquerda).



**Figura 3.2.13** - Registro fotográfico do Ponto P12, localizado próximo a confluência dos rios Apiacás e Teles Pires, a jusante da UHE Foz do Apiacás, no município de Paranaíta (acesso pela margem direita).

### 3.3. Períodos de amostragem

As datas, horários e condições do tempo referentes às campanhas para coleta de amostras para caracterização das variáveis abióticas e bióticas nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires estão apresentados nas **Tabelas 3.3.1 e 3.3.2**, sendo que as informações referentes aos pontos de amostragem localizados e em alguns de seus tributários estão apresentados nas **Tabelas 3.3.3 e 3.3.4**.

No mês de setembro de 2013 não houve realização da coleta de amostras de água, sedimento e biota aquática nos pontos P01, P02, P03, P05, P11 e P12, devido a licença de instalação do empreendimento estar suspensa por decisão judicial e conseqüentemente às atividades dos programas associados à mesma. Da mesma forma, os pontos P02 e P05 não puderam ser amostrados em outubro de 2013.

Já no mês de março de 2014 as amostragens nos pontos P11 e P12 não puderam ser realizadas devido ao nível muito elevado dos tributários São Benedito e Apiacás, respectivamente, cujo acesso esteve impossibilitado.

**Tabela 3.3.1 –** Datas, horários e condições do tempo no momento em que foram realizadas as campanhas para coleta de amostras para caracterização das variáveis abióticas e bióticas nos pontos localizados no rio Teles Pires no período entre abril de 2012 a abril de 2013.

Campanha	Informações	Pontos de amostragem - rio Teles Pires					
		P01	P02	P05	P06	P07	P08
Abril de 2012	Data	20/04/2012	20/04/2012	20/04/2012	22/04/2012	21/04/2012	21/04/2012
	Hora	09:01	14:26	15:49	10:50	11:21	12:43
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Fracas	Fracas	Fracas	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Maio de 2012	Data	23/05/2012	22/05/2012	22/05/2012	23/05/2012	18/05/2012	18/05/2012
	Hora	10:35	12:09	13:48	16:43	13:25	10:45
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Fracas	Fracas	Fracas	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Bom	Chuvoso	Chuvoso	Bom	Bom	Bom
Junho de 2012	Data	22/06/2012	20/06/2012	19/06/2012	18/06/2012	18/06/2012	18/06/2012
	Hora	11:30	11:30	14:02	15:50	13:45	11:55
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Nublado	Bom	Nublado	Bom	Bom	Bom
Julho de 2012	Data	16/07/2012	16/07/2012	16/07/2012	15/07/2012	15/07/2012	15/07/2012
	Hora	09:00	13:00	12:30	10:00	13:10	12:10
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Agosto de 2012	Data	16/08/2012	16/08/2012	16/08/2012	13/08/2012	13/08/2012	13/08/2012
	Hora	10:30	14:15	15:15	10:58	15:53	14:23
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Setembro de 2012	Data	14/09/2012	14/09/2012	14/09/2012	17/09/2012	17/09/2012	17/09/2012
	Hora	09:20	12:58	15:18	11:30	09:49	08:32
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Outubro de 2012	Data	16/10/2012	16/10/2012	16/10/2012	15/10/2012	15/10/2012	15/10/2012
	Hora	08:33	12:32	11:56	09:25	12:41	11:40
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Médias	Médias	Fracas	Médias
	Condição do tempo	Bom	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Bom
Novembro de 2012	Data	14/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	11/11/2012	11/11/2012	13/11/2012
	Hora	10:13	15:06	14:10	15:03	13:16	11:54
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Fortes	Fortes	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Dezembro de 2012	Data	18/12/2012	17/12/2012	17/12/2012	15/12/2012	15/12/2012	15/12/2012
	Hora	10:50	11:00	10:00	12:40	11:25	10:15
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Médias	Fortes	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Janeiro de 2013	Data	20/01/2013	20/01/2013	20/01/2013	18/01/2013	18/01/2013	18/01/2013
	Hora	14:24	10:46	10:00	13:03	11:40	10:30
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Fortes	Fortes	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Chuvoso	Nublado	Nublado	Nublado
Fevereiro de 2013	Data	22/02/2013	22/02/2013	22/02/2013	20/02/2013	20/02/2013	20/02/2013
	Hora	14:10	10:00	09:08	09:42	12:29	11:32
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Fortes	Médias	Médias
	Condição do tempo	Bom	Nublado	Bom	Bom	Bom	Bom
Março de 2013	Data	13/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	16/03/2013	16/03/2013	16/03/2013
	Hora	14:26	12:05	10:34	09:56	12:38	11:26
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado	Nublado
Abril de 2013	Data	17/04/2013	13/04/2013	13/04/2013	16/03/2013	15/04/2013	15/04/2013
	Hora	13:11	12:31	11:39	09:56	11:58	11:11
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Fracas	Fracas	Médias	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Chuvoso	Nublado	Nublado	Bom	Nublado	Nublado

**Tabela 3.3.2** – Datas, horários e condições do tempo no momento em que foram realizadas as campanhas para coleta de amostras para caracterização das variáveis abióticas e bióticas nos pontos localizados no rio Teles Pires no período entre maio de 2013 a maio de 2014.

Campanha	Informações	Pontos de amostragem - rio Teles Pires					
		P01	P02	P05	P06	P07	P08
Maio de 2013	Data	20/05/2013	16/05/2013	16/05/2013	17/05/2013	17/05/2013	17/05/2013
	Hora	14:58	10:15	09:26	08:51	13:00	10:35
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Junho de 2013	Data	18/06/2013	13/06/2013	13/06/2013	15/06/2013	15/06/2013	15/06/2013
	Hora	09:34	14:10	13:40	08:15	11:20	10:30
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Julho de 2013	Data	16/07/2013	12/07/2013	16/07/2013	15/07/2013	15/07/2013	15/07/2013
	Hora	17:02	16:30	17:02	09:30	11:15	12:20
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Agosto de 2013	Data	20/08/2013	17/08/2013	17/08/2013	18/08/2013	18/08/2013	18/08/2013
	Hora	10:20	10:20	08:10	08:00	12:33	14:45
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Setembro de 2013	Data	-	-	-	13/09/2013	13/09/2013	13/09/2013
	Hora	-	-	-	07:45	14:20	13:00
	Chuvas nas últimas 24h	-	-	-	Não	Não	Não
	Condição do tempo	-	-	-	Bom	Bom	Bom
Outubro de 2013	Data	15/10/2013	-	-	14/10/2013	14/10/2013	14/10/2013
	Hora	10:20	-	-	10:00	13:28	11:45
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	-	-	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	-	-	Bom	Bom	Bom
Novembro de 2013	Data	23/11/2013	20/11/2013	20/11/2013	21/11/2013	21/11/2013	21/11/2013
	Hora	12:10	11:47	12:05	09:00	11:28	15:25
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Bom	Chuvoso	Chuvoso	Nublado	Nublado	Nublado
Dezembro de 2013	Data	12/12/2013	16/12/2013	16/12/2013	15/12/2013	15/12/2013	15/12/2013
	Hora	16:00	10:35	08:00	10:00	12:15	11:00
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Médias	Fracas	Médias	Fracas
	Condição do tempo	Nublado	Chuvoso	Chuvoso	Nublado	Chuvoso	Nublado
Janeiro de 2014	Data	21/01/2014	17/01/2014	17/01/2014	17/01/2014	17/01/2014	17/01/2014
	Hora	12:10	13:30	14:28	14:00	16:00	15:00
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Não	Bom	Bom	Bom	Bom
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Fevereiro de 2014	Data	18/02/2014	14/02/2014	14/02/2014	15/02/2014	15/02/2014	15/02/2014
	Hora	16:40	15:30	14:50	08:40	14:50	12:48
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Fracas	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Março de 2014	Data	15/03/2014	14/03/2014	14/03/2014	15/03/2014	14/03/2014	14/03/2014
	Hora	08:10	16:05	17:30	10:00	12:12	11:15
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Bom	Chuvoso	Chuvoso	Nublado	Nublado	Nublado
Abril de 2014	Data	11/04/2014	13/04/2014	13/04/2014	13/04/2014	13/04/2014	13/04/2014
	Hora	09:00	07:35	08:45	09:00	13:30	12:20
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Maio de 2014	Data	19/05/2014	18/05/2014	18/05/2014	20/05/2014	20/05/2014	20/05/2014
	Hora	13:00	09:30	16:00	08:00	14:00	12:00
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Fracas	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom

**Tabela 3.3.3** Datas, horários e condições do tempo no momento em que foram realizadas as campanhas para coleta de amostras para caracterização das variáveis abióticas e bióticas nos pontos localizados nos tributários do rio Teles Pires no período entre abril de 2012 a abril de 2013.

Campanha	Informações	Pontos de amostragem - Tributários do rio Teles Pires					
		P03	P04	P09	P10	P11	P12
Abril de 2012	Data	18/04/2012	18/04/2012	20/04/2012	23/04/2012	19/04/2012	19/04/2012
	Hora	14:34	10:35	13:30	16:14	10:35	15:45
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Fracas	Fracas	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado	Nublado
Maio de 2012	Data	19/05/2012	19/05/2012	25/05/2012	25/05/2012	24/05/2012	24/04/2012
	Hora	12:08	10:35	11:05	12:05	14:20	16:10
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Fracas	Médias	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Bom	Bom	Nublado	Bom	Bom	Bom
Junho de 2012	Data	19/06/2012	19/06/2012	22/06/2012	22/06/2012	21/06/2012	21/06/2012
	Hora	13:28	10:20	16:21	14:00	14:23	12:30
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Fracas	Fracas	Não	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Nublado	Bom	Bom	Nublado	Bom	Bom
Julho de 2012	Data	17/07/2012	17/07/2012	16/07/2012	16/07/2012	14/07/2012	14/07/2012
	Hora	13:20	10:50	10:40	10:05	15:00	12:50
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Agosto de 2012	Data	16/08/2012	15/08/2012	16/08/2012	16/08/2012	14/08/2012	14/08/2012
	Hora	17:40	12:50	12:30	09:00	14:27	11:12
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Setembro de 2012	Data	15/09/2012	15/09/2012	14/09/2012	15/09/2012	16/09/2012	16/09/2012
	Hora	14:11	13:25	09:00	17:20	13:44	11:40
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Fracas	Não	Não	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Outubro de 2012	Data	17/10/2012	17/10/2012	16/10/2012	16/10/2012	14/10/2012	14/10/2012
	Hora	12:50	10:20	10:25	09:38	14:31	12:20
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Fracas	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Bom	Bom	Chuvoso	Chuvoso
Novembro de 2012	Data	10/11/2012	10/11/2012	13/11/2012	13/11/2012	12/11/2012	12/11/2012
	Hora	17:40	15:34	11:50	10:30	15:30	12:40
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Fortes	Fortes	Médias	Fortes
	Condição do tempo	Chuvoso	Chuvoso	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Dezembro de 2012	Data	14/12/2012	14/12/2012	17/12/2012	17/12/2012	16/12/2012	16/12/2012
	Hora	14:00	11:50	13:47	13:05	13:14	11:37
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Fortes	Médias	Médias	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Bom	Nublado	Nublado
Janeiro de 2013	Data	17/01/2013	17/01/2013	20/01/2013	20/01/2013	19/01/2013	19/01/2013
	Hora	13:30	11:11	16:00	15:17	11:30	14:00
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Fortes	Fortes	Fortes	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Fevereiro de 2013	Data	19/02/2013	19/02/2013	22/02/2013	22/02/2013	21/02/2013	21/02/2013
	Hora	16:24	14:44	11:52	12:38	13:14	11:58
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Fortes	Médias	Médias	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Chuvoso	Nublado	Bom	Nublado	Chuvoso	Nublado
Março de 2013	Data	15/03/2013	15/03/2013	13/03/2013	13/03/2013	18/03/2013	18/03/2013
	Hora	09:41	11:55	16:50	16:18	11:20	12:32
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Médias	Médias	Fortes	Médias
	Condição do tempo	Bom	Bom	Chuvoso	Nublado	Nublado	Nublado
Abril de 2013	Data	14/04/2013	14/04/2013	13/04/2013	13/04/2013	17/04/2013	17/04/2013
	Hora	09:32	07:53	15:23	14:45	09:25	10:58
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Médias	Fracas	Fracas	Fracas
	Condição do tempo	Bom	Bom	Nublado	Chuvoso	Nublado	Nublado

**Tabela 3.3.4 –** Datas, horários e condições do tempo no momento em que foram realizadas as campanhas para coleta de amostras para caracterização das variáveis abióticas e bióticas nos pontos localizados nos tributários do rio Teles Pires no período entre maio de 2013 a maio de 2014.

Campanha	Informações	Pontos de amostragem - Tributários do rio Teles Pires					
		P03	P04	P09	P10	P11	P12
Maio de 2013	Data	18/05/2013	18/05/2013	16/05/2013	20/05/2013	20/05/2013	20/05/2013
	Hora	10:28	08:39	15:23	16:55	11:48	12:48
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Junho de 2013	Data	14/06/2013	14/06/2013	13/06/2013	18/06/2013	17/06/2013	17/06/2013
	Hora	10:08	11:54	15:23	08:03	11:47	12:40
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Julho de 2013	Data	16/07/2013	16/07/2013	12/07/2013	16/07/2013	13/07/2013	13/07/2013
	Hora	10:11	09:00	13:50	16:20	16:00	13:22
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Agosto de 2013	Data	16/08/2013	17/08/2013	20/08/2013	20/08/2013	19/08/2013	19/08/2013
	Hora	16:20	18:30	09:15	12:40	13:30	13:22
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Setembro de 2013	Data	-	14/09/2013	12/09/2013	12/09/2013	-	-
	Hora	-	08:00	16:10	17:30	-	-
	Chuvas nas últimas 24h	-	Não	Médias	Médias	-	-
	Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	-	-
Outubro de 2013	Data	13/10/2013	15/10/2013	15/10/2013	15/10/2013	12/10/2013	12/10/2013
	Hora	08:10	14:40	11:57	11:00	15:30	15:00
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Nublado	Bom
Novembro de 2013	Data	20/11/2013	22/11/2013	20/11/2013	23/11/2013	23/11/2013	23/11/2013
	Hora	08:00	14:28	13:10	18:55	13:20	14:00
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Nublado	Chuvoso	Chuvoso	Bom	Nublado
Dezembro de 2013	Data	16/12/2013	13/12/2013	12/12/2013	12/12/2013	14/12/2014	14/12/2014
	Hora	10:35	10:30	17:45	16:55	12:30	13:45
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Médias	Fracas	Fracas	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Nublado
Janeiro de 2014	Data	17/01/2014	19/01/2014	17/01/2014	20/01/2014	20/01/2014	20/01/2014
	Hora	11:30	11:00	17:30	14:30	17:25	15:30
	Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Não	Não	Fracas	Fortes	Fortes
	Condição do tempo	Chuvoso	Bom	Bom	Nublado	Chuvoso	Chuvoso
Fevereiro de 2014	Data	16/02/2014	14/02/2014	14/02/2014	18/02/2014	17/02/2014	17/02/2014
	Hora	11:30	14:00	18:30	18:00	13:40	12:30
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Chuvoso	Bom	Chuvoso	Nublado	Chuvoso	Chuvoso
Março de 2014	Data	15/03/2014	14/03/2014	15/03/2014	15/03/2014	-	-
	Hora	11:00	15:43	14:30	09:30	-	-
	Chuvas nas últimas 24h	Fortes	Médias	Médias	Médias	-	-
	Condição do tempo	Chuvoso	Chuvoso	Bom	Bom	-	-
Abril de 2014	Data	11/04/2014	11/04/2014	11/04/2014	11/04/2014	12/04/2014	12/04/2014
	Hora	14:30	07:10	08:30	11:00	11:30	12:30
	Chuvas nas últimas 24h	Médias	Fortes	Fortes	Médias	Médias	Médias
	Condição do tempo	Nublado	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Nublado	Bom
Maio de 2014	Data	17/05/2014	19/05/2014	18/05/2014	19/05/2014	19/05/2014	19/05/2014
	Hora	17:00	17:33	07:35	13:40	10:00	11:00
	Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não
	Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom

### **3.4. Métodos de amostragem**

#### **3.4.1. Amostragem das variáveis abióticas e microbiológicas**

O procedimento para a realização da coleta, armazenamento, transporte e análise das amostras de água seguiram às recomendações do *Standard Methods* 22ª edição (APHA-AWWA-WEF, 2011), Norma ABNT/NBR 9897/87, segundo as diretrizes da IT. 05.102 que descreve o detalhamento do plano de amostragem para coleta da água.

A CONAGUA AMBIENTAL possui os procedimentos de coleta de águas superficiais e ensaios de campo e laboratório acreditados pelo INMETRO sob o nº CRL 239, habilitado na REBLAS (Rede Brasileira de Laboratórios de Análises de Saúde) /ANVISA sob o nº ANALI 080 e reconhecido pela Rede Metrológica de Goiás sob o nº 02, tendo nestas certificações uma garantia dos dados que serão fornecidos para avaliação da qualidade da água e sedimentos na área de influência do futuro reservatório da UHE Teles Pires.

Os trabalhos de campo foram validados através de procedimentos para o controle de qualidade cuja finalidade é identificar possíveis contaminações ambientais, no manuseio, na análise em campo, no transporte. Foram utilizados recursos de comparação a fim de validar os procedimentos de amostragem que são: branco de campo, branco de equipamento e branco de transporte.

Para obtenção de dados em tempo real foi utilizada uma sonda multiparamétrica para determinação dos seguintes parâmetros em campo: pH, salinidade, turbidez, sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade, potencial redox, oxigênio dissolvido, temperatura da água, percentual de saturação e salinidade.

As amostras permaneceram protegidas da luz solar e do calor durante seu transporte e manuseio. Os requisitos específicos para preservação das amostras foram adotados segundo o tipo de parâmetro a ser determinado seguindo recomendações de STRASKRABA & TUNDISI (2008).

Foram evitadas coletas de amostras de águas estagnadas que pudessem conduzir a erros amostrais. As amostras obtidas na superfície foram coletadas no próprio frasco de amostragem, preservadas, conservadas em caixas de isopor, geladeira de campo e transportadas para o laboratório em baixa temperatura.

Os frascos para acondicionamento de quaisquer amostras foram enviados para o campo com rótulo identificador, excluindo a possibilidade de troca de amostras e agilizando a operação de coleta.

Para garantir a integridade das amostras, o tempo decorrido entre a coleta e a análise não ultrapassou 24 horas, e para isso algumas análises foram realizadas no laboratório de campo.

Foi instalado um laboratório de campo com todos os critérios de controle da qualidade e confiança para fidelizar os resultados das análises.

As coletas superficiais foram obtidas a uma profundidade de, aproximadamente, 20 cm da lâmina d'água e armazenadas em frascos de vidro de 1 litro cor âmbar, ou em frascos plásticos de 500 mL e 50 mL, dependendo do tipo de análise.

As amostragens de sedimentos foram realizadas nos mesmos pontos de coleta da água superficial utilizando-se uma draga de Eckman-Birge.

A transparência da água foi obtida através do disco de *Secchi* e segundo ESTEVES (1998) pode ser considerada o oposto da turbidez, do ponto de vista ótico. A profundidade obtida em metros é denominada Transparência do disco de *Secchi*. A profundidade do disco de *Secchi*, na ausência de outros equipamentos, pode ser também utilizada na avaliação da extensão da zona eufótica o que possibilita orientar as coletas de fitoplâncton e zooplâncton.

As coletas de amostras para determinação do índice de bactérias coliformes termotolerantes foram realizadas em frascos estéreis.

#### **3.4.2. Amostragem das comunidades aquáticas (determinação do fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos)**

Os procedimentos de coletas, armazenamento e transporte das amostras seguem às Instruções de Trabalho (IT's) e Procedimentos Operacionais Padrão (POP's) que têm como referências as normas internacionais e nacionais reconhecidas (APHA-AWWA-WEF, 2011; ABNT NBR 9898/87) e outras de publicações do meio científico, detalhadas na forma de procedimentos (**Quadro 3.4.2.1**).

**Quadro 3.4.2.2 - Métodos de coleta, armazenamento, transporte das amostras e análises de campo.**

<b>Nº do Método</b>	<b>Descrição do Método</b>
POP 05.132 rev. 06	Determinação de coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>
IT 05.127 rev 02	Amostragem de macroinvertebrados bentônicos
IT 05.109 rev 05	Amostragem para análise de fitoplâncton e zooplâncton
IT 05.102 rev 07	Plano de amostragem de águas e efluentes
IT 05.058 rev 06	Amostragem de água em corpos receptores

### **3.4.2.1. Coleta da Comunidade Fitoplanctônica**

As amostras destinadas a qualificação da comunidade fitoplanctônica foram obtidas com rede tipo Apstein, fazendo uso de arraste horizontal, obedecendo à orientação do disco de *Secchi*, considerando a zona eufótica da coluna d'água. O material coletado foi fixado com solução de lugol acético e sua contagem realizada com microscópio invertido, pelo método de Utermohl (UTERMÖHL, 1958).

A coleta foi efetuada com rede de plâncton de 20-25 µm de abertura de malha para amostras qualitativas. Foi passada a rede de plâncton 9 vezes enchendo e esvaziando o cone, a cada 3 passadas. Essas amostras qualitativas foram obtidas através do arrasto no sentido contrário ao fluxo da água no corpo hídrico. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos (vidro âmbar) com capacidade de 500 mL e fixadas com solução *transeau* (álcool /formol e água).

As amostras destinadas à análise quantitativa do fitoplâncton foram obtidas com um frasco de vidro âmbar, com volume de 1000 mL, por meio de amostragem na superfície. A amostra foi fixada com solução de lugol acético.

### **3.4.2.2. Coleta da Comunidade Zooplanctônica**

A coleta foi efetuada com rede de plâncton de 60 µm de abertura de malha. Foi passada a rede de plâncton 9 vezes enchendo e esvaziando o cone, a cada 3 passadas. Essas amostras foram obtidas através do arrasto no sentido contrário ao fluxo da água no corpo hídrico. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascos protegidos da luz com

capacidade de 500 mL e fixadas com solução formaldeído a 4% com adição de açúcar (HANNEY & HALL, 1973) ou com álcool 70% na proporção de 1:1 (250 mL de amostra e 250 mL de álcool 70%). Uma vez que os organismos zooplanctônicos podem se deteriorar rapidamente, especialmente em atmosfera quente, deve-se preservá-los imediatamente após a coleta.

### **3.4.2.3. Coleta da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos**

A comunidade de invertebrados bentônicos de corpos de água continentais é composta por grande variedade de grupos taxonômicos, incluindo protozoários, vermes pertencentes a diferentes filos, crustáceos, moluscos e insetos (adultos e imaturos) entre outros. Esses animais caracterizam-se por viver associados ao substrato, seja sobre a superfície (epibentônicos) ou em seu interior (endobentônicos).

O substrato pode ser colonizado por espécies não intimamente relacionadas com o habitat amostrado. Nestes casos, sendo o interesse do trabalho, o levantamento da riqueza de espécies, será realizada coleta qualitativa extensiva, que cubra o maior número possível de tipos de habitat; e intensiva em cada um desses habitats (BICUDO & BICUDO 2007).

Para que o resultado reflita o maior grau de fidelidade é necessário escolher o amostrador ideal para os objetivos propostos. Para este fim contamos com dragas que permitem recolher o substrato, possuindo mecanismo de fechamento que evita perdas da amostra durante o recolhimento do aparelho. Deve-se manter todo cuidado para não perturbar o substrato, ao descer a draga, evitando fugas de organismos. Para evitar perdas de organismos pela perturbação do substrato é imprescindível que a coleta de sedimento para análise de bentos preceda a dos demais parâmetros de sedimento.

Para análise de macroinvertebrados bentônicos, o material foi coletado, e inicialmente, flotado em uma solução de glicose (açúcar cristal) a 120%, sendo o sedimento retido em rede de malha 250 µm.

Em alguns pontos foram coletados três pegadas de sedimento do fundo, por meio de draga de Eckman-Birge ou equivalente, até atingirem cerca de 2 kg. Essas amostras foram acondicionadas em saco plástico e preservadas com solução de formaldeído a 4%.

Por se tratar de fundo rochoso, a maioria das coletas foi realizada nas margens utilizando redes de *Surber* que capturam animais através da perturbação do substrato provocada com as mãos. Foram coletadas várias subamostras ao longo da margem, entre folhagens, no sedimento e outros substratos encontrados no local, definindo uma distância mínima percorrida de aproximadamente 1m<sup>2</sup> por ponto de coleta. O material coletado foi acondicionado em recipientes de boca larga e conservado em formol 4%, armazenado e transportado em caixas térmicas até chegar ao laboratório.

### **3.5. Etapa de Laboratório**

#### **3.5.1. Ensaio físico-químico**

Os ensaios físico-químicos realizados em laboratório atenderam as metodologias constantes no *Standard Methods*, 22<sup>a</sup> ed. (APHA-AWWA-WEF, 2011), ou outras padronizadas similares.

Para a avaliação da **qualidade** da água deste Programa foram selecionados os parâmetros, listados nos **Quadros 3.5.1.1** e **3.5.1.2**, que permitem caracterizar os aspectos referentes à poluição orgânica e química, à biota aquática e ao estado trófico dos corpos hídricos.

Para a determinação do índice de bactérias termotolerantes na água foi adotada a técnica do substrato cromogênico, onde < 1,1 NMP/100 mL corresponde ao valor de expressão para ausência de bactérias na amostra examinada.

**Quadro 3.5.1.1 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (\*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água.**

PARAMETRO	LQ	Unidade	Método amostral	Validade	Método de preparação	Método de análise
Alcalinidade Total	1	mg/L	SM 21 2320	24 h a 14 dias (c)	SM 21 2320	SM 21 2320
Alumínio Dissolvido	0,05	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3500
Arsênio Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Bário Total	0,003	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Boro Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 4500 B	SM 21 3120 B
Cádmio Total	0,0005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cálcio Total	0,8	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cromo Total	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Chumbo Total	0,003	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cloreto Total	2	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias	SM 21 4500 Cl- B	SM 21 4500 Cl- B
Clorofila a	0,01	µg/L	SM 21	Extração imediata	SM 10200 H	SM 10200 H
Cobalto Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cobre Dissolvido	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Carbono orgânico Total	0,18	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5310 B	SM 21 5310
Carbono orgânico dissolvido	0,18	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5310 B	SM 21 5310
Coliformes Termotolerantes	≥ 1,1	NMP/100mL	SM 21 9060 B	24 h (c)	SM 9221 B	SM 9221 B
Condutividade elétrica	0,7	µS/cm	SM 21 1060 B	28 dias (c)	SM 2510 B	SM 2510 B
Cor Verdadeira	4	mg/L Pt	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 2120 B	SM 21 2120 B
DBO 5	0,3	mg/L	SM 21 1060 B	6 a 48 h(c)	SM 21 5210	SM 21 5210
DQO	0,03	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5220 D	SM 21 5220 D
Dureza Total	2	mg/L	SM 21 1060 B	6 meses (a)	SM 21 2340 C	SM 21 2340 C
Ferro Dissolvido	0,04	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 B	SM 21 3500 B
Fluoreto Total	0,04	mg/L	SM 21 3010 B	28 dias	SM 21 4500 F C	SM 21 4500 F C
Fósforo Total	0,004	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (b)	SM 21 4500 P	SM 21 4500 P
Fósforo Orgânico	0,004	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (b)	SM 21 4500 P	SM 21 4500 P
Lítio Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 Li B	SM 21 3500 Li B
Índice de Fenóis	0,001	mg/L		28 dias (b)	SM 5530	SM 5530
Magnésio Total	0,4	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 E	SM 21 3500 E
Mangânês Total	0,004	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 Mn	SM 21 3500 Mn
Materiais flutuantes	-	-	visual	momento	-	visual
Mercúrio Total	0,0001	mg/L	SM 21 3010 B	28 dias (a)	SM 21 3030 B	EPA 7470 A
Níquel Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Nitrogênio amoniacal	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrogênio kjedahl total	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrogênio orgânico	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrato	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrito	0,002	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-2 B	SM 21 4500 NO-2 B
OD	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	(d)	SM 21 4500 O G	SM 21 4500 O G
Óleos e graxas	0,0001	mg/L	-	28 dias (b)	SM 5520	SM 5520
pH	00,2 a 14	-	SM 21 1060 B	(d)	POP 05.039 rev. 06	POP 05.039 rev. 06
Potássio Total	0,1	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Potencial de oxirredução	0,1	-	SM 21 1060 B	(d)	POP 05.039 rev. 06	POP 05.039 rev. 06
Sódio Total	0,05	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Sólidos Totais Dissolvidos	1	mg/L	SM 21 3010 B	7 dias (c)	SM 21 2540	SM 21 2540
Sólidos Totais		mg/L	-	7 dias (c)	SM 2540	SM 2540
Salinidade	0,7		SM 21 1060 B	-	SM 2510 B	SM 2510 B
Saturação de Oxigênio	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	(d)	SM 21 4500 O G	SM 21 4500 O G
Sílica	0,01	mg/L	-	28 dias (c)	SM 4500 SiO2	SM 4500 SiO <sub>2</sub>
Sulfato total	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (c)	SM 21 4500 SO4-2 D	SM 21 4500 SO42D
Temperatura água	0 a 50	°C	SM 21 2550 B	(d)	SM 21 2550 B	SM 21 2550 B
Temperatura do ar	0 a 50	°C	SM 21 2550 B	(d)	SM 21 2550 B	SM 21 2550 B
Transparência (Secchi)	-	m	-	(d)	-	-
Turbidez	0,21	NTU	SM 21 1060 B	24 a 48 h (e)	SM 21 2130 B	SM 21 2130 B
Vanádio total	0,1	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3030 B
Zinco Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3030 B

LQ: limite de quantificação; (a): Acidificar com HNO<sub>3</sub> até pH < 2 – para dissolvidos filtrar imediatamente após coleta; (b): Acidificar com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> até pH < 2 e refrigerar; (c): Refrigerar; (d): Medida de campo; (e): Refrigerar no escuro; (f): Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2 N por 100 mL e refrigerar; adicionar NaOH até pH > 9; (g): Adicionar NaOH até pH > 12 e refrigerar no escuro.

**Quadro 3.5.1.2 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (\*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água.**

PARAMETRO	LQ	Unidade	Método amostral	Validade	Método de preparo	Método da análise
Antimônio Total	0,0005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	EPA 7062
Berílio Total	0,0003	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cianeto	0,005	mg/L	SM 21 1060 B	24 h a 14 dias (g)	SM 21 4500 CN- F	SM 21 4500 CN- F
Corantes artificiais	VA	-	VA	x	Visual	Visual
PCB's bifenilas policloradas	0,001	mg/L	0,001	x	x	EPA 8082
Pentaclorofenol	0,002	mg/L	0,002	x	x	EPA 8270 D
Prata Total	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Selênio Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Sulfeto	0,002	mg/L	SM 21 4500 S2- A	28 dias (f)	SM 21 4500 S2- C	SM 21 4500 S2- F
Urânio Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3030 B

LQ: limite de quantificação: (a): Acidificar com  $\text{HNO}_3$  até pH < 2 – para dissolvidos filtrar imediatamente após coleta; (b): Acidificar com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  até pH < 2 e refrigerar; (c): Refrigerar; (d): Medida de campo; (e): Refrigerar no escuro; (f): Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2 N por 100 mL e refrigerar; adicionar NaOH até pH > 9; (g): Adicionar NaOH até pH > 12 e refrigerar no escuro.

### 3.5.2. Determinação da comunidade fitoplanctônica

As análises qualitativas foram realizadas nas amostras concentradas com rede de plâncton, utilizando microscópio óptico com câmara clara ocular de medição.

Para a análise quantitativa foi utilizada a metodologia ÜTERMOHL (1958), com o auxílio de um microscópio invertido, em aumento de 400 vezes. As câmaras de sedimentação utilizadas nas contagens variaram entre 10, 25 e 50 mL, conforme a densidade dos organismos, sendo a contagem realizada com enumeração de, pelo menos, 100 espécimes da espécie dominante em campos aleatórios (LUND *et al.*, 1958; UHELINGER, 1964) em transectos verticais. Para a contagem do fitoplâncton foram considerados como indivíduos os organismos unicelulares, filamentos de cianobactérias e de diatomáceas, sendo consideradas, para contagem, somente as células que apresentaram cloroplasto e integridade celular.

Foram consideradas como espécies dominantes aquelas cujas densidades superaram 50% da densidade total da amostra, seguindo os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON (1986).

Para a identificação taxonômica do fitoplâncton foram utilizadas referências como CUPP (1943); HUBER-PESTALOZZI (1955); Ettl (1976, 1983); PRESCOTT *et al.* (1982); PARRA *et al.*

(1982a,b,c; 1983); KRIENITZ (1990); HUSZAR (1985); PICELLI-VICENTIM (1987); COMAS (1996); KOMAREK & FOTT (1983); KOMAREK & ANAGNOSTIDIS (2005); BICUDO & MENEZES (2006).

### **3.5.3. Determinação da comunidade zooplanctônica**

As amostras foram quantificadas de acordo como o método do Manual da CETESB (2000), em microscópio invertido Zeiss modelo Axiovert 25 a 400 aumentos e estereomicroscópio em aumento máximo de 500 vezes para Cladocera e Copepoda. Para cada amostra, um volume conhecido foi filtrado em uma rede de plâncton de 25 a 63 µm de abertura de malha. Os resultados foram expressos em número de organismos por unidade de volume, considerando a quantidade de água filtrada durante a coleta do zooplâncton. Foram consideradas como espécies dominantes aquelas cujas densidades superaram 50% da densidade total da amostra, seguindo os critérios estabelecidos por LOBO & LEIGHTON (1986).

Os organismos foram identificados utilizando literatura especializada (KOSTE, 1978; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SMIRNOV, 1996).

### **3.5.4. Determinação da comunidade de macroinvertebrados bentônicos**

No laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente utilizando uma malha de 2,5 mm de abertura e transferidas para um novo frasco e fixado com álcool 70%. Posteriormente uma fração fixa do volume total de cada amostra (BRANDIMARTE *et al.* 2004) foi depositada em placa de *Petri* e, os organismos separados do sedimento com pinça entomológica, sob um microscópio estereoscópico, no aumento de 7X, sendo utilizado para a identificação, até o menor nível específico possível. As densidades dos táxons (expressas em indivíduos por unidade de área) foram calculadas de acordo com a área do amostrador utilizado em cada ponto de amostragem.

Para classificação taxonômica foram utilizadas bibliografias adequadas como BRINKHURST & MARCHESE (1989, 1992), PENNAK (1989), EPLER (1995), LOPRETTO & TELL (1995, tomos II e III), TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO *et al.* (1995); MERRITT & CUMMINS (1996), FERNÁNDEZ & DOMÍNGUEZ (2001) e HORNE *et al.* (2002).

### 3.6. Critérios para avaliação da qualidade da água

Os padrões de qualidade são legalmente definidos como os limites máximos de concentração a que cada substância deve respeitar após o seu lançamento no corpo receptor (CETESB, 2008), e que dependem da classificação das águas interiores, estabelecida segundo seus usos preponderantes e por legislação específica, variando da classe especial (a mais nobre) até a classe 4 (a menos nobre).

Segundo os critérios do EIA/RIMA e relatórios anteriores, os resultados foram avaliados segundo recomendações da Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de Março de 2005 para águas doces de classes 2 (MMA, 2005), que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no. 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

O índice de qualidade da água e de eutrofização foram estabelecidos pelo IQA<sup>1</sup> e IET<sup>2</sup>, respectivamente, e foram determinados segundo as definições da CETESB.

O IET 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 o potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas.

O índice adotado foi o clássico introduzido por CARLSON (1977) modificado por LAMPARELLI (2004) adotado pela CETESB que, através de método estatístico baseado em regressão linear, alterou as expressões originais para adequá-la a ambientes subtropicais. Este

---

<sup>1</sup> Índice de Qualidade da água

<sup>2</sup> Índice de Estado Trófico

índice utiliza três avaliações de estado trófico em função dos valores obtidos para as variáveis: transparência (disco de *Secchi*), clorofila “a” e fósforo total (**Quadro 3.6.1**).

**Quadro 3.6.1** - Classificação do Estado Trófico segundo o Índice de CARLSON (1977) modificado por LAMPARELLI (2004).

<b>Categoria estado trófico</b>	<b>Ponderação</b>	<b>P-total - P</b>	<b>Clorofila a</b>
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$640 < P$	$7,46 < CL$

Das três variáveis citadas para o cálculo do IET foram aplicadas neste relatório apenas duas: clorofila “a” e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos. Quando não houver resultados para o fósforo total ou para a clorofila a, o índice será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao 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 avaliação correspondente à clorofila “a”, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo.

Os dados obtidos com as amostras foram usados como subsídios para o cálculo do IQA, que se apresenta como importante ferramenta empregada na avaliação da qualidade da água de rios, córregos e lagos.

Segundo CETESB (2012), o IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total (sólido total) e turbidez.

A seguinte equação é utilizada:

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

Onde:

**IQA:** Índice de qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

**qi:** qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

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

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

em que:

**n:** número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Na ausência de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado do IQA, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, variando numa escala de 0 a 100, conforme o **Quadro 3.6.2**.

**Quadro 3.6.2** - Classificação do Índice de Qualidade da Água Fonte: CETESB (2012).

IQA - Parâmetros	
Categoria	Ponderação
Otima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

### **3.7. Critérios para avaliação da qualidade dos sedimentos**

O grau de contaminação química dos sedimentos com vistas à proteção da vida aquática foi classificado segundo os critérios adotados pela Resolução CONAMA nº454, de 01 de novembro de 2012 que revoga a Resolução CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004 (MMA, 2004), que estabelece diretrizes e procedimentos mínimos para a avaliação do material dragado. Tais critérios são adotados também pela CETESB nos monitoramentos de águas interiores do Estado de São Paulo (CETESB, 2012).

Baseada em concentrações totais e na probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota, a Resolução CONAMA nº 344/04 estabelece dois níveis ou critérios de qualidade:

- \*Nível 1 - limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- \*Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

Na faixa entre o Nível 1 e o Nível 2 situam-se os valores onde ocasionalmente espera-se tais efeitos. Deve-se ressaltar, porém, que a adoção desses valores teve caráter meramente orientador da qualidade do sedimento amostrado, na busca de evidências da presença de contaminantes em concentrações capazes de causar efeitos deletérios, sobretudo com relação à toxicidade para a biota.

### **3.8. Análises estatísticas**

#### **Comunidades planctônicas**

A identificação dos taxa permitiu a estimativa da abundância total (n) e da riqueza total (S) dos pontos de coleta. Utilizaram-se os critérios de LOBO & LEIGHTON (1986) para a análise de quais taxa do fitoplâncton e do zooplâncton foram considerados como abundantes e/ou dominantes nas áreas de estudo.

O número total de taxa (S) ou riqueza total foi utilizado para o cálculo do índice de riqueza específico de Margalef (MAGURRAN, 2004), que padroniza o valor de S pelo tamanho amostral (n), possibilitando a comparação de ambientes com tamanhos e/ou esforços amostrais diferentes.

$$\alpha = \frac{(S-1)}{\ln(n)}$$

Onde:

$\alpha$  = Índice de riqueza específica;

S= número de táxons;

n= o número total de indivíduos da amostra.

O índice de diversidade de Shannon-Weaner (MAGURRAN, 2004), que permite a medida e a posterior comparação da diversidade ecológica entre ambientes diferentes e entre o mesmo ambiente em épocas distintas, foi estimado pela aplicação da seguinte fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) \times (\log_2 p_i)$$

Onde:

H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaner;

S= número de taxa da amostra;

$p_i$  = proporção da espécie i ( $n_i/N$ ) na amostra;

$n_i$  = o número total de indivíduos da espécie i na amostra;

N = número total indivíduos da amostra;

A similaridade na composição das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos entre os pontos de coleta foi testada utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis (MAGURRAN, 2004). A seguinte fórmula é utilizada em sua estimativa:

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Onde:

$BC_{ij}$  = Similaridade entre os sítios i e j;

$C_{ij}$  = abundância mínima da espécie i entre dois locais de amostragem;

$S_i$  = soma das abundâncias de espécies no ponto i;

$S_j$  = soma das abundâncias de espécies no ponto j;

Assumiu-se um nível de significância de 60% de similaridade na análise de formação dos grupos, assim como indicado por LEGENDRE & LEGENDRE (1998).

Para melhor visualização dos resultados da análise de similaridade, utilizaram-se sufixos para se caracterizar a amostragem das quais os pontos pertencem da seguinte maneira: agosto = ago; setembro = set; outubro = out e assim por diante.

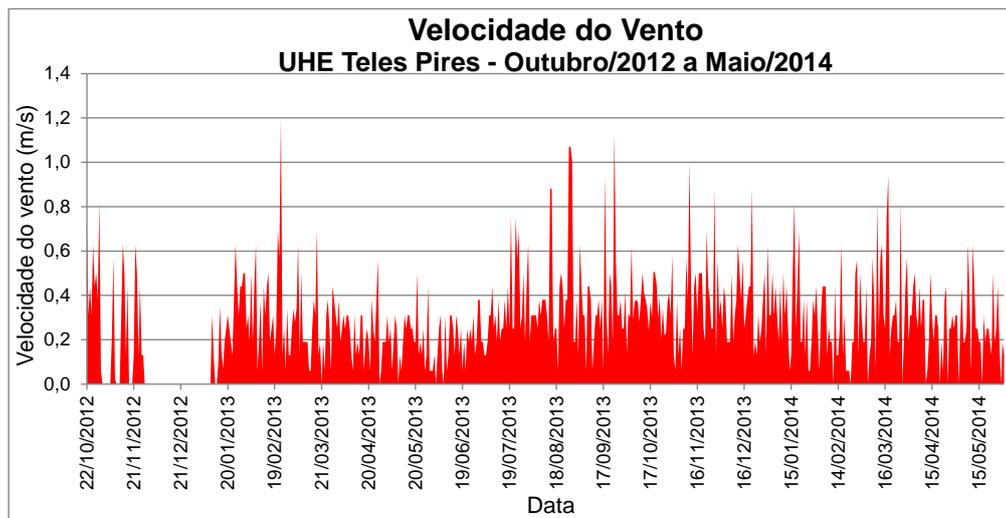
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis climatológicas

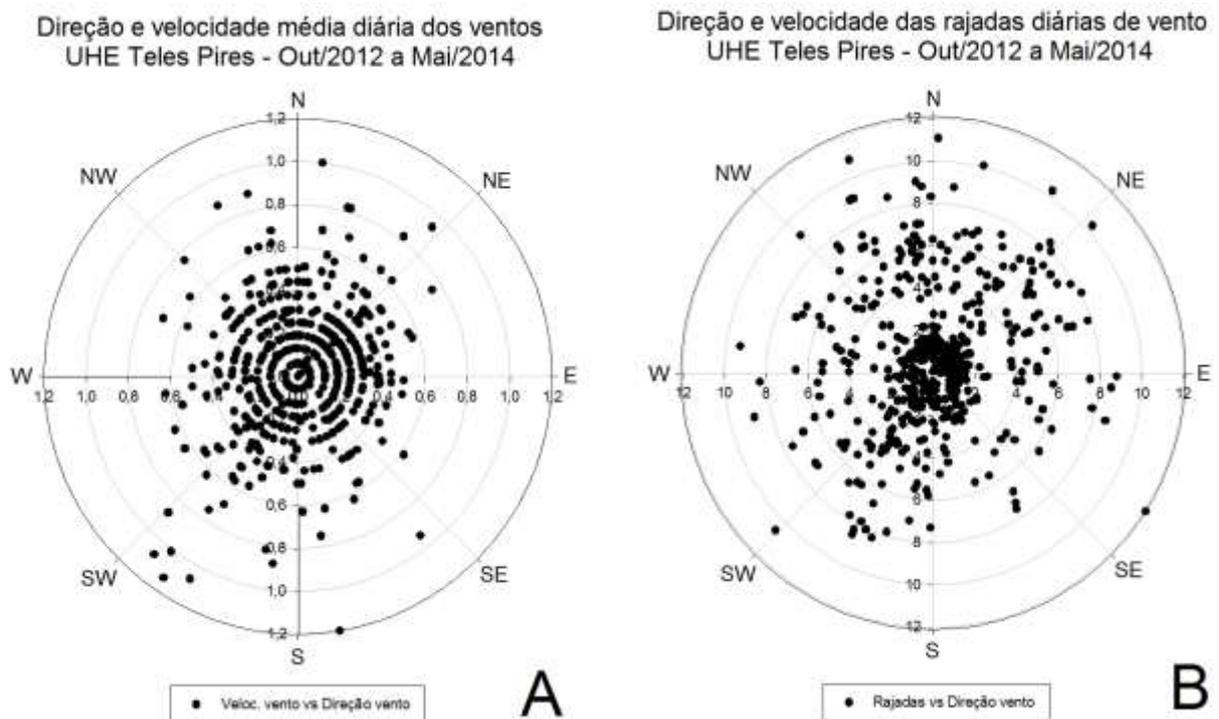
Na **Figura 4.1.1** está apresentado gráfico de velocidade média diária dos ventos no período entre outubro de 2012 a maio de 2014, sendo que na **Figura 4.1.2** estão apresentados os diagramas de direção e velocidade diária média dos ventos e das rajadas diárias quantificadas na estação climatológica do canteiro de obras da barragem da UHE Teles Pires. Verifica-se que tanto a intensidade como a direção do vento foram muito variáveis ao longo do período monitorado, não evidenciando padrões claros nas diferentes épocas do ano. Nota-se que as maiores intensidades médias diárias dos ventos foram nos quadrantes sul e sul-sudoeste, com velocidades superiores a 1m/s, mas também com frequências significativas de ventos moderadamente fortes de quadrante norte-noroeste e norte nordeste, com velocidades superiores a 0,8 m/s. Já as rajadas diárias de vento foram mais frequentes nos quadrantes norte-noroeste e norte-nordeste, com velocidades superiores a 8 m/s. Porém, tanto as velocidades médias diárias mais amenas dos ventos ( $< 0,6$  m/s) como as velocidades menos intensas das rajadas diárias ( $< 6$  m/s) não apresentaram padrões de direção definidos.

Os maiores valores de umidade relativa e de evapotranspiração foram observados nos períodos mais chuvosos (**Figura 4.1.3**), haja vista a íntima dependência dessas variáveis climatológicas em relação à precipitação.

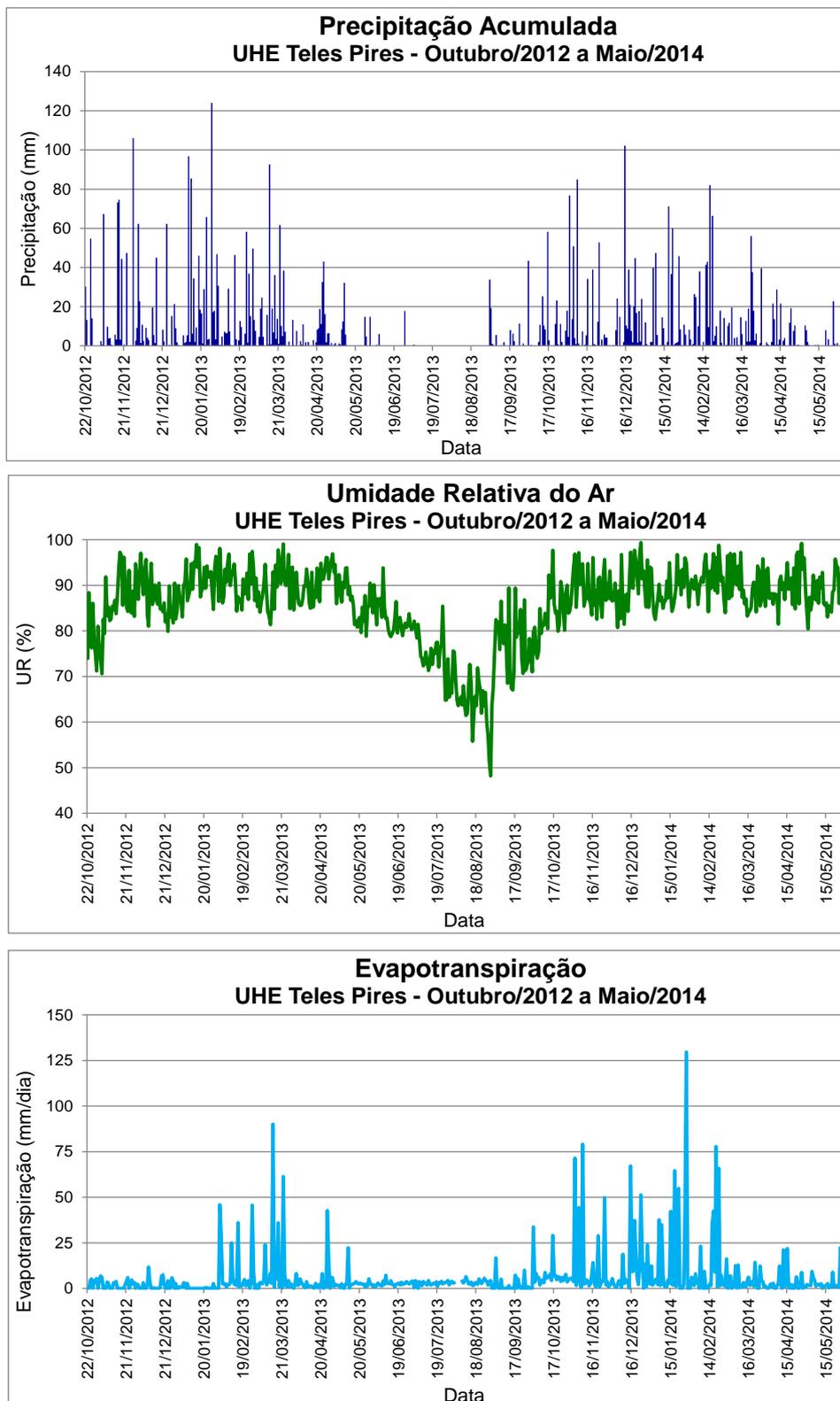
Paralelamente, a maior pressão atmosférica foi observada no período de estiagem, entre os meses de julho e agosto, resultante da maior frequência de movimentação das massas de ar mais frias nesse período. A radiação solar, por outro lado, apresentou maiores amplitudes de variação nos períodos mais chuvosos em relação ao período de estiagem (**Figura 4.1.4**), muito provavelmente em função da existência mais frequente de nuvens nesses períodos. Já as maiores insolações foram observadas naturalmente no período de verão, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2012 e 2013, em razão dos dias solares mais longos nesse período.



**Figura 4.1.1** – Diagrama da direção (em graus) e da velocidade média diária (em m/s) dos ventos na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014.



**Figura 4.1.2** – Diagrama de direção e velocidade média diária dos ventos (A) e das rajadas diárias de vento na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014. Escala da velocidade em m/s.



**Figura 4.1.3** – Gráficos de precipitação diária acumulada, umidade relativa do ar e evapotranspiração na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014.

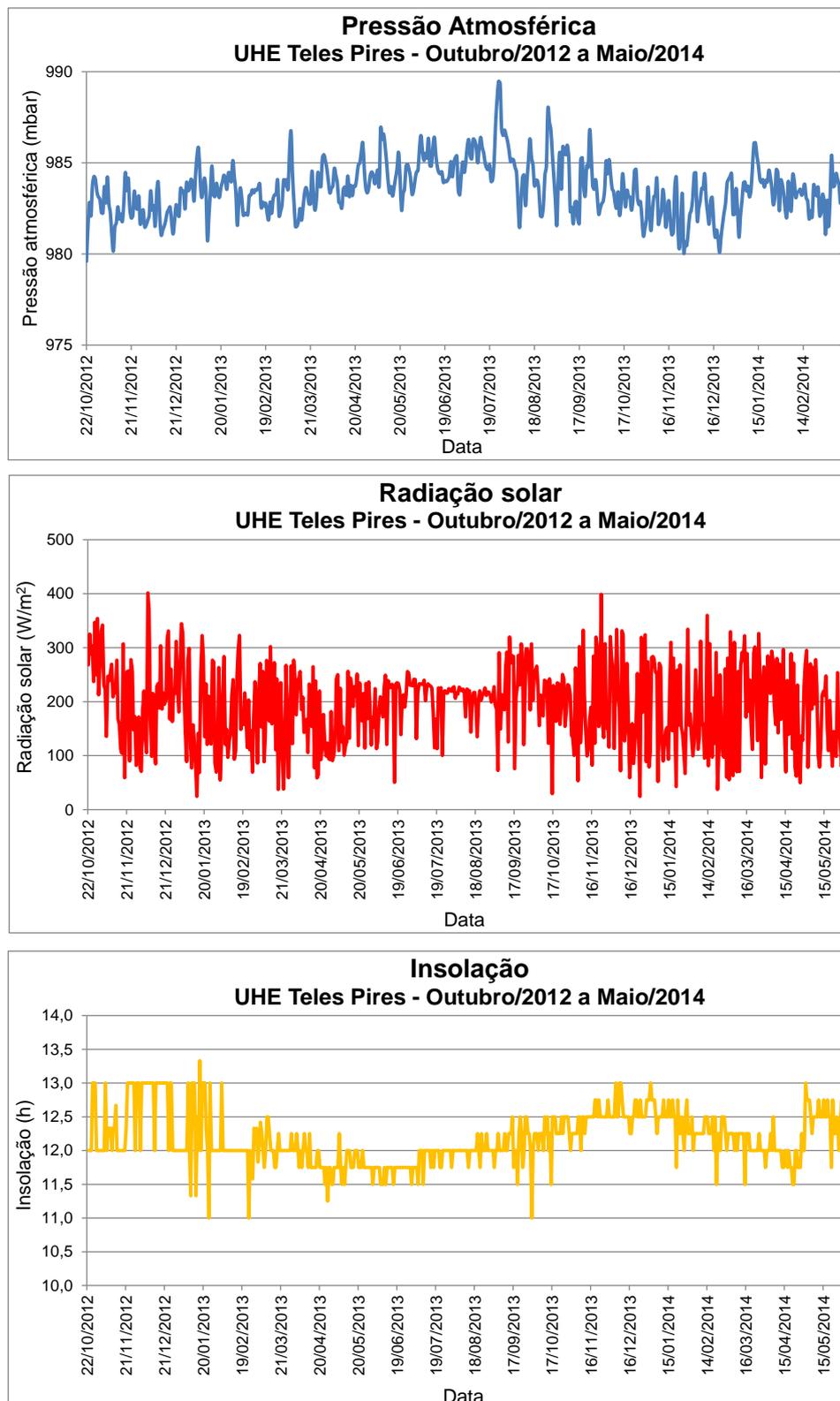


Figura 4.1.4 – Gráficos de pressão atmosférica, radiação solar e insolação na UHE Teles Pires no período entre outubro de 2012 a maio de 2014.

## **4.2. Variáveis abióticas**

Os dados das variáveis abióticas da água e do sedimento obtidos ao longo do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água na área de influência do futuro reservatório da UHE Teles Pires foram separados em dois compartimentos distintos: um referente aos pontos de coleta localizados no rio Teles Pires (P01, P02, P05A, P06, P07 e P08), e outro referente aos pontos de coleta localizados nos tributários deste rio (P03, P04, P09, P10, P11 e P12). Essa separação em diferentes compartimentos teve como objetivo a apresentação dos dados dos pontos do rio Teles Pires na forma conjunta e na sequência espacial por pertencerem ao mesmo corpo de água, além de diferenciá-los dos tributários do Teles Pires por apresentarem características distintas, como diferentes vazões, diferentes bacias hidrográficas e, como consequência, diferentes características abióticas e bióticas.

### **4.2.1. Variáveis da água**

#### **4.2.1.1. Comparação entre a montante e a jusante do futuro eixo da barragem**

Nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2012 foi realizado um estudo comparativo entre as variáveis abióticas da água da porção a montante do eixo da futura barragem da UHE Teles com a porção a jusante, visando avaliar possíveis diferenças existentes entre essas duas porções do rio Teles Pires, cujos resultados estão apresentados na **Tabela 4.2.1**.

Verifica-se que houve pouca diferença entre os valores das variáveis abióticas da água observados nas duas porções do rio, o que demonstra que elas possuem características muito semelhantes. De uma forma geral, o ponto localizado a jusante do eixo apresentou valores um pouco mais elevados em relação ao ponto da montante e, paralelamente, os valores de concentração de oxigênio dissolvido, um pouco menores a jusante em relação à montante. Apesar disso, com exceção dos valores de cor verdadeira em janeiro de 2012, todas as variáveis apresentaram valores em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2. Os valores acima do limite estabelecido pela legislação em ambos os pontos em janeiro de 2012 podem estar relacionados à influência das chuvas intensas naquele mês, que corresponde ao período chuvoso na região (**Figura 3.1.1**).

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES

**Tabela 4.2.1** – Variáveis abióticas da água quantificadas no ponto a montante e a jusante do eixo da futura barragem da UHE Teles Pires nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2012. VMP: valor máximo permitido de acordo com a Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.

Parâmetro	Campanha de 12/01/2012		Campanha de 16/02/2012		Campanha de 17/03/2012		VMP
	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
Alcalinidade Total (meq/L)	17,0	18,0	12,0	13,0	16,6	17,4	-
Cloretos Total (mg/L)	5,0	7,0	4,0	5,0	1,9	4,0	250
Condutividade Elétrica (uS/cm)	17	22	10	18	15,4	17,46	-
Cor verdadeira (mg Pt/L)	80,0	92,0	66,0	69,0	47,0	56,0	75
Cromo Total (mg/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
DBO5, 20 (mg/L)	1,6	2,5	1,8	2,0	1,3	1,7	5
DQO (mg/L)	3,5	5,6	3,6	3,8	2,0	3,0	-
Dureza Total (mg/L)	4,0	7,0	5,0	5,0	6,0	6,4	-
Ferro dissolvido (mg/L)	0,07	0,08	0,04	0,05	0,03	0,04	0,3
Fósforo total (mg/L)	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
Nitrato (mg-N/L)	1,00	1,20	0,70	0,90	0,10	0,26	10
Nitrito (mg-N/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	3,7
Nitrogênio Total (mg/L)	1,10	1,33	0,70	1,00	0,10	0,28	-
Óleos e graxas (mg/L)	0	0	0	0	0	0	Virtualmente ausente
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,50	7,33	7,20	7,10	6,97	6,88	> 5
pH	6,70	6,60	6,80	6,82	6,55	6,27	6 a 9
Sílica (mg/L)	19,0	23,0	10,0	15,0	4,5	5,1	-
Sólidos Totais (mg/L)	98,0	110,0	13,0	17,0	90,0	113,0	500
Sólidos Sedimentáveis (mL x L x h)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Virtualmente ausente
Surfactantes (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Sulfato Total (mg/L)	4,0	5,0	5,0	6,0	3,6	4,1	250
Sulfeto (H2S não dissociado) (mg/L)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Turbidez (NTU)	16,0	17,0	18,0	20,0	10,0	14,0	100
Coliformes totais (UFC/100mL)	880	930	1100	2500	380	500	-
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	750	840	900	1000	200	330	1000
Bactérias proteolíticas (UFC/100mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	-

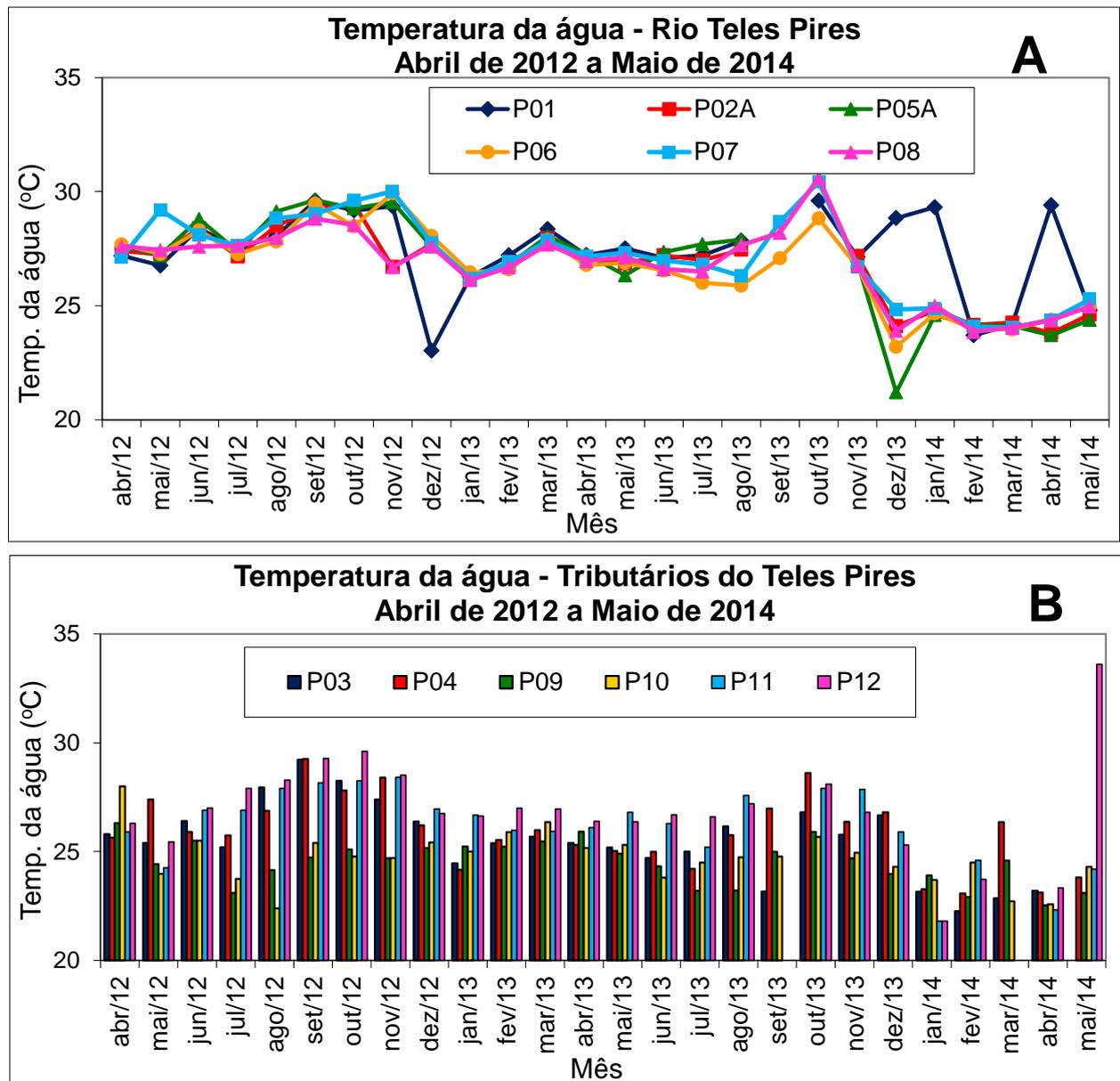
#### 4.2.1.2. Monitoramento mensal

Os resultados das variáveis abióticas de campo mais explicativas da qualidade da água obtidas entre abril de 2012 a maio de 2014 estão apresentados nas **Figuras 4.2.1 a 4.2.13**.

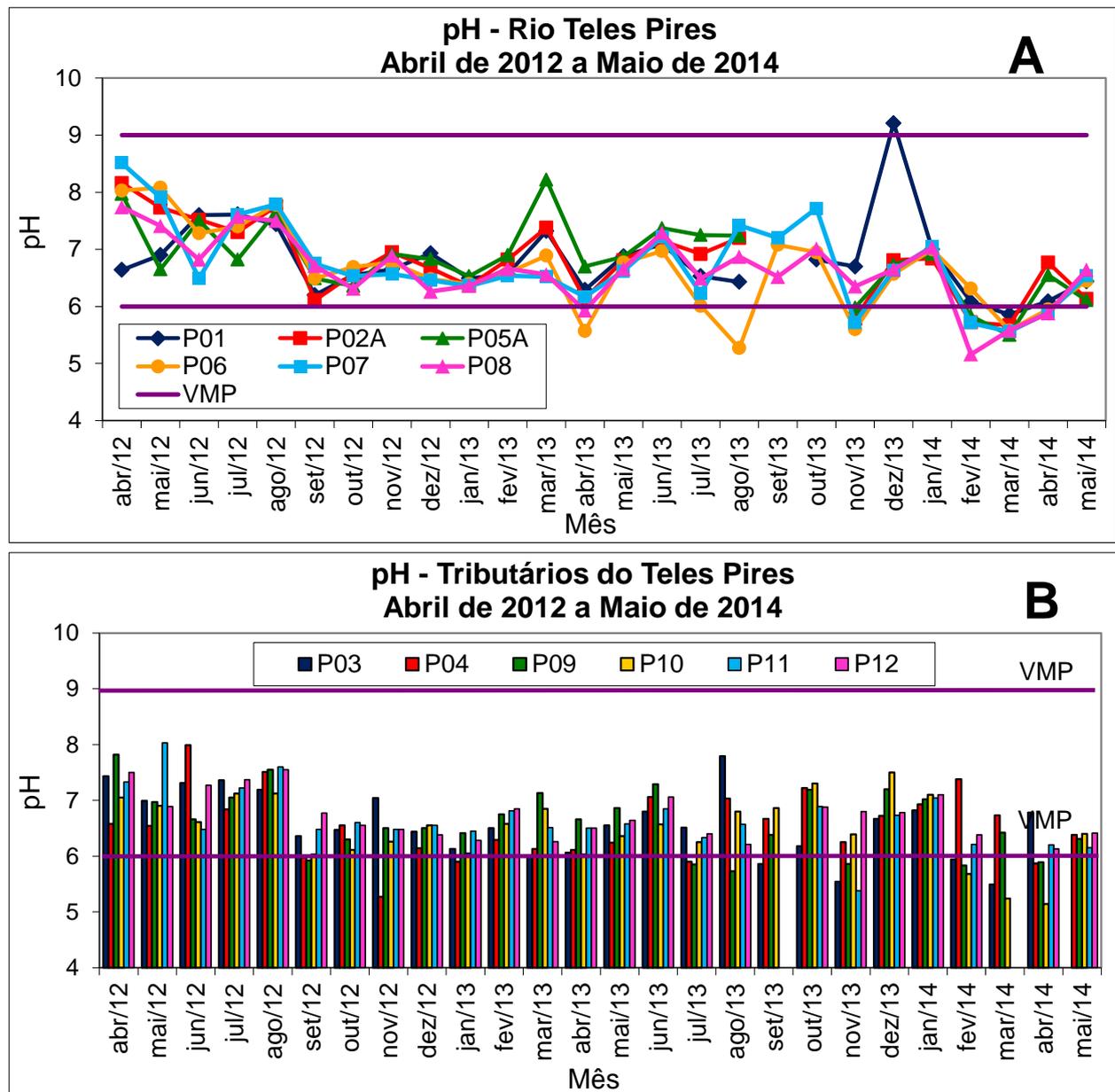
De uma forma geral, houve pouca variabilidade entre os parâmetros de campo quantificados nos diferentes pontos de coleta ao longo do Teles Pires, o que caracteriza uma água relativamente homogênea no trecho do rio estudado resultante da mistura turbulenta, por se tratar de sistema lóxico. Já os valores entre os diferentes tributários apresentaram variabilidade um pouco maior, possivelmente relacionados às características distintas das bacias hidrográficas, tais como litologia, uso e ocupação do solo, cobertura vegetal, vazão, entre outras. Mesmo assim, tais variações dos parâmetros de campo não foram, em geral, tão marcantes, o que evidencia que os tributários estudados não apresentam características físicas e químicas tão distintas entre si.

A variabilidade temporal foi, por outro lado, mais evidente para grande parte dos parâmetros abióticos da água. Para alguns deles, como temperatura da água (**Figura 4.2.1**), condutividade (**Figura 4.2.3**), cor verdadeira (**Figura 4.2.9**), sólidos totais dissolvidos (**Figura 4.2.10**), transparência da água (**Figura 4.2.11**) e DBO (**Figura 4.2.12**), a variação espacial esteve relacionada às condições climatológicas na bacia, principalmente ao regime de chuvas (ver **Figura 3.1.2**). Em geral, nos períodos mais chuvosos a temperatura da água, a condutividade, os sólidos totais dissolvidos e a transparência da água foram menores em relação aos períodos mais secos, ao passo que os valores de cor verdadeira e a DBO foram mais elevados nos períodos mais chuvosos em relação aos períodos mais secos. O maior aporte de material particulado orgânico e inorgânico para os corpos de água nos períodos mais chuvosos certamente contribuiu para essas diferenças observadas. Já no caso da condutividade e dos sólidos totais dissolvidos, os valores foram menores nos períodos mais chuvosos em função da maior diluição da água nos rios em termos de íons inorgânicos promovida pela contribuição da água das chuvas.

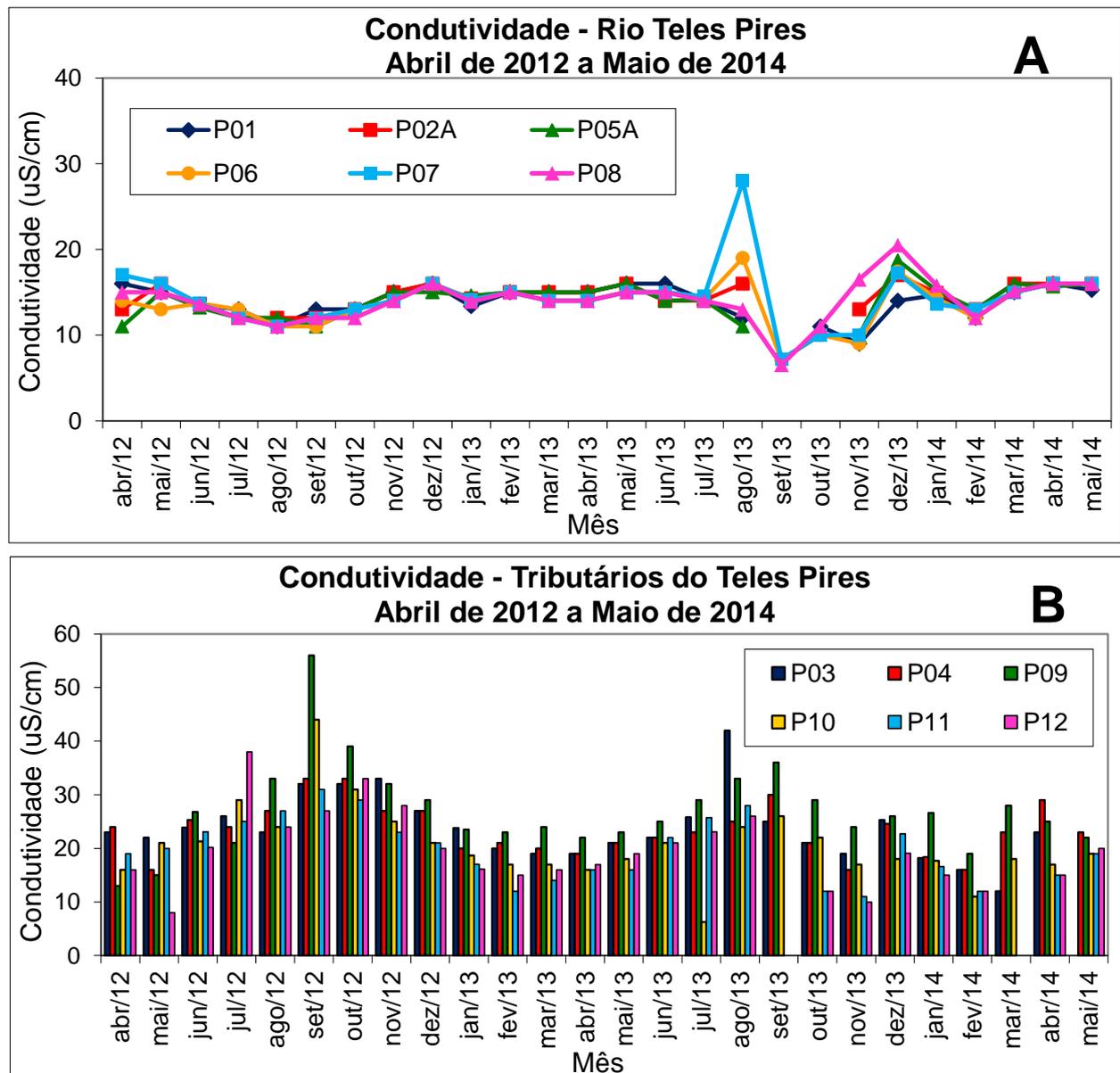
Em relação à transparência da água, nota-se que o ponto P11, localizado no rio São Benedito, apresentou maior transparência da água em relação aos demais pontos em praticamente todo o período monitorado (**Figura 4.2.11**), muitas vezes ultrapassando 2 m de profundidade, o que o distingue, nesse aspecto, aos demais tributários do rio Teles Pires.



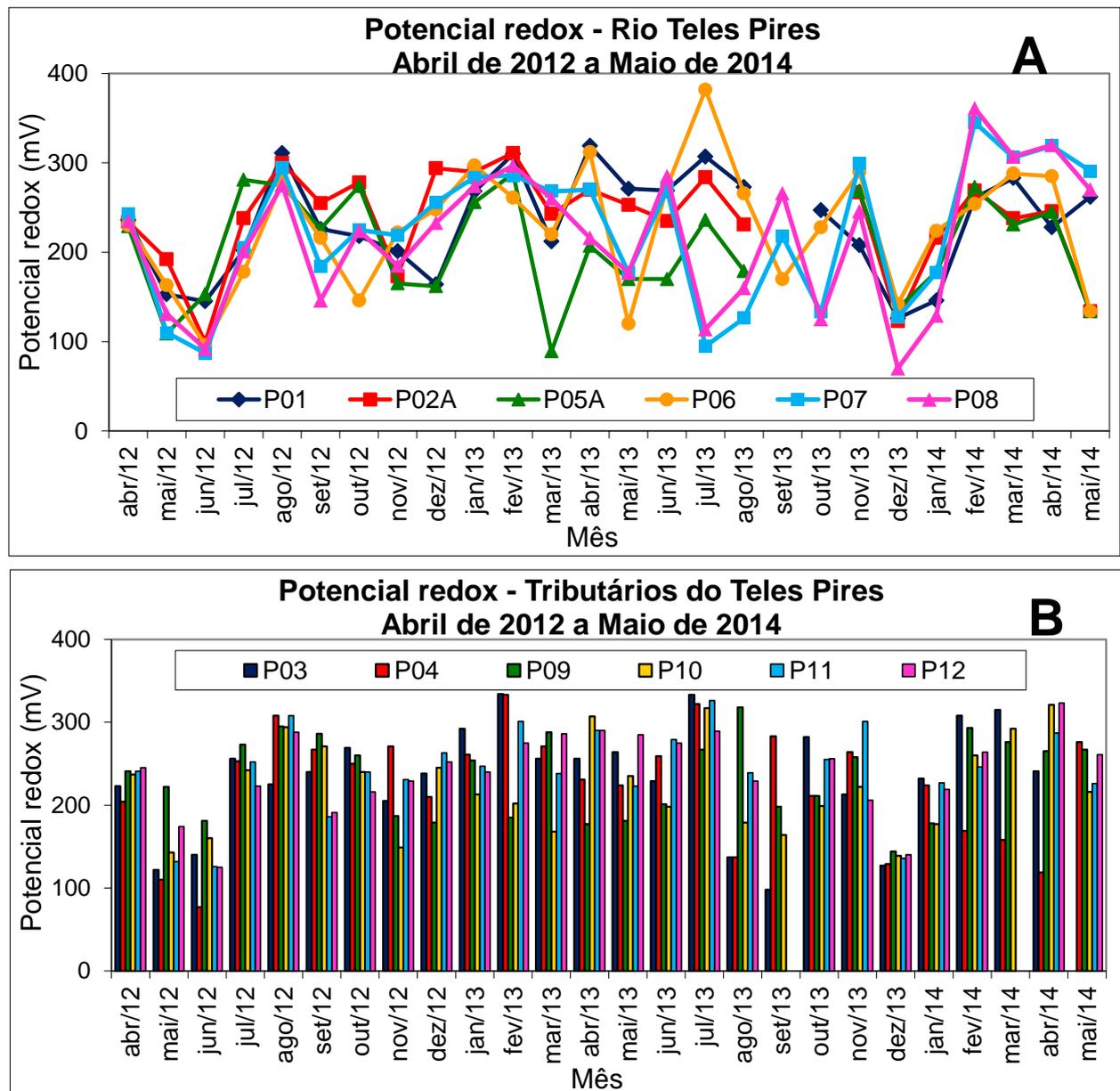
**Figura 4.2.1** – Variação da temperatura da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014.



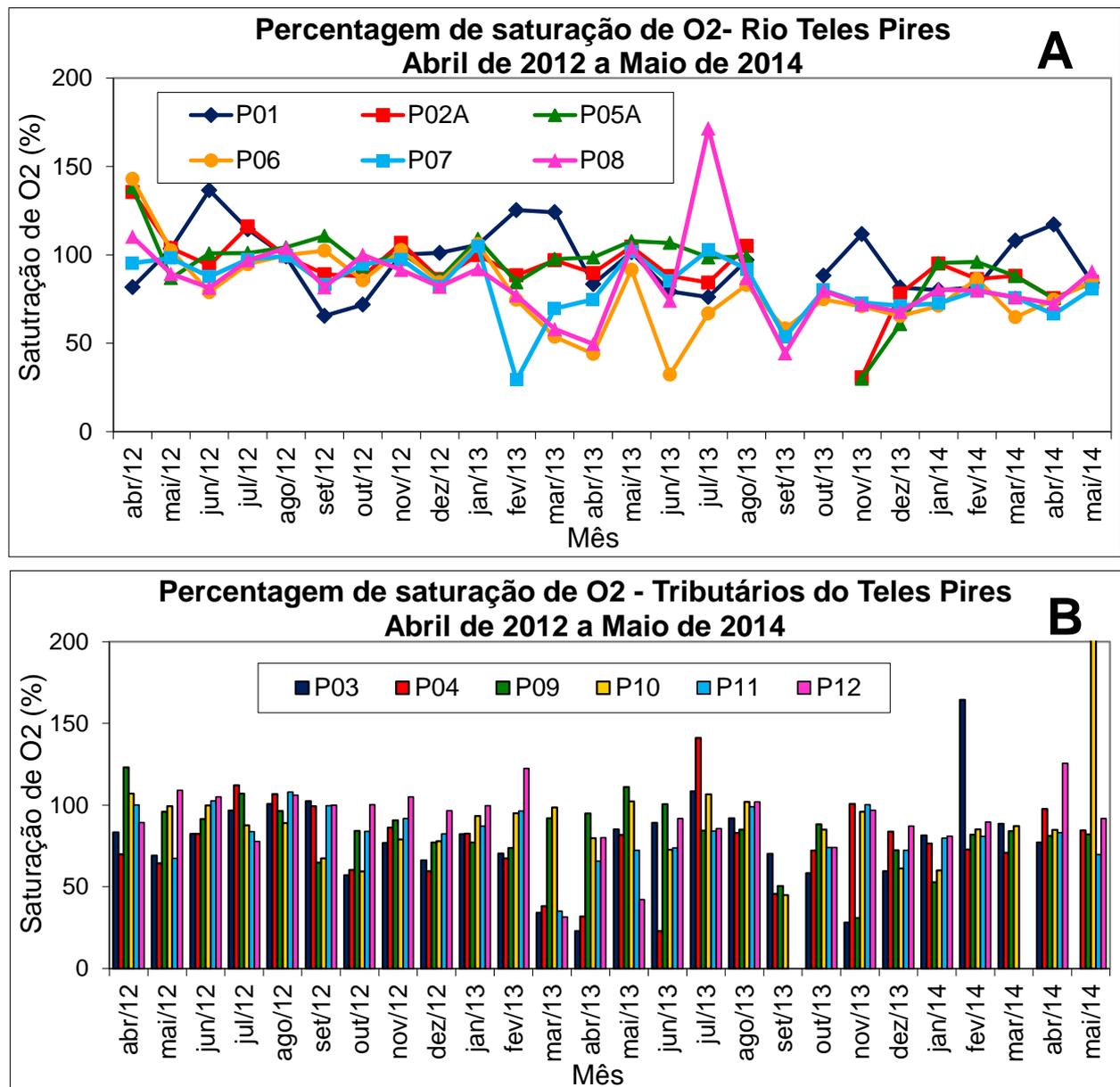
**Figura 4.2.2** – Variação de pH na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



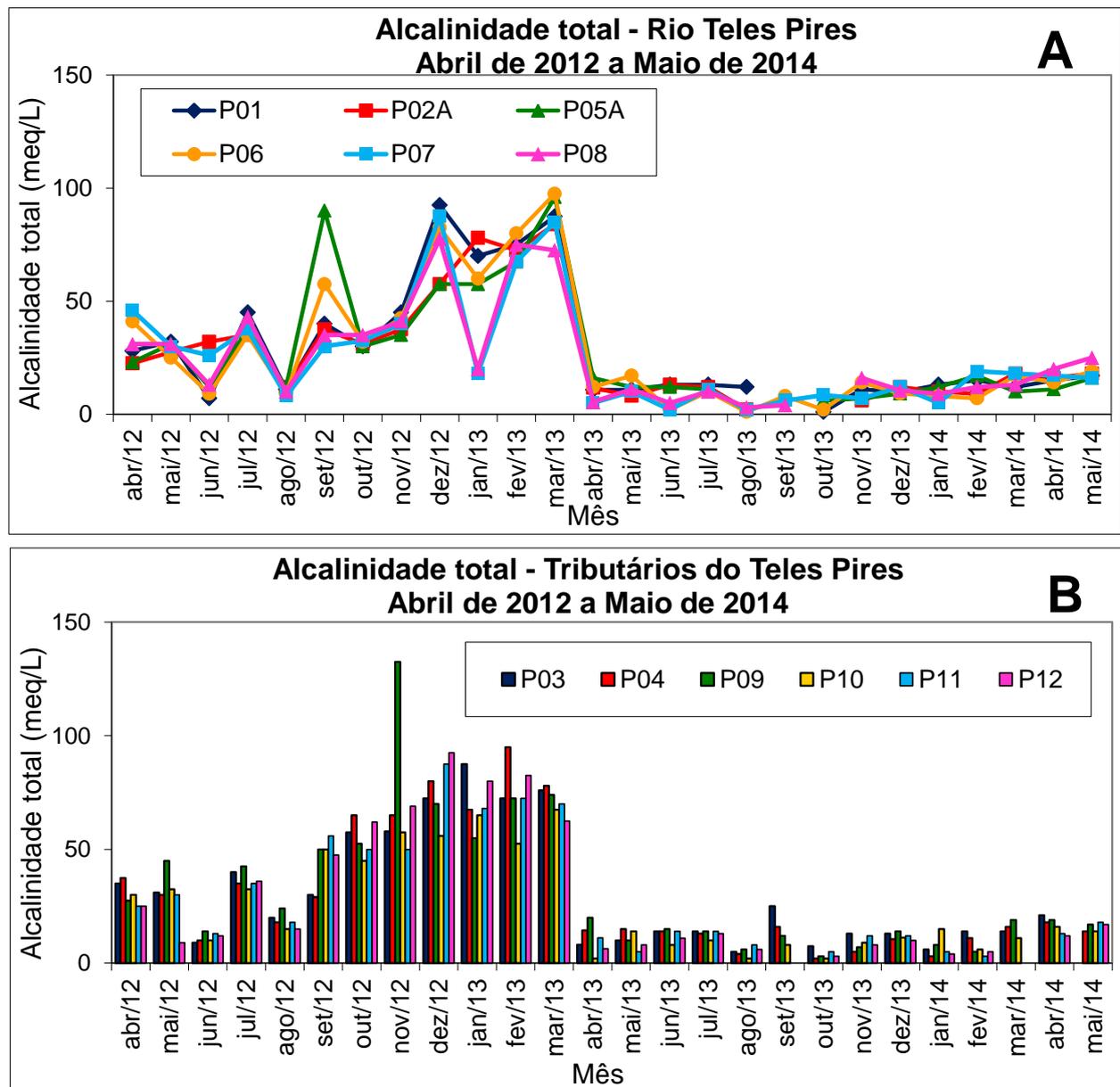
**Figura 4.2.3** – Variação da condutividade da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais realizadas entre abril de 2012 a maio de 2014.



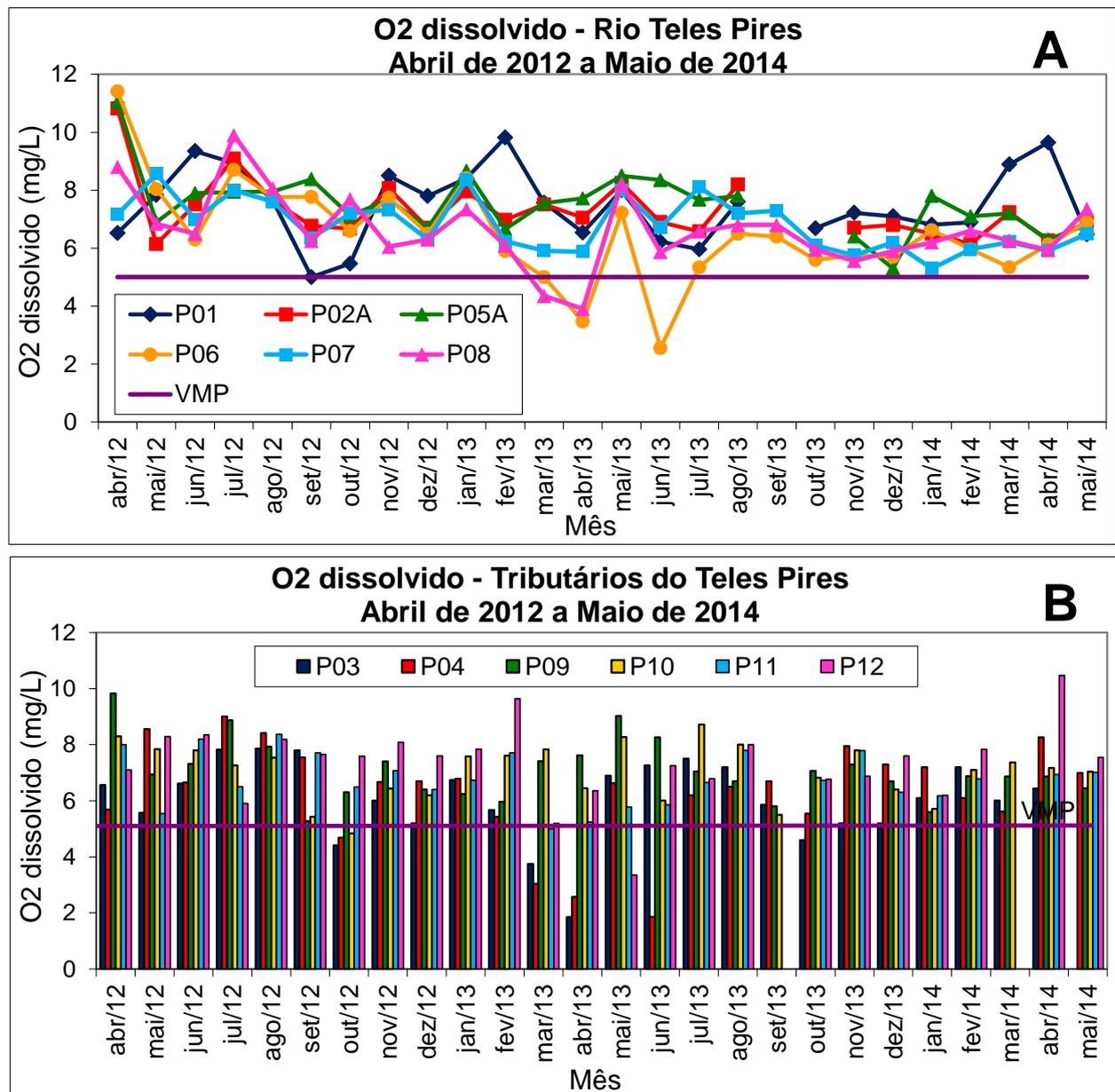
**Figura 4.2.4** – Variação de potencial redox da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014.



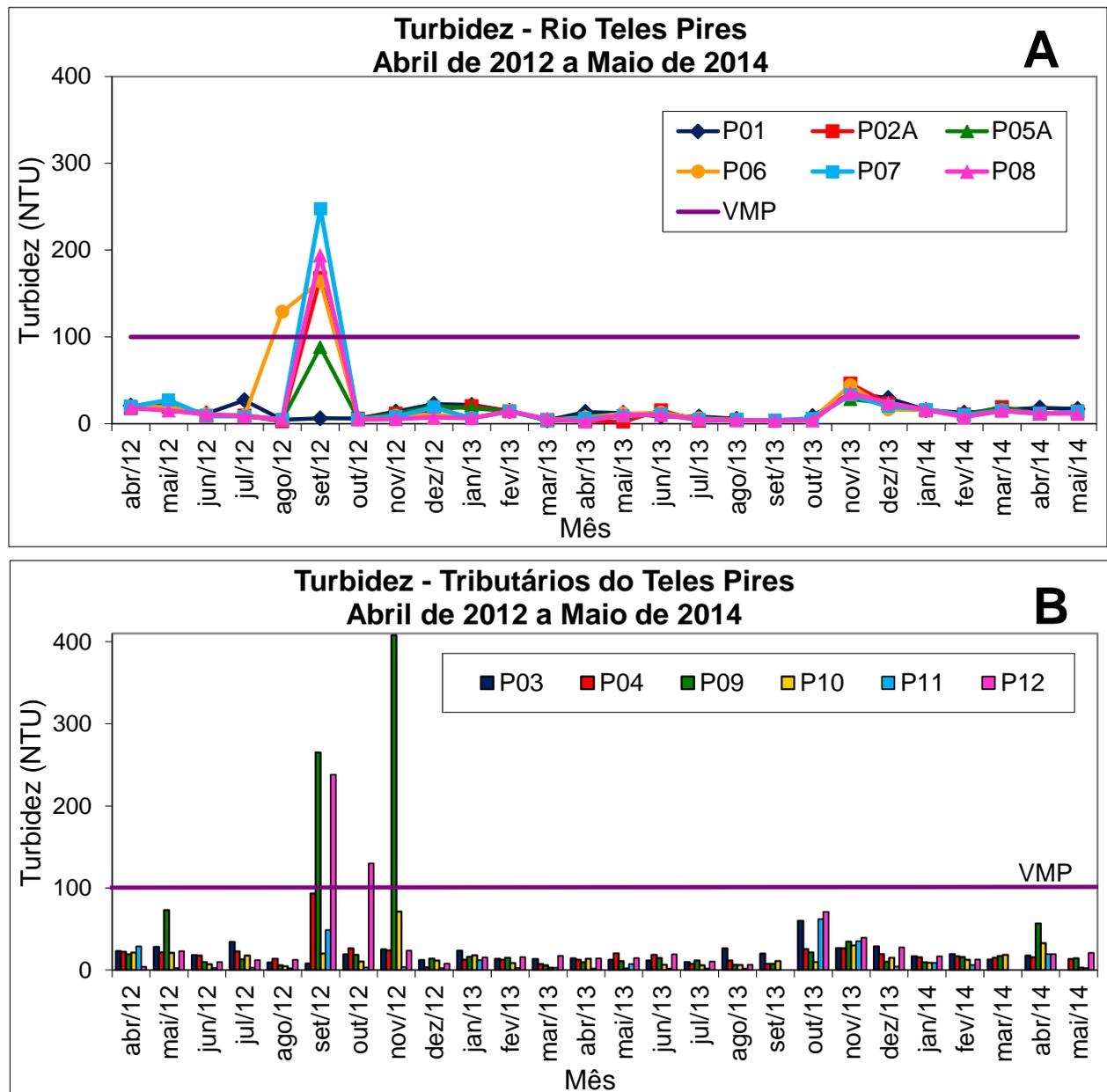
**Figura 4.2.5** – Variação do percentual de saturação de oxigênio dissolvido na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014.



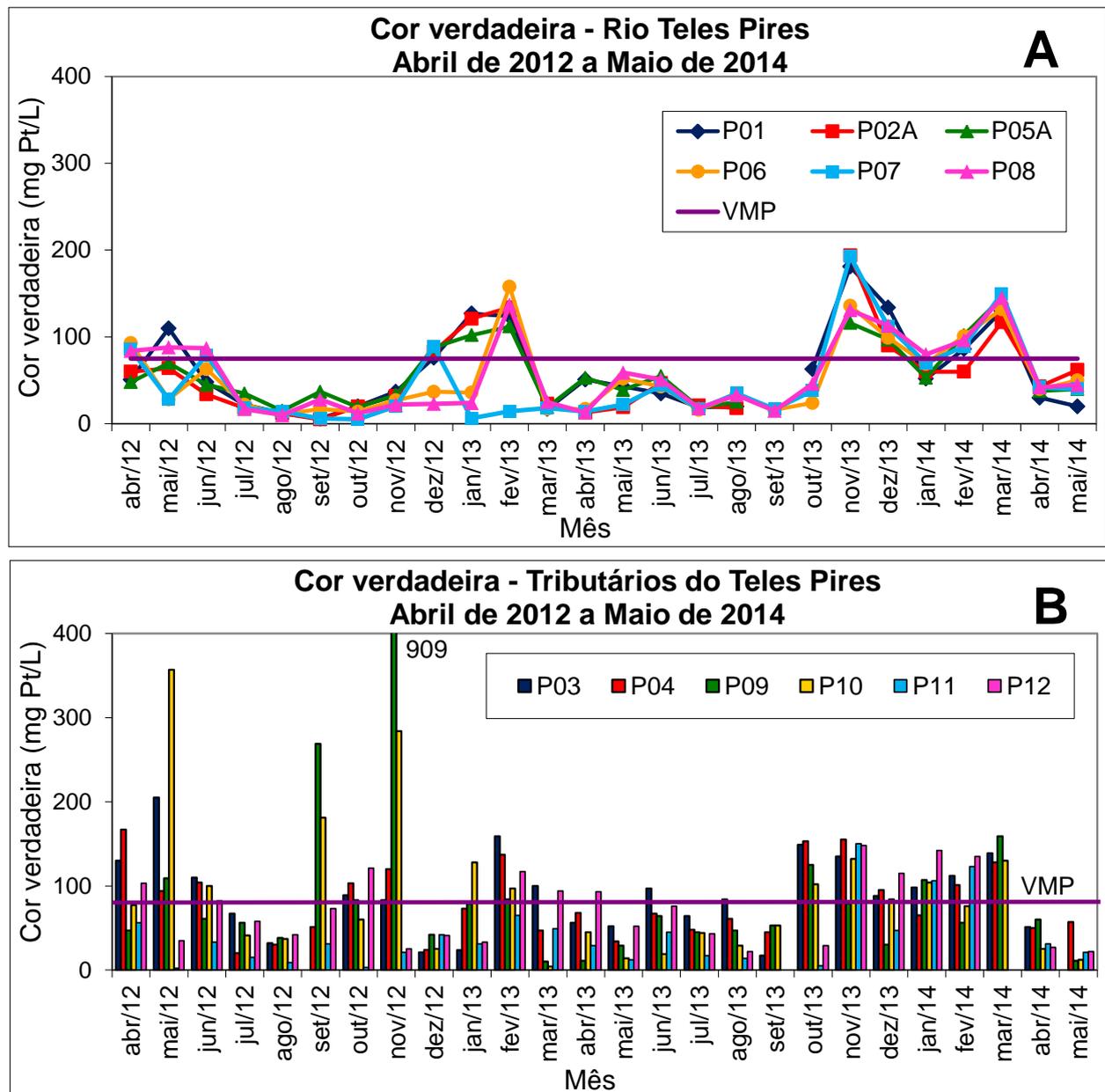
**Figura 4.2.6** – Variação da alcalinidade total na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014.



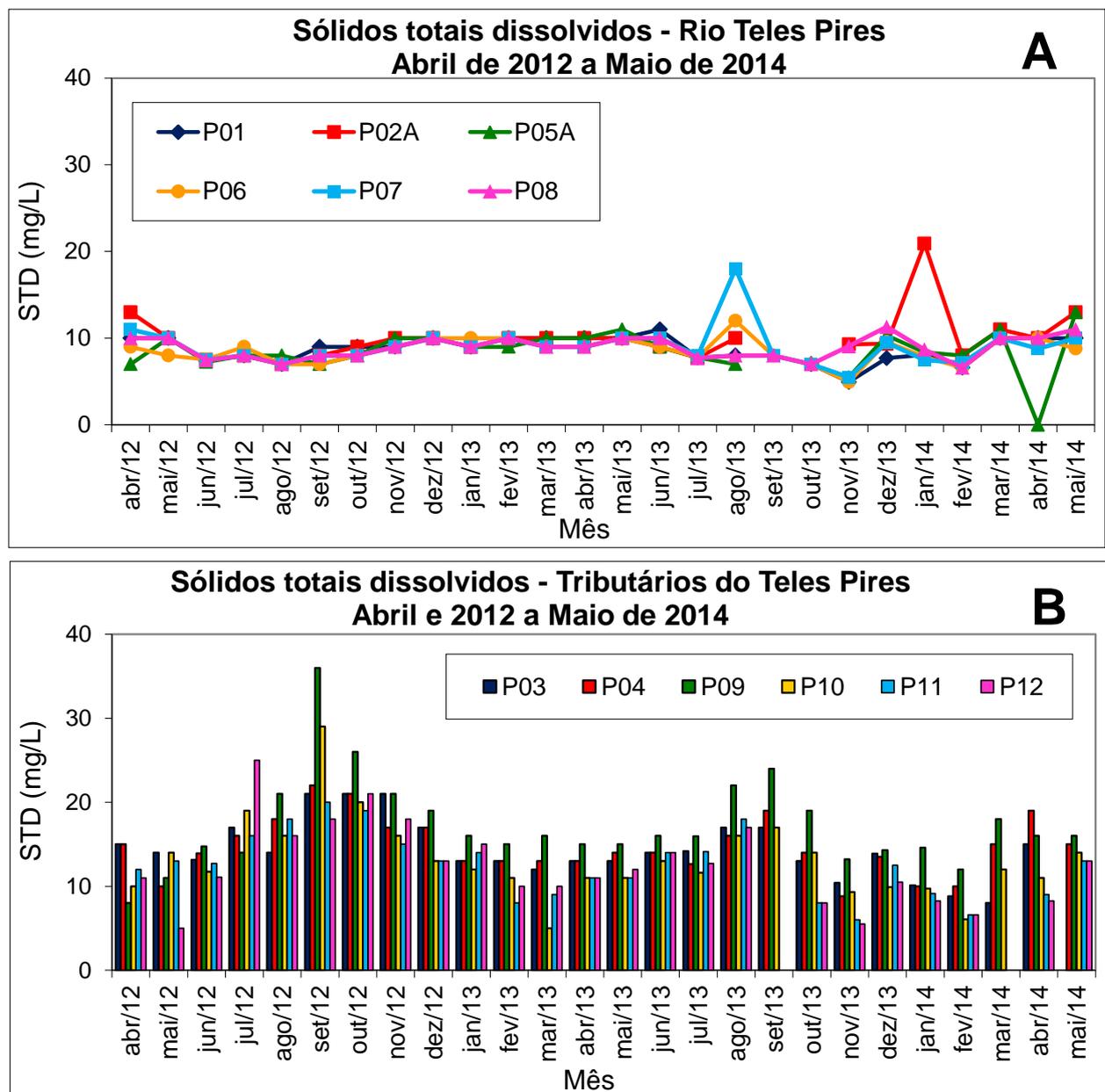
**Figura 4.2.7** – Variação concentração de oxigênio dissolvido na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



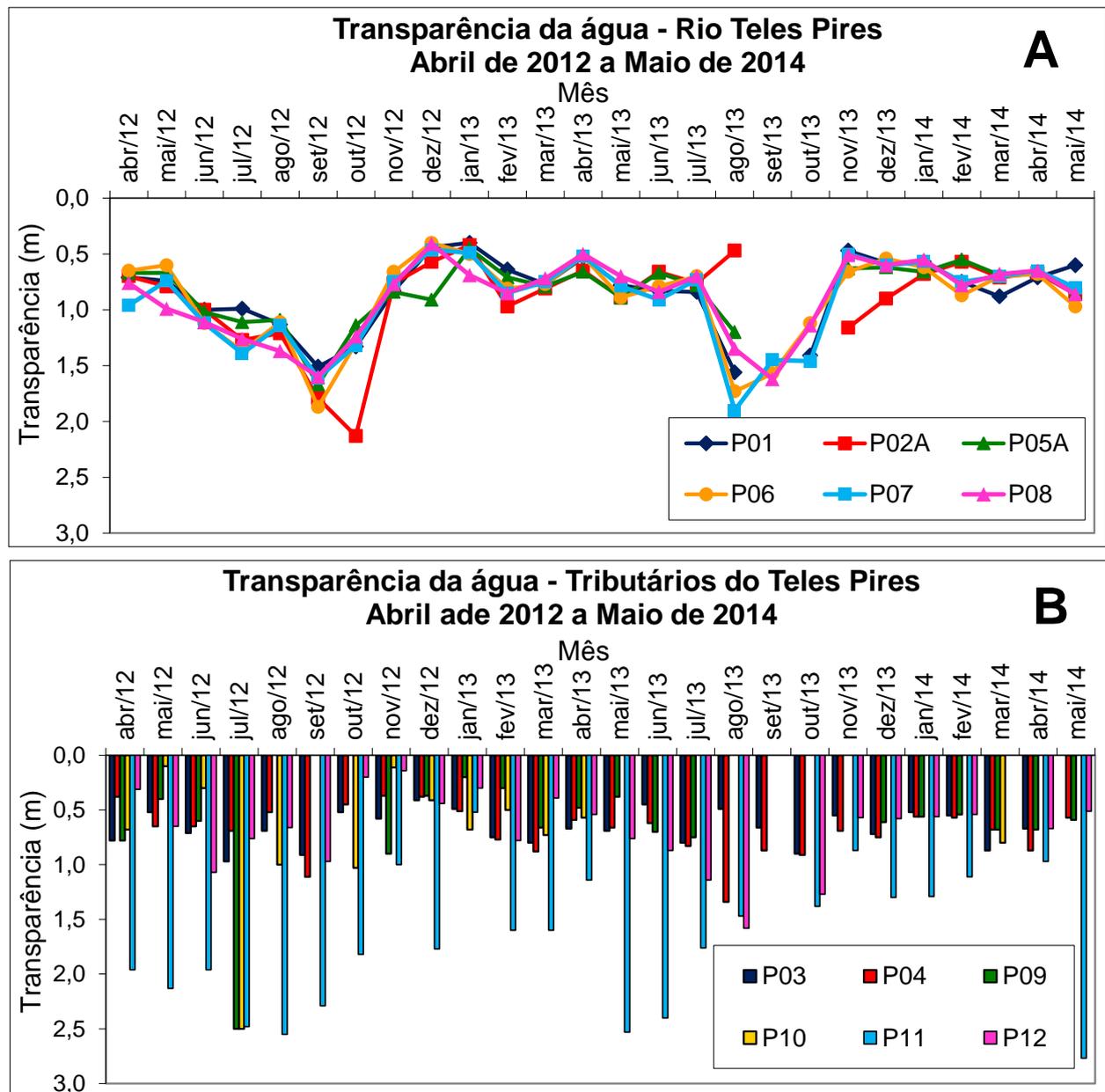
**Figura 4.2.8** – Variação da turbidez da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



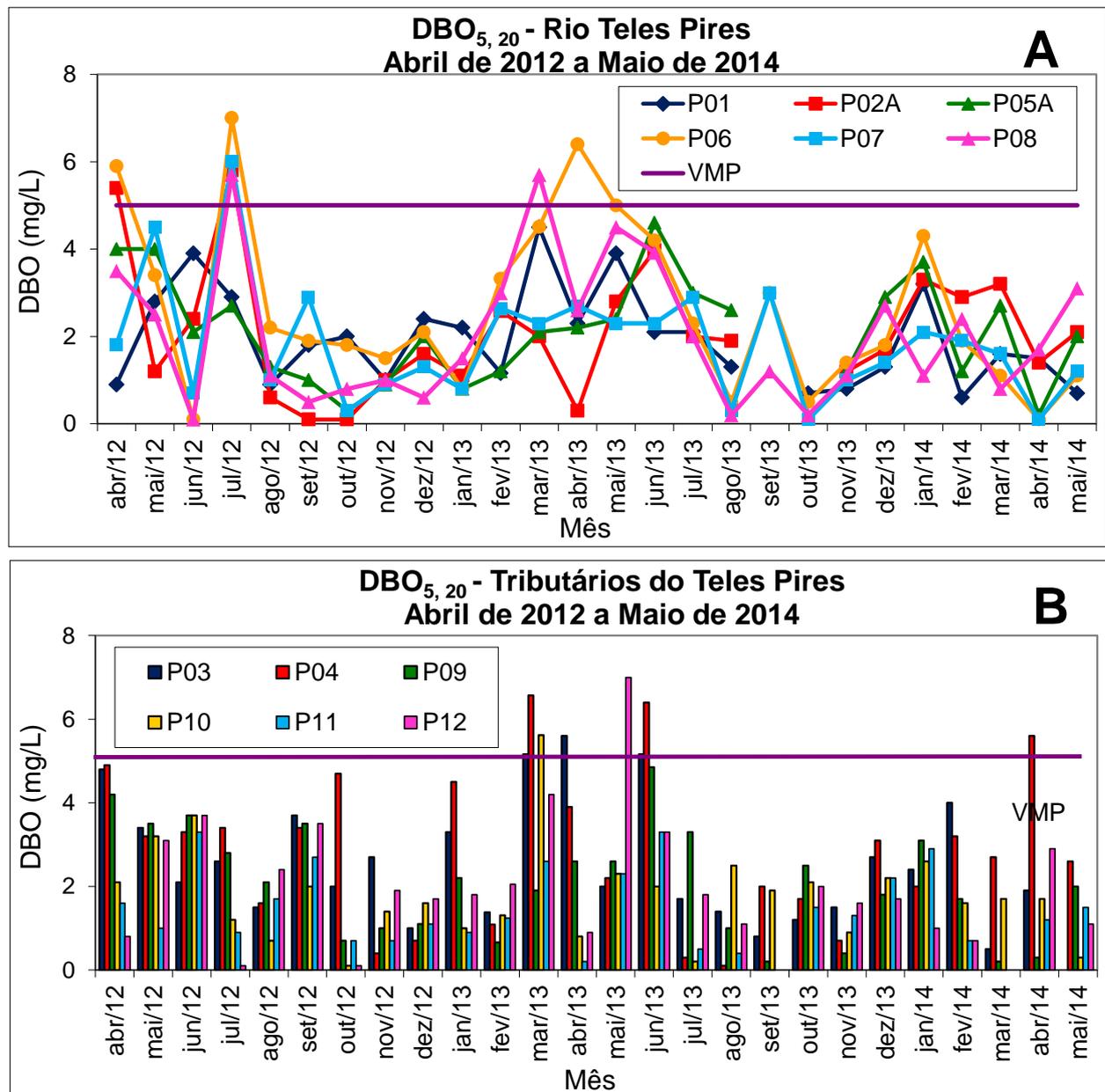
**Figura 4.2.9** – Variação da cor verdadeira da água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



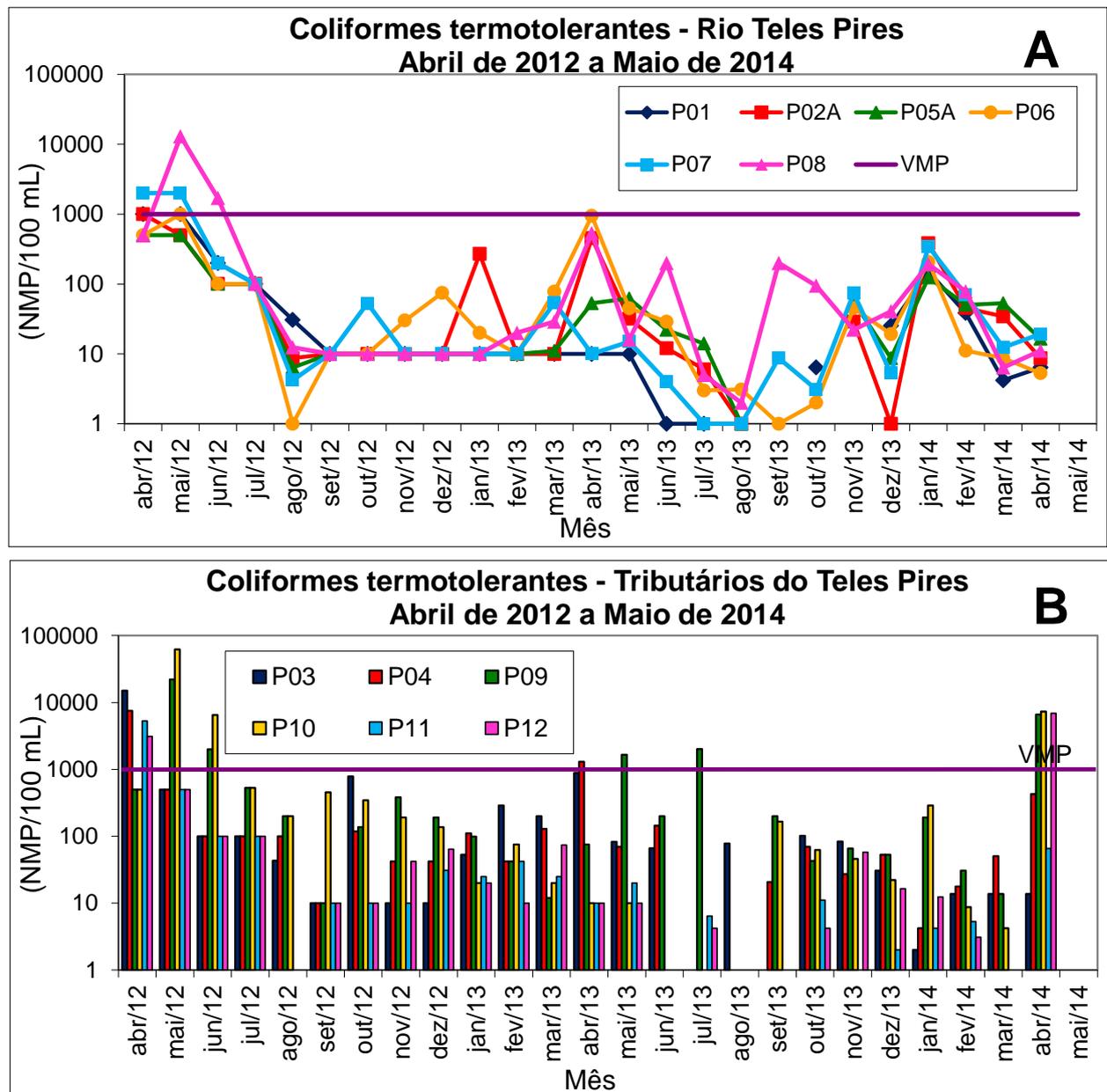
**Figura 4.2.10** – Variação da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014.



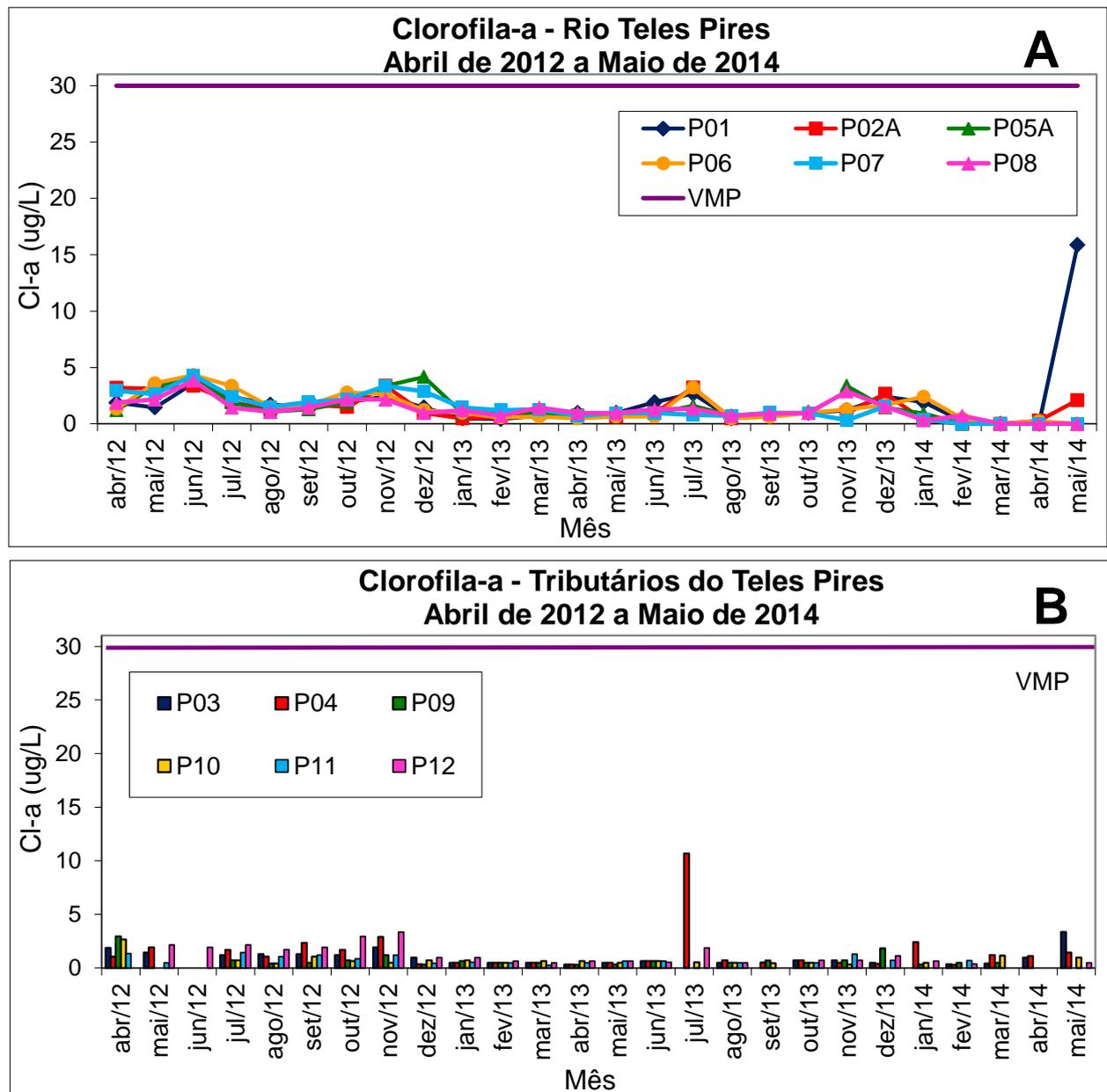
**Figura 4.2.11** – Variação da transparência da água nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014.



**Figura 4.2.12** – Variação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



**Figura 4.2.13** – Variação de coliformes termotolerantes (escala logarítmica) na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.



**Figura 4.2.14** – Variação da concentração de clorofila-a na água superficial nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires (A) e nos principais tributários (B) nas campanhas mensais de abril de 2012 a maio de 2014. VMP: valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.

Nas Tabelas a seguir estão apresentadas as variáveis abióticas de campo da água que, em cada mês monitorado, apresentaram valores em não conformidade com os valores norteadores estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 em pelo menos um ponto no rio Teles Pires ou nos seus principais tributários no período entre abril de 2012 a maio de 2014. Os dados referentes aos meses monitorados que não constam

nessas tabelas indicam que tais valores estiveram sempre em conformidade com a legislação. A separação dos resultados em não conformidade à legislação teve como objetivo a identificação de possíveis impactos existentes em um determinado período do monitoramento. Os dados brutos de todas as variáveis abióticas quantificadas em todo o período monitorado estão apresentados no **Anexo 1** deste documento.

Valores de cor verdadeira acima do limite estabelecido pela legislação (**Tabela 4.2.2**) foram observados com maior frequência de pontos principalmente nos meses mais chuvosos, possivelmente influenciados pela elevada precipitação nesse período, que podem ter resultado no aporte de material orgânico dissolvido originário da floresta do entorno por escoamento superficial, como por exemplo, substâncias húmicas, que em elevadas concentrações conferem à água uma coloração escura, além da acidez. De fato, os valores mais elevados de cor verdadeira foram observados, em geral, nos mesmos meses em que grande parte das amostras de água apresentaram valores de pH abaixo de 6 (**Tabela 4.2.3**), que caracterizam águas ácidas. No ponto P01, localizado a jusante do eixo do empreendimento, observou-se um valor de pH de 9,21 em dezembro de 2013, que pode ter sido resultante de alguma atividade das obras da barragem. Porém, esse valor elevado de pH um pouco acima do limite estabelecido pela legislação foi um evento isolado durante o período monitorado, visto que nos demais períodos o pH voltou a apresentar valores típicos do local, em torno de 6,5, não evidenciando, portanto, impacto significativo e persistente na qualidade da água.

**Tabela 4.2.2 – Meses em que foram observados valores de cor verdadeira acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	Cor verdadeira (mg Pt/L)												VMP*
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
abr/12	51	60	48	93	86	84	130	167	47	77	56	103	75
mai/12	110	64	70	28	28	88	205	94	109	357	2	35	
jun/12	48	34	45	63	79	87	110	104	61	100	33	82	
set/12	6	5	37	17	6	28	0	51	269	181	31	73	
out/12	20	20	19	14	5	12	89	103	83	60	2,9	121	
nov/12	37	32	33	27	20	22	83	120	909	284	21	25	
dez/12	76	83	88	37	89	23	21	24	42	25	42	41	
jan/13	127	121	102	36	6,4	24	24	73	79	128	31	33	
fev/13	124	134	112	158	14,4	137	159	137	84	97	65	117	
mar/13	17	23	19	17	18	25	100	47	10	4	49	94	
abr/13	51	13	53	17	14	13	56	68	11	45	29	93	
jun/13	35	47	55	43	44	51	97	67	64	19	45	76	
ago/13	20	18	25	34	35	33	84	61	47	29	14	22	
out/13	63	-	-	24	38	46	149	153	125	102	5	29	
nov/13	181	194	116	136	193	131	135	155	79	132	150	148	
dez/13	134	90	97	99	112	113	88	95	30	84	47	115	
jan/14	52	60	53	69	70	80	98	65	107	104	106	142	
fev/14	86	60	102	101	89	96	112	101	56	76	123	135	
mar/14	130	117	145	132	150	145	139	128	159	130	-	-	

**Tabela 4.2.3 – Meses em que foram observados valores pH acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	pH												VMP*
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
set/12	6,2	6,11	6,49	6,49	6,75	6,71	6,36	5,97	5,92	6,03	6,48	6,77	6 a 9
nov/12	6,65	6,95	6,92	6,77	6,57	6,89	7,04	5,27	6,5	6,26	6,48	6,48	
jan/13	6,49	6,36	6,53	6,39	6,36	6,36	6,13	5,9	6,41	6,05	6,45	6,28	
mar/13	7,32	7,38	8,22	6,89	6,52	6,56	5,99	6,13	7,13	6,85	6,51	6,26	
abr/13	6,29	6,13	6,7	5,57	6,17	5,93	6,06	6,11	6,66	6,03	6,5	6,5	
jul/13	6,53	6,92	7,25	6,01	6,23	6,49	6,51	5,9	5,85	6,25	6,33	6,4	
ago/13	6,43	7,2	7,24	5,27	7,42	6,87	7,79	7,03	5,73	6,8	6,57	6,21	
nov/13	6,7	5,78	5,98	5,6	5,72	6,35	5,54	6,25	5,86	6,39	5,38	6,8	
dez/13	9,21	6,81	6,73	6,57	6,63	6,65	6,67	6,72	7,2	7,5	6,73	6,78	
fev/14	6,08	5,72	5,83	6,31	5,71	5,16	5,94	7,38	5,83	5,68	6,21	6,38	
mar/14	5,86	5,67	5,5	5,58	5,56	5,58	5,49	6,73	6,42	5,24			
abr/14	6,09	6,77	6,55	5,95	5,89	5,88	6,78	5,87	5,89	5,14	6,2	6,13	
mai/14	6,44	6,13	6,11	6,45	6,53	6,64	5,86	6,38	6,31	6,4	6,15	6,41	

Em relação à concentração de oxigênio dissolvido, a maior frequência de observações de valores em não conformidade com a legislação foi nos pontos P03 e P04, localizados no rio Paranaíta. Em geral, valores de oxigênio dissolvido fora do limite estabelecido pela legislação foram acompanhados por valores de DBO também em não conformidade (**Tabelas 4.2.4 e 4.2.5**), o que demonstra que houve um aporte significativo de matéria orgânica lábil em alguns locais que promoveram o aumento do consumo de oxigênio dissolvido na água naquele rio. Em alguns períodos, como em março e abril de 2013, foi caracterizada a ocorrência de elevada precipitação (**Figura 3.1.2**). Portanto, os baixos valores de oxigênio dissolvido observados nesse período podem ter sido causados pelo aumento da carga de DBO promovido pelas chuvas que ocorreram na região. Já nos meses mais secos, como maio e junho, outros eventos esporádicos, como por exemplo, atividades antrópicas na bacia, podem estar promovendo o aporte de DBO no rio Teles Pires e em alguns de seus tributários. Não obstante, os valores de DBO em não conformidade com a legislação foram sempre inferiores a 7 mg/L, ou seja, um pouco acima do valor limite de 5 mg/L, não evidenciando portanto, cargas orgânicas tão significativas naquele rio.

No caso dos coliformes termotolerantes, a ocorrência de valores acima do limite estabelecido pela legislação foi esporádica (**Tabela 4.2.6**). A maior frequência de observação de coliformes termotolerantes em não conformidade com a legislação foi observada no ponto P09 (cinco observações ao longo de 26 meses), localizado no rio Oscar Miranda, possivelmente resultante de atividades antrópicas locais. Acredita-se que os valores encontrados para este parâmetro possam ser em função da grande presença de animais (silvestres, gados) em torno desse e de outros pontos de coleta em não conformidade, uma vez que coliformes termotolerantes são encontrados em elevadas densidades em fezes de animais. Já a frequência de ocorrência de valores de coliformes termotolerantes em não conformidade com a legislação nos pontos localizados no rio Paranaíta (P03 e P04) foi muito pequena (três no total), o que demonstra que as inconformidades observadas nesses pontos em termos de concentração de oxigênio dissolvido e DBO não são primordialmente de origem fecal, mas principalmente de outras cargas, provavelmente do solo rico em matéria orgânica da própria floresta do entorno transportado ao corpo de água nos períodos mais chuvosos por escoamento superficial.

**Tabela 4.2.4 – Meses em que foram observados valores de oxigênio dissolvido fora do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	Oxigênio dissolvido (mg/L)												VMP*
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
out/12	5,47	6,67	7,12	6,59	7,19	7,69	4,41	4,69	6,3	4,84	6,49	7,59	5
mar/13	7,57	7,51	7,56	5	5,91	4,35	3,75	3,04	7,41	7,83	5	5,2	
abr/13	6,54	7,05	7,72	3,47	5,87	3,9	1,85	2,58	7,62	6,45	5,24	6,36	
mai/13	8	8,25	8,5	7,22	7,99	8,23	6,89	6,63	9,02	8,27	5,78	3,35	
jun/13	6,22	6,9	8,35	2,55	6,72	5,86	7,26	1,86	8,26	6,01	5,86	7,25	
out/13	6,69	-	-	5,6	6,09	5,95	4,6	5,54	7,06	6,82	6,72	6,77	

**Tabela 4.2.5 – Meses em que foram observados valores de DBO acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)												VMP*
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
abr/12	0,9	5,4	4,0	5,9	1,8	3,5	4,8	4,9	4,2	2,1	1,6	0,8	5
jul/12	2,9	5,8	2,7	7,0	6,0	5,7	2,6	3,4	2,8	1,2	0,9	0,1	
mar/13	4,5	2,0	2,1	4,5	2,3	5,7	5,2	6,6	1,9	5,6	2,6	4,2	
abr/13	2,3	0,3	2,2	6,4	2,7	2,6	5,6	3,9	2,6	0,8	0,2	0,9	
mai/13	3,9	2,8	2,4	5,0	2,3	4,5	2,0	2,2	2,6	2,3	2,3	7,0	
jun/13	2,1	4,0	4,6	4,2	2,3	3,9	5,2	6,4	4,8	2,0	3,3	3,3	
abr/14	1,5	1,4	0,2	0,1	0,1	1,7	1,9	5,6	0,3	1,7	1,2	2,9	

**Tabela 4.2.6 – Meses em que foram observados valores de coliformes termotolerantes acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)												VMP*
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
abr/12	1 x10 <sup>3</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	2x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	1,5x10 <sup>4</sup>	7,5x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	5,3x10 <sup>3</sup>	3,1x10 <sup>3</sup>	1000
mai/12	1 x10 <sup>3</sup>	<1,0x10 <sup>3</sup>	<1x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>3</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	<1,0x10 <sup>3</sup>	<1,0x10 <sup>3</sup>	2,2x10 <sup>4</sup>	6,2x10 <sup>4</sup>	<1,0x10 <sup>3</sup>	<1,0x10 <sup>3</sup>	
jun/12	2,0x10 <sup>2</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>3</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>3</sup>	6,5x10 <sup>3</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	<1,0x10 <sup>2</sup>	
abr/13	<1,0x10 <sup>1</sup>	4,53x10 <sup>2</sup>	5,3x10 <sup>1</sup>	9,45x10 <sup>2</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	5,31x10 <sup>2</sup>	8,85x10 <sup>2</sup>	1,298x10 <sup>3</sup>	7,5x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	<1,0x10 <sup>1</sup>	
mai/13	< 1,0x10 <sup>1</sup>	3,24x10 <sup>1</sup>	6,24x10 <sup>1</sup>	4,53x10 <sup>1</sup>	1,50x10 <sup>1</sup>	1,64x10 <sup>1</sup>	8,31x10 <sup>1</sup>	6,97x10 <sup>1</sup>	1,65x10 <sup>3</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 2,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	
jul/13	<1	< 1,0x10 <sup>1</sup>	1,37x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	<1	< 1,0x10 <sup>1</sup>	<1	<1	2,01x10 <sup>3</sup>	<1	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	
abr/14	< 1,0x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	1,64x10 <sup>1</sup>	< 1,0x10 <sup>1</sup>	1,92x10 <sup>1</sup>	1,11x10 <sup>1</sup>	1,37x10 <sup>1</sup>	4,29x10 <sup>2</sup>	6,59x10 <sup>3</sup>	7,3x10 <sup>3</sup>	6,59x10 <sup>1</sup>	6,9x10 <sup>3</sup>	

A maior frequência de valores de turbidez em não conformidade com a legislação ao longo de todo o período monitorado foi observada em setembro de 2012 (Tabela 4.2.7), ou

seja, em seis pontos, sendo quatro no rio Teles Pires (pontos P02A, P06, P07 e P08), e dois pontos nos tributários (pontos P09 e P12). No mês de setembro de 2012, caracterizado pelo início do período chuvoso, verificou-se uma elevada precipitação (**Figura 3.1.2**) que pode ter ocasionado o aporte significativo de material particulado para os cursos de água por escoamento superficial, promovendo, assim, um aumento da turbidez da água. Já a ocorrência de valores em não conformidade com a legislação foi muito esporádica nos demais meses monitorados, possivelmente relacionados às atividades antrópicas existentes nas bacias associadas à ocorrência de maior precipitação e transporte de material particulado para os cursos de água.

Apesar das obras da barragem da UHE Teles Pires terem começado em setembro de 2012, o ponto P01, localizado a jusante das obras do eixo do empreendimento, os valores de turbidez estiveram baixos, muito abaixo do limite estabelecido pela legislação durante todo o período monitorado, não evidenciando, portanto, impactos muito significativos no rio Teles Pires.

**Tabela 4.2.7** – Meses em que foram observados valores de turbidez acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Turbidez (NTU)												
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do rio Teles Pires						VMP*
	P01	P02A	P05A	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
ago/12	4,66	2,83	4,71	129	5,26	4,92	9,06	13,7	5,75	4,44	2,07	12,3	100
set/12	6,29	168	88,1	164	248	194	8,01	93,3	265	19,9	48,7	238	
out/12	6,07	5,87	5,53	5,45	5,1	5,07	19	26,3	18,6	10,4	2,9	130	
nov/12	14	11,8	11,6	8,99	8,36	5,4	25,2	24	408	71,1	3,79	23,7	

Da mesma forma, os dados das demais variáveis abióticas da água do rio Teles Pires e nos seus principais tributários quantificados em laboratório entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014 e que apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 estão apresentados nas **Tabelas 4.2.8 a 4.2.18**.

Valores de alumínio dissolvido e ferro dissolvido acima do limite estabelecido pela legislação foram observados na grande maioria dos pontos, tanto nos períodos mais chuvosos como nos períodos secos (**Tabelas 4.2.8 e 4.2.9**). Valores de manganês total acima do limite foram também observados em alguns pontos, principalmente nos tributários do Teles Pires, como no ponto P04, localizado no rio Paranaíta, e no ponto P09, localizado no rio Oscar Miranda, mas também em muitos pontos do rio Teles Pires em maio e agosto de 2013 (**Tabela 4.2.10**). Possivelmente os elevados valores de alumínio dissolvido, ferro dissolvido e de manganês total estejam relacionados à litologia da bacia hidrográfica, ou seja, com depósitos ricos em alumínio, ferro e manganês associados à intensificação do aporte desses metais nos períodos de maior precipitação, ou mesmo pela influência dos próprios depósitos sedimentares do rio Teles Pires e de seus tributários, o que corrobora com as informações do EIA/RIMA da área de estudo. Os valores de ferro, que são em grande parte características da região, favorecem também para maiores valores de cor verdadeira da água.

**Tabela 4.2.8** – Meses em que foram observados valores de alumínio dissolvido acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Alumínio dissolvido (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
abr/12	0,140	0,123	0,143	0,182	0,133	0,283	0,107	0,054	0,203	0,164	0,123	0,132	0,1
mai/12	0,252	0,216	0,206	0,305	0,110	0,098	0,208	0,228	0,248	1,702	0,129	0,256	
jun/12	0,063	0,092	0,129	0,132	0,120	0,103	0,134	0,112	0,078	0,107	0,097	0,103	
jul/12	0,562	0,348	0,528	0,112	0,371	0,428	0,658	0,409	0,447	0,403	0,290	0,367	
ago/12	0,311	0,185	0,325	0,339	0,474	< 0,004	0,401	0,424	0,457	0,534	0,148	0,574	
set/12	0,210	0,404	0,103	0,128	0,664	0,380	0,109	0,453	0,845	0,866	0,078	0,256	
out/12	0,324	0,306	0,335	0,368	0,521	0,490	0,694	0,704	0,740	0,468	0,297	0,851	
nov/12	0,319	0,125	0,121	0,128	0,214	0,211	0,178	1,288	0,191	0,186	0,151	1,851	
dez/12	0,055	0,029	0,028	0,032	0,063	0,056	0,045	0,134	0,019	0,082	0,052	0,025	
jan/13	2,570	0,008	1,300	0,068	0,088	0,085	1,005	0,407	0,102	0,136	0,152	0,804	
fev/13	0,340	0,174	0,377	0,272	0,289	0,296	0,270	0,237	0,139	0,212	0,253	0,346	
mar/13	0,144	0,118	0,077	0,341	0,279	0,175	0,077	0,108	0,067	0,132	0,479	0,250	
abr/13	0,048	0,026	0,007	0,020	0,016	0,019	0,023	0,017	0,009	0,013	0,020	0,017	
mai/13	0,175	0,193	0,269	0,114	0,477	0,145	0,430	0,521	0,356	0,269	0,169	0,089	
jun/13	0,164	0,069	1,425	0,373	0,311	0,275	0,182	0,372	0,226	0,318	0,178	0,095	
jul/13	0,082	0,049	0,047	0,155	0,105	0,041	0,282	0,286	0,060	0,086	0,051	0,301	
ago/13	0,317	0,339	0,441	0,355	0,387	0,395	0,961	0,796	0,480	0,741	0,231	0,358	
set/13	-	-	-	< 0,004	< 0,004	0,004	-	0,008	0,004	0,008	-	-	
out/13	0,599	-	-	1,087	0,825	1,303	0,729	2,027	1,539	1,338	< 0,004	0,207	
nov/13	0,785	0,681	0,551	0,117	0,144	0,195	0,435	0,153	0,356	0,479	0,369	0,726	
dez/13	0,367	0,147	0,318	0,267	0,323	0,290	0,377	0,359	0,185	0,144	0,143	0,262	
jan/14	0,783	0,226	0,115	0,201	0,175	0,078	0,105	0,083	0,036	0,068	0,091	0,460	
fev/14	0,582	0,819	1,109	0,908	1,087	0,853	0,833	0,868	0,686	0,009	0,872	0,953	
mar/14	0,385	0,366	0,042	0,034	0,022	0,152	0,234	0,400	0,225	0,108	-	-	
abr/14	0,039	0,127	0,006	0,009	0,006	0,016	0,022	0,019	0,015	0,006	0,004	0,005	
mai/14	0,689	0,54	0,45	0,519	0,544	0,421	0,948	0,672	0,03	0,074	0,023	0,036	

**Tabela 4.2.9 – Meses em que foram observados valores de ferro dissolvido acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	Ferro dissolvido (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
abr/12	0,281	0,193	0,232	0,337	0,284	0,239	0,263	0,114	0,239	0,286	0,214	0,303	0,3
mai/12	0,224	0,183	0,168	0,258	0,163	0,141	0,245	0,250	0,241	0,524	0,336	0,262	
jun/12	0,258	0,243	0,191	0,217	0,566	0,176	0,533	0,192	0,286	0,360	0,232	0,329	
jul/12	0,150	0,097	0,242	0,156	0,101	0,112	0,541	0,101	0,172	0,147	0,067	0,106	
ago/12	0,143	0,106	0,126	0,113	0,331	<0,04	0,281	0,391	0,430	0,741	0,121	0,234	
set/12	0,045	0,092	0,088	0,025	0,166	0,087	0,082	0,091	0,402	0,399	0,012	0,059	
out/12	0,076	0,067	0,080	0,087	0,100	0,113	0,362	0,407	0,406	0,296	0,104	0,226	
nov/12	0,061	0,044	0,046	0,063	0,085	0,091	0,075	0,545	0,988	0,153	0,057	0,468	
dez/12	0,510	0,116	0,059	0,077	<0,040	0,135	1,218	1,773	0,056	0,057	0,077	0,079	
jan/13	0,256	0,359	0,222	0,056	0,090	0,053	0,092	0,184	0,191	0,152	0,067	0,260	
fev/13	0,332	0,179	0,344	0,188	0,288	0,319	0,321	0,354	0,166	0,379	0,247	0,356	
mar/13	0,160	0,156	0,079	0,485	0,312	0,217	0,114	0,144	0,074	0,165	3,578	0,173	
abr/13	0,048	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	
mai/13	0,423	0,420	0,652	0,425	0,709	0,612	1,112	2,270	0,533	0,468	0,589	0,101	
jun/13	0,087	<0,040	1,370	0,268	0,203	0,210	0,217	0,423	0,142	0,278	0,133	0,104	
jul/13	0,067	0,047	<0,040	0,197	0,111	<0,040	0,312	0,348	0,090	0,108	0,046	0,267	
ago/13	0,078	0,081	0,094	0,082	0,084	0,112	0,527	0,550	0,345	0,476	0,038	0,090	
set/13	-	-	-	0,331	0,198	0,123	-	0,297	0,164	0,287	-	-	
out/13	0,119	-	-	0,135	0,298	0,154	0,131	0,230	0,190	0,191	<0,040	0,086	
nov/13	0,578	0,551	0,483	0,073	0,075	0,109	0,956	0,111	0,482	0,544	0,563	0,536	
dez/13	0,626	0,131	0,548	0,279	0,488	0,412	0,883	0,770	0,411	0,436	0,138	0,409	
jan/14	0,484	0,067	0,059	0,514	0,055	0,041	0,050	0,052	< LQ	< LQ	0,110	0,433	
fev/14	0,060	0,040	0,050	0,110	0,010	0,020	0,020	0,090	0,070	< LQ	0,170	0,060	
mar/14	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040			
abr/14	0,249	0,276	0,242	0,217	0,256	0,247	0,236	0,266	0,210	0,237	0,169	0,211	
mai/14	0,924	1,125	1,012	0,988	0,94	0,886	1,624	1,795	< LQ	0,096	0,045	0,013	

**Tabela 4.2.10 – Meses em que foram observados valores de manganês total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.**

Período	Manganês total (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
mai/13	0,1	0,151	0,103	0,112	0,108	0,092	0,19	0,166	0,266	0,07	0,144	0,165	0,1
jun/13	0,017	0,017	0,076	0,087	0,052	0,063	0,038	0,102	0,175	0,08	0,055	0,122	
ago/13	0,096	0,111	0,115	0,113	0,076	0,093	0,102	0,107	0,161	0,154	0,027	0,054	
nov/13	0,069	0,062	0,056	0,057	0,037	0,084	0,05	0,082	0,161	0,108	0,078	0,083	
mai/14	0,1	0,056	0,096	0,086	0,099	0,047	0,144	0,108	0,129	0,086	0,048	0,126	

Por outro lado, concentrações de outros metais na água acima do limite estabelecido pela legislação foram também observados tanto nos pontos localizados no rio Teles Pires como nos tributários, tais como antimônio total (**Tabela 4.2.11**), cobre dissolvido (**Tabela 4.2.12**), chumbo total (**Tabela 4.2.13**) e zinco total (**Tabela 4.2.14**). A ocorrência desses metais em alguns pontos do rio Teles Pires e de seus tributários em várias épocas do ano evidencia a existência de fontes contaminantes desse metal na bacia. Em geral, a ocorrência de concentrações acima do limite estabelecido pela legislação foi mais frequente nos meses mais chuvosos, como em março e abril de 2013 para o antimônio total, outubro de 2013, fevereiro e maio de 2014 para o cobre dissolvido, e em novembro de 2013, para o zinco total. A ocorrência de chumbo total acima do limite estabelecido pela legislação, por outro lado, foi mais frequente em junho de 2013, mas também com ocorrência em vários pontos em maio de 2014. Portanto, esses resultados sugerem que a contaminação dos corpos de água por metais na área de influência do futuro reservatório de Teles Pires é intensificada nos períodos mais chuvosos, associada ao transporte desses contaminantes pelo escoamento superficial promovido pelas chuvas mais intensas.

Em maio de 2012 foi observado no ponto P03, localizado no rio Paranaíta, concentração de berílio total um pouco acima do limite estabelecido pela legislação (**Tabela 4.2.15**). Sendo uma observação única ao longo do período monitorado, esse evento não evidencia contaminação importante por esse metal na bacia.

**Tabela 4.2.11** – Meses em que foram observados valores de antimônio total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Antimônio total (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
mai/12	0,002	0,002	<0,002	0,013	<0,002	0,003	0,003	0,009	0,002	0,002	<0,002	<0,002	0,005
jun/12	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,009	<0,002	
jul/12	0,004	0,002	<0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	<0,002	0,005	0,002	0,009	0,005	
nov/12	0,005	0,003	0,002	0,006	0,006	0,005	0,002	0,007	<0,002	0,006	<0,002	0,005	
mar/13	0,011	<0,002	<0,002	0,005	<0,002	<0,002	<0,002	0,016	0,004	0,03	0,023	0,015	
abr/13	<0,002	0,007	0,005	0,003	0,008	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,03	0,015	0,021	
ago/13	<0,002	0,003	<0,002	0,003	0,003	<0,002	0,008	<0,002	0,002	0,004	<0,002	0,002	
dez/13	0,009	<0,002	<0,002	0,007	<0,002	<0,002	0,007	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	

**Tabela 4.2.12** – Meses em que foram observados valores de cobre dissolvido acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Cobre dissolvido (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
jun/13	<0,003	<0,003	0,015	<0,003	0,006	0,006	<0,003	<0,003	0,004	0,005	0,007	0,007	0,009
ago/13	0,009	0,008	0,008	0,009	0,012	0,007	0,009	0,009	0,008	0,009	0,008	0,009	
set/13	-	-	-	0,022	0,0045	<0,003	-	<0,003	0,003	0,0163	-	-	
out/13	0,016	-	-	0,025	0,022	0,023	0,018	0,029	0,028	0,028	<0,003	<0,003	
fev/14	0,006	0,010	0,012	0,010	0,011	0,008	0,011	0,008	0,008	< LQ	0,009	0,007	
mai/14	0,004	0,008	0,011	0,026	0,008	0,009	0,025	0,012	<0,003	0,013	<0,003	0,011	

**Tabela 4.2.13** – Meses em que foram observados valores de chumbo total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Chumbo total (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
jun/13	0,022	<0,005	0,024	0,058	<0,005	<0,005	0,006	0,032	0,026	<0,005	<0,005	0,021	0,01
mai/14	<0,005	<0,005	0,012	0,013	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,013	0,012	

**Tabela 4.2.14** – Meses em que foram observados valores de zinco total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Zinco total (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
jul/13	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,123	0,155	<0,007	<0,007	0,110	0,141	0,214	0,169	0,18
nov/13	0,111	0,103	0,149	0,162	0,089	0,177	0,12	0,361	0,24	0,261	0,236	0,218	
abr/14	0,011	0,01	0,19	0,015	0,026	0,021	0,02	0,007	0,02	0,01	0,008	0,007	
mai/14	0,131	0,096	0,169	0,182	0,101	0,123	0,145	0,136	0,167	0,086	0,215	0,15	

**Tabela 4.2.15** – Meses em que foram observados valores de berílio total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Berílio total (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
mai/12	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,047	0,027	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,04

Valores de fósforo total acima do limite estabelecido pela legislação foram observados em todos os pontos monitorados em agosto e setembro de 2013 e em fevereiro de 2014, bem como em vários pontos em outubro e novembro de 2013, tanto no rio Teles Pires como nos tributários (**Tabela 4.2.16**). É possível que as elevadas concentrações de fósforo total na água estejam, também, relacionadas às atividades antrópicas existentes na bacia, como por exemplo, aplicação de fertilizantes na agricultura, os quais podem ter sido transportados para os corpos de água, principalmente nos períodos mais chuvosos.

**Tabela 4.2.16** – Meses em que foram observados valores de fósforo total acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Fósforo total (mg-P/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
jul/13	<0,004	0,072	0,101	0,108	<0,004	0,096	0,047	0,232	<0,004	<0,004	<0,004	0,007	0,1
ago/13	0,833	0,887	1,043	0,952	0,490	0,791	0,489	0,698	0,664	0,628	0,349	0,471	
set/13	-	-	-	0,233	0,108	0,195	-	0,205	0,146	0,138	-	-	
out/13	<0,004	-	-	<0,004	0,120	0,883	<0,004	0,147	0,227	0,291	<0,004	0,186	
nov/13	0,038	<0,004	0,011	0,265	<0,004	0,115	0,102	0,889	0,038	<0,004	0,043	<0,004	
jan/14	<0,004	<0,004	0,045	<0,004	0,028	<0,004	<0,004	<0,004	3,336	<0,004	0,011	<0,004	
fev/14	0,155	0,237	0,394	0,233	0,159	0,31	0,192	0,284	0,168	0,27	0,367	0,199	
mar/14	0,022	0,048	0,046	0,067	0,045	0,08	0,015	0,027	0,05	0,063	-	-	

Valores de fenóis totais acima do limite estabelecido pela legislação foram também observados em todos os pontos e na grande maioria dos meses monitorados, tanto no rio Teles Pires como nos tributários (**Tabela 4.2.17**). Essa constatação pode estar relacionada à aplicação, em fazendas no entorno, de agentes bactericidas e fungicidas, como por exemplo, os cresóis, que são compostos fenólicos popularmente conhecidos como creolina e comumente utilizados para desinfecção de instalações pecuárias, tais como locais de ordenha de vacas, estábulos, pocilgas, entre outros. Assim, é possível que resíduos desses compostos utilizados de forma generalizada nas bacias tenham sido transportados para os cursos de água, principalmente nos períodos mais chuvosos.

**Tabela 4.2.17** – Meses em que foram observados valores de fenóis totais acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Fenóis totais (mg/L)												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
mai/12	0,076	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,23	<0,001	<0,001	0,003
jul/12	<0,001	0,061	0,009	0,057	0,01	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,023	0,034	
out/12	0,003	<0,001	<0,001	0,088	0,03	0,015	<0,001	<0,001	0,056	0,018	0,046	<0,001	
nov/12	<0,001	0,016	<0,001	<0,001	<0,001	0,023	0,003	0,008	0,036	<0,001	<0,001	0,005	
dez/12	0,016	0,008	<0,001	0,022	0,034	0,003	<0,001	<0,001	0,011	0,056	<0,001	<0,001	
jan/13	0,038	0,011	0,016	0,023	0,008	0,051	0,032	0,054	0,015	0,031	0,021	0,005	
mar/13	0,063	0,064	0,043	0,029	0,031	0,131	0,011	0,04	0,084	<0,001	0,148	0,041	
abr/13	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,016	0,005	<0,001	0,01	0,006	<0,001	0,002	
mai/13	0,02	0,01	0,007	<0,001	0,028	0,015	0,003	0,008	0,006	0,008	<0,001	0,002	
jun/13	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,014	0,072	0,001	0,045	0,018	0,005	
jul/13	0,074	0,035	0,072	0,074	<0,001	0,021	0,036	0,054	0,065	0,022	0,028	0,029	
ago/13	0,003	0,077	0,075	0,097	0,021	0,063	0,048	0,059	0,117	0,086	0,032	0,045	
set/13	-	-	-	0,0855	0,0105	0,042	-	0,0565	0,091	0,046	-	-	
out/13	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,004	0,005	0,004	
nov/13	0,006	0,004	<0,001	0,017	0,005	0,004	0,016	0,014	0,018	0,007	0,012	0,013	
dez/13	<0,001	0,048	0,039	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	0,06	
jan/14	0,004	<0,001	0,013	0,234	0,187	0,006	0,062	0,189	<0,001	0,006	0,013	<0,001	
fev/14	0,357	0,431	0,496	0,426	0,422	0,374	0,257	1,625	0,369	<0,001	0,586	0,585	
abr/14	0,22	0,21	0,33	0,27	0,24	0,31	0,48	0,44	0,22	0,34	0,1	0,53	
mai/14	0,006	0,012	0,003	0,005	0,004	<0,001	0,005	0,021	0,004	0,004	0,009	0,021	

Já em relação aos materiais flutuantes, a ocorrência foi observada em praticamente todos os pontos em setembro e novembro de 2013 (**Tabela 4.2.18**). Tal ocorrência pode estar relacionada ao início do período das chuvas na região, correspondente aos meses de setembro e outubro, e que pode ter promovido o transporte de materiais flutuantes do entorno para os corpos de água monitorados. Porém, nos demais meses monitorados os materiais flutuantes estiveram virtualmente ausentes.

**Tabela 4.2.18** – Meses em que foram observados valores de materiais flutuantes acima do limite (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2 (em vermelho) nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014.

Período	Materiais flutuantes												VMP
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do T. Pires						
	P01	P02	P05	P06	P07	P08	P03	P04	P09	P10	P11	P12	
set/13	-	-	-	Objetaveis	VA	VA	-	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	-	-	VA
nov/13	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	Objetaveis	

Todas as demais variáveis abióticas não apresentadas nas tabelas acima tiveram sempre valores em conformidade com a Resolução CONAMA no. 357/2005 para águas doces de classe 2.

### **Índice da qualidade da água (IQA) e Índice de estado trófico (IET)**

Na **Tabela 4.2.19** estão apresentados os valores do índice de qualidade da água (IQA) e do índice de estado trófico (IET) quantificados nas amostras superficiais de água coletadas nos pontos de amostragem localizados no rio Teles Pires no período entre abril de 2012 a maio de 2014, sendo que na **Tabela 4.2.20** estão apresentados os valores obtidos nos tributários do Teles Pires.

Em relação ao IQA, todos os pontos monitorados nos 26 meses foram classificados como de qualidade boa a ótima, exceto no ponto P03 em abril de 2013, que foi classificado como regular. Com relação ao IET, apesar dos elevados valores de fósforo total observados em alguns dos pontos monitorados (**Tabela 4.2.16**), as concentrações de clorofila-a estiveram sempre muito baixas, quase sempre inferiores a 3 ug/L, característicos de ambientes lóticos pobres em fitoplâncton. Desta forma, uma vez que o IET é calculado a partir da média ponderada entre o fósforo total e a clorofila-a, praticamente todos os dos pontos monitorados ao longo dos 26 meses foram classificados como oligotróficos ou ultraoligotróficos devido às baixas concentrações de clorofila-a. A única exceção foi verificada no ponto P01 em maio de 2014, no qual observou-se a máxima concentração de clorofila-a dentre todas as amostras analisadas (15,86 ug/L), tendo, assim, a classificação como mesotrófico. Portanto, baseado nos resultados de IQA e IET obtidos ao longo do monitoramento, pode-se considerar que o sistema se encontra em bom estado de conservação, apesar da existência de atividades antrópicas na bacia que evidenciam contaminações em algumas porções do rio Teles Pires e em alguns de seus tributários, principalmente nos períodos mais chuvosos.

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES

**Tabela 4.2.19** – Valores de índice da qualidade da água (IQA) segundo CETESB (2011) e de índice de estado trófico (IET) segundo Lamparelli (2004) nos pontos de amostragem no rio Teles Pires durante o monitoramento realizado entre abril de 2012 a maio de 2014. ND: não determinado.

Campanha	P01		P02		P05		P06		P07		P08	
	IQA	IET										
abr/12	68,76	47,1	66,13	49,4	66,19	45,2	59,44	45,6	65,55	49,0	70,35	47,1
mai/12	69,59	46,0	69,10	49,3	70,12	49,6	68,95	49,9	65,81	48,6	61,03	47,7
jun/12	75,24	49,9	80,28	49,6	80,20	50,4	80,66	50,7	75,92	50,7	69,86	50,2
jul/12	79,89	48,2	77,10	47,2	79,59	47,2	76,69	49,6	77,23	48,2	76,71	46,0
ago/12	86,74	19,88	90,60	18,72	90,34	17,83	74,53	19,34	91,03	19,34	88,54	17,83
set/12	80,86	19,91	66,56	19,87	80,82	19,70	68,04	19,82	67,29	20,41	69,29	19,16
out/12	83,06	20,71	86,42	19,31	86,04	20,41	86,40	22,00	82,05	20,92	85,64	20,92
nov/12	85,67	21,37	87,11	22,83	86,82	22,83	83,93	21,78	86,60	22,83	86,26	20,92
dez/12	82,44	19,16	84,24	17,41	83,66	23,75	77,06	18,37	82,29	22,16	84,09	17,41
jan/13	82,02	14,41	73,27	14,41	83,94	17,41	84,36	17,41	85,43	19,17	84,09	18,37
fev/13	84,33	13,83	84,46	15,07	84,56	17,4	81,60	15,07	81,38	18,37	79,03	16,16
mar/13	85,93	17,4	87,73	16,2	79,83	16,2	76,87	14,4	80,83	16,2	74,54	17,7
abr/13	80,13	17,4	73,11	16,2	81,30	16,2	54,78	14,4	81,29	16,2	64,47	17,7
mai/13	84,04	17,4	84,22	15,65	81,80	17,4	78,14	15,65	83,89	17,4	81,88	17,4
jun/13	90,72	20,4	82,81	17,4	82,39	17,4	62,37	15,65	87,06	17,4	75,49	18,65
jul/13	87,61	21,83	86,24	30,12	85,01	28,00	79,56	31,18	87,71	27,98	84,06	27,08
ago/13	83,43	28,27	85,46	28,43	84,61	30,61	73,83	28,62	89,11	28,65	86,58	29,89
set/13	ND	ND	ND	ND	ND	ND	88,90	26,07	85,71	26,05	75,97	27,21
out/13	88,36	17,41	ND	ND	ND	ND	91,38	*	88,85	*	76,08	*
nov/13	86,00	24,22	72,13	17,41	73,41	25,45	66,49	29,54	69,15	12,65	73,28	30,81
dez/13	74,74	37,47	87,11	38,40	77,02	33,06	79,35	34,34	83,39	33,69	76,37	33,69
jan/14	76,02	35,55	71,94	20,56	76,76	23,41	74,36	37,48	70,13	18,67	76,48	20,04
fev/14	76,79	20,90	71,53	26,46	71,89	29,10	76,95	24,96	69,70	24,39	66,23	27,46
mar/14	81,63	17,34	72,84	18,82	70,79	20,75	73,14	19,90	75,11	22,26	77,23	21,06
abr/14	80,08	*	85,39	18,88	83,39	*	81,86	17,55	76,24	*	76,21	*
mai/14	81,45	53,82	78,04	36,32	77,35	40,39	82,2	33,05	79,85	*	81,41	*

IQA:	<span style="background-color: #add8e6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Ótima	<span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Boa	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Regular
IET:	<span style="background-color: #0000ff; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Ultraoligotrófico	<span style="background-color: #00ff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Oligotrófico	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Mesotrófico

\*: valores de fósforo total ou clorofila-a abaixo do limite de detecção.

**Tabela 4.2.20** – Valores de índice da qualidade da água (IQA) segundo CETESB (2011) e de índice de estado trófico (IET) segundo Lamparelli (2004) nos pontos de amostragem nos tributários do rio Teles Pires durante o monitoramento realizado entre abril de 2012 a maio de 2014. ND: não determinado.

Campanha	P03		P04		P09		P10		P11		P12	
	IQA	IET										
abr/12	57,41	47,1	56,72	44,7	68,53	49,0	70,89	48,6	63,40	45,6	69,88	41,4
mai/12	66,73	46,0	63,54	47,2	54,80	41,4	54,26	41,4	70,51	41,2	69,85	47,7
jun/12	77,01	41,4	75,76	41,4	66,72	41,4	62,74	41,4	78,18	41,4	79,32	47,2
jul/12	75,40	45,2	76,70	46,6	73,71	45,7	73,63	43,0	81,91	46,0	79,53	47,7
ago/12	83,51	18,72	80,66	17,83	79,23	13,83	80,37	13,83	94,48	17,83	91,76	19,88
set/12	82,00	19,23	75,00	22,31	60,14	14,41	67,14	17,83	78,82	20,17	68,27	22,51
out/12	61,98	18,37	69,08	19,83	73,19	16,16	67,03	15,65	85,44	16,88	69,89	22,25
nov/12	80,16	20,41	71,54	22,16	59,87	18,37	69,29	14,41	86,84	18,37	78,47	22,83
dez/12	79,21	17,41	79,22	12,78	73,94	12,65	75,69	16,16	83,77	13,93	79,01	17,41
jan/13	73,70	14,41	71,45	14,41	74,87	15,65	78,95	15,16	80,48	14,75	80,57	17,41
fev/13	72,20	14,4	69,94	14,4	80,12	14,4	80,62	14,4	84,50	14,4	84,38	15,65
mar/13	59,70	12,7	59,54	12,7	86,06	12,4	82,64	15,7	79,75	14,4	70,68	15,7
abr/13	49,81	12,7	51,24	12,7	79,69	12,4	79,75	15,7	82,73	14,4	83,47	15,7
mai/13	76,84	14,4	75,13	14,4	77,88	12,65	85,33	14,4	81,47	15,65	70,04	15,65
jun/13	77,94	15,65	56,36	15,65	75,39	15,65	86,57	15,65	90,55	15,65	88,00	14,75
jul/13	88,41	18,06	83,74	38,37	69,77	*	90,96	24,47	85,78	*	84,81	21,74
ago/13	67,25	26,89	86,59	29,57	78,06	27,68	85,49	27,54	90,47	26,01	84,72	26,79
set/13	ND	ND	80,54	24,81	72,67	25,25	74,35	23,22	ND	ND	ND	ND
out/13	66,09	16,16	75,08	25,52	79,83	24,89	77,38	25,54	81,96	14,41	82,03	26,13
nov/13	64,96	24,57	72,37	28,44	71,97	22,00	76,91	12,65	77,67	24,82	76,87	16,16
dez/13	74,15	23,55	86,98	21,53	81,62	35,13	80,76	*	87,59	27,05	81,38	30,96
jan/14	84,12	*	85,49	37,48	62,03	30,11	74,88	23,55	84,39	10,51	81,88	26,04
fev/14	73,24	23,37	76,20	27,40	74,24	24,68	75,79	27,14	81,76	28,73	84,82	25,55
mar/14	74,56	17,05	76,14	23,33	81,04	20,96	74,66	35,38	ND	ND	ND	ND
abr/14	82,13	29,55	65,97	30,80	57,00	*	52,23	*	75,60	*	58,88	*
mai/14	71,92	*	74,67	*	76,31	*	82,06	29,55	80,35	*	75,89	23,55

IQA:	Ótima	Boa	Regular
IET:	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico

\*: valores de fósforo total ou clorofila-a abaixo do limite de detecção.

## 4.2.2. Variáveis do sedimento

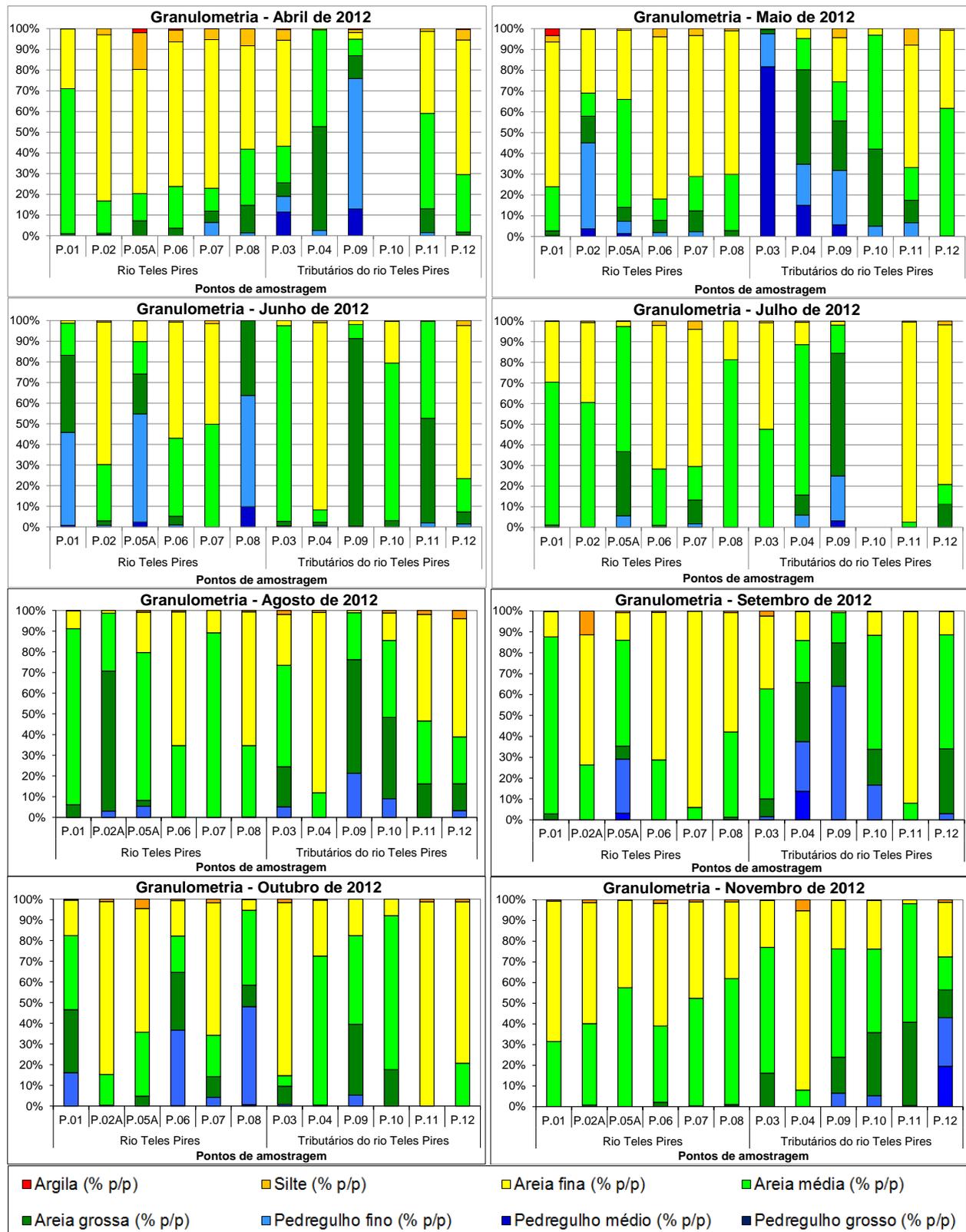
### 4.2.2.1. Granulometria

Nas **Figuras 4.2.15 a 4.2.18** estão apresentados os gráficos com as proporções granulométricas das amostras de sedimento coletadas nos pontos monitorados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre abril de 2012 a maio de 2014. Todos os dados brutos das frações granulométricas observadas em todos os pontos no período monitorado estão apresentados no **Anexo 1**.

Os sedimentos tanto do rio Teles Pires como dos tributários foram caracterizados como arenosos, com predominância das frações de areia média e areia fina, mas com ocorrência significativa, também, de areia grossa e de pedregulho fino e pedregulho médio em alguns pontos em determinadas épocas do ano. A presença de silte em todas as amostras de sedimento analisadas foi muito reduzida, em geral em proporções inferiores a 10 % do total, sendo que a ocorrência da fração argila foi muito rara, sendo observada em proporção significativa apenas no ponto P01 em maio de 2012 (**Figura 4.2.15**). Nessa amostra a fração silte também apresentou proporção significativa, próxima a 20 % do total, apesar de ter sido uma exceção ao longo de todo o período monitorado. As alterações nas proporções das frações granulométricas observadas em diferentes períodos em um mesmo ponto podem estar relacionadas às alterações da hidrodinâmica tanto do rio Teles Pires como dos tributários, com ocorrência das frações mais grosseiras geralmente relacionada aos períodos mais chuvosos e, conseqüentemente, de maior correnteza das águas, impossibilitando a deposição de frações mais finas no leito dos rios.

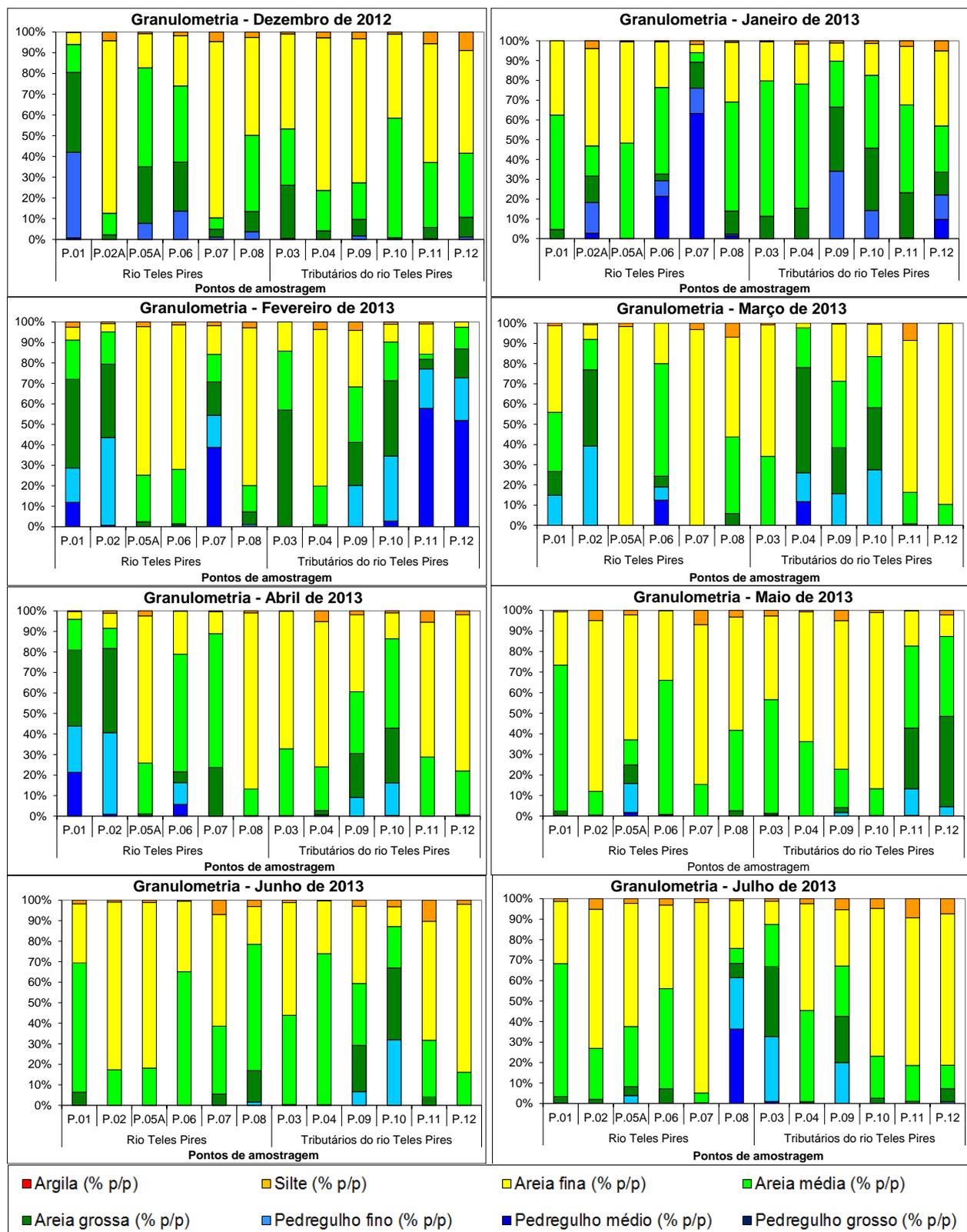
Portanto, como era de se esperar, os sedimentos do rio Teles Pires e de seus tributários caracterizam um sistema tipicamente lótico, com correntezas fortes o suficiente que dificultam a deposição significativa de partículas mais finas como silte e argila e favorecendo o acúmulo de areias e pedregulhos nos seus leitos.

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES



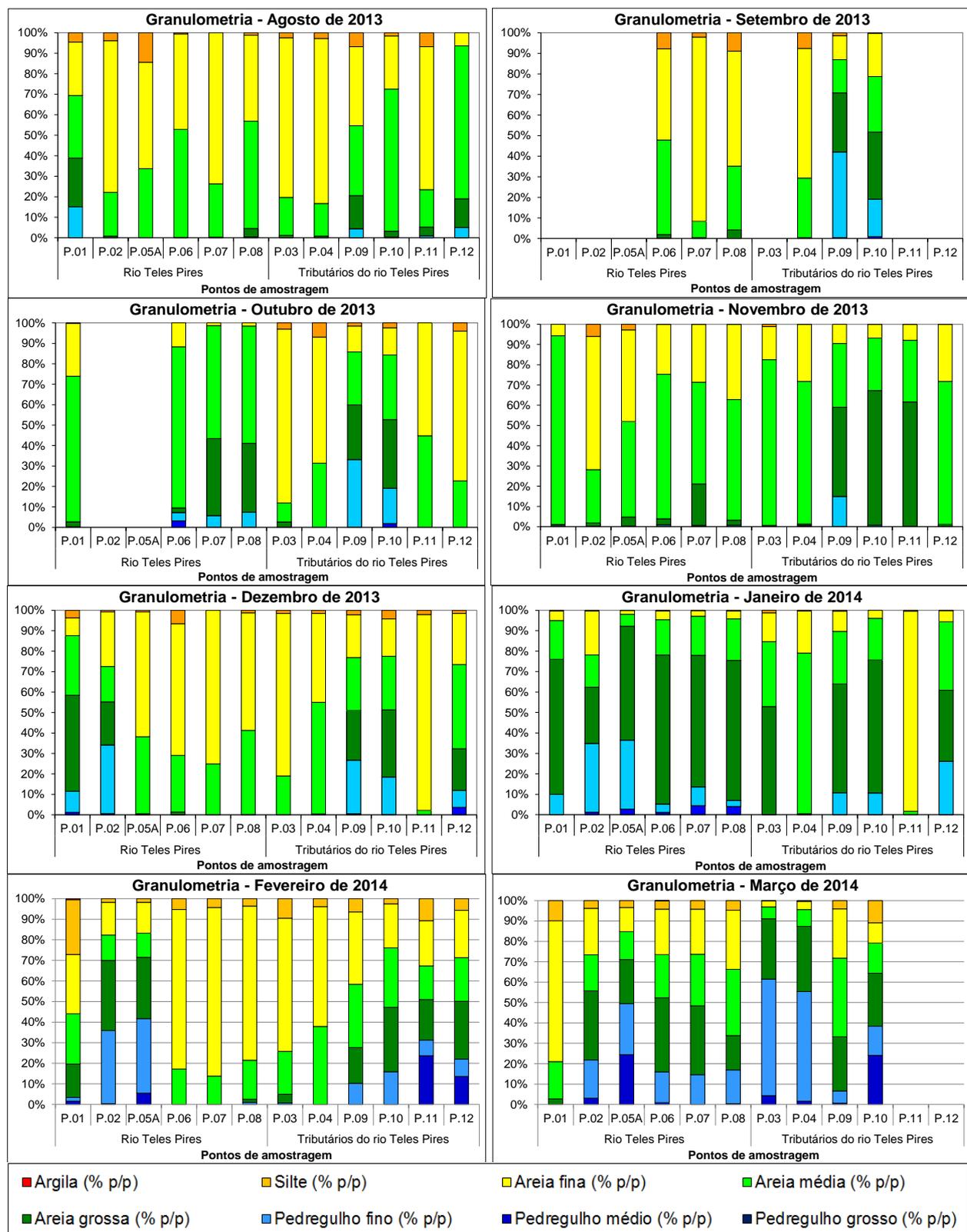
**Figura 4.2.15** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de abril a novembro de 2012.

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES

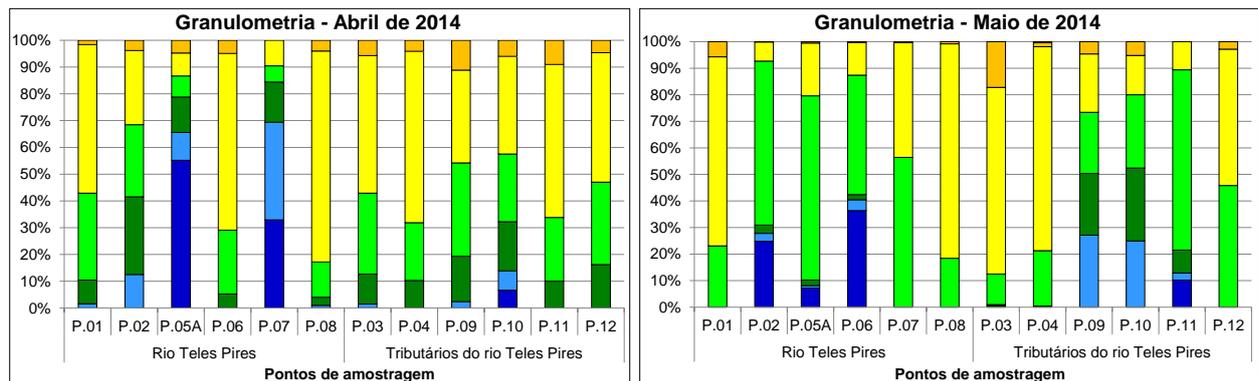


**Figura 4.2.16** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de dezembro de 2012 a julho de 2013.

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES



**Figura 4.2.17** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de agosto de 2013 a março de 2014.



**Figura 4.2.18** – Gráfico das frações granulométricas (% p/p) das amostras de sedimento coletadas nos pontos de amostragem no rio Teles Pires e nos seus principais tributários nos meses de abril e maio de 2014.

#### 4.2.2.2. Variáveis físicas e químicas do sedimento

De forma análoga ao procedimento adotado para as variáveis abióticas da água, nas Tabelas a seguir estão apresentadas as variáveis físicas e químicas das amostras de sedimento que, em cada mês monitorado, apresentaram valores em não conformidade com os valores norteadores estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 454/2012 para sedimentos de água doce em pelo menos um ponto no rio Teles Pires ou nos seus principais tributários no período entre abril de 2012 a maio de 2014. Os dados referentes aos meses monitorados que não constam nessas tabelas indicam que tais valores estiveram sempre em conformidade com a legislação. A separação dos resultados em não conformidade à legislação teve como objetivo a identificação de possíveis impactos existentes em um determinado período do monitoramento. Os dados brutos de todas as variáveis físicas e químicas do sedimento quantificadas em todo o período monitorado estão apresentados no Anexo 1 deste documento.

A presença de mercúrio nos sedimentos em concentrações em não conformidade com a Resolução CONAMA 454/2012 foi observada em nove meses dentre os 26 monitorados (**Tabela 4.2.21**). Em boa parte deles os valores observados estiveram na faixa entre os níveis 1 e 2 da resolução, sendo que em alguns deles, como nos meses de outubro e 2012, março, junho e julho de 2013 apresentaram valores acima do nível 2 em agosto de 2013, que representa a concentração acima do qual se prevê um efeito adverso para os organismos. Valores de mercúrio acima do nível 2 foram também observados em todos os pontos do rio Teles Pires em janeiro de 2014, assim como nos pontos P11 e P12 localizados nos rios São Benedito e Apiacás,

respectivamente. As maiores frequências de contaminação dos sedimentos do rio Teles Pires por mercúrio acima do nível 2 da legislação foram observadas no ponto P02A, localizado a montante da futura barragem, e no ponto P08, localizado a montante da área de alagamento, próximo ao rio Santa Helena, sendo que a maior frequência de contaminação dentre os tributários foi observada no ponto P12, localizado no rio Apiacás, apesar dos demais tributários terem, também, apresentados frequências significativas de contaminação por mercúrio acima do nível 2 da legislação em pelo menos 4 meses. Tais resultados evidenciam sedimentos contaminados por mercúrio em diversas porções tanto do rio Teles Pires como em alguns de seus tributários, que são indicativos da utilização desse metal em atividades como de extração de ouro na bacia, sejam aquelas praticadas nas décadas anteriores, ou mesmo atividades mais recentes realizadas de forma ilícita, haja vista que a utilização de mercúrio em atividades de mineração de ouro tem sido mais controlada pelos órgãos governamentais de controle ambiental nos últimos 10 anos.

Valores de cádmio acima dos limites estabelecidos pela legislação, em grande parte entre os níveis 1 e 2, foram também observados nos sedimentos em todos os pontos monitorados em pelo menos três épocas do ano (**Tabela 4.2.22**). A maior frequência de ocorrência de contaminação por cádmio acima do nível 2 da legislação foi no ponto P10, localizado no rio Vileroy. Essas observações evidenciam outras atividades antrópicas na bacia que geram contaminação, como por exemplo, baterias de níquel cádmio armazenadas de forma imprópria.

Em agosto de 2013 o ponto P05, localizado no rio Teles Pires a montante do futuro empreendimento, apresentou concentração de cromo no sedimento acima do nível 1 da legislação (**Figura 4.2.23**). Sendo uma observação única ao longo do período monitorado, esse evento não evidencia contaminação importante por esse metal na bacia.

Valor consideravelmente elevado de fósforo total foi observado na maioria dos pontos monitorados em janeiro de 2014 (**Figura 4.2.24**), acima do limite estabelecido pela legislação (nível 2). Tais ocorrências podem estar relacionadas aos possíveis impactos existentes no entorno, como por exemplo, atividades da obra do futuro reservatório naquele mês. Porém, nos meses de fevereiro a maio de 2014 os valores de fósforo total nos sedimentos foram

sempre inferiores aos níveis limites estabelecidos pela legislação, o que demonstra que o eventual impacto foi casual, não se repetindo nos meses subsequentes.

**Tabela 4.2.21** – Meses em que foram observados valores de concentração de mercúrio no sedimento em não conformidade com os níveis limites estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 454/2012 para amostras de sedimento de água doce nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014. Em laranja: valores acima do Nível 1; em vermelho: valores acima do Nível 2.

Período	Mercúrio no sedimento (mg/kg)												Nível 1	Nível 2
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do Teles Pires							
	P.01	P.02A	P.05A	P.06	P.07	P.08	P.03	P.04	P.09	P.10	P.11	P.12		
out/12	1,40	7,50	4,40	0,90	0,40	0,80	2,30	1,90	0,80	11,50	1,90	2,70	0,17	0,486
mar/13	0,80	1,00	0,90	1,00	1,20	1,10	0,90	0,90	1,30	1,60	0,80	0,70		
jun/13	0,80	1,00	1,00	1,00	0,40	0,90	1,00	1,10	1,00	1,10	<LQ	1,00		
jul/13	0,39	0,65	0,33	0,49	0,39	0,49	0,46	0,49	0,56	0,66	0,20	0,42		
ago/13	0,40	0,62	0,39	0,43	0,35	0,58	0,41	0,52	0,48	0,59	0,29	0,53		
set/13	-	-	-	0,32	0,27	0,50	-	0,43	0,39	0,46	-	-		
dez/13	0,20	0,10	0,10	0,30	< LQ	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10		
jan/14	0,60	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,70	0,70		
fev/14	0,40	0,60	0,40	0,30	0,50	0,40	0,50	0,30	0,30	0,40	0,50	0,70		
mai/14	0,10	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,10	0,20	0,20	< LQ	< LQ	0,10		

Nível 1 ou TEL (*Threshold Effect Level*) - representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos; Nível 2 ou PEL (*Probable Effect Level*) - representa a concentração acima da qual se prevê um efeito adverso para os organismos.

**Tabela 4.2.22** – Meses em que foram observados valores de concentração de cádmio no sedimento em não conformidade com os níveis limites estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 454/2012 para amostras de sedimento de água doce nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014. Em laranja: valores acima do Nível 1; em vermelho: valores acima do Nível 2.

Período	Cádmio no sedimento (mg/kg)												Nível 1	Nível 2
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do Teles Pires							
	P.01	P.02A	P.05A	P.06	P.07	P.08	P.03	P.04	P.09	P.10	P.11	P.12		
jun/13	1,5	1,8	2,2	< LQ	7	11,7	< LQ	1,2	3	10	7,9	< LQ	0,6	3,5
jul/13	0,4	0,6	0,718	<LQ	1,737	2,863	<LQ	0,294	0,734	2,447	1,958	<LQ		
ago/13	5,0	1,2	9,5	0,2	0,3	1,2	<LQ	0,2	1,9	0,3	<LQ	<LQ		
set/13	-	-	-	0,3	0,2	1,0	-	<LQ	1,6	<LQ	-	-		
out/13	1,4	-	-	0,6	0,4	0,6	<LQ	<LQ	1,0	2,3	<LQ	<LQ		
nov/13	0,5	1	1	0,9	1,1	1,1	0,4	0,3	1,1	3,8	1,3	0,3		
dez/13	3,5	0,7	0,5	2	0,6	1	0,2	0,1	1,1	4,7	< LQ	0,7		
jan/14	4,6	4,1	1,2	5,4	4,1	5,4	1,9	0,7	4,3	7,2	0,6	1,3		
fev/14	3,2	1,8	1	0,7	2,5	0,4	0,9	0,3	2,9	3,7	2,3	3,1		
mar/14	1,2	1,7	10,9	1,8	5,7	3,4	2	1,2	5,6	3,9				
abr/14	2,1	0,8	2,6	0,8	2,5	5,7	1	0,8	3,3	4,4	0,2	0,5		

Nível 1 ou TEL (*Threshold Effect Level*) - representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos; Nível 2 ou PEL (*Probable Effect Level*) - representa a concentração acima da qual se prevê um efeito adverso para os organismos.

**Tabela 4.2.23** – Meses em que foram observados valores de concentração de cromo no sedimento em não conformidade com os níveis limites estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 454/2012 para amostras de sedimento de água doce nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014. Em laranja: valores acima do Nível 1; em vermelho: valores acima do Nível 2.

Período	Cromo no sedimento (mg/kg)													Nível 1	Nível 2
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do Teles Pires								
	P.01	P.02A	P.05A	P.06	P.07	P.08	P.03	P.04	P.09	P.10	P.11	P.12			
jan/14	7,1	8,1	53,4	4,1	5,8	12,1	8,0	9,3	5,7	2,4	8,0	3,3	37,3	90	

**Tabela 4.2.24** – Meses em que foram observados valores de concentração de fósforo total no sedimento em não conformidade com os níveis limites estabelecidos pela Resolução CONAMA no. 454/2012 para amostras de sedimento de água doce nos pontos localizados no rio Teles Pires e nos seus principais tributários no período entre os meses de abril de 2012 a maio de 2014. Em laranja: valores acima do Nível 1; em vermelho: valores acima do Nível 2.

Período	Fósforo total (mg-P/kg)													Nível 1	Nível 2
	Pontos no rio Teles Pires						Pontos nos tributários do Teles Pires								
	P.01	P.02A	P.05A	P.06	P.07	P.08	P.03	P.04	P.09	P.10	P.11	P.12			
jan/14	2401	1748	1370	2479	2812	2947	2598	4565	4528	3877	4036	46,8		2000	

Nível 1 ou TEL (*Threshold Effect Level*) - representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos; Nível 2 ou PEL (*Probable Effect Level*) - representa a concentração acima da qual se prevê um efeito adverso para os organismos.

### 4.3. Variáveis bióticas

#### 4.3.1. Comunidade fitoplanctônica

##### 4.3.1.1. Riqueza de gêneros do fitoplâncton

Na **Tabela 4.3.1** se encontra o número total de taxa observados nas principais classes fitoplanctônicas em cada período amostrado, sendo que o mais abundante foi Chlorophyceae no primeiro ano de amostragem e no período entre junho de 2013 e janeiro de 2014, seguido de Bacillariophyceae. As Zygnemaphyceae foram mais abundantes o mês de maio de 2013 e no período entre fevereiro e abril de 2014. No primeiro ano de monitoramento foi observado um maior número de taxa no período de estiagem, principalmente em julho e setembro de 2012. Já no segundo ano de monitoramento a diversidade observada foi inferior e o número de taxa observado no período de estiagem foi ligeiramente superior em junho e outubro de 2013, porém estes valores são similares aos observados em março de 2014.

**Tabela 4.3.1** - Número total de taxa observados no período de abril de 2012 a maio de 2014 no rio Teles Pires e tributários.

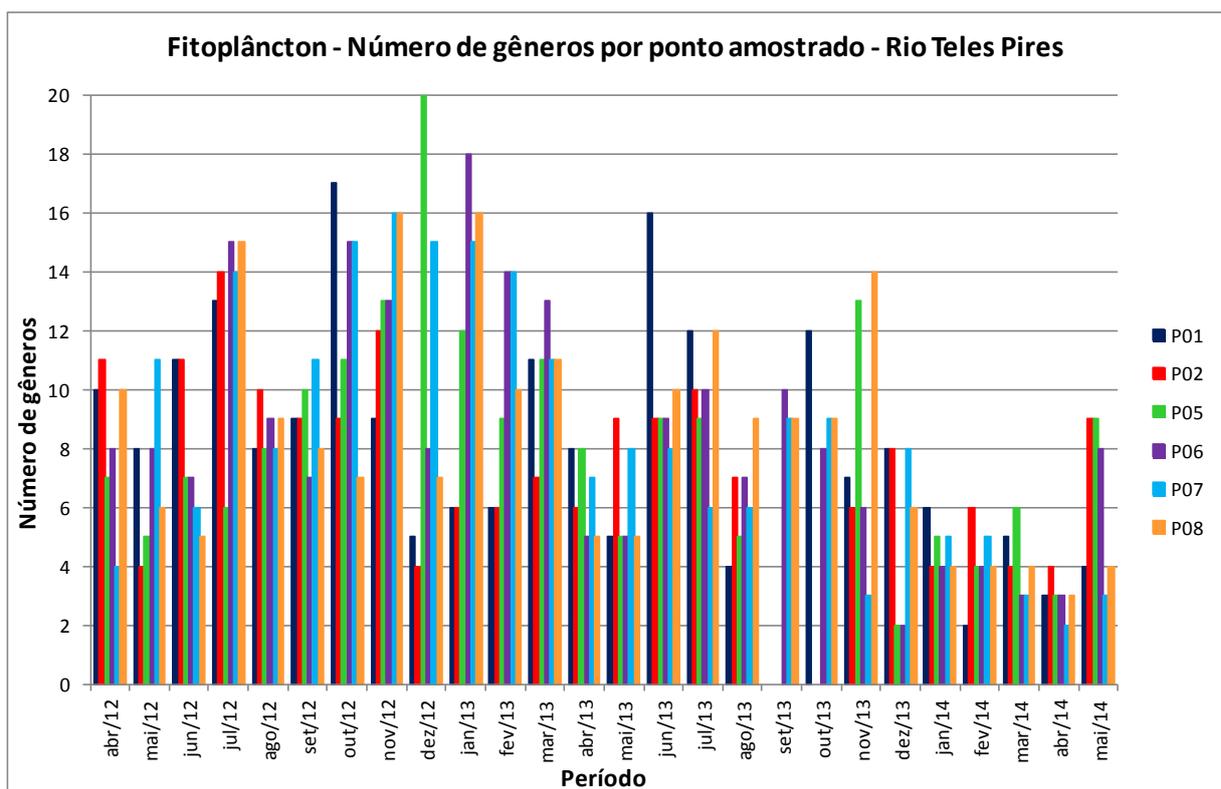
Classe	Abr./12	Mai./12	Jun./12	Jul./12	Ago./12	Set./12	Out./12	Nov./12	Dez./12	Jan./13	Fev./13	Mar./13	Abr./13
Bacillariophyceae	4	4	4	7	6	7	7	6	8	8	4	4	2
Chlorophyceae	11	7	8	15	9	12	12	12	9	11	9	7	5
Cyanophyceae	3	3	5	9	6	4	5	6	4	3	1	3	0
Euglenophyceae	2	2	0	1	3	4	1	2	2	1	2	0	0
Zygnemaphyceae	6	3	3	3	7	10	6	5	4	5	7	7	5
Chlamydomphyceae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Chrysophyceae	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Xantophyceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>13</b>

Classe	Mai./13	Jun./13	Jul./13	Ago./13	Set./13	Out./13	Nov./13	Dez./13	Jan./14	Fev./14	Mar./14	Abr./14	Mai./14
Bacillariophyceae	3	5	3	5	3	4	3	5	5	2	3	4	4
Chlorophyceae	5	9	7	7	9	8	11	5	5	3	4	4	6
Cyanophyceae	0	0	1	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1
Euglenophyceae	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	2	0	2
Zygnemaphyceae	6	6	5	5	4	4	5	4	4	6	8	5	5
Chlamydomphyceae	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
Chrysophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Xantophyceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>19</b>

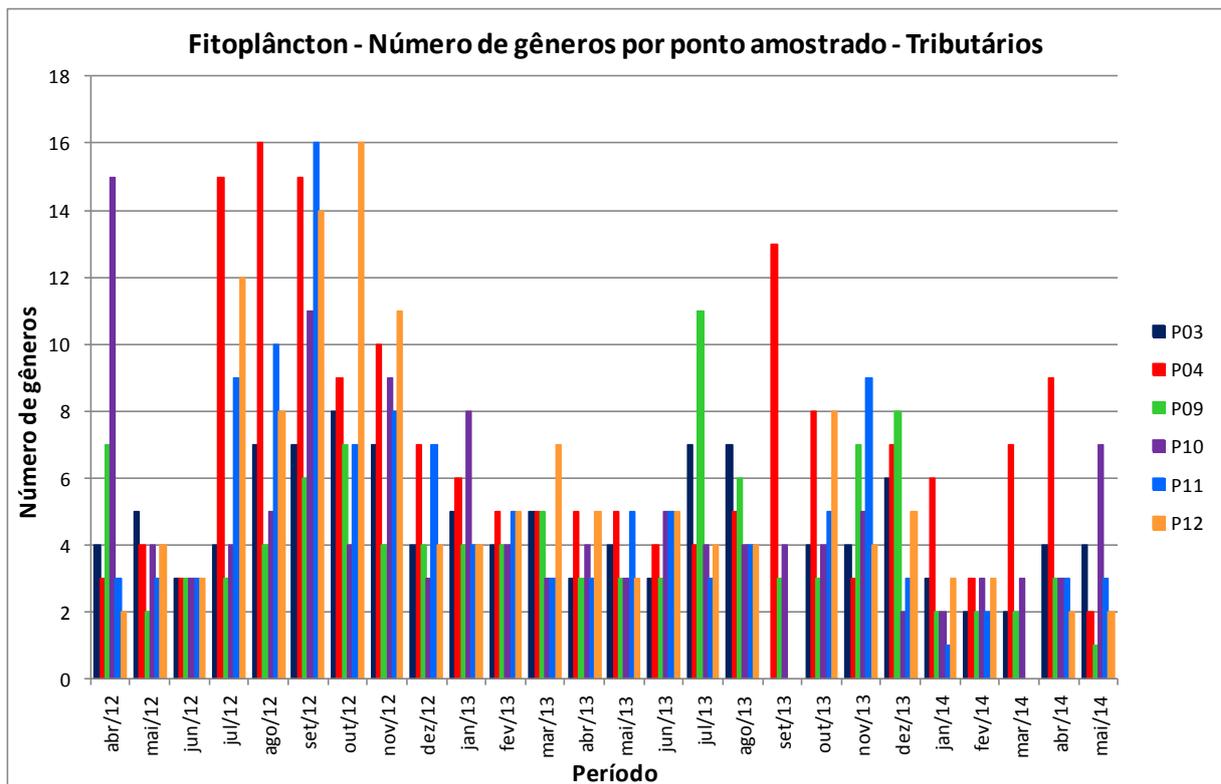
Nas **Figuras 4.3.1** e **4.3.2** estão apresentados os gráficos com os valores de riqueza de gêneros de organismos fitoplanctônicos identificados em cada ponto de coleta da área de

influência da UHE Teles Pires, nas vinte e seis campanhas de monitoramento analisadas entre abril de 2012 e maio de 2014. Pode-se observar grande variabilidade entre os pontos amostrados e também no mesmo período de coleta.

A maior diversidade de gêneros (20) foi observada no ponto P05, no rio Teles Pires em dezembro de 2012, correspondente ao período chuvoso, sendo que os grupos mais abundantes foram Chlorophyceae, seguido de Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae. O ponto P06 apresentou 18 gêneros no mês de janeiro de 2013, também no período chuvoso. Os locais com menor diversidade de gêneros estão localizados nos tributários do rio Teles Pires, sendo que o ponto P11, localizado no rio São Benedito, no mês de janeiro de 2014, apresentou somente um gênero de Bacillariophyceae. Entre os tributários o ponto P04, localizado no rio Paranaíta, foi o que apresentou maior número de gêneros observados ao longo do monitoramento.



**Figura 4.3.1** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.



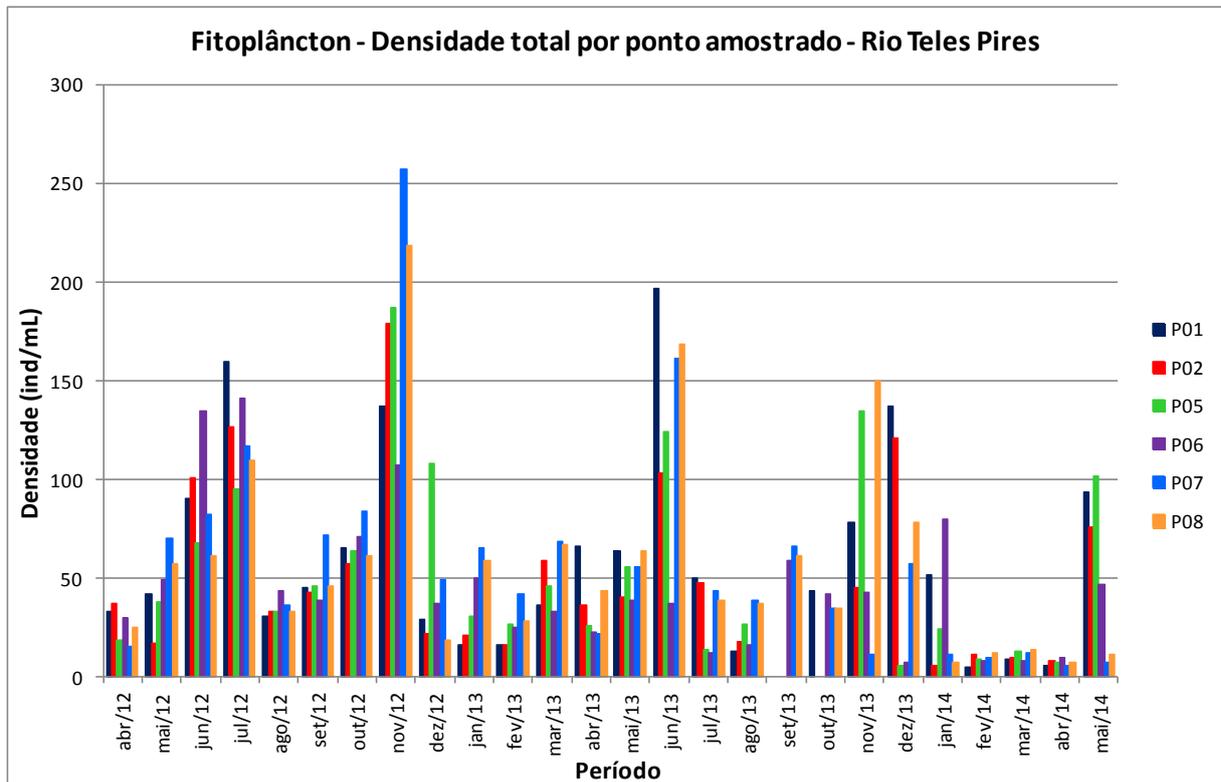
**Figura 4.3.2** - Riqueza de gêneros da comunidade fitoplanctônica nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.

#### 4.3.1.2. Densidade total do fitoplâncton

Nos gráficos das **Figuras 4.3.3** e **4.3.4** se encontram os resultados das densidades de organismos fitoplanctônicos por ponto de coleta e para todo o período de monitoramento (abril de 2012 a maio de 2014) no rio Teles Pires e nos seus tributários, respectivamente. A densidade total variou consideravelmente entre os pontos e entre os meses de amostragem.

As maiores densidades de organismos fitoplanctônicos foram observadas no rio Teles Pires foi no ponto P07, em novembro de 2012, início da estação chuvosa, com 257 ind/mL, sendo na sua maioria Chlorophyceae do gênero *Eutetramorus* sp. e Bacillariophyceae do gênero *Tabellaria* sp. De uma forma geral, as maiores densidades foram observadas nos meses de estiagem (junho e julho de 2012 e junho de 2013) e de cheia (novembro de 2012, novembro e dezembro de 2013), tanto para o rio Teles Pires como para os seus tributários.

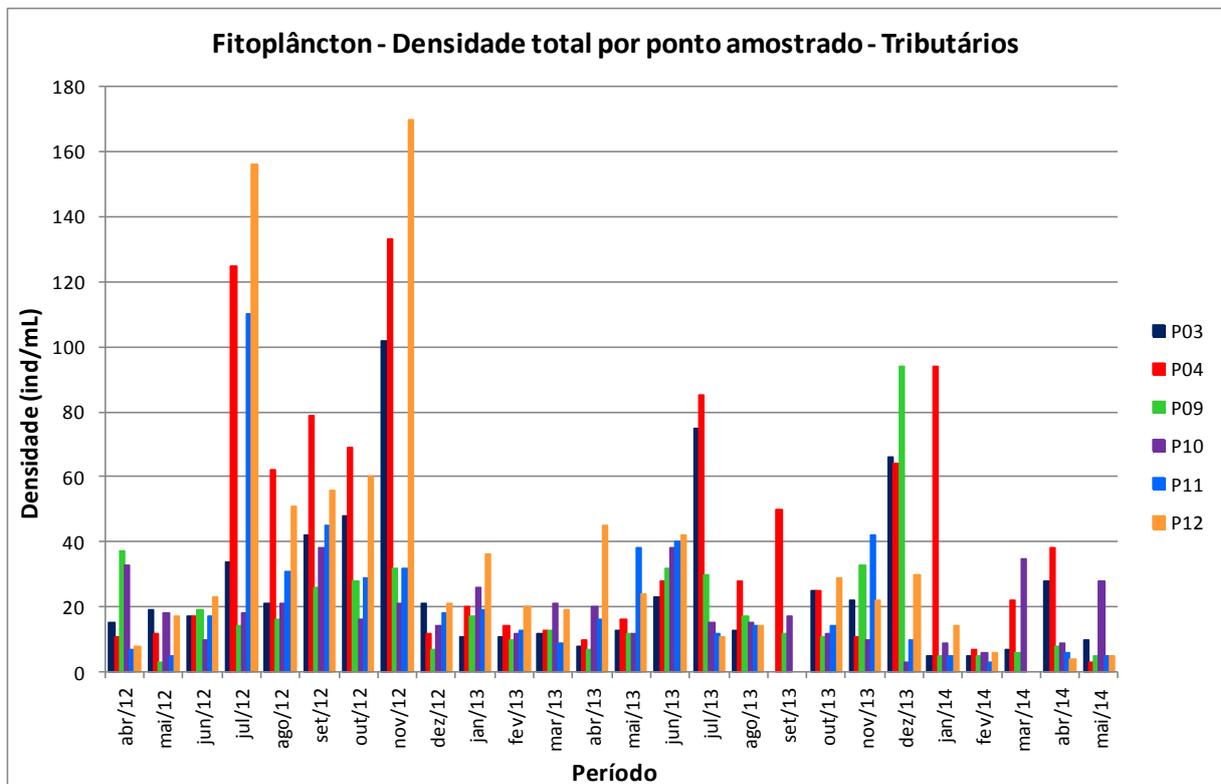
No rio Teles Pires outros pontos que apresentaram densidades significativas durante o monitoramento realizado foram o P01, localizado a jusante do empreendimento, o P05 e o P08 localizado próximo à foz do o rio Santa Helena.



**Figura 4.3.3** - Densidade total do fitoplâncton nos diferentes pontos de coleta no rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.

Nos tributários as densidades de organismos fitoplanctônicos foram inferiores às observadas no rio Teles Pires (**Figura 4.3.4**). O ponto P12, localizado no rio Apiacás, foi o que apresentou a maior densidade nos monitoramentos dos meses de julho de 2012 com 156 ind/mL, sendo principalmente devido a ocorrência de Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanophyceae, e em novembro de 2012 com 170 ind/mL devido principalmente às algas Chlorophyceae e Bacillariophyceae do gênero *Surirella* sp. O Ponto P04, localizado no rio Paranaíta, também apresentou altas densidades nos períodos de estiagem e chuvoso. No monitoramento de julho de 2012 foi registrada uma densidade de 125 ind/mL, no qual predominaram as algas Chlorophyceae, Bacillariophyceae e Cyanophyceae. No mês de novembro do mesmo ano foi registrada uma densidade de 133 ind/mL e as algas predominantes foram Chlorophyceae, Zygnemaphyceae e Bacillariophyceae. Já no mês de

janeiro de 2014 a densidade foi de 94 ind/mL e as algas dominantes foram as Chlorophyceae e as Zygnemaphyceae.



**Figura 4.3.4** - Densidade total do fitoplâncton nos diferentes pontos de coleta nos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.

Durante o monitoramento realizado entre abril de 2012 e maio de 2014 tanto no rio Teles Pires como nos seus tributários identificaram-se 77 gêneros, pertencentes a 8 classes de organismos fitoplanctônicos (**Quadro 4.3.1**). A classe Chlorophyceae, com 24 gêneros identificados, foi a que apresentou maior riqueza de taxa. Por outro lado, a classe Chrysophyceae foi representada por dois gêneros e a classe Xanthophyceae foi representada por apenas um gênero durante as amostragens.

A dominância das classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Zygnemaphyceae na maioria das campanhas de amostragem era esperada por se tratar de um ambiente lótico, já que estes organismos estão mais adaptados às condições de maior correnteza. Não foi registrada abundância significativa de algas Cyanophyceae ao longo do monitoramento, pelo que pode se concluir que não há um risco potencial de ocorrência de floração destes organismos no rio Teles Pires e tributários.

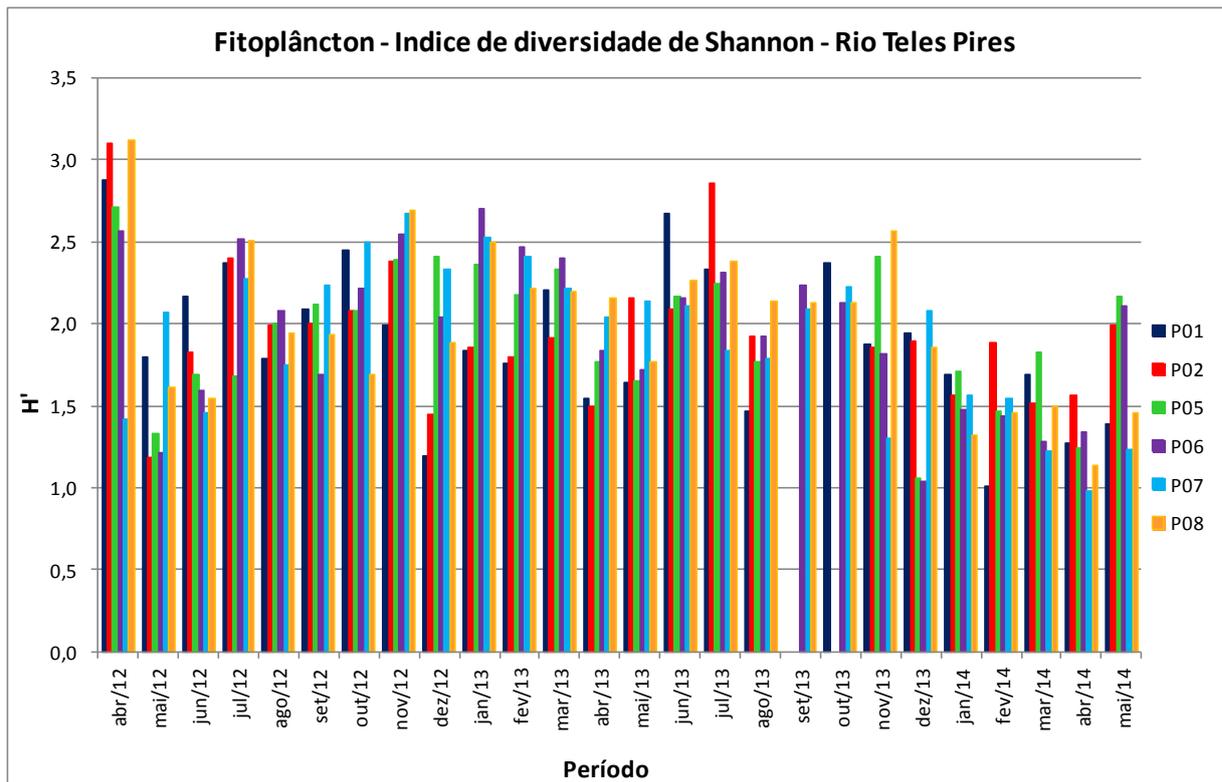
**Quadro 4.3.1** - Lista de classes e gêneros dos organismos fitoplanctônicos identificados nas amostras coletadas nas campanhas mensais de monitoramento (abril 2012 a maio 2014) no rio Teles Pires e tributários.

<p><b>BACILLARIOPHYCEAE</b></p> <p><i>Aulacoseira sp</i> <i>Diploneis sp</i> <i>Eunotia sp</i> <i>Fragilaria sp</i> <i>Frustulia sp</i> <i>Gomphonema sp</i> <i>Gyrosigma sp</i> <i>Luticola sp</i> <i>Navicula sp</i> <i>Pinnularia sp</i> <i>Placoneis sp</i> <i>Stauroneis sp</i> <i>Surirella sp</i> <i>Synedra sp</i> <i>Tabellaria sp</i> <i>Ulnaria sp</i></p> <p><b>EUGLENOPHYCEAE</b></p> <p><i>Euglena sp</i> <i>Lepocinclis sp</i> <i>Phacus sp</i> <i>Strombomonas sp</i> <i>Trachelomonas sp</i></p>	<p><b>CYANOPHYCEAE</b></p> <p><i>Aphanocaspa sp</i> <i>Aphanotece sp</i> <i>Coelosphaerium sp</i> <i>Dolichospermum sp</i> <i>Geitlerinema sp</i> <i>Limnothrix sp</i> <i>Merismopedia sp</i> <i>Microcystis sp</i> <i>Oscillatoria sp</i> <i>Phormidium sp</i> <i>Planktolyngbya sp</i> <i>Pseudanabaena sp</i></p> <p><b>XANTHOPHYCEAE</b></p> <p><i>Xanthonema sp</i></p> <p><b>CHRYSOPHYCEAE</b></p> <p><i>Dinobryon sp</i> <i>Mallomonas sp</i></p>	<p><b>ZYGNEMAPHYCEAE</b></p> <p><i>Closterium sp</i> <i>Cosmarium sp</i> <i>Desmidium sp</i> <i>Docidium sp</i> <i>Euastrum sp</i> <i>Haplozyga sp</i> <i>Hyalotheca so</i> <i>Micrasterias sp</i> <i>Onychonema sp</i> <i>Pediastrum sp</i> <i>Spirogyra sp</i> <i>Staurastrum sp</i> <i>Staurodesmus sp</i> <i>Xanthidium sp</i></p> <p><b>CHLAMYDOPHYCEAE</b></p> <p><i>Chamydomonas sp</i> <i>Eudorina sp</i> <i>Pondorina sp</i></p>	<p><b>CHLOROPHYCEAE</b></p> <p><i>Actinastrum sp</i> <i>Ankistrodesmus sp</i> <i>Chlorella sp</i> <i>Closteriopsis sp</i> <i>Coccomyxa sp</i> <i>Coelastrum sp</i> <i>Crucigeniella sp</i> <i>Cryptomonas sp</i> <i>Desmodesmus sp</i> <i>Dictyosphaerium sp</i> <i>Dimorphococcus sp</i> <i>Eutetramorus sp</i> <i>Hyalotheca sp</i> <i>Kirchneriella sp</i> <i>Monoraphidium sp</i> <i>Nephrocytium sp</i> <i>Onychonema sp</i> <i>Oocystis sp</i> <i>Pediastrum sp</i> <i>Radiococcus sp</i> <i>Scenedesmus sp</i> <i>Selenastrum sp</i> <i>Sphaerocystis sp</i> <i>Ulothrix sp</i></p>
---	--	---	--

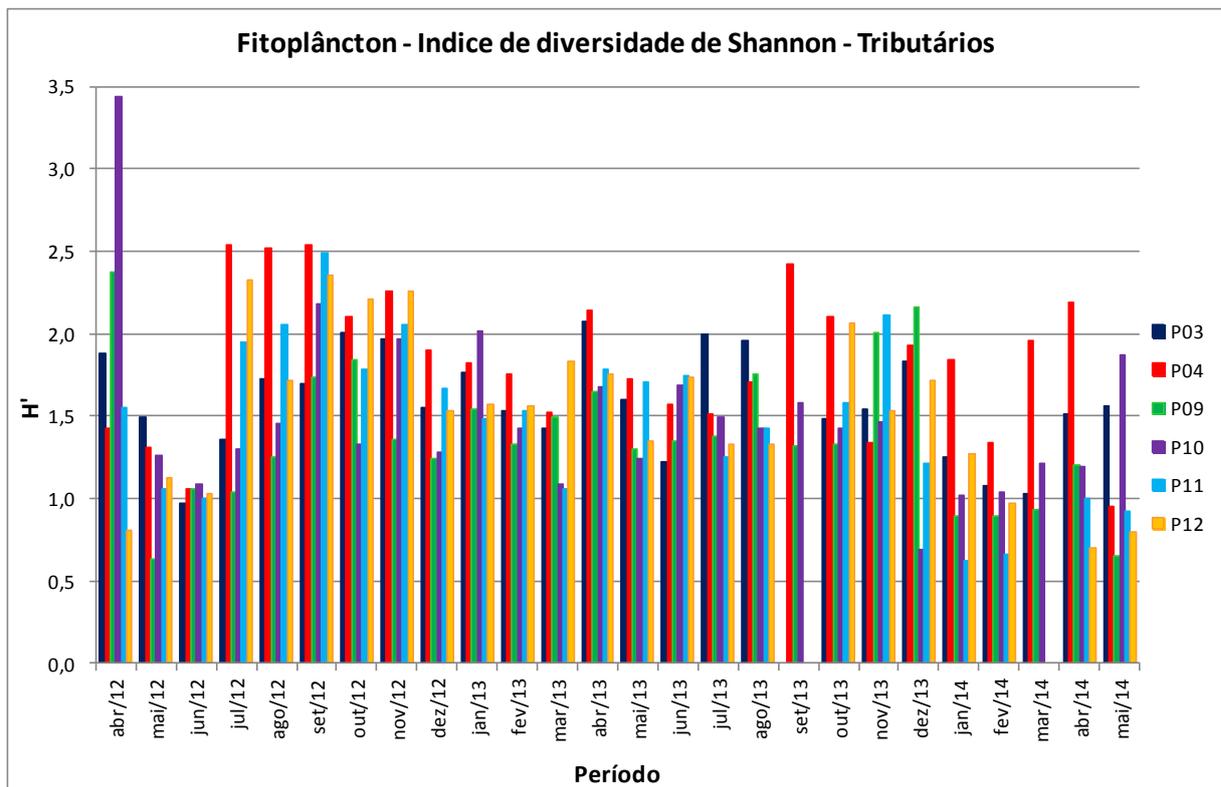
#### 4.3.1.3. Diversidade do fitoplâncton

A diversidade do fitoplâncton apresentou uma ampla variação na área de estudo, tanto nos meses como nos locais de coleta (**Figuras 4.3.5 e 4.3.6**). No rio Teles Pires foram observados maiores valores de diversidade no ponto P02, localizado na região do futuro eixo, principalmente em abril de 2012 e julho de 2012 e 2013. As maiores diversidades foram observadas em abril de 2012 nos pontos P01, P02, P05, P08 ( $H' = 2,88$  bits/ind;  $H' = 3,10$  bits/ind;  $H' = 2,71$  bits/ind e  $H' = 2,70$  bits/ind, respectivamente), no ponto P07 em novembro de 2012 com uma diversidade de 2,67 bits/ind, e no ponto P06 em janeiro de 2013 com uma diversidade de 2,70 bits/ind. A menor diversidade observada foi de 0,98 bits/ind no ponto P07 em abril de 2014.

Os pontos localizados nos tributários apresentaram diversidades mais baixas em relação aos pontos localizados no rio Teles Pires. A maior diversidade foi observada no ponto P10 no mês de abril de 2012, com  $H' = 3,44$  bits/ind. O ponto P04, localizado no rio Paranaíta, foi o que apresentou maior diversidade ao longo do monitoramento, variando entre 2,54 bits/ind em julho e setembro de 2012 até 2,19 bits/ind em abril de 2014.



**Figura 4.3.5 -** Diversidade específica ( $H'$ ) do fitoplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 - maio 2013) nos pontos de coleta do rio Teles Pires.



**Figura 4.3.6 -** Diversidade específica ( $H'$ ) do fitoplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 - maio 2013) nos pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires.

#### 4.3.1.4. Taxa abundantes do fitoplâncton

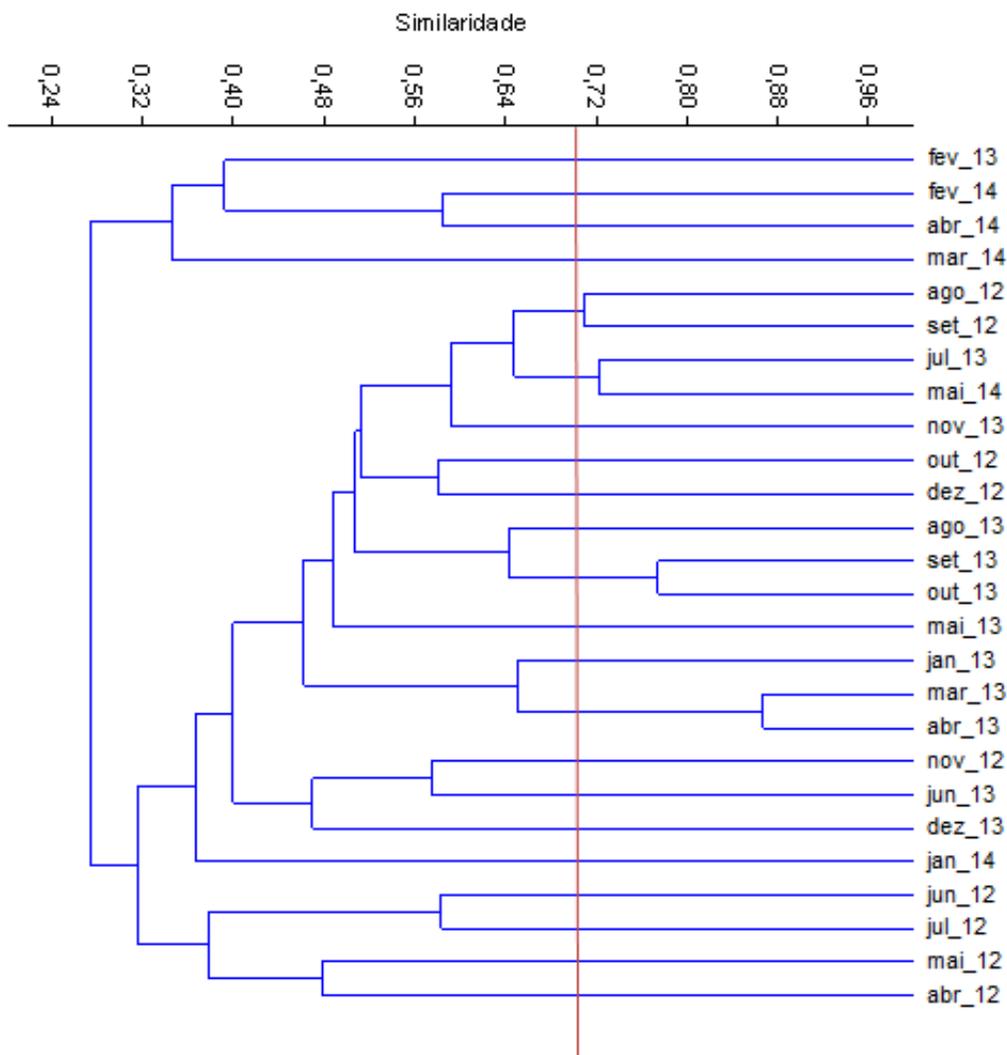
A metodologia de LOBO & LEIGHTON (1986) permitiu identificar 20 táxons ditos como abundantes, ou seja, com valores acima da média ao longo de 2 anos de monitoramento. Nenhum dos gêneros de alga apresentou abundância acima de 50% do total das amostragens, não sendo nenhum dos táxons abundantes considerados como dominante no estudo (**Quadro 4.3.2**). Dentre os táxons abundantes predominaram-se indivíduos das classes Bacillariophyceae e Chlorophyceae, denotando que a qualidade ambiental da área de estudo foi boa durante o período de monitoramento.

**Quadro 4.3.2.** Lista dos taxa mais abundantes e suas respectivas abundâncias relativas identificados nas amostras coletadas no período entre abril de 2012 a maio de 2014.

2012 - 2014		
Táxon	Org/L	Abundância relativa (%)
<i>Eutetramorus sp.</i>	1710	14,59
<i>Surirella sp.</i>	1097	9,36
<i>Pediastrum sp.</i>	819	6,99
<i>Aulacoseira sp.</i>	814	6,94
<i>Dictyosp.haerium sp.</i>	747	6,37
<i>Tabellaria sp.</i>	746	6,36
<i>Kirchneriella sp.</i>	722	6,16
<i>Staurastrum sp.</i>	695	5,93
<i>Closterium sp.</i>	549	4,68
<i>Desmodesmus sp.</i>	372	3,17
<i>Dimorphococcus sp.</i>	305	2,60
<i>Pseudanabaena sp.</i>	246	2,10
<i>Staurodesmus sp.</i>	231	1,97
<i>Coccomyxa sp.</i>	203	1,73
<i>Desmidium sp.</i>	203	1,73
<i>Actinastrum sp.</i>	199	1,70
<i>Eudorina sp.</i>	181	1,54
<i>Coelastrum sp.</i>	177	1,51
<i>Euglena sp.</i>	158	1,35

#### 4.3.1.5. Similaridade do fitoplâncton

A aplicação do coeficiente de Bray- Curtis demonstrou que houve baixa similaridade entre os pontos de amostragem quando analisada a composição da comunidade fitoplanctônica, indicando elevada variação temporal na área de estudo (**Figura 4.3.7**). Quando observados o nível de corte de 70 % de similaridade, evidenciou-se a formação de somente 4 grupos com dois componentes: agosto de 2012 e setembro de 2012; setembro de 2013 e outubro de 2013; março de 2013 e abril de 2013; julho de 2013 e maio de 2014. Com exceção do ultimo grupo, todos os demais estiveram em meses subsequentes de um mesmo ano, indicando que houve elevada variação da comunidade fitoplanctônica entre os anos de estudo.



**Figura 4.3.7.** Similaridade na composição da comunidade fitoplanctônica entre os pontos do rio Teles Pires e tributários estimada pelo coeficiente de Bray Curtis nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014).

#### 4.3.2. Comunidade zooplanctônica

##### 4.3.2.1. Riqueza de gêneros do zooplâncton

Na **Tabela 4.3.2** se encontra o número total de taxa observados dos principais grupos, em cada período amostrado, sendo que o mais abundante foi Testacea na maioria dos meses amostrados, com exceção dos meses de setembro e dezembro de 2012, fevereiro, março, maio, junho, julho, agosto, de 2013 e janeiro e fevereiro de 2014, nos quais os Rotifera foram mais abundantes. A maior diversidade foi observada durante o período chuvoso, nos meses de dezembro de 2012 a maio de 2013 e em fevereiro a maio de 2014.

**Tabela 4.3.2** - Número total de taxa de organismos zooplanctônicos observados no período do monitoramento (abril 2012-maio 2014) no rio Teles Pires e tributários.

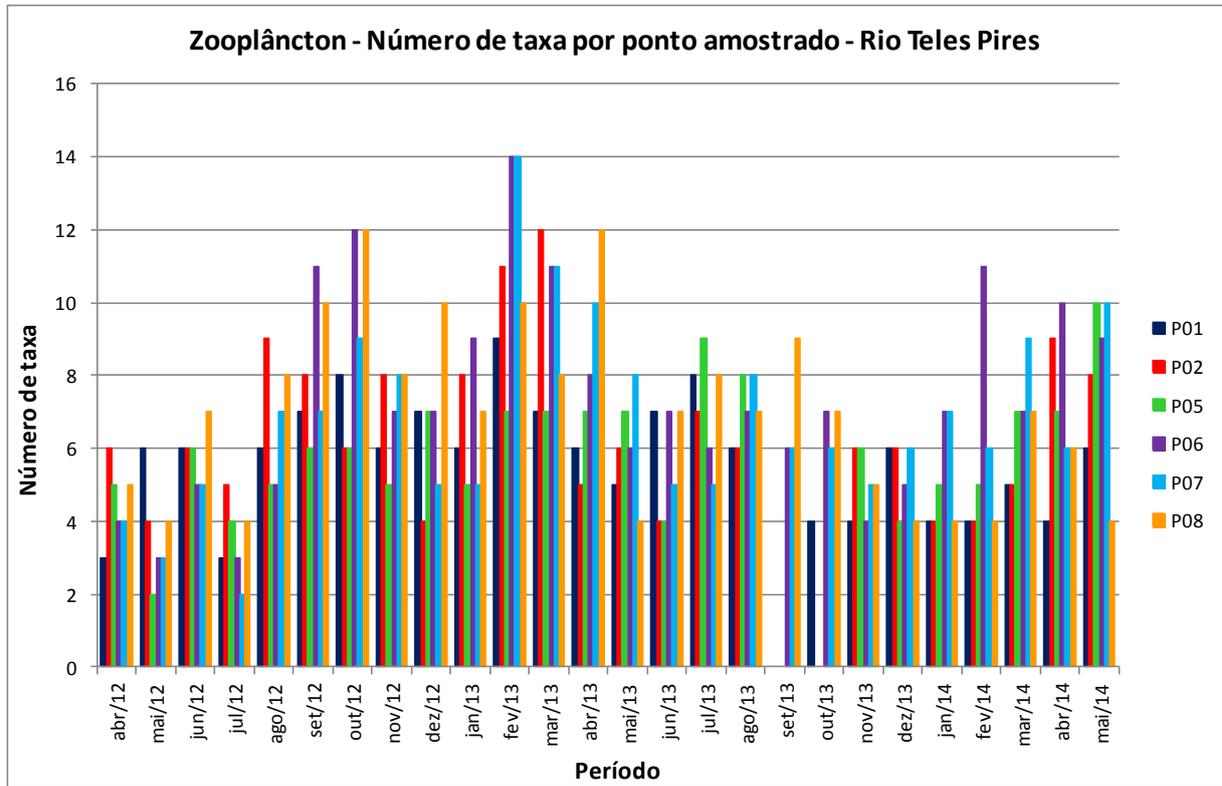
Grupo	Abr./12	Mai./12	Jun./12	Jul./12	Ago./12	Set./12	Out./12	Nov./12	Dez./12	Jan./12	Fev./13	Mar./13	Abr./13
Cladocera	2	1	2	1	2	3	3	2	3	3	3	3	4
Copepoda	2	2	2	1	1	4	5	3	4	2	3	3	4
Rotifera	3	1	4	3	5	5	5	6	6	6	8	7	5
Testacea	6	5	4	6	6	4	6	6	5	8	6	6	7
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>20</b>

Grupo	Mai./13	Jun./13	Jul./13	Ago./13	Set./13	Out./13	Nov./13	Dez./13	Jan./14	Fev./14	Mar./14	Abr./14	Mai./14
Cladocera	4	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	3	1
Copepoda	4	1	3	2	2	3	2	3	0	4	2	2	1
Rotifera	5	5	7	7	5	4	4	4	6	5	5	5	5
Testacea	4	3	6	5	5	4	5	5	5	4	7	7	8
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

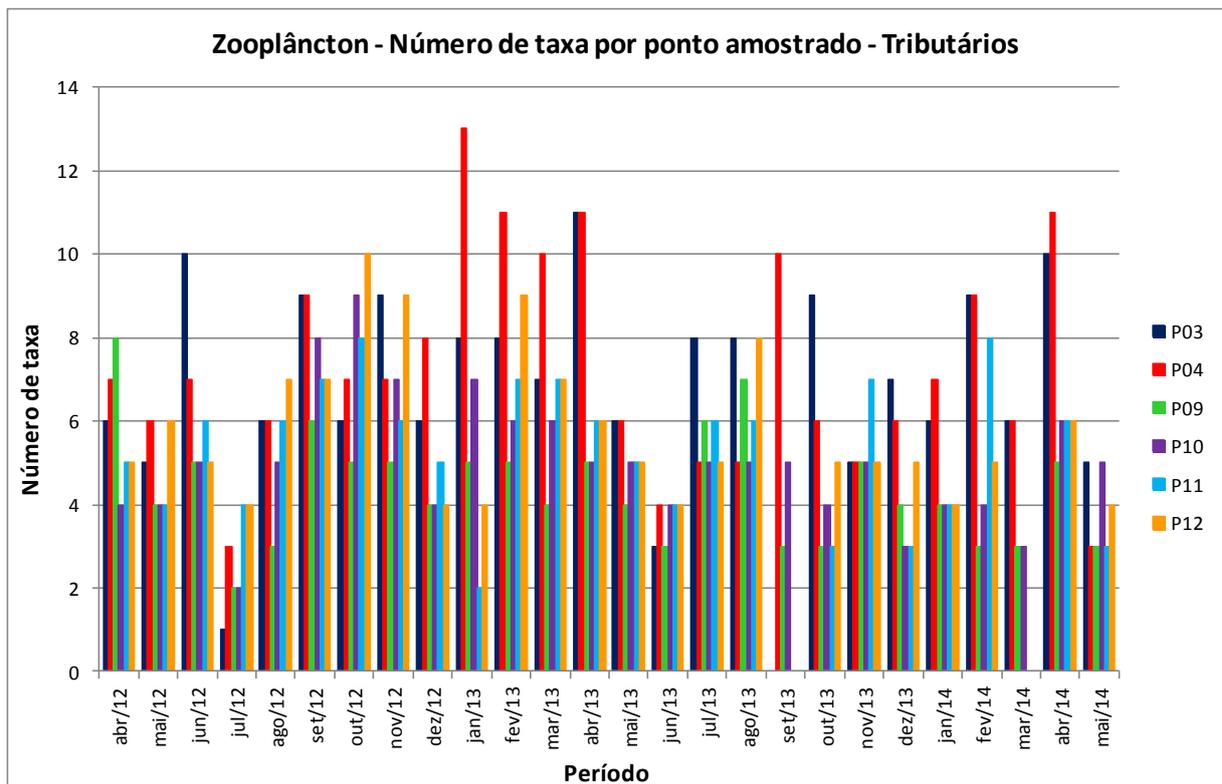
Na **Figura 4.3.8** se encontra a riqueza de gêneros observada nos diferentes pontos nas campanhas de amostragem de abril de 2012 a maio de 2014, a qual foi bastante heterogênea, variando consideravelmente espacial e temporalmente. A maior riqueza foi registrada nos pontos P06 e P07 no monitoramento do mês de fevereiro de 2013, com 14 gêneros: 6 Rotifera, 4 Testacea, 2 Cladocera e 2 Copepoda. Entre os Testacea os mais freqüentes foram *Arcella sp*, *Centropyxis sp* e *Diffflugia sp*. O ponto com menor diversidade foi o P03, localizado no rio Paranaíta, no qual somente foram registrados 13 gêneros de Testacea (*Centropyxis sp*) no mês de julho de 2012.

Entre os tributários do rio Teles Pires (**Figura 4.3.9**), o ponto P04, também localizado no rio Paranaíta, apresentou a maior riqueza de gêneros (13, no mês de janeiro de 2013), e manteve essa maior diversidade nos meses de fevereiro e abril de 2013 e com 11 gêneros, sendo o mais abundante *Arcella sp*. Em abril de 2014 o gênero mais abundante neste local foi

*Diffugia sp.* Em maio de 2014 nos pontos P05 e P07 os gêneros mais abundantes foram *Arcella sp* e *Centropyxis sp.*



**Figura 4.3.8** - Riqueza de gêneros da comunidade zooplânctônica nos diferentes pontos de coleta no rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.



**Figura 4.3.9** - Riqueza de gêneros da comunidade zooplanctônica nos diferentes pontos de coleta nos tributários do rio Teles Pires, nas campanhas realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.

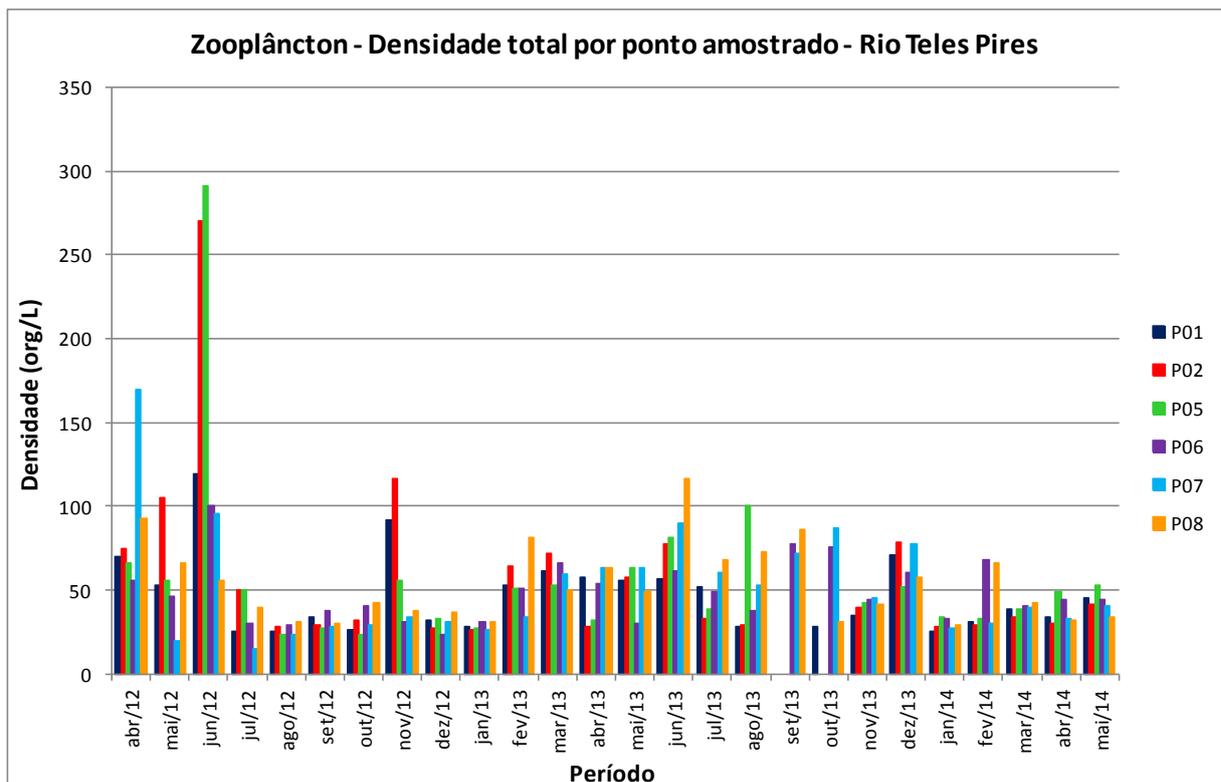
#### 4.3.2.2. Densidade total do zooplâncton

Nos gráficos das **Figuras 4.3.10** e **4.3.11** se encontram os resultados das densidades de organismos zooplanctônicos, por ponto de coleta e para todo o período de monitoramento (abril de 2012 a maio de 2014) da área de influência da UHE Teles Pires.

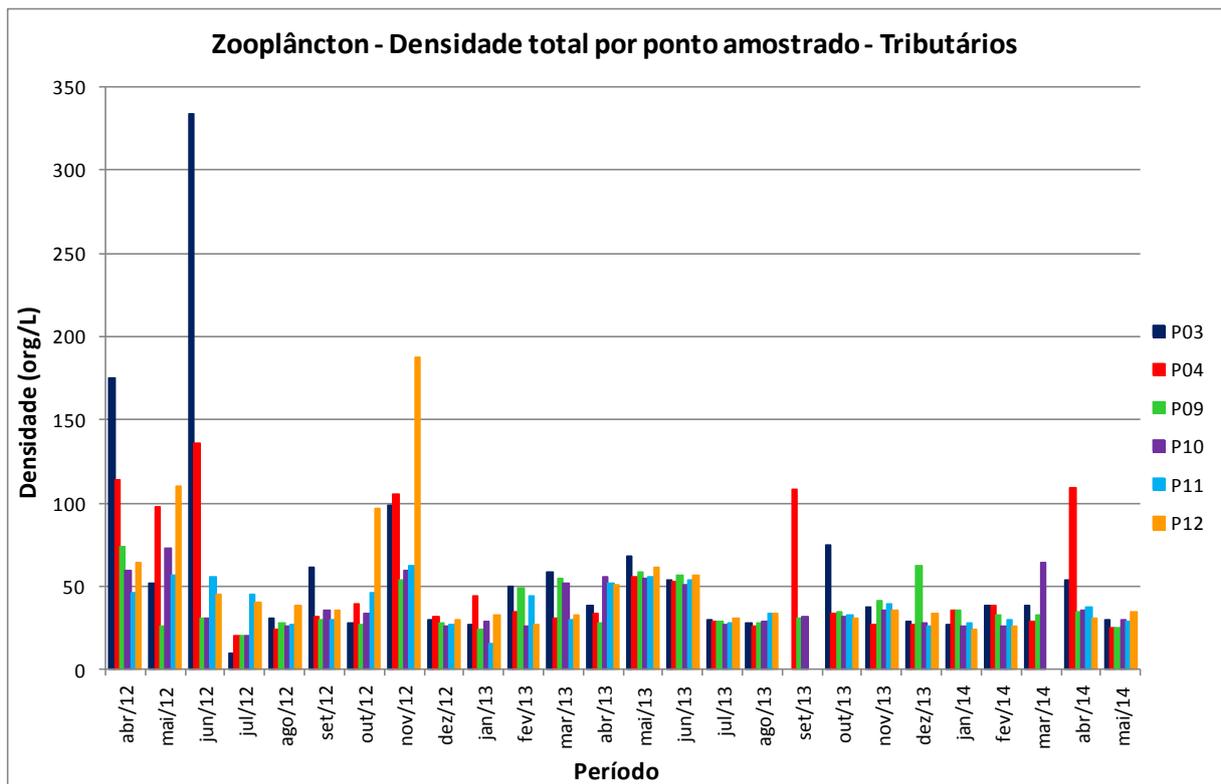
Na **Figura 4.3.10** se encontram os resultados de densidade do zooplâncton nos pontos de coleta localizados no rio Teles Pires. As maiores densidades de organismos zooplanctônicos foram observadas nos pontos P05 com 291 org/L, e P02 com 270 org/L no mês de junho de 2012. Em ambos os casos as densidades se devem à presença de Testacea como *Centropyxis sp* e *Arcella sp* e Rotifera como *Lecane sp*, *Keratella sp* e *Trichocerca sp*.

Nos pontos amostrados no rio Teles Pires foi observado um incremento na densidade dos organismos zooplanctônicos logo após o período chuvoso, no período vazante, nos meses de março a maio de 2013.

Nos tributários do rio Teles Pires, a maior densidade foi observada no ponto P03, no rio Paranaíta, em junho de 2012 com 334 org/L (**Figura 4.3.11**), sendo que em abril do mesmo ano também havia apresentado densidades significativas (175 org/L). O ponto P04, localizado no mesmo tributário do rio Teles Pires, também apresentou densidades importantes ao longo do monitoramento, principalmente nos meses de abril, maio, junho e novembro de 2012, sendo que as mesmas foram devidas às abundâncias de testáceos e rotíferos, principalmente dos gêneros *Arcella sp*, *Centropyxis sp*, *Diffflugia sp*, e *Keratella sp*. No ponto P12 foram observadas densidades significativas nos meses de maio, outubro e novembro de 2012, devidas principalmente a maior abundância de testáceos.



**Figura 4.3.10** - Densidade total do zooplâncton nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires das campanhas de monitoramento realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.



**Figura 4.3.11** - Densidade total do zooplâncton nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires das campanhas de monitoramento realizadas entre abril de 2012 e maio de 2014.

No presente monitoramento registraram-se 38 taxa pertencentes a 4 grupos taxonômicos de zooplâncton, sendo que os grupos Rotifera e Testacea apresentaram a maior quantidade de gêneros (11 e 13, respectivamente). A lista de gêneros identificados se encontra descrita no **Quadro 4.3.3**. Estes organismos são os melhor adaptados para viver em ambientes com maior correnteza, como é o caso em estudo.

**Quadro 4.3.3** - Lista de classes e gêneros dos organismos zooplancônicos identificados nas amostras coletadas nas campanhas mensais de monitoramento (abril 2012 a maio 2014) no rio Teles Pires e tributários.

<b>ROTIFERA</b>	<b>TESTACEA</b>	<b>CLADOCERA</b>	<b>COPEPODA</b>
<i>Brachionus sp</i>	<i>Arcella sp</i>	<i>Alona sp</i>	<i>Copepoda sp</i>
<i>Conochilus sp</i>	<i>Centropyxis sp</i>	<i>Bosmina sp</i>	<i>Copepodito</i>
<i>Filinia sp</i>	<i>Curcubitella sp</i>	<i>Bosminopsis sp</i>	<i>Nauplius calanoida</i>
<i>Hexarta sp</i>	<i>Cyphoderia sp</i>	<i>Ceriodaphnia sp</i>	<i>Limnocalanus sp</i>
<i>Keratella sp</i>	<i>Diffugia achlora</i>	<i>Cladocera sp</i>	<i>Nauplius de cyclopoida</i>
<i>Lecane sp</i>	<i>Diffugia acuminata</i>	<i>Diaphanosoma sp</i>	<i>Thermocyclops sp</i>
<i>Lindia janickii</i>	<i>Diffugia sp</i>	<i>Moina sp</i>	<i>Notodiaptomus sp</i>
<i>Rotifero sp1</i>	<i>Euglypha sp</i>		
<i>Polyarthra sp</i>	<i>Lesquereusia sp</i>		
<i>Rotifero sp2</i>	<i>Netzelia tuberculata</i>		
<i>Trichocerca sp</i>	<i>Protocucurbitella sp</i>		
	<i>Quadrulella sp</i>		
	<i>Trinema sp</i>		

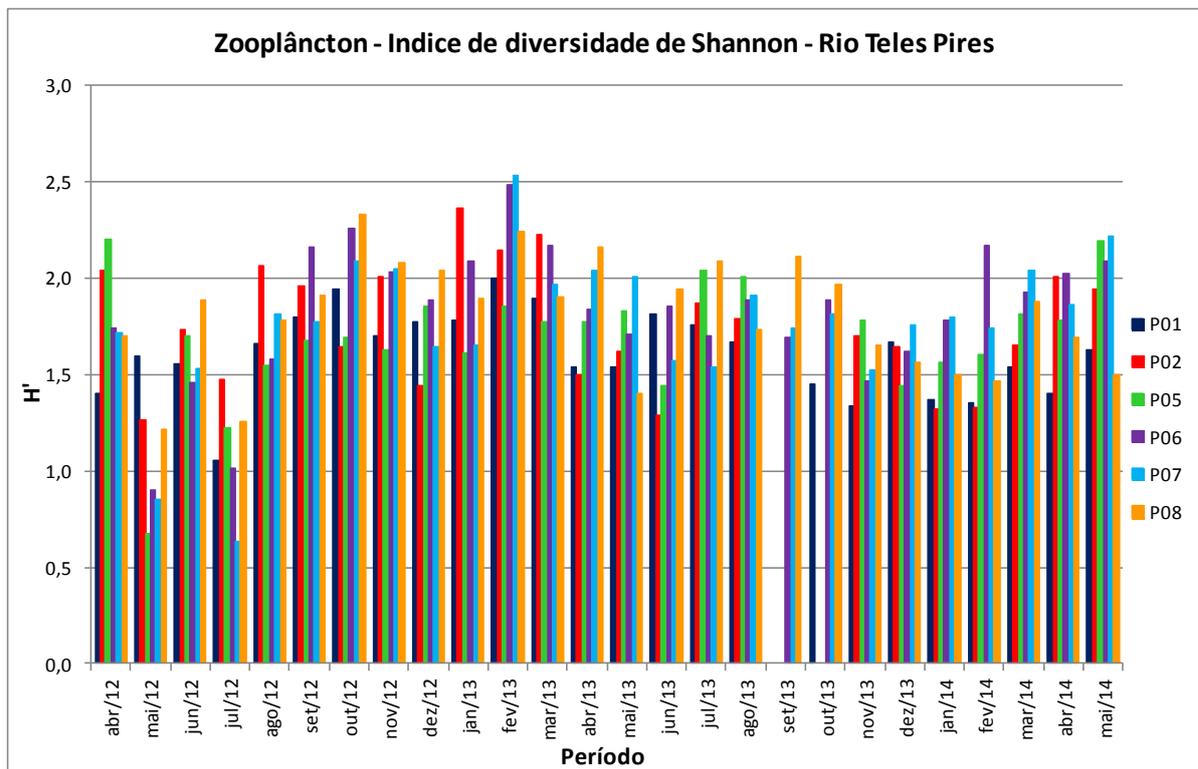
#### 4.3.2.3. Diversidade do zooplâncton

Nos pontos de amostragem do rio Teles Pires, o maior valor de diversidade de Shannon–Weaner estimado ocorreu no ponto P07 na amostragem de fevereiro de 2013 (2,53 bits/ind), seguido do ponto P06, no mesmo mês, com  $H' = 2,48$  bits/ind.

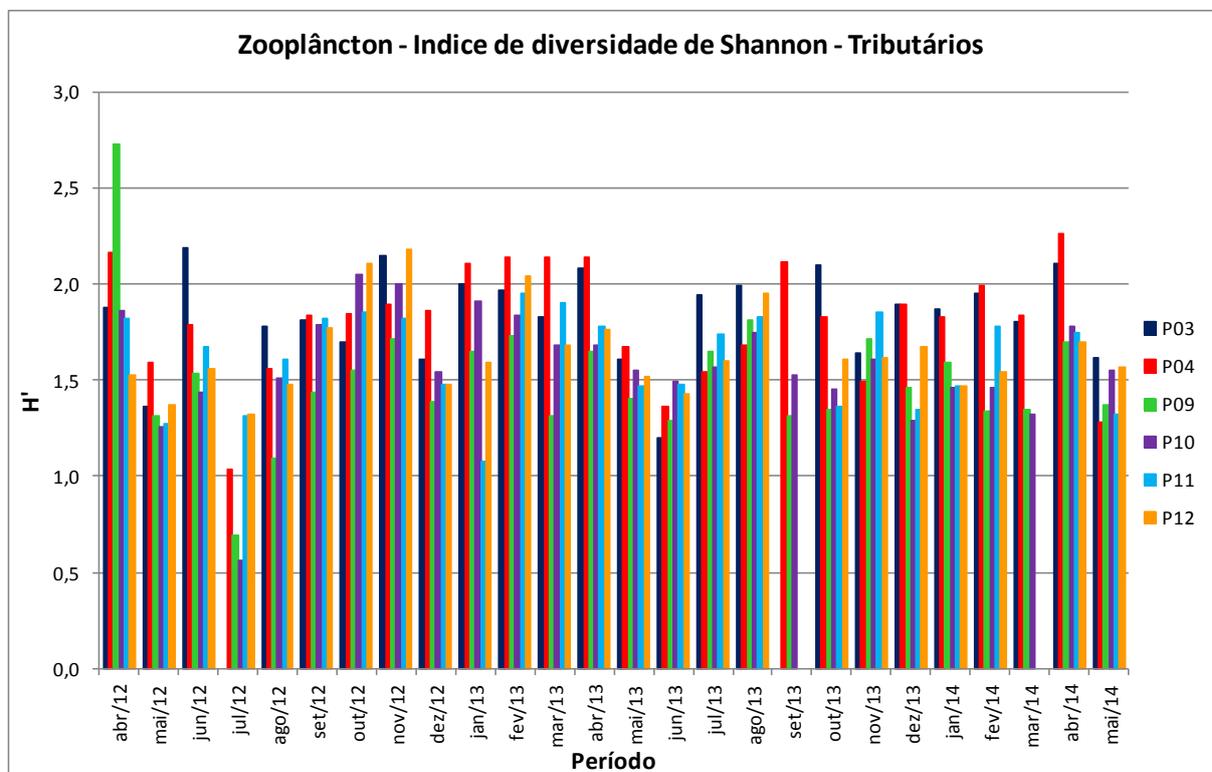
Os locais que apresentaram índices de diversidade acima de 2,0 bits/ind foram principalmente os pontos P06, o P08 e o P02 nos meses de maior precipitação, e P05, P06 e P07 no mês de maio de 2014, período de vazante (**Figura 4.3.12**).

Na maioria das demais situações amostradas, os valores de diversidade situaram-se abaixo de 2,0, sendo, portanto, consideradas como amostras com baixa diversidade.

Nos tributários do rio Teles Pires, o ponto com maior diversidade foi o P09 em abril de 2012, com 2,73 bits/ind (**Figura 4.3.13**). O ponto P04, localizado no rio Paranaíta, foi o que apresentou uma diversidade acima de 2,0 bits/ind com maior frequência ao longo do monitoramento. Os demais pontos amostrados apresentaram baixa diversidade na maioria das amostragens realizadas.



**Figura 4.3.12** - Diversidade específica ( $H'$ ) do zooplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos do rio Teles Pires.



**Figura 4.3.13** - Diversidade específica ( $H'$ ) do zooplâncton nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos dos tributários do rio Teles Pires.

#### 4.3.2.4. Taxa dominantes do zooplâncton

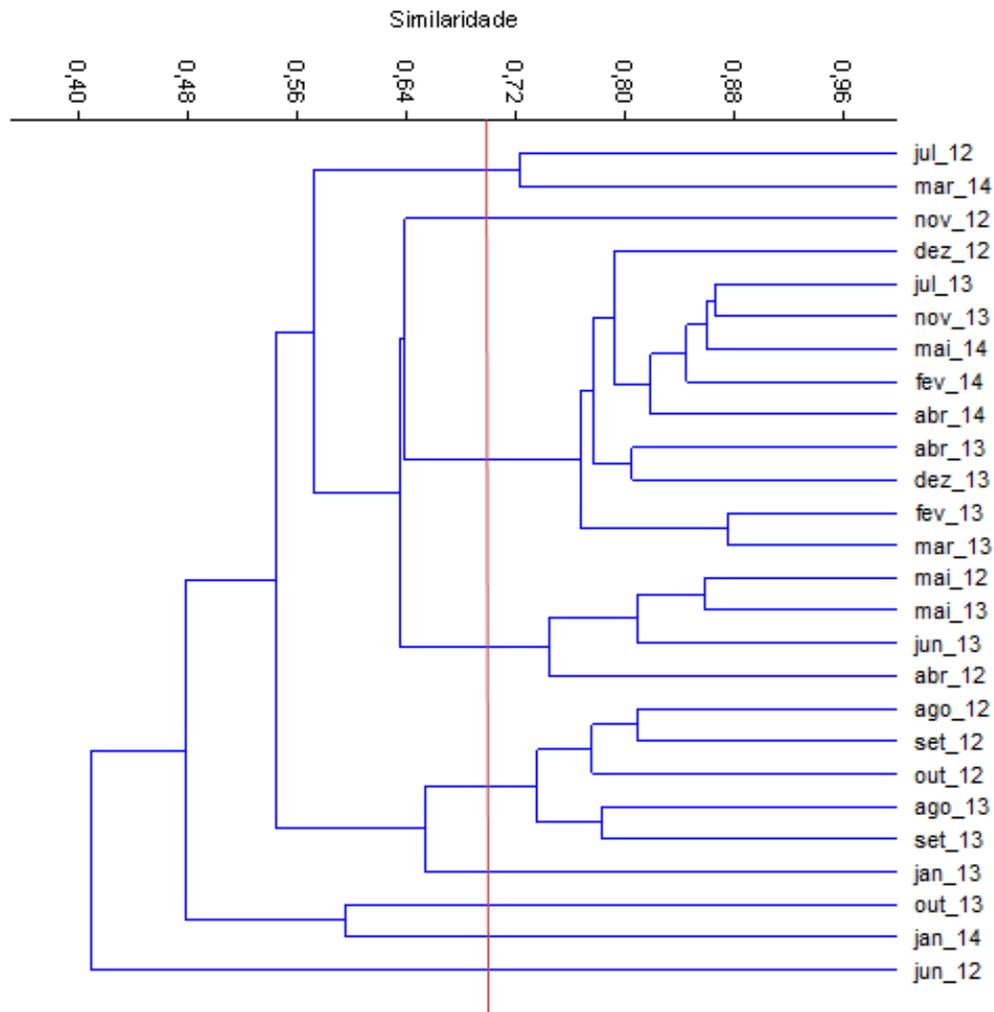
De acordo com a metodologia de Lobo & Leighon (1986), houve 7 taxa considerados como abundantes ao longo dos anos de monitoramento (**Quadro 4.3.4**), sendo o grupo dos testáceos (*Arcella sp.*, *Centropyxis sp* e *Diffugia SP*) predominante em número sobre rotífera (*Lecane SP*, *Keratella sp.* e *Trichocerca sp*) e sobre cladóceras (*Bosmina sp.*).

**Quadro 4.3.4** - Lista dos taxa mais abundantes e suas respectivas abundâncias relativas identificados nas amostras coletadas na campanha de agosto.

2012 - 2014		
<i>Arcella sp</i>	3841	26,60
<i>Centropyxis sp</i>	3270	22,64
<i>Diffugia sp</i>	2090	14,47
<i>Keratella sp</i>	1183	8,19
<i>Lecane sp</i>	848	5,87
<i>Bosmina sp</i>	452	3,13
<i>Trichocerca sp</i>	445	3,08

#### 4.3.2.5. Similaridade do zooplâncton

A aplicação do coeficiente de Bray - Curtis demonstrou que ocorreu grande similaridade na área de coleta durante as amostragens (**Figura 4.3.14**). Acima de 70 % de similaridade, houve a formação de 4 agrupamentos, destacando-se o agrupamento com cerca de 76% de similaridade e com 10 pontos contemplando amostragens dos meses de verão (dezembro e fevereiro) e do outono (março, abril e maio) de anos diferentes. Um segundo agrupamento com 5 pontos foi composto pelas amostragens de agosto e setembro de 2012 e 2013. Os demais agrupamentos também possuíram este padrão com meses da mesma estação em anos distintos, indicando que a sazonalidade foi importante na estruturação a comunidade.



**Figura 4.3.14** - Similaridade na composição da comunidade zooplancônica entre os pontos do rio Teles Pires e tributários estimada pelo coeficiente de Bray Curtis nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014).

### 4.3.3. Comunidade bentônica

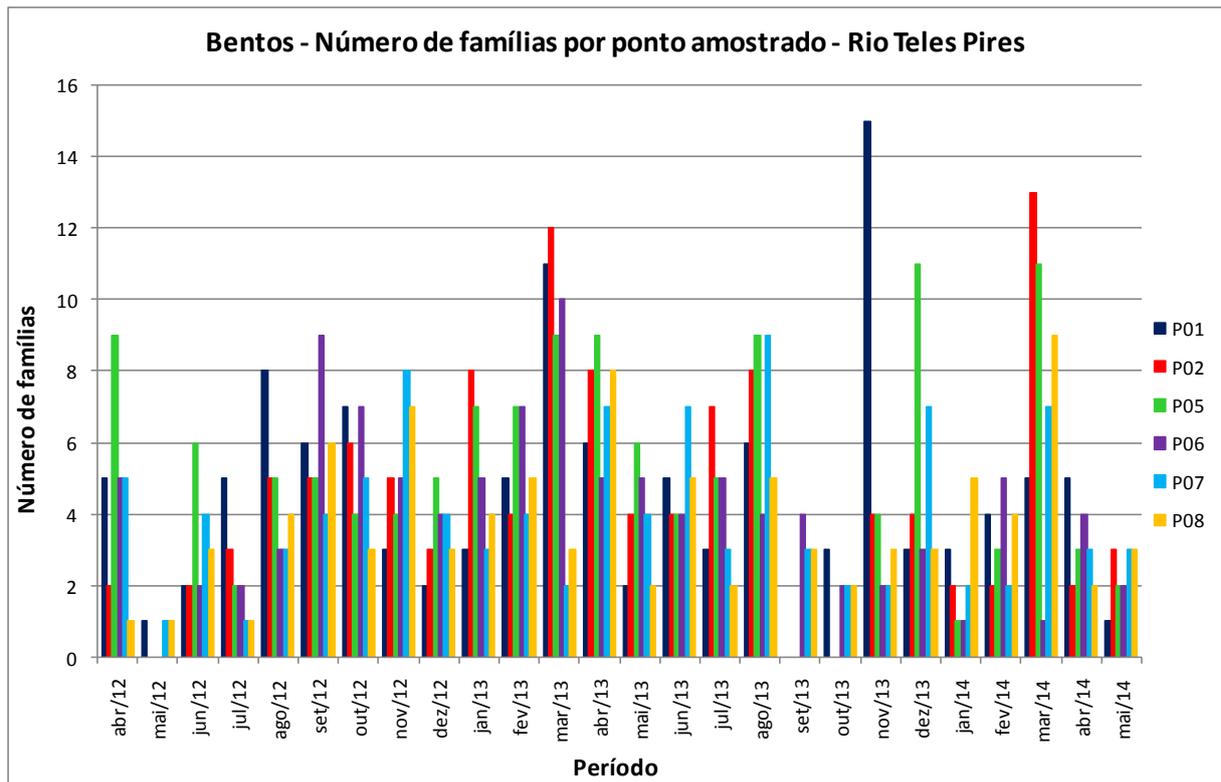
#### 4.3.3.1. Riqueza de taxa

No **Quadro 4.3.5** se encontra a lista de famílias de macroinvertebrados bentônicos encontradas no monitoramento realizado no rio Teles Pires e tributários no período compreendido entre abril de 2012 e maio de 2014. No total, foram identificadas 41 famílias de insetos, 3 malacostracos, 2 de anélida e 7 famílias de moluscos.

**Quadro 4.3.5** – Lista de famílias de organismos bentônicos identificados no monitoramento realizado nos pontos de coleta do rio Teles Pires e tributários no período de abril de 2012 a maio de 2014.

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Atyidae
			Chironomidae				Paleomonidae
			Culicidae				Trichodactylidae
			Simuliidae	Anellida	Oligochaeta	Não Ident.	Não Identificado
			Tipulidae			Hirudinida	Não Ident.
		Coleoptera	Mollusca	Bivalvia	Veneroidea	Corbiculidae	
					Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae
			Dysticidae		Architaenioglossa	Ampullaridae	
			Elmidae		Caenogastropoda	Thiaridae	
			Gyrinidae		Rissooidea	Hydrobiidae	
		Staphylinidae					
		Chrysomelidae					
		Trichoptera		Helicopsychidae			
				Hydrophilidae			
				Hydropsychidae			
				Hydroptilidae			
				Leptoceridae			
				Odontoceridae			
				Limnephilidae			
		Ephemeroptera		Baetidae			
				Caenidae			
				Leptophlebiidae			
				Leptophlebiidae			
		Odonata		Aeshnidae			
				Calopterigidae			
				Gomphidae			
				Hydropsychidae			
				Libellulidae			
				Perilestidae			
		Hemiptera		Belostomatidae			
				Corixidae			
				Gerridae			
				Hebridae			
				Hemiptera			
				Naucoridae			
				Notonectidae			
				Saldidae			
		Lepidoptera		Pyrilidae			
		Heteroptera		Belostomatidae			
		Plecoptera		Gripopterygidae			
		Perlidae					
Megaloptera		Corydalidae					
Acari		Hidracarino					

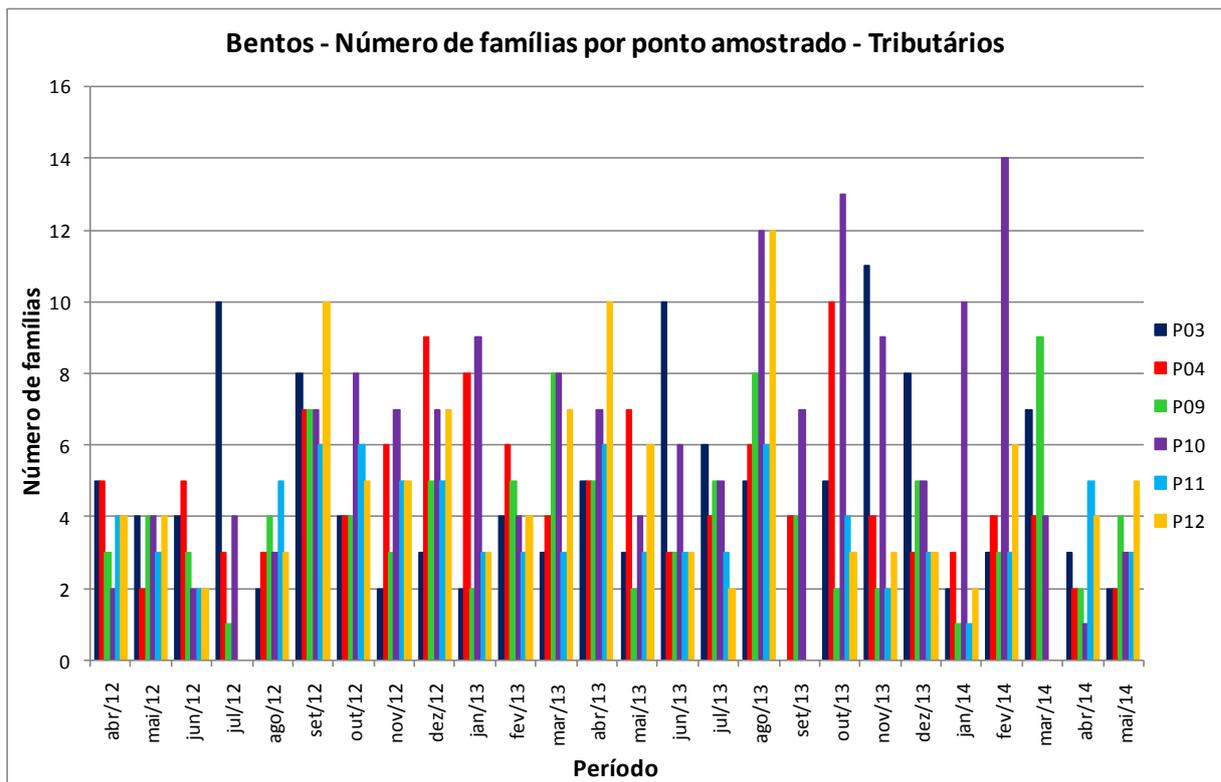
Na **Figura 4.3.15** está representado o número de famílias para os pontos de coleta do rio Teles Pires no monitoramento realizado no período entre abril de 2012 e maio de 2014. Pode se observar uma grande variabilidade espacial e temporal na riqueza de famílias de organismos bentônicos.



**Figura 4.3.15** – Número de famílias dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014.

O ponto que apresentou maior riqueza de organismos foi o P01, localizado a jusante do eixo, no mês de novembro de 2013, com 15 famílias de organismos bentônicos identificados. O ponto P02 foi o segundo com maior riqueza, nos meses de março de 2013 e 2014 com 12 e 13 famílias identificadas, respectivamente. Os meses de março, tanto do primeiro como do segundo ano de monitoramento, foram os que apresentaram maiores números de famílias.

Na **Figura 4.3.16** se encontra representado o número de famílias para os pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires no monitoramento realizado no período entre abril de 2012 e maio de 2014.



**Figura 4.3.16** – Número de famílias dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014.

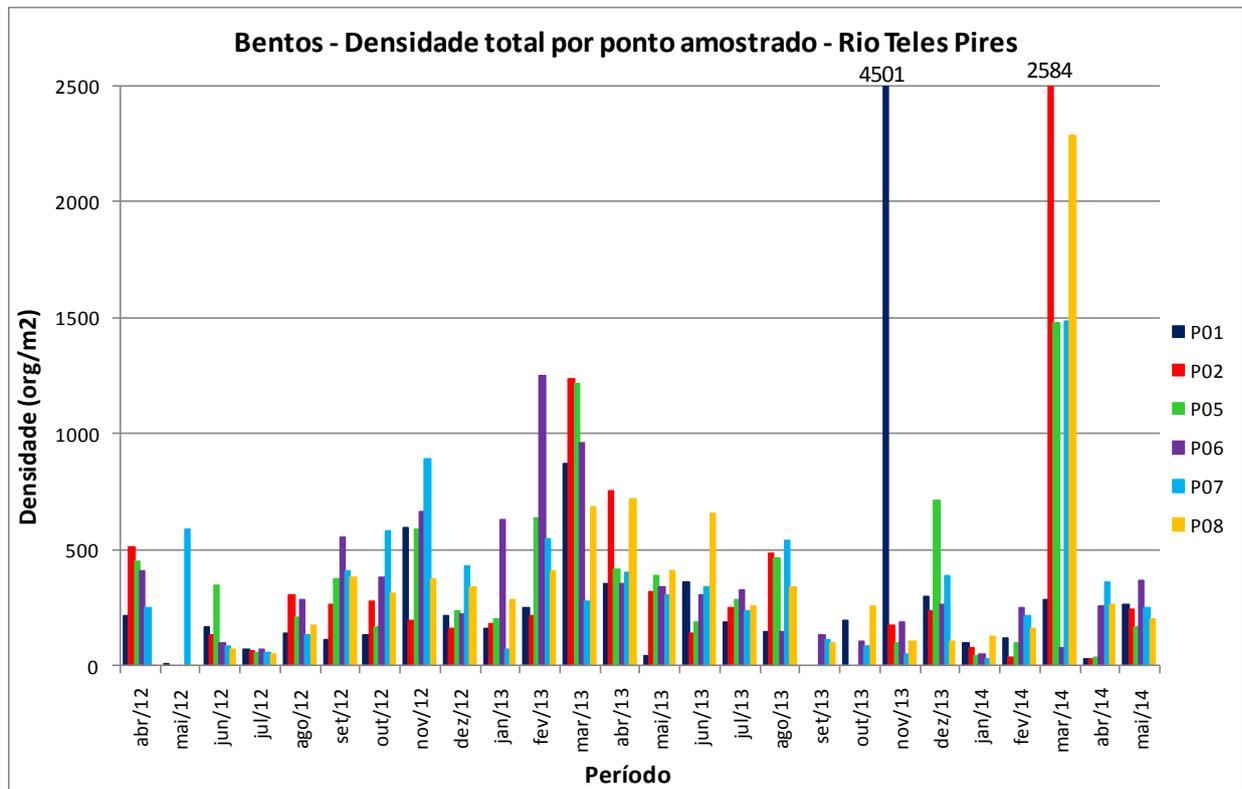
Os locais com maiores riquezas de organismos foram os pontos P03 e P04, localizados no rio Paranaíta, assim como o ponto P10 no rio Vileroy e o ponto P12 no rio Apiacás. Pelo gráfico pode-se observar a variabilidade entre os pontos de coleta dentro de um mesmo período de coleta, apesar de não ter sido verificado um claro padrão de variabilidade regido pelo ciclo hidrológico.

#### 4.3.3.2. Densidade dos organismos bentônicos

Na **Figura 4.3.17** se encontra representada a densidade de organismos bentônicos para os pontos de coleta do rio Teles Pires no monitoramento realizado no período entre abril de 2012 e maio de 2014.

As maiores densidades foram observadas no ponto P01, a jusante do eixo, no mês de novembro de 2013, devido à presença de organismos das famílias Elmidae, Chironomidae e Hydropsychidae. Nos pontos P02, P08, P07 e P05 as maiores abundancias se devem à presença de organismos das famílias Chironomidae, Baetidae e Hydroptilidae, em diferentes proporções.

As menores densidades de organismos foram observadas nos meses de maio, junho e julho de 2012 e janeiro de 2013 na maioria dos pontos de coleta do rio Teles Pires.

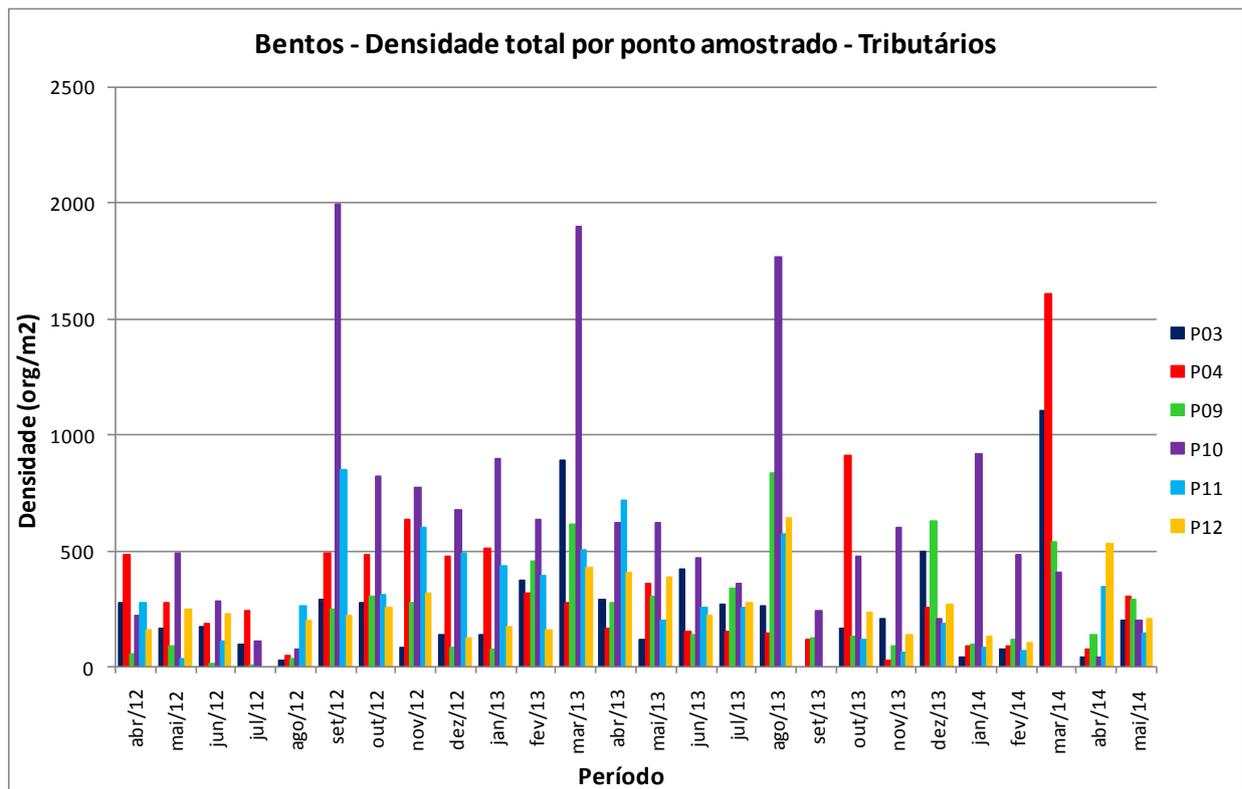


**Figura 4.3.17** – Densidade dos organismos bentônicos nos diferentes pontos de coleta do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014.

Na **Figura 4.3.18** se encontra representada a densidade de organismos bentônicos para os pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires no monitoramento realizado no período entre abril de 2012 e maio de 2014.

A variação da densidade de organismos entre os pontos de coleta dos tributários foi maior do que no rio Teles Pires e, de uma forma geral, a densidade foi maior durante o período de cheia.

O local que apresentou maiores densidades foi o ponto P10 no mês de setembro 2012, devido à abundância de Chironomidae, sendo que em março de 2013 foi devido à abundância de Chironomidae e Corixidae e em agosto de 2013 devido à presença de Chironomidae, Baetidae e Ceratopogonidae. A densidade do ponto P04 no mês de março de 2014 se deve principalmente à presença de larvas de Chironomidae.

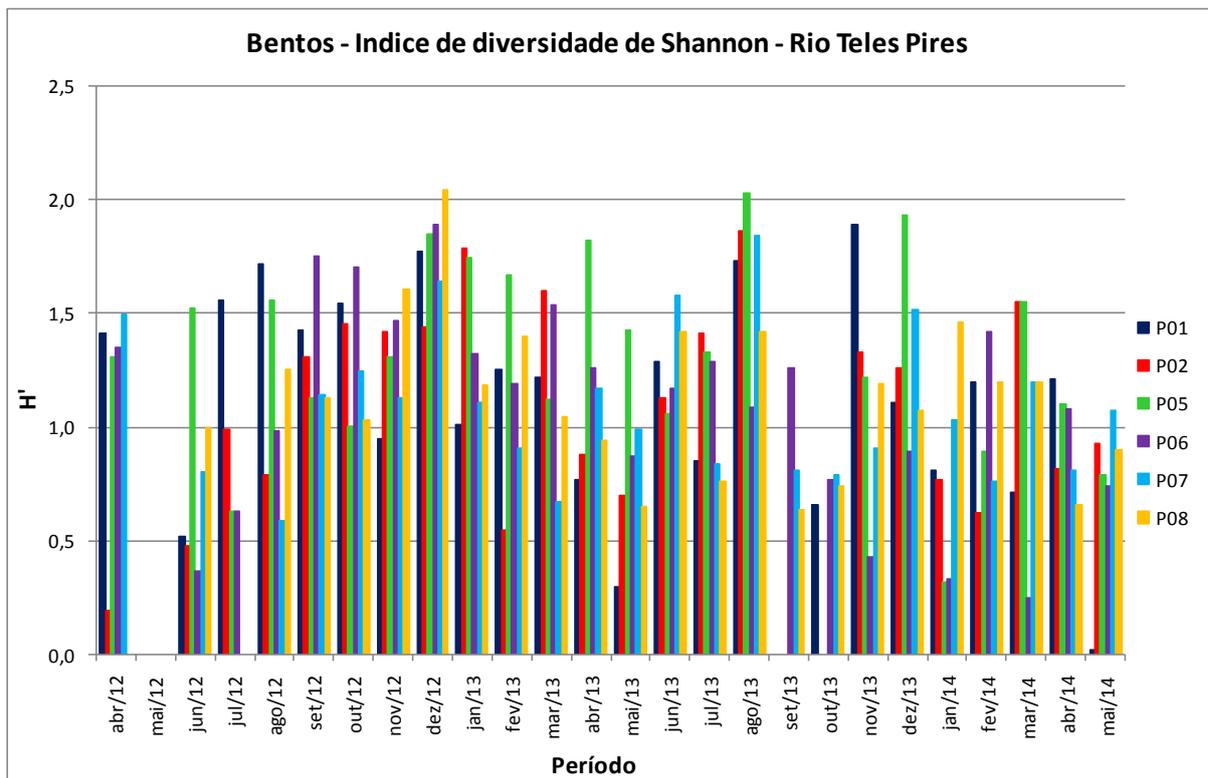


**Figura 4.3.18** – Densidade dos macroinvertebrados bentônicos nos diferentes pontos de coleta dos tributários do rio Teles Pires nas campanhas de abril de 2012 a maio de 2014.

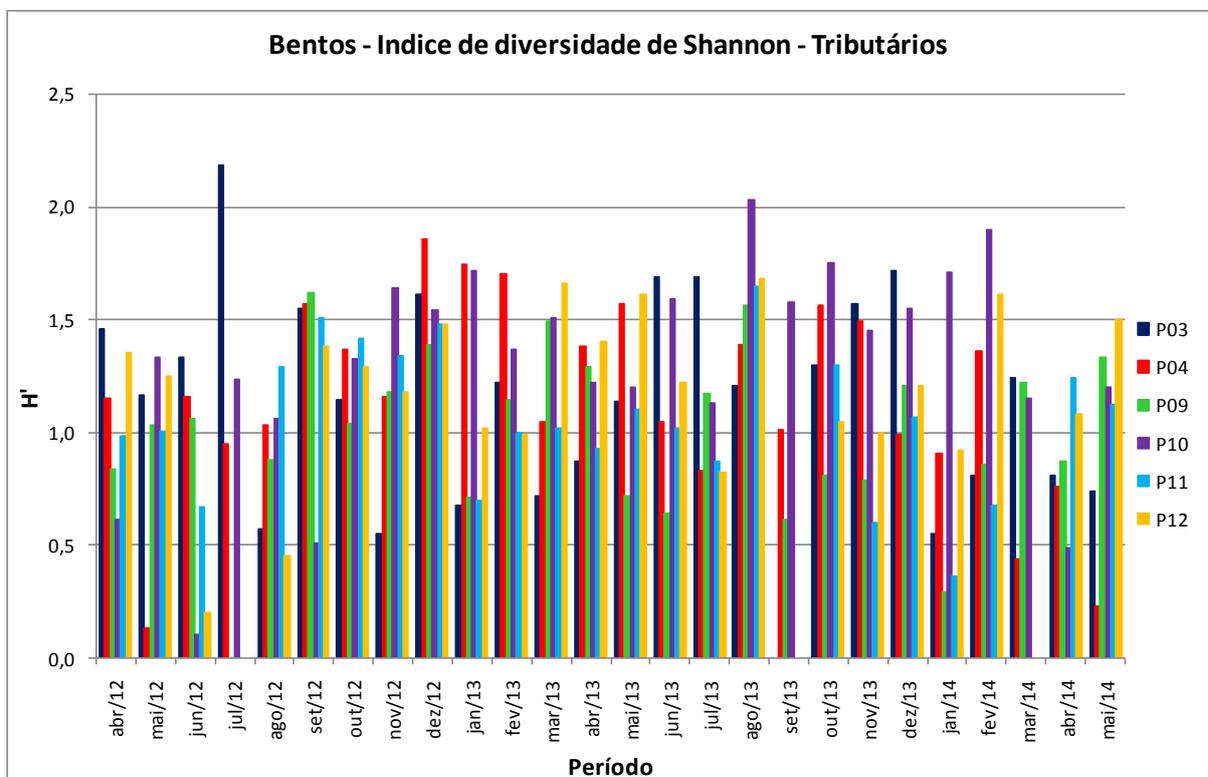
#### 4.3.3.3. Diversidade dos organismos bentônicos

Os valores estimados de diversidade de Shannon–Weaner para os organismos bentônicos nos pontos de coleta localizados no rio Teles Pires durante o período de coleta de abril de 2012 a maio de 2014 estão apresentados na **Figura 4.3.19**. Observou-se baixa diversidade e ampla variação entre os pontos estudados. Os maiores valores foram registrados no ponto P08 em dezembro de 2012 (2,04 bits/ind) e no ponto P05 em agosto de 2013 (2,03 bits/ind).

O mesmo ocorreu para os pontos localizados nos tributários do rio Teles Pires (**Figura 4.3.20**). Foi observada baixa diversidade e ampla variação, sendo que os maiores valores de diversidade foram registrados no ponto P03 no mês de julho de 2012 (2,19 bits/ind). O ponto P10 também apresentou diversidade maior que o restante dos pontos amostrados nos meses de agosto de 2013 (2,03 bits/ind) e fevereiro de 2014 (1,90 bits/ind).



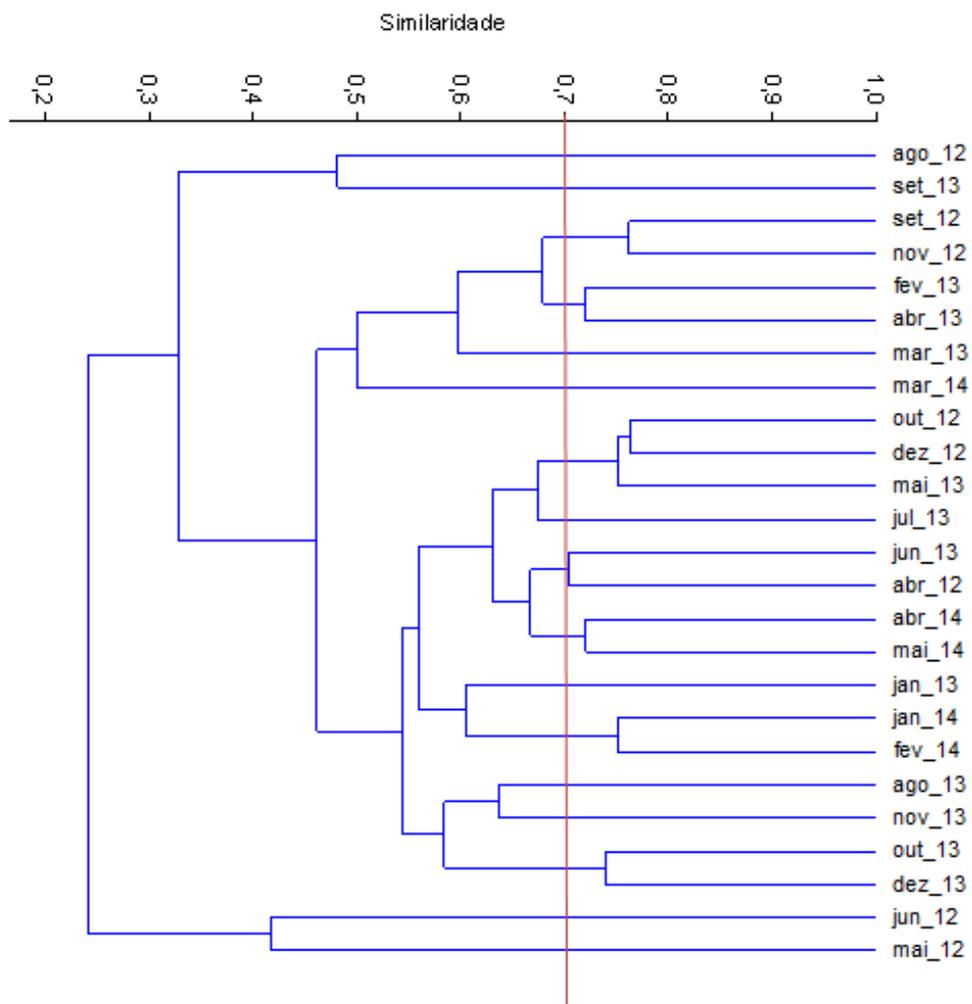
**Figura 4.3.19** - Diversidade específica ( $H'$ ) dos organismos bentônicos nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos de monitoramento do rio Teles Pires.



**Figura 4.3.20** - Diversidade específica ( $H'$ ) dos organismos bentônicos nas campanhas mensais de amostragem (abril 2012 a maio 2014) nos pontos de monitoramento dos tributários do rio Teles Pires.

#### 4.3.3.4. Similaridade dos organismos bentônicos

A similaridade da comunidade bentônica foi elevada no decorrer do monitoramento, sendo formado acima de 70% de similaridade para 7 agrupamentos no decorrer do estudo. Com exceção do grupo entre os meses de outubro de 2012, dezembro de 2012 e maio de 2013, todos os demais agrupamentos foram formados somente por 2 meses, sendo os mesmos predominantemente de um mesmo ano e de meses subsequentes. Tal fato indicou que houve variação anual e sazonal na comunidade bentônica ao longo do monitoramento (**Figura 4.3.21**).



**Figura 4.3.21** - Similaridade temporal na composição da comunidade bentônica estimada pelo coeficiente de Bray Curtis ao longo de dois anos de monitoramento (abril/2012 a maio/2014).

## 5. CONCLUSÕES

- Durante o período monitorado, valores de pH, cor verdadeira, oxigênio dissolvido, em amostras de água estiveram fora do limite estabelecido pela legislação, tanto no rio Teles Pires como seus tributários, possivelmente relacionados ao aporte de material particulado resultante do escoamento superficial promovido pelas chuvas. Os valores baixos de pH fora do limite da legislação observados em alguns locais podem estar relacionados à existência de substâncias húmicas oriundas da decomposição da matéria orgânica das florestas do entorno. Os valores de cor podem estar associados também a presença de ferro dissolvido nas áreas avaliadas, que são características das áreas avaliadas e que influenciam para maiores valores de cor. . Esses resultados, bem como comportamento de algumas variáveis já haviam sido observados no EIA/RIMA do local estudado, que apresentou também que durante o período de avaliação das variáveis dos ecossistemas aquáticos, nos períodos de chuva, maiores valores de cor e alguns pontos menores valores de pH
- Apesar das obras da barragem da UHE Teles Pires terem começado em setembro de 2011, os valores das variáveis abióticas da água, com exceção da cor verdadeira em fevereiro de 2013, estiveram dentro do limite estabelecido pela legislação durante todo o período monitorado, não evidenciando, portanto, impactos significativos resultantes dessas obras naquele trecho do rio Teles Pires.
- Valores elevados de fenóis totais na água foram observados em alguns pontos no rio Teles Pires e em alguns de seus tributários. Essa constatação pode estar relacionada à aplicação, em fazendas no entorno, de agentes bactericidas e fungicidas compostos por misturas de fenóis, como por exemplo, o cresol, popularmente conhecido como creolina e comumente utilizado para desinfecção de instalações pecuárias, e que foram transportados para os cursos de água nos períodos de maior precipitação. Esse resultados também corroboram com as informações do EIA/RIMA.
- Valores de alumínio dissolvido e ferro dissolvido na água acima do limite estabelecido pela legislação foram observados na grande maioria dos pontos no rio Teles Pires e tributários, possivelmente relacionados à litologia da bacia e, portanto, a fatores naturais,

e também devido a lixiviação e serrapilheira, corroborando com as informações do EIA/RIMA da área de estudo.

- Valores de cobre dissolvido e bário total na água acima do limite estabelecido pela legislação foram observados em alguns pontos no rio Teles Pires e nos tributários em outubro de 2013, possivelmente relacionados a fontes de contaminação existentes na bacia e que no início do período chuvoso acaba sendo transportado por escoamento superficial para os corpos de água.
- Os valores ponderados do índice de qualidade da água conferem à grande maioria dos pontos e em todos os períodos monitorados como de qualidade boa a ótima, o que demonstra que o sistema se encontra em bom estado de conservação, apesar da existência de atividades antrópicas na bacia. Da mesma forma, todos os pontos no rio Teles Pires e nos seus principais tributários foram classificados como ultraoligotróficos no período monitorado. Tais resultados não evidenciam, portanto, impactos significativos no que estejam promovendo o processo de eutrofização no sistema.
- Os sedimentos tanto do rio Teles Pires como dos tributários foram caracterizados como arenosos, com predominância das frações areia média e areia fina, mas com ocorrência significativa de pedregulho fino e areia muito grossa em alguns pontos. A presença de silte em todas as amostras analisadas foi muito reduzida, sendo que a fração argila não foi detectada.
- Valores de mercúrio no sedimento acima do limite foram observados em boa parte dos pontos ao longo de todo o período monitorado. Esses resultados podem estar relacionados à extração de ouro com utilização de mercúrio que existiram nas décadas anteriores, ou mesmo resultantes de atividades mais recentes desse procedimento realizadas de forma ilícita na bacia do rio Teles Pires.
- Valores de cádmio acima do limite estabelecido pela legislação foram também observados em todos os pontos localizados na calha do rio Teles Pires e em alguns de seus tributários em pelo menos três épocas do ano ao longo do monitoramento. Esses resultados evidenciam acúmulo significativo desses metais nos sedimentos resultante de fontes contaminantes antrópicas existentes na bacia.

- As classes dominantes do fitoplâncton tanto no rio Teles Pires como nos seus tributários foram Chlorophyceae, seguido de Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae. A comunidade fitoplanctônica foi composta por 77 gêneros, pertencentes a 8 classes. Os gêneros mais abundantes durante o monitoramento foram *Eutetramorus* sp., *Tabellaria* sp., *Surirella* sp. e *Staurastrum* sp. A dominância dessas classes fitoplanctônicas na maioria das campanhas de amostragem era esperada, por se tratar de um ambiente lótico, uma vez que estes organismos estão mais adaptados às condições de maior correnteza.
- A riqueza de gêneros de fitoplâncton foi mais elevada principalmente nos meses de estiagem e enchente, sendo que as maiores densidades de organismos fitoplanctônicos foram observadas no período de enchente e chuvoso; já o índice de diversidade apresentou uma ampla variação na área de estudo, tanto espacial como temporal. Quanto à similaridade na composição específica da comunidade fitoplanctônica, houve baixa semelhança entre as amostragens.
- Não foi registrada abundância significativa de algas da classe Cyanophyceae ao longo de todo o monitoramento, pelo que pode se concluir que não há um risco potencial de ocorrência de floração destes organismos no rio Teles Pires e tributários após a formação do reservatório.
- O grupo dominante do zooplâncton foi Testacea, seguido de Rotifera, organismos predominantes em ambientes de maior correnteza. A comunidade zooplanctônica foi composta por 38 taxa, pertencentes a 4 grupos. Os gêneros mais abundantes encontrados no monitoramento foram *Arcella* sp., *Centropyxis* sp. e *Keratella* sp.
- Os organismos do zooplâncton apresentaram aumento da diversidade de gêneros e diminuição da biomassa com o aumento da vazão no rio Teles Pires e tributários. Esse fato pode ser atribuído à estação chuvosa, na qual os organismos são carregados por escoamento superficial dos diversos microhabitats existentes nas margens e nas lagoas marginais às calhas principais dos rios, aumentando-se, assim, a diversidade de espécies; já na estação seca os organismos melhor adaptados às condições impostas pelo sistema se reproduzem mais, resultando no aumento de biomassa.
- A comunidade bentônica foi composta por 53 táxons, sendo a classe Insecta a mais diversa. As maiores densidades foram observadas no ponto P01, a jusante do eixo, no mês de

novembro de 2013, devido à presença de organismos das famílias Elmidae, Chironomidae e Hydropsychidae.

- A diversidade dos organismos bentônicos se deve às condições climáticas, sendo as ordens Trichoptera e Hemiptera as que apresentaram maior diversidade. A heterogeneidade é favorecida no período de seca e vazante com a formação de microhabitats, sendo que na cheia os organismos são carregados com o aumento da vazão, o que leva a diminuição da densidade de organismos, principalmente no curso principal do rio Teles Pires.

O enchimento do reservatório irá, a um pequeno espaço de tempo, impor uma nova situação às condições ambientais ao rio Teles Pires e ao Paranaíta, bem como a alguns de seus tributários, incluindo a alteração em suas condições hidrológicas e, na qualidade de suas águas, a perda de ambientes naturais, a perda de áreas de agricultura e, de modo mais significativo, a perda de habitats e de indivíduos, a diminuição da riqueza local e alterações ecológicas entre as comunidades faunísticas. Além disso, espera-se que as alterações ambientais de um sistema lótico para lântico afetem de forma direta animais de hábitos semi-aquáticos como alguns representantes da herpetofauna, da avifauna e da mastofauna, os quais terão que se adaptar à formação de um novo habitat.

Desta forma, o Plano de Enchimento controlado se mostra necessário, uma vez que, por meio dele, será realizado o acompanhamento do processo de enchimento e seu reflexo em cada um dos ambientes que serão transformados.

O objetivo do Plano de Enchimento é controlar os impactos decorrentes do enchimento do reservatório, especificamente aqueles relacionados à alteração da qualidade da água e ao potencial afogamento da fauna, bem como aos possíveis transtornos para a população situada nas proximidades da área do futuro reservatório.

Em compatibilidade com o Programa de Resgate de Fauna, o programa, visa subsidiar o planejamento para as operações de acompanhamento, salvamento e resgate da fauna, de forma a diminuir sua mortalidade na fase de implantação da UHE Teles Pires.

Durante o enchimento será monitorada em tempo real a qualidade da água em 3 pontos específicos e as variáveis a serem monitoradas em tempo real são: transparência, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura da água, turbidez e pH. As medições devem ocorrer uma semana após a conclusão do enchimento ou até que as condições limnológicas se

P.12. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água da UHE TELES PIRES

---

estabilizem, o que será verificado pelos resultados do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água.

## 6. REFERÊNCIAS

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

AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Meteorológico. Dados Meteorológicos – Goiás, Estação de Alta Floresta, série histórica de 1998 a 2012. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2012. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=MT>>. Acesso em 09 de agosto de 2012.

AGRITEMPO. Sistema de Monitoramento Meteorológico. Dados Meteorológicos – Goiás, Estação de Alta Floresta. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2014. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/pesquisaWeb?uf=MT>>. Acesso em 06 de junho de 2014.

APHA-AWWA-WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. Washington, 2011.

BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. São Carlos, RiMa. 2006.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Amostragem em Limnologia. Ed. RIMA 2º ed. São Carlos. 351p. 2007.

BRANCO, S.M. - Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária e ambiental. 2ª Ed. São Paulo.CETESB.1978.620p.

BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. Guide of the freshwater aquatic Oligochaeta of South and Central America. Colección.Climax, v.6, 1989.

BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M. Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica. 2. ed. Asociación de Ciências Naturales del Litoral, Colección Clímax, v. 6. 1992.

CARLSON, R.E., Limnology and Oceanography, 22(2), 361 – 80, 1977.

CETESB. Norma Técnica L5. 304: Zooplâncton de água doce: métodos qualitativos e quantitativos – método de ensaio. São Paulo, 17 p. 2000.

CETESB. Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/índice.asp>> Acesso em dezembro de 2010.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2011 (Série Relatórios). São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 06 de junho de 2012.

COMAS, A. Las Chlorococcales dulceacuícolas de Cuba. *Bibl. Phycol*, 1996. 228p.

CUPP, E.E. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull., Scripps Institute of Oceanography. Univ. California Press. Berkley and Los Angeles*. 1943, 237 pp.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa - UCB, 1997, 16p.

EPLER, J. H. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Revised edition. Depart. of Envir. Protection of Florida, 1995, 450p.

ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 575 p.

ETTL, H. Die Gattung Chlamydomonas. *Nova Hedwigia*. 1976. 1122p.

FERNÁNDEZ H.R.; DOMÍNGUEZ E. Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Secretaría de la Ciencia y Técnica de La Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán. 2001, 281 p.

HANNEY, J.F.; HALL, D.J. Sugar-coated Daphnia: a preservation technique for Cladocera. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 331-333, 1973.

HORNE, D.J.; COHEN, A.; ARTENS, K. Taxonomy, morphology and living Ostracoda. In: HOLMES, J.A. & CHIVAS, A.R. (Eds). *The Ostracoda applications in quaternary research*. Washington, DC, 2002.

HUBER-PESTALOZZI, G. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 4. Teil: Euglenophyceen. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany. 1955. 606 p.

HUSZAR, V.L.M. 1985. Algas planctônicas da lagoa de Juturnaiba, Araruama, RJ, Brasil. Rev. Bras. Biol., Rio de Janeiro, 8: 1-19.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales. In: Huber-Pestalozzi, G. Das Phytoplankton des Süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller). V. 7. Stuttgart. 1983. 1044 p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota, 2: Oscillatoriales. In: Bündel, B. et al. Süßwasserflora von Mitteleuropa. München: Elsevier. 2005. 758p.

KOSTE, W. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Bestimmungswerk begründet von Max Voit. Überordnung Monogononta. vol 1-2, 643 p + 234 p, 1978.

KRIENITZ, L. Coccale Grünalgen der mittleren Elbe. Limnologica, v.21, p. 165–231, 1990.

LAMPARELLI, M.C. Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 235f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2004.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. *Numerical ecology. Developments in Environmental Modelling* 20. Elsevier Science, Amsterdam, 1998, 853p.

LOBO, E. & LEIGHTON, G. Estruturas comunitárias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. Ver. Biol. Mar. Valparaiso, v22, n.1, p.1-29.1986.

LOPRETTO, E. C.; TELL, G. Ecosistemas de aguas continentales: Metodologias para su estudio. Tomos I, II e III. Argentina: Ediciones Sur. 1995, 1401 p.

LUND, J.W.G.; KIPPLING, C.; LECREN, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating by counting. Hydrobiologia, 11: 143-170.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley e Sons, INC. 338 p. 1988.

MacCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 3.0. Gleneden Beach: MjM Software Design, 1997. 237 p.

MAGURRAN, A. E., 2004. Measuring biological diversity. USA: Blackwell Science Ltd. 256p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. (Third Edition). Kendall Hunt Publishing, Iowa, USA.1996.

MME. Ministério do Meio Ambiente, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no. 344, de 25 de março de 2004, 2004. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codilegi=445>>. Acesso em 16 de junho de 2012.

MME. Ministério do Meio Ambiente, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA no. 357, de 17 de março de 2005, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codilegi=459>>. Acesso em 16 de junho de 2012.

PARRA, O.O. et al. Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentales, con referencia al plancton de Chile. II. Crhysophyceae e Xantophyceae. Concepción: Ed. Universidad de Concepción. 1982a. 82p.

PARRA, O.O. et al. Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentales, con referencia al plancton de Chile. III. Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae. Concepción: Ed. Universidad de Concepción. 1982b. 99p.

PARRA, O.O. et al. Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentales, con referencia al plancton de Chile. IV. Bacillariophyceae. Concepción: Ed. Universidad de Concepción. 1982c. 97p.

PARRA, O.O. et al. Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentales, con referencia al plancton de Chile. V. Chlorophyceae. Concepción: Ed. Universidad de Concepción. 1983. 353p.

PENNAK, R. W. Freshwater invertebrates of the United States. 2ªed., Jonh Wiley & Sons, New York. 1978, 803 p.

PICELLI-VICENTIN, M. N. Chlorococcales planctônicas do Parque Regional do Iguaçu, Curitiba, Estado do Paraná. Revista Brasileira de Biologia, v.47, n.1/2, p. 57- 85, 1987.

PRESCOTT, G.W.; BICUDO, C.E.M.; VINYARD, W.C. A synopsis of North American desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. University of Nebraska Press. 1982. 700p.

SMIRNOV, N. N. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing.1996. 197p.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos: Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas. São Carlos, SP, Brasil: ILEC, IIE, 2ª ed., v.9, 2008.

THORP, J. H.; COVICH, A. P. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. San Diego: Academic Press. 1991, 911p.

TRIVINHO-STRIXINO S.; STRIXINO G. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de Identificação e Diagnose de Gêneros. PPGERN/UFSCar, São Carlos. 1995, 229 p.

UHELINGER, V., Étude statistique des methods de dénombrement planctonique. Arch. Sci., 17(2): 121-223. 1964.

UTERMÖHL, H., Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9: 1-38. 1958.

WEBER, C.I. Plankton. In: National environmental research center office of research and development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati (Eds). Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface water and effluents. USA, p. 1-17, 1973.