



Mais do que resultados, soluções!



# Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais

## RELATÓRIO TÉCNICO Nº 15

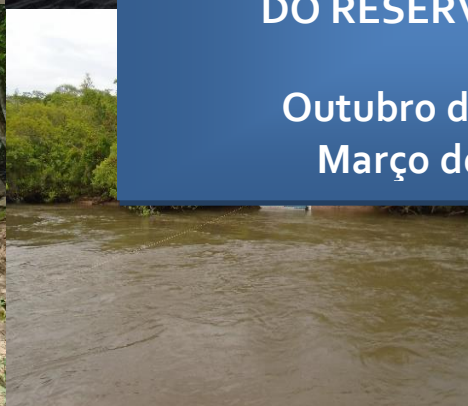
PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA VERDE 4A

PCH Verde 4A - Rio Verde, Município de Água Clara-MS



## FASES ANTES DO ENCHIMENTO E OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO

Outubro de 2017 a  
Março de 2019



**PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S.A.**

CNPJ: 11.150.969/0002-46  
Rodovia MS 245 - km 246,1 - Caixa Postal 133 - Zonal Rural  
CEP: 79.680-000  
Água Clara - Mato Grosso do Sul

Endereço para correspondência:  
**ABG - ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA**  
Rua Dr. Barros Cassal, 180 - Conjunto 804 - Porto Alegre-RS  
CEP 90035-901  
Fone: (51) 3013 9110

**Empreendimento**

**PCH VERDE 4A**

Rodovia MS 245 - km 246,1 - Caixa Postal 133 - Zonal Rural - Água Clara-MS  
CEP: 79.680-000

Endereço para correspondência:  
**ABG - ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE LTDA**  
Rua Dr. Barros Cassal, 180 - Conjunto 804 - Porto Alegre-RS  
CEP 90035-901  
Fone: (51) 3013 9110

**Empresa Consultora**

**BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA**

Avenida Presidente Ernesto Geisel, 1257 - Bairro Jardim Jacy  
Campo Grande-MS  
CEP: 79.006-820  
CNPJ: 10.246.520/0001-32  
Inscrição Estadual: Isento  
Inscrição Municipal: 132710007  
Fone: (67) 3026-6740 / 99604-6740 e 99963-8803  
E-mail: [biolaqua@uol.com.br](mailto:biolaqua@uol.com.br); [biolaqua@biolaqua.com.br](mailto:biolaqua@biolaqua.com.br)  
Home Page: [www.biolaqua.com.br](http://www.biolaqua.com.br)  
Responsável: Maria Aparecida Cabral Seixas  
CTE: 2538  
CTF: 5456348

---

---

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **COORDENAÇÃO**

- MARIA APARECIDA CABRAL SEIXAS - Bióloga-CRBio 33267/01-D, Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - UFMS

### **RESPONSÁVEIS TÉCNICOS- QUALIDADE DAS ÁGUAS**

- JOSÉ LUIZ GONÇALVES - Biólogo-CRBio 18616/01-D, Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - UFMS

### **COLABORADORES TÉCNICOS**

- GABRIEL AGRIMPIO GONÇALVES - Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco

## SUMÁRIO

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>  | <b>vii</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>APRESENTAÇÃO.....</b>  | <b>17</b>   |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>19</b>   |
| <b>2. ÁREA DE ESTUDO .....</b>  | <b>21</b>   |
| <b>2.1 Localização dos Pontos de Amostragem .....</b>   | <b>22</b>   |
| <b>3. QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>   | <b>27</b>   |
| <b>3.1 Metodologias .....</b>   | <b>27</b>   |
| 3.1.1 Metodologia de Coletas .....  | 27          |
| 3.1.2 Metodologia Analítica .....   | 28          |
| 3.1.3 Metodologia de Aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA).....                                | 30          |
| 3.1.4 Metodologia de Aplicação do Índice de Estado Trófico (IET) .....                                  | 31          |
| <b>3.2 Resultados .....</b>   | <b>31</b>   |
| 3.2.1 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos .....  | 32          |
| 3.2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA <sub>CETESB</sub> ) .....  | 45          |
| 3.2.3 Índice do Estado Trófico das Águas Superficiais.....  | 51          |
| <b>3.3 Discussão .....</b>  | <b>55</b>   |
| 3.3.1 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Águas Superficiais.....                        | 55          |
| 3.3.1.1 Temperatura .....   | 55          |
| 3.3.1.2 Transparência da Água .....   | 56          |
| 3.3.1.3 Cor Verdadeira.....   | 57          |
| 3.3.1.4 Turbidez .....  | 58          |
| 3.3.1.5 Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Totais.....  | 59          |
| 3.3.1.6 Sólidos Sedimentáveis .....   | 64          |
| 3.3.1.7 pH (Potencial Hidrogeniônico).....  | 64          |
| 3.3.1.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> ) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) ..... | 65          |
| 3.3.1.9 Oxigênio Dissolvido (OD) .....  | 67          |
| 3.3.1.10 Fósforo Total (como P) .....   | 69          |
| 3.3.1.11 Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> ) .....  | 70          |
| 3.3.1.12 Série Nitrogenada .....  | 71          |
| 3.3.1.13 Clorofila a .....  | 73          |
| 3.3.1.14 Alcalinidade Total .....   | 73          |
| 3.3.1.15 Cloreto .....  | 74          |
| 3.3.1.16 Condutividade Elétrica.....  | 75          |
| 3.3.1.17 Dureza Total.....  | 75          |
| 3.3.1.18 Óleos e Graxas .....   | 76          |
| 3.3.1.19 Coliformes Totais .....  | 76          |
| 3.3.1.20 Coliformes Termotolerantes ( <i>Escherichia coli</i> ) .....                                   | 78          |
| 3.3.2 Índice de Qualidade da Água (IQA <sub>CETESB</sub> ) .....  | 79          |
| 3.3.3 Índice do Estado Trófico para o Fósforo (IET-PT) .....  | 80          |
| <b>3.4 Considerações Finais .....</b>   | <b>83</b>   |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4. COMUNIDADES AQUÁTICAS .....</b>                         | <b>85</b>  |
| <b>4.1 Metodologias .....</b>                                 | <b>88</b>  |
| 4.1.1 Pontos de Amostragem .....                              | 88         |
| 4.1.2 Plâncton.....   | 92         |
| 4.1.3 Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos).....             | 92         |
| <b>4.2 Resultados e Discussão .....</b>                       | <b>93</b>  |
| 4.2.1 Plâncton.....   | 94         |
| 4.2.1.1 Fitoplâncton.....                                     | 100        |
| 4.2.1.2 Zooplâncton.....                                      | 102        |
| 4.2.2 Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos).....             | 106        |
| <b>4.3 Considerações Finais .....</b>                         | <b>116</b> |
| <b>5. HIDROSSEDIMENTOLOGIA .....</b>                          | <b>118</b> |
| <b>5.1 Metodologias .....</b>                                 | <b>119</b> |
| 5.1.1 Medição da Descarga Líquida.....                        | 119        |
| 5.1.2 Medição da Descarga Sólida.....                         | 122        |
| 5.1.2.1 Sedimentos em Suspensão .....                         | 122        |
| 5.1.2.2 Sedimentos de Leito .....                             | 123        |
| 5.1.2.3 Cálculo do Transporte de Sedimentos.....              | 126        |
| <b>5.2 Resultados e Discussão .....</b>                       | <b>128</b> |
| 5.2.1 Área de Contribuição das Seções de Monitoramento.....   | 128        |
| 5.2.2 Vazões Características (regionalizadas).....            | 131        |
| 5.2.3 Hidrossedimentometria das Seções de Monitoramento ..... | 132        |
| 5.2.3.1 Análise Granulométrica do Sedimento de Leito .....    | 132        |
| 5.2.3.2 Resultados da Hidrossedimentometria .....             | 148        |
| <b>5.3 Considerações Finais .....</b>                         | <b>150</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS .....</b>                                   | <b>151</b> |
| <b>6.1 Qualidade da água.....</b>                             | <b>151</b> |
| <b>6.2 Plâncton .....</b>                                     | <b>153</b> |
| <b>6.3 Macroinvertebrados bentônicos.....</b>                 | <b>156</b> |
| <b>6.4 Hidrossedimentologia .....</b>                         | <b>157</b> |
| <b>Anexo I .....</b>  | <b>159</b> |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização do empreendimento PCH Verde 4A, município de Água Clara, MS. Fonte: Phoenix Geração de Energia S.A. .21
- Figura 2.** Mapa de referência indicando a localização dos três pontos de monitoramento dos recursos hídricos da PCH Verde 4A, município de Água Clara, MS. (Fonte: SISLA, 2014). .....23
- Figura 3.** Ponto de monitoramento (AM01-Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A) nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019. ....24
- Figura 4.** Ponto de monitoramento (AM02-Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A) nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019. ....25
- Figura 5.** Ponto de monitoramento (AM03-Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A), nas campanhas realizadas no período outubro de 2017 a março de 2019.....26
- Figura 6.** Temperatura da água no Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019. ....56
- Figura 7.** Transparência da água no Rio Verde em três pontos de amostragem, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.....57
- Figura 8.** Cor verdadeira da água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019. ....58
- Figura 9.** Turbidez da água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019. ....59
- Figura 10.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde, ponto AM01, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A. ....60

- Figura 11.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde: a) ponto AM02, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 a março de 2019.....61
- Figura 12.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde, ponto AM03, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2018, fases antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.....62
- Figura 13.** Concentrações de sólidos totais na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019. ....63
- Figura 14.** Valores de pH da água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....65
- Figura 15.** Valores de DBO na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....66
- Figura 16.** Valores de DQO na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....67
- Figura 17.** Concentrações de oxigênio dissolvido na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019. ....68
- Figura 18.** Concentrações de fósforo total na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019. ....69
- Figura 19.** Concentrações de ortofosfato (como  $PO_4$ ) na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período

de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019. ....70

**Figura 20.** Concentrações de NTK na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....72

**Figura 21.** Concentrações de nitrogênio total na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019. ....73

**Figura 22.** Alcalinidade total na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....74

**Figura 23.** Condutividade elétrica da água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.....75

**Figura 24.** Número mais provável de coliformes totais na água do Rio Verde nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.....77

**Figura 25.** Número mais provável de *Escherichia coli* na água do Rio Verde nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2018, fases de anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.....78

**Figura 26.** Índice de Qualidade da Água (IQA<sub>CETESB</sub>) do Rio Verde em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A. ....80

**Figura 27.** Índice do Estado Trófico para o Fósforo (IET-PT) do Rio Verde em três pontos de amostragem, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A. ....82

**Figura 28.** Densidade da comunidade fitoplanctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o



|  |     |
|--|-----|
| enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....  | 100 |
| <b>Figura 29.</b> Riqueza da comunidade fitoplanctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....   | 101 |
| <b>Figura 30.</b> Imagens dos dominantes táxons de fitoplâncton encontrados. ..  | 101 |
| <b>Figura 31.</b> Relação entre a estrutura das comunidades fitoplanctônica nos pontos de coleta, usando o Escalamento Multidimensional Não-Métrica. Estresse = 0,2062. ....   | 102 |
| <b>Figura 32.</b> Densidade da comunidade zooplanctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....  | 103 |
| <b>Figura 33.</b> Riqueza de espécies zooplanctônicas encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....   | 103 |
| <b>Figura 34.</b> Imagens dos dominantes táxons de zooplâncton encontrados. .  | 104 |
| <b>Figura 35.</b> Relação entre a estrutura das comunidades de zooplâncton nos pontos de coleta, usando o Escalamento Multidimensional Não-Métrica. Estresse = 0,2847. ....  | 105 |
| <b>Figura 36.</b> Densidade (org/m <sup>2</sup> ) de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....  | 110 |
| <b>Figura 37.</b> Riqueza (táxons/amostra) de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....   | 111 |
| <b>Figura 38.</b> Táxons mais representativos de macroinvertebrados bentônicos registrados em cada ponto de monitoramento e sua densidade (org/m <sup>2</sup> ), nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). ..... | 112 |
| <b>Figura 39.</b> Variação do Índice de Diversidade de Shannon dos macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento, nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019). .....                               | 113 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 40.</b> Dendrograma representando a similaridade (Bray-Curtis) entre os pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e novembro de 2018 e março de 2019). .....  | 114 |
| <b>Figura 41.</b> Valores do Índice BMWP de Junqueira <i>et al.</i> (2000) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após do enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019), na área de influência da PCH Verde 4A. (BMWP: Classe 1 (>81) qualidade da água excelente; Classe 2 (80 – 61) qualidade da água boa; Classe 3 (60 – 41) qualidade da água regular; Classe 4 (40 – 26) qualidade da água ruim; Classe 5 ( $\leq$ 25) qualidade da água péssima). ..... | 115 |
| <b>Figura 42.</b> Valores do Índice ASPT das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após do enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019), na área de influência da PCH Verde 4A. (Valores do ASPT: >6 = Águas limpas; 5 – 6 = Questionáveis; 4 – 5 = Níveis de matéria orgânica moderadamente alta; <4 = Níveis de matéria orgânica muito alta). .....   | 116 |
| <b>Figura 43.</b> Exemplo de molinete preso a haste.....   | 119 |
| <b>Figura 44.</b> Distribuição dos pontos de medidas.....  | 121 |
| <b>Figura 45.</b> Amostrador Rock-Island de material do leito. ....  | 124 |
| <b>Figura 46.</b> Fluxograma do ensaio granulométrico do sedimento de leito. ....  | 125 |
| <b>Figura 47.</b> Localização dos pontos de monitoramento hidrossedimentológico. ....  | 129 |
| <b>Figura 48.</b> Área de drenagem das seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01 e AM03.....  | 130 |
| <b>Figura 49.</b> Curvas de permanência das seções de monitoramento. ....  | 131 |
| <b>Figura 50.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de outubro de 2017. ....  | 138 |
| <b>Figura 51.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de outubro de 2017. ....  | 139 |
| <b>Figura 52.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de novembro de 2017.....  | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 53.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de novembro de 2017..... | 141 |
| <b>Figura 54.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de março de 2018.....    | 142 |
| <b>Figura 55.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de março de 2018.....    | 143 |
| <b>Figura 56.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de setembro de 2018..... | 144 |
| <b>Figura 57.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de setembro de 2018..... | 145 |
| <b>Figura 58.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de março de 2019.....    | 146 |
| <b>Figura 59.</b> Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de março de 2019.....    | 147 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Descrição e coordenadas UTM dos programas relacionados aos pontos de coleta de águas superficiais.....  | 22 |
| <b>Tabela 2.</b> Relação dos parâmetros analisados, métodos analíticos e metodologias de preservação.....  | 29 |
| <b>Tabela 3.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais, segundo IQA (CETESB).<br>.....   | 30 |
| <b>Tabela 4.</b> Classificação do estado trófico para rios segundo Índice de Carlson, Modificado de Classificação do Estado Trófico - Rios (CETESB). ....  | 31 |
| <b>Tabela 5.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em outubro de 2017 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. ....  | 33 |
| <b>Tabela 6.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em março de 2018 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. ....    | 35 |
| <b>Tabela 7.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em junho de 2018 (período seco), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. ....       | 37 |
| <b>Tabela 8.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em setembro de 2018 (período seco), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. ....    | 39 |
| <b>Tabela 9.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em novembro de 2018 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. .... | 41 |
| <b>Tabela 10.</b> Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em março de 2019 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A. ....   | 43 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 11.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em outubro de 2017.....   | 45 |
| <b>Tabela 12.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em março de 2018. ....  | 46 |
| <b>Tabela 13.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em junho de 2018. ....  | 47 |
| <b>Tabela 14.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em setembro de 2018. ....   | 48 |
| <b>Tabela 15.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em novembro de 2018. ....   | 49 |
| <b>Tabela 16.</b> Classificação da qualidade das águas superficiais IQA <sub>CETESB</sub> , nos pontos amostrados em março de 2019. ....  | 50 |
| <b>Tabela 17.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em outubro de 2017....   | 51 |
| <b>Tabela 18.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em março de 2018.....  | 52 |
| <b>Tabela 19.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em junho de 2018.....  | 52 |
| <b>Tabela 20.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em setembro de 2018.   | 53 |
| <b>Tabela 21.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em novembro de 2018. ....  | 53 |
| <b>Tabela 22.</b> Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em março de 2019.....  | 54 |
| <b>Tabela 23.</b> Pontos de monitoramento das comunidades aquáticas na área de influência do reservatório, fase de Enchimento e operação do Reservatório da PCH Verde 4A.....   | 89 |
| <b>Tabela 24.</b> Classes de qualidade e significado de valores para o BMWP adaptado por Junqueira <i>et al.</i> (2000).....  | 93 |
| <b>Tabela 25.</b> Densidade (org/m <sup>3</sup> ) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 29 de outubro de 2017, FASE ANTES DO ENCHIMENTO do Reservatório da PCH Verde 4A..... | 94 |

|  |  |
|--|--|
| <b>Tabela 26.</b> Densidade (org/m <sup>3</sup> ) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 27 de novembro de 2017, FASE APÓS ENCHIMENTO do Reservatório da PCH Verde 4A.96   |  |
| <b>Tabela 27.</b> Densidade (org/m <sup>3</sup> ) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 20 de março de 2018, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A. ....97   |  |
| <b>Tabela 28.</b> Densidade (org/m <sup>3</sup> ) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 25 e 27 de setembro de 2018, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A. ....98   |  |
| <b>Tabela 29.</b> Densidade (org/m <sup>3</sup> ) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 19 de março de 2019, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A.....99  |  |
| <b>Tabela 30.</b> Densidade (org/m <sup>2</sup> ) e riqueza dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados nos três pontos de monitoramento, nas campanhas realizadas antes, durante, após o enchimento do reservatório e na fase de operação, na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS..... 107 |  |
| <b>Tabela 31.</b> Distância recomendada entre verticais. .... 121  |  |
| <b>Tabela 32.</b> Cálculo da velocidade média na vertical (método detalhado)..... 121  |  |
| <b>Tabela 33.</b> Características do posto de monitoramento fluviométrico “Água Clara” ..... 126   |  |
| <b>Tabela 34.</b> Pontos de monitoramento hidrossedimentológico. .... 128  |  |
| <b>Tabela 35.</b> Vazões características das seções de monitoramento..... 131  |  |
| <b>Tabela 36.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em outubro de 2017. .... 133  |  |
| <b>Tabela 37.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em outubro de 2017. .... 133  |  |
| <b>Tabela 38.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em novembro de 2017..... 135  |  |
| <b>Tabela 39.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em novembro de 2017..... 135  |  |
| <b>Tabela 40.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em março de 2017. .... 135  |  |
| <b>Tabela 41.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em março de 2017. .... 136  |  |
| <b>Tabela 42.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em setembro de 2018. .... 136   |  |

---

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tabela 43.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em setembro de 2018. .... | 136 |
| <b>Tabela 44.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em março de 2019. ....    | 137 |
| <b>Tabela 45.</b> Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em março de 2019. ....    | 137 |
| <b>Tabela 46.</b> Hidrossedimentometria da seção de monitoramento AM01. ....   | 148 |
| <b>Tabela 47.</b> Hidrossedimentometria da seção de monitoramento AM03. ....   | 148 |
| <b>Tabela 48.</b> Valores de produção de sedimentos aceitáveis. ....   | 148 |

## **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS, COMUNIDADES AQUÁTICAS E HIDROSEDIMENTOLÓGICO**

### **APRESENTAÇÃO**

Neste Relatório Ambiental são apresentados e discutidos os dados do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, implantado na Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Verde 4A, de propriedade da Phoenix Geração de Energia S.A.

Os objetivos do Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, previstos no Projeto Básico Ambiental (PBA) da PCH Verde 4A são:

- Caracterizar as condições de qualidade das águas superficiais e limnológicas no trecho do Rio Verde na área do reservatório, a montante e a jusante deste;
- Acompanhar a qualidade da água nas fases de construção, de enchimento do reservatório e de operação do empreendimento;
- Avaliar as condições tróficas do reservatório;
- Fornecer subsídios para manejo, conservação e usos múltiplos das águas do reservatório.

O Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas da PCH VERDE 4A contempla a condicionante nº 5 da Licença de Instalação (LI nº 21/2014), emitida pelo Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul - IMASUL.

Na fase de operação do empreendimento o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais está descrita na Licença de Operação válida até 18/12/2021 (LO nº 480/2018) Tabela 1, Item 2, com periodicidade de campanhas trimestrais que são realizadas nos meses de março, junho, setembro e novembro. Já os Programas de Monitoramento das Comunidades Aquáticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Bentos) e do Monitoramento Hidrosedimentológico são executados nos meses de março de setembro, com periodicidade semestral.

As coletas para o monitoramento da qualidade das águas superficiais na fase antes e após o enchimento, e operação do reservatório foram realizadas simultaneamente, em três pontos estratégicos da área de influência direta do reservatório da PCH Verde 4A. A partir da primeira campanha de operação



(março de 2018) foram mantidos os mesmos pontos e acrescentados mais dois pontos no AM02 (meio e fundo) do reservatório.

Neste relatório são analisadas e discutidas as seguintes campanhas do Programa de Qualidade das Águas Superficiais:

- 29 de outubro de 2017 (antes do enchimento) - Período chuvoso;
- 20 de março de 2018 (fase de operação) - Período chuvoso;
- 26 e 28 de junho de 2018 (fase de operação) - Período seco;
- 25 e 27 de setembro de 2018 (fase de operação) - Período seco;
- 22 de novembro de 2018 (fase de operação) - Período chuvoso;
- 19 de março de 2019 (fase de operação) - Período chuvoso.

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade da água em uma microbacia é um dos parâmetros a serem considerados e relacionados com a degradação ambiental. As principais fontes de poluição da água podem ser de origem natural, tais como, decomposição de vegetais, erosão das margens, salinização, etc.; de origem antrópica, como, lançamentos de esgotos domésticos, efluentes industriais, resíduos sólidos domésticos e industriais; águas do escoamento superficial; de origem agropastoril, como, excrementos de animais, pesticidas, fertilizantes; águas de drenagem de minas (Mota, 1995). A perda da qualidade da água pode comprometer os seus múltiplos usos, entre eles, agricultura, geração de energia, indústria, recreação e consumo humano.

O gerenciamento hídrico em Pequenas Centrais Hidrelétricas abrange questões estratégicas para a competitividade no mercado de energia elétrica, bem como para o saudável relacionamento com as partes envolvidas no negócio. Dentro das diversas questões existentes, podemos citar a legislação ambiental, a opinião pública, ocorrência dos acidentes ambientais, redução dos custos e a pressão política de Organizações Não Governamentais (Matos *et al.*, 2010).

A avaliação da qualidade da água, bem como sua evolução no tempo-espaço, só é possível através da implementação de programas sistemáticos de monitoramento, resultando em séries históricas que, futuramente, possam ser analisadas a fim de estabelecerem-se padrões de distribuição sazonais e espaciais para indicadores bióticos e abióticos. O conhecimento destas variações poderá ser manipulado e utilizado para a previsão da qualidade da água durante o ano hidrológico, além de subsidiar parâmetros de operação dos reservatórios (Freire, 2000).

Os reservatórios por serem considerados sistemas intermediários entre lagos e rios têm funcionamentos diferenciados ao longo de seu eixo, ora se caracterizando como rio e ora como lago. Além das diferenças ao longo do reservatório, diferenças temporais promovidas pelo ciclo hidrológico e a operação do sistema de geração de energia afetam os diferentes compartimentos (Margalef, 1983).

A PCH Verde 4A tem potência Instalada de 28 MW, com reservatório com área de 11,25 km<sup>2</sup>, que implicou no atingimento parcial de 14 propriedades rurais. Nos anos de 2008 e 2009 foram realizados os estudos ambientais que compuseram o Estudo de Impacto Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental -EIA/RIMA, sendo que no dia 29 de dezembro de 2009 o IMASUL emitiu a Licença Prévia - LP nº 319/2009.

Os resultados obtidos no Estudo de Impacto Ambiental da PCH Verde 4A em 2008 indicaram boa qualidade da água no trecho monitorado. A continuidade do monitoramento é importante, tendo em vista que padrões temporais e espaciais consistentes poderão ser identificados apenas após o acúmulo de uma maior quantidade de dados. Além disso, somente através do monitoramento em longo prazo é que será possível avaliar os impactos gerados pela barragem da PCH Verde 4A, e acompanhar a variabilidade temporal e espacial dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

No presente relatório são unificados e discutidos os resultados da campanha anterior ao enchimento, realizada em outubro de 2017 e das últimas cinco campanhas de monitoramento, realizadas após o enchimento do reservatório, na fase de operação (março de 2018, junho de 2018, setembro de 2018, novembro de 2018 e março de 2019) da PCH Verde 4A, para atendimento aos Programas de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A Pequena Central Hidrelétrica Verde 4A - PCH Verde 4A é um aproveitamento para geração hidrelétrica previsto no Rio Verde, na bacia do Rio Paraná, na região Nordeste do Estado de Mato Grosso do Sul. Abrange os municípios de Água Clara, Camapuã e Ribas do Rio Pardo (**Figura 1**).

O Rio Verde nasce na Serra das Araras, aproximadamente na elevação 500 m, no município de Camapuã, próximo ao distrito de Figueirão, e corre na direção NO-SE até sua foz no Rio Paraná.



**Figura 1.** Mapa de localização do empreendimento PCH Verde 4A, município de Água Clara, MS. Fonte: Phoenix Geração de Energia S.A.

O local do empreendimento situa-se no km 246,1, nas coordenadas 19°52'28" de Latitude Sul e 53°22'07" de Longitude Oeste, distando cerca de 74 km da cidade de Ribas do Rio Pardo, pela MS-357. O acesso ao local pode ser feito a partir de

Campo Grande (MS) ou, alternativamente, a partir da cidade de Três Lagoas (MS), na divisa com o Estado de São Paulo, utilizando-se a rodovia federal BR-262 até a cidade de Ribas do Rio Pardo e, em seguida, a rodovia MS 357 até as proximidades do local.

## 2.1 Localização dos Pontos de Amostragem

Os Programas de Monitoramento da Qualidade das Águas, Comunidades Aquáticas e Hidrossedimentológico ocorrerão em três etapas:

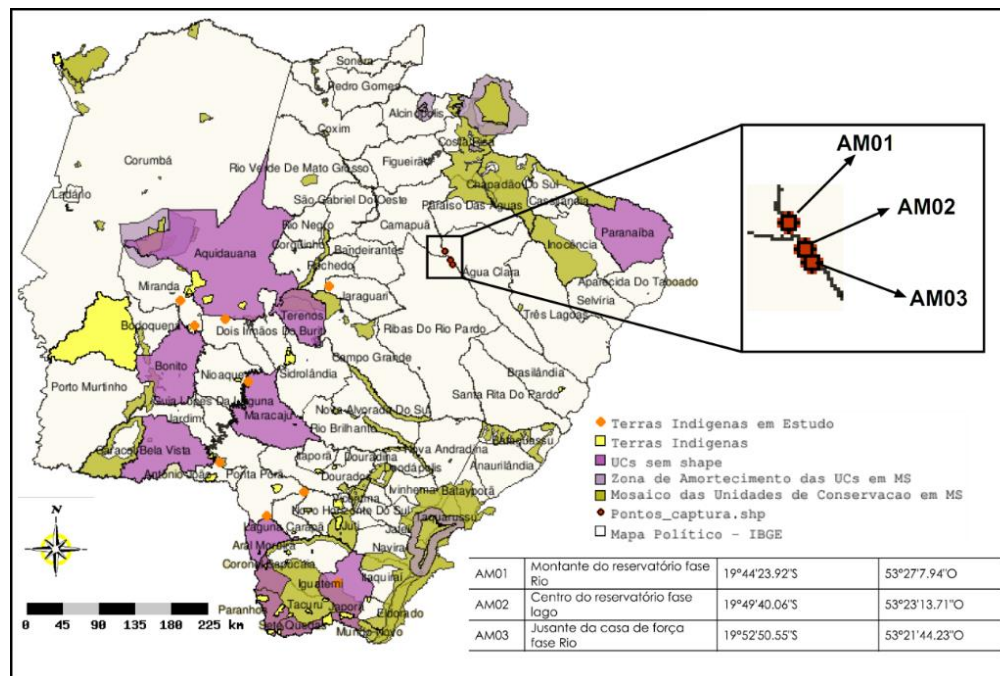
- **Fase rio:** (anterior à formação do reservatório): se inicia após a obtenção da Licença de Instalação (LI) até o enchimento do reservatório. Esta fase já foi concluída.
- **Fase de enchimento:** intermediária à fase rio e reservatório. Esta fase também já foi concluída.
- **Fase reservatório:** início após a conclusão do enchimento, se estendendo à fase de operação. Encontra-se em andamento conforme LO 480/2018 emitida em 26/12/2018.

No cumprimento aos Programas Ambientais da PCH Verde 4A foram demarcados e georreferenciados três pontos de coletas para a fase de operação do reservatório da PCH Verde 4A, denominados, AM01, AM02 e AM03, os mesmos pontos monitorados na fase Rio. Na campanha de março de 2018, primeira campanha da fase de operação foi adicionado ao ponto AM02, mais dois pontos de amostragem (meio e fundo) para verificar o perfil vertical do reservatório, conforme descrito na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Descrição e coordenadas UTM dos programas relacionados aos pontos de coleta de águas superficiais.

| Pontos          | Descrição  | Coordenadas geográficas              |
|-----------------|--|--------------------------------------|
| AM01            | Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A                | 19° 44' 23,92" S<br>53° 27' 7,94" O  |
| AM02-Superfície | Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície | 19° 49' 40,06" S<br>53° 23' 13,71" O |
| AM02-Meio       | Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Meio       | 19° 49' 40,06" S<br>53° 23' 13,71" O |
| AM02-Fundo      | Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Fundo      | 19° 49' 40,06" S<br>53° 23' 13,71" O |
| AM03            | Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A                 | 19° 52' 50,55" S<br>53° 21' 44,23" O |

A **Figura 2** apresenta o mapa de referência indicando os três pontos de monitoramento dos recursos hídricos na área de influência da PCH Verde 4A.



**Figura 2.** Mapa de referência indicando a localização dos três pontos de monitoramento dos recursos hídricos da PCH Verde 4A, município de Água Clara, MS. (Fonte: SISLA, 2014).

As **Figuras 3 a 5** apresentam o registro fotográfico dos três pontos superficiais de amostragem de águas, localizados na área de influência do empreendimento, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 (antes do enchimento) e de março de 2018 a março de 2019, fase de operação do reservatório da PCH Verde 4A.



**Figura 3.** Ponto de monitoramento (AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A) nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019.

Fotos: BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA.



**Figura 4.** Ponto de monitoramento (AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A) nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019.

Fotos: BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA.





**Figura 5.** Ponto de monitoramento (AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A), nas campanhas realizadas no período outubro de 2017 a março de 2019.

Fotos: BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA.

### **3. QUALIDADE DA ÁGUA**

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Os diversos componentes presentes na água, e que alteram a sua qualidade, podem ser classificados de uma maneira ampla e simplificada, em termos das suas características físicas, químicas e biológicas. Estas características podem ser traduzidas na forma de parâmetros ou indicadores de qualidade da água (von Sperling, 2007).

Os indicadores de qualidade física são cor, turbidez, temperatura, sabor e odor. Já os indicadores de qualidade química estão relacionados ao potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade, dureza, cloretos, ferro, manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, oxigênio dissolvido (OD), matéria orgânica (Demanda Bioquímica de Oxigênio: DBO e Demanda Química de Oxigênio: DQO) e os componentes orgânicos e inorgânicos. Enquanto que os indicadores de qualidade biológica são os coliformes, as algas, os zooplâncton, os bentos, entre outros.

O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água implantado na PCH Verde 4A tem como meta identificar eventuais processos de degradação ambiental no sistema hídrico influenciado diretamente pelo empreendimento, de modo a possibilitar a adoção de medidas corretivas para reaver as boas condições ambientais do Rio Verde no trecho influenciado pelo empreendimento.

#### **3.1 Metodologias**

##### **3.1.1 Metodologia de Coletas**

A coleta de amostras é o passo mais importante para a caracterização de microconstituintes nas águas. Portanto, é essencial que a amostragem seja realizada corretamente para evitar todas as fontes possíveis de contaminação e perdas, devendo ser orientada, preferencialmente, pelos responsáveis técnicos para obtenção dos resultados físico-químicos e/ou pelas análises biológicas. As coletas das águas superficiais foram realizadas no canal dos corpos hídricos. Para realização de amostra pontual, utilizou-se balde em inox com capacidade de 15 litros,

mergulhando-o aproximadamente 20 cm abaixo da superfície. Após colocação da amostra no balde, homogeneizou-a e distribuiu-a nos frascos de coletas contendo reagentes de preservação, ou somente refrigeração. Após estes procedimentos, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e enviadas o mais breve possível para análise no Laboratório BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA, respeitando-se o holding-time de cada parâmetro. Os parâmetros temperatura do ambiente, temperatura da amostra, oxigênio dissolvido e pH foram medidos em campo pelo responsável pela amostragem através de um medidor multiparâmetros.

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais e comunidades aquáticas, todos os procedimentos de coletas, preservação, armazenamento e transportes de amostras foram realizados de acordo com o que prescreve o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB 1988), NBR 13895 (ABNT, 1997), Tabela 1060 I – *Summary of Special Sampling and Handling Requirements do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>rd</sup> ed* (APHA, AWWA, WEF, 2017) e o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos (ANA, 2011).

Todos os dados de coletas de amostras foram documentados através do preenchimento da cadeia de custódia (ficha de coleta), registrando as informações de cada local amostrado, condições climáticas, as condições das amostras ao entrarem no laboratório. Este procedimento é adotado para registrar todos os aspectos ou anomalias que possam influenciar nos resultados analíticos das amostras (materiais flutuantes, presença ou proliferação de algas, presença de óleos e graxas, peixes ou outros animais mortos, resíduos sólidos objetáveis, coloração ou corantes artificiais, odor ou aspecto estranho, etc.), que podem ajudar na interpretação de dados, elaboração de relatórios e tomada de decisões quanto à qualidade dos ambientes amostrados.

### **3.1.2 Metodologia Analítica**

Para as águas superficiais, a maioria das análises foi realizada de acordo com as técnicas preconizadas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23<sup>rd</sup> ed* (APHA, AWWA, WEF, 2017). A **Tabela 2** apresenta a relação dos parâmetros, os métodos analíticos utilizados e as metodologias de preservação.

**Tabela 2.** Relação dos parâmetros analisados, métodos analíticos e metodologias de preservação.

| Parâmetros                          | Métodos Analíticos                                       | Preservação da Amostra  |
|-------------------------------------|--|---|
| Temperatura da água                 | SMEWW 2550 - Laboratory and Field Methods                | Medição em campo  |
| Transparência da água               | Disco de Secchi  | Medição em campo  |
| Alcalinidade total                  | SMEWW 2320 B -   | Refrigeração a 6°C  |
| Cloreto                             | SMEWW 4500 Cl- B - Argentometric Method                  | Refrigeração a 6°C  |
| Clorofila-a                         | Extração em etanol - Espectrofotométrico, Nush 1980      | Filtração imediata, refrigeração a 6°C                                  |
| Condutividade elétrica              | SMEWW 2510 - Laboratory Method                           | Refrigeração a 6°C  |
| Cor verdadeira                      | SMEWW 2120 C - Spectrometric-Single-Wavelength Method    | Refrigeração a 6°C  |
| DBO <sub>(5,20)</sub>               | SMEWW 5210B - 5-Day BOD Test                             | Refrigeração a 6°C  |
| DQO                                 | SMEWW 5520 D - Closed Reflux, Colorimetric Method        | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2                     |
| Dureza total                        | SMEWW 2340 C - EDTA Titrimetric Method                   | Refrigeração a 6°C  |
| Fósforo total (como P)              | SMEWW 4500 P D - Stannous Chloride Method                | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Nitrato (como N)                    | SMEWW 4500 NO <sub>3</sub> E - Cadmium Reduction Method  | Refrigeração a 6°C  |
| Nitrato (como N)                    | SMEWW 4500 NO <sub>2</sub> B - Colorimetric Method       | Refrigeração a 6°C  |
| Nitrogênio amoniacal total          | SMEWW 4500 NH <sub>3</sub> B - Nessler Method            | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Nitrogênio orgânico                 | CÁLCULO  | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Nitrogênio total Kjeldahl           | SMEWW 4500 Norg C - Semi-Micro-Kjeldahl Method           | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Nitrogênio total                    | CÁLCULO  | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Óleos e graxas                      | Análise visual   | Refrigeração a 6°C  |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> ) | SMEWW 4500 P D - Stannous Chloride Method                | Adição de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> até pH < 2, refrigeração a 6°C |
| Oxigênio dissolvido                 | SMEWW 4500 O G - Membrane Electrode Method               | Medição em campo  |
| pH                                  | SMEWW 4500 H+ B - Eletrometric Method                    | Medição em campo  |
| Sólidos sedimentáveis               | SMEWW 2540 F - Settleable Solids                         | Refrigeração a 6°C  |
| Sólidos dissolvidos totais          | CÁLCULO  | Refrigeração a 6°C  |
| Sólidos suspensos totais            | SMEWW 2540 D - Total Suspended Solids Dried at 103-105°C | Refrigeração a 6°C  |
| Sólidos totais                      | SMEWW 2540 B - Total Solids Dried at 103-105°C           | Refrigeração a 6°C  |
| Turbidez                            | SMEWW 2130 B - Nephelometric Method                      | Refrigeração a 6°C  |
| Coliformes totais                   | SMEWW 9223 B - Enzyme Substrate Coliform Test            | Refrigeração < 10°C   |
| <i>Escherichia coli</i>             | SMEWW 9223 B - Enzyme Substrate Coliform Test            | Refrigeração < 10°C   |

Fonte: Modificado de SMEWW - *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd Edition, 2017.

### 3.1.3 Metodologia de Aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA)

Com o intuito de facilitar a interpretação das informações de qualidade de água de forma abrangente e útil, para especialistas ou não, é importante a utilização de índices de qualidade. Desta forma, a CETESB, a partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Este índice vem sendo utilizado para avaliar a qualidade das águas do Estado de São Paulo (CETESB, 2009).

O IQA é calculado pelo produtório, que pondera as qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas que, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, segundo a graduação mostrada na **Tabela 3**.

**Tabela 3.** Classificação da qualidade das águas superficiais, segundo IQA (CETESB).

| <b>Categoria</b>  | <b>Ponderação</b> |
|-------------------|-------------------|
| Qualidade Ótima   | 79 < IQA ≤ 100    |
| Qualidade Boa     | 51 < IQA ≤ 79     |
| Qualidade Regular | 36 < IQA ≤ 51     |
| Qualidade Ruim    | 19 < IQA ≤ 36     |
| Qualidade Péssima | IQA ≤ 19          |

Fonte: Modificado de CETESB (2009).

A seguinte fórmula é utilizada para o produtório:

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

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.

### 3.1.4 Metodologia de Aplicação do Índice de Estado Trófico (IET)

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

O Índice do Estado Trófico apresentado na **Tabela 4**, é composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo - IET (PT), modificado por Lamparelli (2004), sendo estabelecido, segundo as equações:

Para águas superficiais de ambientes lóticos:

- $IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT)) / \ln 2)) - 20$

Para águas superficiais de ambientes lênticos:

- $IET (PT) = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT) / \ln 2))$

Onde: PT = concentração de fósforo total em µg/L.

**Tabela 4.** Classificação do estado trófico para rios segundo Índice de Carlson, Modificado de Classificação do Estado Trófico - Rios (CETESB).

| Categoria do Estado Trófico | Ponderação         |
|-----------------------------|--------------------|
| Ultraoligotrófico           | $IET \leq 47$      |
| Oligotrófico                | $47 < IET \leq 52$ |
| Mesotrófico                 | $52 < IET \leq 59$ |
| Eutrófico                   | $59 < IET \leq 63$ |
| Supereutrófico              | $63 < IET \leq 67$ |
| Hipereutrófico              | $IET > 67$         |

Fonte: Modificado de CETESB (2009).

## 3.2 Resultados

### **3.2.1 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos**

As **Tabelas 5 a 9** apresentam um comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas da qualidade das águas superficiais nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, em três pontos de monitoramento dos recursos hídricos localizados dentro da área de influência direta da PCH Verde 4A. Também são apresentados os padrões para águas doces de classe 2 estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/2012, Artigo 16. A partir da campanha de março de 2018 foram incluídos os pontos de meio e fundo do reservatório.

A Resolução CONAMA nº 357/05, Artigo 15, estabelece os padrões para águas doces de classe 2, classificação esta, definida pela referida legislação (Capítulo VI - Das disposições finais e transitórias, Artigo 42) para os corpos d'águas que ainda não possuem os respectivos enquadramentos aprovados, assim como são os corpos d'águas envolvidos no presente relatório. Os boletins laboratoriais das análises estão apresentados em anexo.

**Tabela 5.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em outubro de 2017 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357 Art. 15<br>e CECA/MS 36 Art. 16<br>Classe 2 | ANTES DO ENCHIMENTO<br>29 de Outubro de 2017 - Período chuvoso |              |              |
|----------------------------|----------|---|--|--------------|--------------|
|                            |          |   | AM01-4938-17   | AM02-4939-17 | AM03-4940-17 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -   | 29/10/2017   | 29/10/2017   | 29/10/2017   |
| Hora da coleta             | hora     | -   | 08:05  | 11:37        | 13:30        |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -   | 30/10/2017   | 30/10/2017   | 30/10/2017   |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -   | 08:00  | 08:00        | 08:00        |
| Temperatura ambiente       | °C       | -   | 23,7   | 30,1         | 30,2         |
| Temperatura da amostra     | °C       | -   | 24,8   | 27,1         | 25,9         |
| Transparência              | cm       | -   | 48   | 40           | 51           |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -   | 9  | 10           | 8            |
| Cloreto                    | mg/L     | 250   | < 5,0  | < 5,0        | < 5,0        |
| Clorofila a                | µg/L     | 30  | 1  | < 1,0        | 1,2          |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -   | 21,2   | 23,8         | 24,1         |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75  | 19   | 20           | 29           |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5   | <2,0   | <2,0         | 2,7          |
| DQO                        | mg/L     | -   | <5,0   | <5,0         | 6,2          |
| Dureza total               | mg/L     | -   | 13,7   | 15,7         | 12,7         |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1   | 0,02   | 0,02         | 0,04         |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10  | < 0,1  | < 0,1        | < 0,1        |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1   | < 0,02   | < 0,02       | < 0,02       |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para pH ≤ 7,5                                     | 0,1  | 0,1          | 0,1          |
| Nitrogênio orgânico        | mg/L     | -   | 0,2  | 0,2          | 0,1          |



| Parâmetros                                    | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357 Art. 15<br>e CECA/MS 36 Art. 16<br>Classe 2 | ANTES DO ENCHIMENTO<br>29 de Outubro de 2017 - Período chuvoso |                              |                              |
|---|-----------|---|--|------------------------------|------------------------------|
|   |           |   | AM01-4938-17   | AM02-4939-17                 | AM03-4940-17                 |
| Nitrogênio total Kjeldahl                     | mg/L      | -   | 0,3  | 0,4                          | 0,3                          |
| Nitrogênio total                              | mg/L      | -   | 0,3  | 0,4                          | 0,3                          |
| Óleos e graxas                                | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                  | <i>Virtualmente Ausentes</i>                                   | <i>Virtualmente Ausentes</i> | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )           | mg/L      | -   | < 0,06   | < 0,06                       | 0,06                         |
| Oxigênio dissolvido                           | mg/L      | ≥ 5   | 8,08   | 6,73                         | 7,95                         |
| pH  | -         | 6 a 9   | 7,11   | <b>5,88</b>                  | 6,83                         |
| Sólidos sedimentáveis                         | mL/L      | -   | < 0,1  | < 0,1                        | < 0,1                        |
| Sólidos dissolvidos totais                    | mg/L      | 500   | 179  | 233                          | 128                          |
| Sólidos suspensos totais                      | mg/L      | -   | 30   | 20                           | 16                           |
| Sólidos totais                                | mg/L      | -   | 209  | 253                          | 144                          |
| Turbidez                                      | UNT       | 100   | 12   | 11                           | 12                           |
| Coliformes totais                             | NMP/100mL | -   | 9.200  | 3.800                        | 7.200                        |
| Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) | NMP/100mL | -   | 260  | 20                           | 20                           |

LEGENDA:

AM01-4938-17- Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-4939-17- Ponto AM02- Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM03-4940-17- Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 6.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em março de 2018 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357 Art. 15 e<br>CECA/MS 36 Art. 16<br>Classe 2 | OPERAÇÃO 1<br>20 de Março de 2018 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                        |
|----------------------------|----------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                            |          |   | AM01-1228-<br>1/2018-0                              | AM02-1229-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-1230-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-1231-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-1232-<br>1/2018-0 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -   | 20/03/2018  | 20/03/2018                           | 20/03/2018                     | 20/03/2018                      | 20/03/2018             |
| Hora da coleta             | hora     | -   | 07:10   | 13:35                                | 13:28                          | 13:15                           | 15:15                  |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -   | 21/03/2018  | 21/03/2018                           | 21/03/2018                     | 21/03/2018                      | 21/03/2018             |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -   | 09:15   | 09:16                                | 09:18                          | 09:19                           | 09:20                  |
| Temperatura ambiente       | °C       | -   | 27,6  | 32,5                                 | 31,6                           | 28,2                            | 32,1                   |
| Temperatura da amostra     | °C       | -   | 26,7  | 32,1                                 | 29,1                           | 29,0                            | 26,3                   |
| Transparência              | cm       | -   | 0,44  | 0,70                                 | -                              | -                               | 0,60                   |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -   | 10  | 12                                   | 10                             | 11                              | 13                     |
| Cloreto                    | mg/L     | 250   | < 5,0   | < 5,0                                | < 5,0                          | < 5,0                           | < 5,0                  |
| Clorofila a                | µg/L     | 30  | < 1,0   | < 1,0                                | -                              | -                               | < 1,0                  |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -   | 19,8  | 23,1                                 | 23                             | 23,8                            | 23,4                   |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75  | 44  | 38                                   | 53                             | 53                              | 42                     |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5   | 2,6   | <1,5                                 | <1,5                           | 3,3                             | <1,5                   |
| DQO                        | mg/L     | -   | 6,5   | 4,2                                  | 5,0                            | 10,2                            | 4,7                    |
| Dureza total               | mg/L     | -   | 13  | 15                                   | 11                             | 17                              | 19                     |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1   | 0,02  | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10  | < 0,1   | < 0,1                                | < 0,1                          | < 0,1                           | < 0,10                 |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1   | < 0,02  | < 0,02                               | < 0,02                         | < 0,02                          | < 0,02                 |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para pH ≤ 7,5                                     | 0,1   | 0,1                                  | 0,1                            | 0,2                             | 0,1                    |

| Parâmetros                                    | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357 Art. 15 e<br>CECA/MS 36 Art. 16<br>Classe 2 | OPERAÇÃO 1<br>20 de Março de 2018 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                              |
|---|-----------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|   |           |   | AM01-1228-<br>1/2018-0                              | AM02-1229-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-1230-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-1231-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-1232-<br>1/2018-0       |
| Nitrogênio orgânico                           | mg/L      | -   | 0,28  | 0,24                                 | 0,18                           | 0,15                            | 0,16                         |
| Nitrogênio total Kjeldahl                     | mg/L      | -   | 0,38  | 0,34                                 | 0,28                           | 0,35                            | 0,26                         |
| Nitrogênio total                              | mg/L      | -   | 0,38  | 0,34                                 | 0,28                           | 0,35                            | 0,26                         |
| Óleos e graxas                                | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                  | <i>Virtualmente ausentes</i>                        | <i>Virtualmente ausentes</i>         | <i>Virtualmente ausentes</i>   | <i>Virtualmente ausentes</i>    | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )           | mg/L      | -   | 0,06  | 0,06                                 | 0,09                           | 0,27                            | 0,06                         |
| Oxigênio dissolvido                           | mg/L      | ≥ 5   | 8,38  | 6,30                                 | 5,13                           | 8,61                            | 8,50                         |
| pH  | -         | 6 a 9   | 6,7   | 6,78                                 | 6,4                            | 6,46                            | 6,12                         |
| Sólidos sedimentáveis                         | mL/L      | -   | < 0,5   | < 0,5                                | < 0,5                          | < 0,5                           | < 0,5                        |
| Sólidos dissolvidos totais                    | mg/L      | 500   | 23  | 21                                   | 15                             | 60                              | 50                           |
| Sólidos suspensos totais                      | mg/L      | -   | 20  | 24                                   | 29                             | 19                              | 21                           |
| Sólidos totais                                | mg/L      | -   | 43  | 45                                   | 44                             | 79                              | 71                           |
| Turbidez                                      | UNT       | 100   | 21,0  | 10,1                                 | 30,8                           | 58,5                            | 21,2                         |
| Coliformes totais                             | NMP/100mL | -   | 82.000  | 3.000                                | -                              | -                               | 87.000                       |
| Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) | NMP/100mL | -   | 2.200   | 200                                  | -                              | -                               | 2.000                        |

LEGENDA:

AM01-1228-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-1229-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A- Superfície;  
 AM02-1230-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A- Meio;  
 AM02-1231-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A- Fundo;  
 AM03-1232-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 7.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em junho de 2018 (período seco), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 2<br>26 e 28 de Junho de 2018 - Período seco |                                      |                                |                                 |                        |
|----------------------------|----------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                            |          |  | AM01-2848-<br>1/2018-1                                | AM02-2890-<br>1/2018-2<br>Superfície | AM02-2891-<br>1/2018-1<br>Meio | AM02-2892-<br>1/2018-1<br>Fundo | AM03-2849-<br>1/2018-1 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -  | 26/06/2018  | 28/06/2018                           | 28/06/2018                     | 28/06/2018                      | 26/06/2018             |
| Hora da coleta             | hora     | -  | 17:00   | 07:30                                | 07:35                          | 07:40                           | 14:00                  |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -  | 27/06/2018  | 29/06/2018                           | 29/06/2018                     | 29/06/2018                      | 27/06/2018             |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -  | 08:38   | 09:17                                | 09:18                          | 09:19                           | 08:39                  |
| Temperatura ambiente       | °C       | -  | 29,0  | 16,9                                 | 17,2                           | 17,2                            | 27,5                   |
| Temperatura da amostra     | °C       | -  | 22,1  | 21,0                                 | 21,8                           | 21,1                            | 21,6                   |
| Transparência              | cm       | -  | 0,60  | 0,30                                 | -                              | -                               | 0,40                   |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -  | 9   | 12                                   | 12                             | 11                              | 11                     |
| Cloreto                    | mg/L     | 250  | < 5,0   | < 5,0                                | < 5,0                          | < 5,0                           | < 5,0                  |
| Clorofila a                | µg/L     | 30   | < 1,0   | < 1,0                                | -                              | -                               | < 1,0                  |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -  | 20,4  | 21,8                                 | 22,7                           | 24,7                            | 22,3                   |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75   | 13  | 12                                   | 11                             | 9                               | 12                     |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5  | <1,5  | < 1,5                                | < 1,5                          | 2,5                             | < 1,5                  |
| DQO                        | mg/L     | -  | <1,5  | < 1,5                                | < 1,5                          | 5,4                             | < 1,5                  |
| Dureza total               | mg/L     | -  | 14  | 11,0                                 | 13                             | 12                              | 12                     |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1  | <0,02   | < 0,02                               | < 0,02                         | < 0,02                          | < 0,02                 |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10   | < 0,1   | < 0,1                                | < 0,1                          | < 0,1                           | < 0,10                 |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1  | 0,02  | < 0,02                               | < 0,02                         | < 0,02                          | < 0,02                 |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para<br>pH ≤ 7,5                                     | 0,1   | < 0,1                                | 0,1                            | 0,1                             | 0,1                    |

| Parâmetros                                    | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 2                              |                                      |                                |                                 |                              |
|---|-----------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|   |           |  | 26 e 28 de Junho de 2018 - Período seco |                                      |                                |                                 |                              |
|   |           |  | AM01-2848-<br>1/2018-1                  | AM02-2890-<br>1/2018-2<br>Superfície | AM02-2891-<br>1/2018-1<br>Meio | AM02-2892-<br>1/2018-1<br>Fundo | AM03-2849-<br>1/2018-1       |
| Nitrogênio orgânico                           | mg/L      | -  | < 0,10                                  | < 0,10                               | < 0,10                         | < 0,10                          | < 0,10                       |
| Nitrogênio total Kjeldahl                     | mg/L      | -  | 0,19                                    | < 0,10                               | 0,13                           | 0,17                            | 0,11                         |
| Nitrogênio total                              | mg/L      | -  | 0,21                                    | < 0,10                               | 0,13                           | 0,17                            | 0,11                         |
| Óleos e graxas                                | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                     | <i>Virtualmente ausentes</i>            | <i>Virtualmente ausentes</i>         | <i>Virtualmente ausentes</i>   | <i>Virtualmente ausentes</i>    | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )           | mg/L      | -  | < 0,06                                  | < 0,06                               | < 0,06                         | < 0,06                          | < 0,06                       |
| Oxigênio dissolvido                           | mg/L      | ≥ 5  | 7,31                                    | 7,30                                 | 7,89                           | 7,68                            | 5,50                         |
| pH  | -         | 6 a 9  | 6,64                                    | 6,00                                 | 6,15                           | 6,08                            | 6,13                         |
| Sólidos sedimentáveis                         | mL/L      | -  | < 0,5                                   | < 0,5                                | < 0,5                          | < 0,5                           | < 0,5                        |
| Sólidos dissolvidos totais                    | mg/L      | 500  | 14                                      | 37                                   | 35                             | 35                              | 31                           |
| Sólidos suspensos totais                      | mg/L      | -  | 15                                      | 9                                    | 14                             | 13                              | 9                            |
| Sólidos totais                                | mg/L      | -  | 29                                      | 46                                   | 49                             | 48                              | 40                           |
| Turbidez                                      | UNT       | 100  | 14,7                                    | 6,7                                  | 6,7                            | 9,6                             | 6,8                          |
| Coliformes totais                             | NMP/100mL | -  | 1.600                                   | 2.400                                | -                              | -                               | 1.600                        |
| Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) | NMP/100mL | -  | 180                                     | 22                                   | -                              | -                               | 12                           |

LEGENDA:

AM01-2848-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-2890-1/2018-2 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
 AM02-2891-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Meio;  
 AM02-2892-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Fundo;  
 AM03-2849-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 8.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em setembro de 2018 (período seco), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 3<br>25 e 27 de Setembro de 2018 - Período seco |                                      |                                |                                 |                        |
|----------------------------|----------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                            |          |  | AM01-4501-<br>1/2018-0                                   | AM02-4538-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-4539-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-4540-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-4502-<br>1/2018-0 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -  | 25/09/2018   | 27/09/2018                           | 27/09/2018                     | 27/09/2018                      | 25/09/2018             |
| Hora da coleta             | hora     | -  | 09:30  | 11:00                                | 11:05                          | 11:10                           | 12:30                  |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -  | 26/09/2018   | 28/09/2018                           | 28/09/2018                     | 28/09/2018                      | 26/09/2018             |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -  | 09:34  | 09:29                                | 09:29                          | 09:30                           | 09:35                  |
| Temperatura ambiente       | °C       | -  | 29,0   | 26,0                                 | 26,0                           | 25,8                            | 30                     |
| Temperatura da amostra     | °C       | -  | 26,5   | 29,3                                 | 28,9                           | 27,9                            | 27,0                   |
| Transparência              | cm       | -  | 0,40   | 0,30                                 |                                |                                 | 0,30                   |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -  | 13   | 13                                   | 13                             | 14                              | 13                     |
| Cloreto                    | mg/L     | 250  | < 5,0  | < 5,0                                | < 5,0                          | < 5,0                           | < 5,0                  |
| Clorofila a                | µg/L     | 30   | < 1,0  | < 1,0                                |                                |                                 | < 1,0                  |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -  | 22,7   | 24,7                                 | 25,3                           | 25,7                            | 23,8                   |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75   | 20   | 25                                   | 26                             | 26                              | 28                     |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5  | <1,5   | <1,5                                 | <1,5                           | <1,5                            | <1,5                   |
| DQO                        | mg/L     | -  | <1,5   | <1,5                                 | <1,5                           | <1,5                            | <1,5                   |
| Dureza total               | mg/L     | -  | 9,7  | 9,7                                  | 11,3                           | 10                              | 10,4                   |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1  | <0,02  | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10   | < 0,1  | 0,1                                  | < 0,1                          | < 0,1                           | < 0,10                 |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1  | <0,02  | < 0,02                               | < 0,02                         | < 0,02                          | < 0,02                 |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para<br>pH ≤ 7,5                                     | 0,2  | 0,2                                  | 0,1                            | 0,2                             | 0,2                    |

| Parâmetros                                    | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 3<br>25 e 27 de Setembro de 2018 - Período seco |                                      |                                |                                 |                              |
|---|-----------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|   |           |  | AM01-4501-<br>1/2018-0                                   | AM02-4538-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-4539-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-4540-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-4502-<br>1/2018-0       |
| Nitrogênio orgânico                           | mg/L      | -  | 0,18   | 0,15                                 | 0,23                           | 0,1                             | < 0,10                       |
| Nitrogênio total Kjeldahl                     | mg/L      | -  | 0,38   | 0,35                                 | 0,33                           | 0,30                            | 0,22                         |
| Nitrogênio total                              | mg/L      | -  | 0,38   | 0,45                                 | 0,33                           | 0,30                            | 0,22                         |
| Óleos e graxas                                | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                     | <i>Virtualmente ausentes</i>                             | <i>Virtualmente ausentes</i>         | <i>Virtualmente ausentes</i>   | <i>Virtualmente ausentes</i>    | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )           | mg/L      | -  | < 0,06   | < 0,06                               | < 0,06                         | < 0,06                          | < 0,06                       |
| Oxigênio dissolvido                           | mg/L      | ≥ 5  | 7,99   | 7,90                                 | 7,80                           | 6,40                            | 7,05                         |
| pH  | -         | 6 a 9  | 7,87   | 7,62                                 | 7,59                           | 7,43                            | 7,62                         |
| Sólidos sedimentáveis                         | mL/L      | -  | < 0,5  | < 0,5                                | < 0,5                          | < 0,5                           | < 0,5                        |
| Sólidos dissolvidos totais                    | mg/L      | 500  | 38   | 34                                   | 21                             | 27                              | 14                           |
| Sólidos suspensos totais                      | mg/L      | -  | 10   | 9                                    | 15                             | 10                              | 19                           |
| Sólidos totais                                | mg/L      | -  | 48   | 43                                   | 36                             | 37                              | 33                           |
| Turbidez                                      | UNT       | 100  | 10,0   | 12,5                                 | 12,7                           | 18,5                            | 12,1                         |
| Coliformes totais                             | NMP/100mL | -  | 1.800  | 24.000                               | -                              | -                               | 24.000                       |
| Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) | NMP/100mL | -  | 86   | 10                                   | -                              | -                               | 200                          |

LEGENDA:

AM01-4501-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-4538-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
 AM02-4539-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Meio;  
 AM02-4540-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Fundo;  
 AM03-4502-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 9.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em novembro de 2018 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 4<br>22 de Novembro 2018 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                        |
|----------------------------|----------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                            |          |  | AM01-5604-<br>1/2018-0                              | AM02-5605-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-5606-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-5607-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-5608-<br>1/2018-0 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -  | 22/11/2018  | 22/11/2018                           | 22/11/2018                     | 22/11/2018                      | 22/11/2018             |
| Hora da coleta             | hora     | -  | 13:50   | 11:55                                | 11:50                          | 11:40                           | 10:52                  |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -  | 22/11/2018  | 22/11/2018                           | 22/11/2018                     | 22/11/2018                      | 22/11/2018             |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -  | 16:59   | 17:00                                | 17:00                          | 17:01                           | 17:02                  |
| Temperatura ambiente       | °C       | -  | 35  | 35,7                                 | 36,0                           | 36,5                            | 30,0                   |
| Temperatura da amostra     | °C       | -  | 26,7  | 31,3                                 | 31,1                           | 30,0                            | 28,1                   |
| Transparência              | cm       | -  | 0,30  | 0,50                                 | -                              | -                               | 0,30                   |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -  | 11,6  | 13,5                                 | 10,5                           | 11,6                            | 11,6                   |
| Cloreto                    | mg/L     | 250  | <5,0  | <5,0                                 | <5,0                           | <5,0                            | <5,0                   |
| Clorofila a                | µg/L     | 30   | <1,00   | <1,00                                | -                              | -                               | <1,00                  |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -  | 24,5  | 26,7                                 | 24,6                           | 24,5                            | 23,2                   |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75   | 46,0  | 31,0                                 | 27,0                           | 28,0                            | 50,0                   |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5  | <1,5  | <2,3                                 | <1,5                           | <1,5                            | <1,5                   |
| DQO                        | mg/L     | -  | 2,0   | 7,0                                  | 3,2                            | 3,3                             | 3,2                    |
| Dureza total               | mg/L     | -  | 13,2  | 10,8                                 | 12,0                           | 12,2                            | 10,2                   |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1  | <0,02   | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10   | <0,10   | <0,10                                | <0,10                          | <0,10                           | <0,10                  |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1  | <0,02   | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para<br>pH ≤ 7,5                                     | 0,16  | <0,10                                | <0,10                          | <0,10                           | 0,25                   |



| Parâmetros                           | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 4<br>22 de Novembro 2018 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                              |
|--------------------------------------|-----------|--|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|                                      |           |  | AM01-5604-<br>1/2018-0                              | AM02-5605-<br>1/2018-0<br>Superfície | AM02-5606-<br>1/2018-0<br>Meio | AM02-5607-<br>1/2018-0<br>Fundo | AM03-5608-<br>1/2018-0       |
| Nitrogênio orgânico                  | mg/L      | -  | 0,57  | 1,10                                 | 1,12                           | 0,57                            | 0,55                         |
| Nitrogênio total Kjeldahl            | mg/L      | -  | 0,73  | 1,10                                 | 1,12                           | 0,57                            | 0,80                         |
| Nitrogênio total                     | mg/L      | -  | 0,73  | 1,10                                 | 1,12                           | 0,57                            | 0,80                         |
| Óleos e graxas                       | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                     | <i>Virtualmente ausentes</i>                        | <i>Virtualmente ausentes</i>         | <i>Virtualmente ausentes</i>   | <i>Virtualmente ausentes</i>    | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )  | mg/L      | -  | < 0,06  | < 0,06                               | < 0,06                         | < 0,06                          | < 0,06                       |
| Oxigênio dissolvido                  | mg/L      | ≥ 5  | 7,01  | 7,09                                 | 7,07                           | 6,90                            | 6,31                         |
| pH                                   | -         | 6 a 9  | 6,04  | 6,82                                 | 6,78                           | 6,8                             | 6,0                          |
| Sólidos sedimentáveis                | mL/L      | -  | <0,5  | <0,5                                 | <0,5                           | <0,5                            | <0,5                         |
| Sólidos dissolvidos totais           | mg/L      | 500  | 59,0  | 48,00                                | 44,00                          | 73,0                            | 68,0                         |
| Sólidos suspensos totais             | mg/L      | -  | 10,0  | 18,00                                | 15,00                          | 19,0                            | 18,0                         |
| Sólidos totais                       | mg/L      | -  | 69,0  | 66,0                                 | 59,0                           | 92,0                            | 86,0                         |
| Turbidez                             | UNT       | 100  | 11,6  | 8,4                                  | 8,8                            | 10,8                            | 47,9                         |
| Coliformes totais                    | NMP/100mL | -  | >2400   | >2400                                | -                              | -                               | 1400                         |
| Coliformes termotolerantes (E. coli) | NMP/100mL | -  | 1700  | 1400                                 | -                              | -                               | 70                           |

LEGENDA:

AM01-5604-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-5605-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
 AM02-5606-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Meio;  
 AM02-5607-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Fundo;  
 AM03-5608-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 10.** Comparativo dos resultados das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade das águas superficiais da campanha realizada em março de 2019 (período chuvoso), com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36/12, Artigo 16, em três pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A.

| Parâmetros                 | Unidades | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 5<br>19 de março 2019 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                        |
|----------------------------|----------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
|                            |          |  | AM01-<br>1515-1/2019.1                           | AM02-<br>1516-1/2019.1<br>Superfície | AM02-<br>1517-1/2019.1<br>Meio | AM02-<br>1518-1/2019.2<br>Fundo | AM03-<br>1522-1/2019.1 |
| Data da coleta             | dd/mm/aa | -  | 19/03/2019                                       | 19/03/2019                           | 19/03/2019                     | 19/03/2019                      | 19/03/2019             |
| Hora da coleta             | hora     | -  | 16:10  | 7:05                                 | 7:00                           | 6:55                            | 9:00                   |
| Data da entrada no lab.    | dd/mm/aa | -  | 20/03/2019                                       | 20/03/2019                           | 20/03/2019                     | 20/03/2019                      | 19/03/2019             |
| Hora da entrada no lab.    | hora     | -  | 09:02  | 09:03                                | 09:05                          | 09:06                           | 9:14                   |
| Temperatura ambiente       | °C       | -  | 29,2   | 23,9                                 | 23,9                           | 23,8                            | 27,7                   |
| Temperatura da amostra     | °C       | -  | 28,8   | 26,5                                 | 26,9                           | 27,6                            | 27,4                   |
| Transparência              | cm       | -  | 0,35   | 0,40                                 | -                              | -                               | 0,22                   |
| Alcalinidade total         | mg/L     | -  | 12,0   | 11,0                                 | 13,0                           | 12,0                            | 12,0                   |
| Cloreto                    | mg/L     | 250  | <5,0   | <5,0                                 | <5,0                           | <5,0                            | <5,0                   |
| Clorofila a                | µg/L     | 30   | <1,0   | <1,0                                 | -                              | -                               | <1,0                   |
| Condutividade elétrica     | µS/cm    | -  | 22,7   | 22,6                                 | 23,9                           | 24,7                            | 22,6                   |
| Cor verdadeira             | mg/L     | 75   | 22,0   | 25,0                                 | 27,0                           | 24,0                            | 40,0                   |
| DBO <sub>(5,20)</sub>      | mg/L     | 5  | <1,5   | <1,5                                 | <1,5                           | <1,5                            | <1,5                   |
| DQO                        | mg/L     | -  | 3,7  | 1,9                                  | <1,5                           | 2,7                             | 3,5                    |
| Dureza total               | mg/L     | -  | 11,6   | 10,0                                 | 10,4                           | 10,4                            | 10,8                   |
| Fósforo total (como P)     | mg/L     | 0,1  | < 0,02   | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrato (como N)           | mg/L     | 10   | < 0,10   | 0,20                                 | 0,30                           | <0,10                           | <0,10                  |
| Nitrito (como N)           | mg/L     | 1  | < 0,02   | <0,02                                | <0,02                          | <0,02                           | <0,02                  |
| Nitrogênio amoniacal total | mg/L     | 3,7 mg N/L, para<br>pH ≤ 7,5                                     | <0,10  | <0,10                                | <0,10                          | <0,10                           | 0,17                   |

| Parâmetros                                    | Unidades  | VMP<br>CONAMA 357<br>Art. 15 e<br>CECA/MS 36<br>Art. 16 Classe 2 | OPERAÇÃO 5<br>19 de março 2019 - Período chuvoso |                                      |                                |                                 |                              |
|---|-----------|--|--|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
|   |           |  | AM01-<br>1515-1/2019.1                           | AM02-<br>1516-1/2019.1<br>Superfície | AM02-<br>1517-1/2019.1<br>Meio | AM02-<br>1518-1/2019.2<br>Fundo | AM03-<br>1522-1/2019.1       |
| Nitrogênio orgânico                           | mg/L      | -  | 0,29   | 0,29                                 | 0,28                           | 0,33                            | 0,28                         |
| Nitrogênio total Kjeldahl                     | mg/L      | -  | 0,38   | 0,35                                 | 0,35                           | 0,42                            | 0,45                         |
| Nitrogênio total                              | mg/L      | -  | 0,38   | 0,55                                 | 0,65                           | 0,42                            | 0,45                         |
| Óleos e graxas                                | mg/L      | <i>Virtualmente ausentes</i>                                     | <i>Virtualmente ausentes</i>                     | <i>Virtualmente ausentes</i>         | <i>Virtualmente ausentes</i>   | <i>Virtualmente ausentes</i>    | <i>Virtualmente ausentes</i> |
| Ortofosfato (como PO <sub>4</sub> )           | mg/L      | -  | < 0,06   | < 0,06                               | < 0,06                         | < 0,06                          | < 0,06                       |
| Oxigênio dissolvido                           | mg/L      | ≥ 5  | 7,07   | 8,02                                 | 8,11                           | 8,20                            | 5,74                         |
| pH  | -         | 6 a 9  | 6,74   | 7,23                                 | 7,03                           | 7,48                            | 7,37                         |
| Sólidos sedimentáveis                         | mL/L      | -  | <0,5   | <0,5                                 | <0,5                           | <0,5                            | <0,5                         |
| Sólidos dissolvidos totais                    | mg/L      | 500  | 11,0   | 32,0                                 | 22,0                           | 30,0                            | 31,0                         |
| Sólidos suspensos totais                      | mg/L      | -  | 38,0   | 20,0                                 | 26,0                           | 13,0                            | 28,0                         |
| Sólidos totais                                | mg/L      | -  | 49,0   | 52,0                                 | 48,0                           | 43,0                            | 59,0                         |
| Turbidez                                      | UNT       | 100  | 15,3   | 11,2                                 | 12,1                           | 13,2                            | 20,2                         |
| Coliformes totais                             | NMP/100mL | -  | 4100   | 3700                                 | -                              | -                               | 4100                         |
| Coliformes termotolerantes ( <i>E. coli</i> ) | NMP/100mL | -  | 94,0   | 30,0                                 | -                              | -                               | 230,0                        |

LEGENDA:

AM01-1515-1/2019-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02-1516-1/2019-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
 AM02-1517-1/2019-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Meio;  
 AM02-1518-1/2019-2 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Fundo;  
 AM03-1522-1/2019-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.2.2 Índice de Qualidade da Água (IQA<sub>CETESB</sub>)

As **Tabelas 11 a 14** apresentam a classificação dos pontos de monitoramento no Rio Verde, na área de influência da PCH Verde 4A, de acordo com o IQA da CETESB nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019.

**Tabela 11.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em outubro de 2017.

| Parâmetros                         | Pesos W <sub>i</sub> | ANTES DO ENCHIMENTO - 29 de Outubro de 2017- Período chuvoso |              |              |
|------------------------------------|----------------------|--|--------------|--------------|
|                                    |                      | AM01-4938-17   | AM01-4939-17 | AM01-4940-17 |
| q <sub>1</sub> (% Sat OD)          | 0,17                 | 97,8   | 97,8         | 97,8         |
| q <sub>2</sub> (Coli Fecal)        | 0,15                 | 31,2   | 31,2         | 31,2         |
| q <sub>3</sub> (pH)                | 0,12                 | 92,1   | 92,1         | 92,1         |
| q <sub>4</sub> (DBO <sub>5</sub> ) | 0,10                 | 78,1   | 78,1         | 78,1         |
| q <sub>5</sub> (N <sub>T</sub> )   | 0,10                 | 97,6   | 97,6         | 97,6         |
| q <sub>6</sub> (P <sub>T</sub> )   | 0,10                 | 98,1   | 98,1         | 98,1         |
| q <sub>7</sub> (Turb)              | 0,08                 | 73,6   | 73,6         | 73,6         |
| q <sub>8</sub> (S <sub>T</sub> )   | 0,08                 | 72,6   | 72,6         | 72,6         |
| q <sub>9</sub> (T)                 | 0,10                 | 92,5   | 92,5         | 92,5         |
| <b>IQA (CETESB)</b>                |                      | <b>75,9</b>  | <b>76,5</b>  | <b>82,8</b>  |
|                                    |                      | <b>BOA</b>   | <b>BOA</b>   | <b>ÓTIMA</b> |

LEGENDA:

AM01-4938-17- Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-4939-17- Ponto AM02- Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A;

AM03-4940-17- Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 12.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em março de 2018.

| Parâmetros                         | Pesos $W_i$ | OPERAÇÃO 1 - 20 de Março de 2018 – Período chuvoso |                    |                    |
|------------------------------------|-------------|--|--------------------|--------------------|
|                                    |             | AM01-1228-1/2018-0                                 | AM02-1229-1/2018-0 | AM03-1232-1/2018-0 |
| q <sub>1</sub> (% Sat OD)          | 0,17        | 97,3   | 90,1               | 96,9               |
| q <sub>2</sub> (Coli Fecal)        | 0,15        | 16,0   | 33,5               | 16,5               |
| q <sub>3</sub> (pH)                | 0,12        | 85,4   | 87,3               | 65,9               |
| q <sub>4</sub> (DBO <sub>5</sub> ) | 0,10        | 72,5   | 83,1               | 83,1               |
| q <sub>5</sub> (N <sub>T</sub> )   | 0,10        | 96,9   | 97,3               | 97,9               |
| q <sub>6</sub> (P <sub>T</sub> )   | 0,10        | 98,1   | 98,1               | 98,1               |
| q <sub>7</sub> (Turb)              | 0,08        | 60,7   | 77,1               | 60,5               |
| q <sub>8</sub> (S <sub>T</sub> )   | 0,08        | 84,9   | 85,0               | 86,1               |
| q <sub>9</sub> (T)                 | 0,10        | 92,5   | 92,5               | 92,5               |
| <b>IQA (CETESB)</b>                |             | <b>67,2</b>  | <b>76,9</b>        | <b>66,5</b>        |
|                                    |             | <b>BOA</b>   | <b>BOA</b>         | <b>BOA</b>         |

LEGENDA:

AM01-1228-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-1229-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-1232-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 13.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em junho de 2018.

| Parâmetros                         | Pesos $W_i$ | OPERAÇÃO 2 - 26 e 28 de Junho de 2018 - Período seco |                    |                    |
|------------------------------------|-------------|--|--------------------|--------------------|
|                                    |             | AM01-2848-1/2018-0                                   | AM02-2890-1/2018-2 | AM03-2849-1/2018-1 |
| q <sub>1</sub> (% Sat OD)          | 0,17        | 88,5   | 87,3               | 63,2               |
| q <sub>2</sub> (Coli Fecal)        | 0,15        | 34,5   | 56,6               | 64,1               |
| q <sub>3</sub> (pH)                | 0,12        | 83,9   | 60,3               | 66,4               |
| q <sub>4</sub> (DBO <sub>5</sub> ) | 0,10        | 83,1   | 83,1               | 83,1               |
| q <sub>5</sub> (N <sub>T</sub> )   | 0,10        | 98,3   | 99,2               | 99,1               |
| q <sub>6</sub> (P <sub>T</sub> )   | 0,10        | 98,1   | 98,1               | 98,1               |
| q <sub>7</sub> (Turb)              | 0,08        | 69,1   | 84,0               | 83,8               |
| q <sub>8</sub> (S <sub>T</sub> )   | 0,08        | 83,6   | 85,1               | 84,6               |
| q <sub>9</sub> (T)                 | 0,10        | 92,5   | 92,5               | 92,5               |
| <b>IQA (CETESB)</b>                |             | <b>75,9</b>  | <b>79,8</b>        | <b>77,8</b>        |
|                                    |             | <b>BOA</b>   | <b>ÓTIMA</b>       | <b>BOA</b>         |

LEGENDA:

AM01-2848-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-2890-1/2018-2 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-2849-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 14.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em setembro de 2018.

| Parâmetros                         | Pesos $W_i$ | OPERAÇÃO 3 - 25 e 27 de Setembro de 2018 - Período seco |                    |                    |
|------------------------------------|-------------|---|--------------------|--------------------|
|                                    |             | AM01-4501-1/2018-0                                      | AM02-4538-1/2018-0 | AM03-4502-1/2018-0 |
| q <sub>1</sub> (% Sat OD)          | 0,17        | 99,1  | 97,9               | 91,6               |
| q <sub>2</sub> (Coli Fecal)        | 0,15        | 41,5  | 66,4               | 33,5               |
| q <sub>3</sub> (pH)                | 0,12        | 89,7  | 91,7               | 91,7               |
| q <sub>4</sub> (DBO <sub>5</sub> ) | 0,10        | 83,1  | 83,1               | 83,1               |
| q <sub>5</sub> (N <sub>T</sub> )   | 0,10        | 96,9  | 96,4               | 98,2               |
| q <sub>6</sub> (P <sub>T</sub> )   | 0,10        | 98,1  | 98,1               | 98,1               |
| q <sub>7</sub> (Turb)              | 0,08        | 77,2  | 72,7               | 73,4               |
| q <sub>8</sub> (S <sub>T</sub> )   | 0,08        | 85,2  | 84,9               | 84,0               |
| q <sub>9</sub> (T)                 | 0,10        | 92,5  | 92,5               | 92,5               |
| <b>IQA (CETESB)</b>                |             | <b>81,1</b>   | <b>86,4</b>        | <b>77,3</b>        |
|                                    |             | <b>ÓTIMA</b>  | <b>ÓTIMA</b>       | <b>BOA</b>         |

LEGENDA:

AM01-4501-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-4538-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-4502-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 15.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em novembro de 2018.

| Parâmetros                         | Pesos $W_i$ | OPERAÇÃO 4 - 22 de Novembro de 2018 - Período chuvoso |                    |                    |
|------------------------------------|-------------|---|--------------------|--------------------|
|                                    |             | AM01-5604-1/2018-1                                    | AM02-5605-1/2018-1 | AM03-5608-1/2018-1 |
| q <sub>1</sub> (% Sat OD)          | 0,17        | 90,9  | 96,7               | 86,4               |
| q <sub>2</sub> (Coli Fecal)        | 0,15        | 17,5  | 18,7               | 43,6               |
| q <sub>3</sub> (pH)                | 0,12        | 62,1  | 88,1               | 60,3               |
| q <sub>4</sub> (DBO <sub>5</sub> ) | 0,10        | 83,1  | 75,3               | 83,1               |
| q <sub>5</sub> (N <sub>T</sub> )   | 0,10        | 94,2  | 91,4               | 93,7               |
| q <sub>6</sub> (P <sub>T</sub> )   | 0,10        | 98,1  | 98,1               | 98,1               |
| q <sub>7</sub> (Turb)              | 0,08        | 74,3  | 80,4               | 39,1               |
| q <sub>8</sub> (S <sub>T</sub> )   | 0,08        | 86,0  | 86,0               | 86,0               |
| q <sub>9</sub> (T)                 | 0,10        | 92,5  | 92,5               | 92,5               |
| <b>IQA (CETESB)</b>                |             | <b>66,7</b>   | <b>70,5</b>        | <b>71,7</b>        |
|                                    |             | <b>BOA</b>  | <b>BOA</b>         | <b>BOA</b>         |

LEGENDA:

AM01-5604-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-5605-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-5608-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.



**Tabela 16.** Classificação da qualidade das águas superficiais IQA<sub>CETESB</sub>, nos pontos amostrados em março de 2019.

| Parâmetros      | Pesos W <sub>i</sub> | OPERAÇÃO 5 - 19 de Março de 2019 - Período chuvoso |                    |                    |
|-----------------|----------------------|--|--------------------|--------------------|
|                 |                      | AM01-1515-1/2019-1                                 | AM02-1516-1/2019-1 | AM03-1522-1/2019-1 |
| q1 (% Sat OD)   | 0,17                 | 94,2   | 97,0               | 78,4               |
| q2 (Coli Fecal) | 0,15                 | 40,6   | 52,9               | 32,3               |
| q3 (pH)         | 0,12                 | 86,4   | 91,7               | 92,5               |
| q4 (DBO5)       | 0,10                 | 83,1   | 83,1               | 83,1               |
| q5 (NT)         | 0,10                 | 96,9   | 94,8               | 96,4               |
| q6 (PT)         | 0,10                 | 98,1   | 98,1               | 98,1               |
| q7 (Turb)       | 0,08                 | 68,2   | 73,4               | 61,6               |
| q8 (ST)         | 0,08                 | 85,3   | 85,2               | 85,8               |
| q9 (T)          | 0,10                 | 92,5   | 92,5               | 92,5               |
| IQA (CETESB)    |                      | <b>78,9</b>  | <b>83,3</b>        | <b>73,8</b>        |
|                 |                      | <b>BOA</b>   | <b>ÓTIMA</b>       | <b>BOA</b>         |

LEGENDA:

AM01-1515-1/2019-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-1516-1/2019-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-1522-1/2019-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.2.3 Índice do Estado Trófico das Águas Superficiais

As **Tabelas 15 a 19** apresentam a classificação do estado trófico do Rio Verde nos três pontos de amostragem, na área de influência da PCH Verde 4A, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019.

**Tabela 17.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em outubro de 2017.

| Parâmetros                             | ANTES DO ENCHIMENTO - 29 de Outubro de 2017- Período chuvoso |                     |                    |
|--|--|---------------------|--------------------|
|  | AM01-4938-17   | AM02-4939-17        | AM03-4940-17       |
| Fósforo total (µg/L)                   | 20,0   | 20,0                | 40,0               |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4   | 51,4                | 55,0               |
| Tipo de ambiente                       | <b>Lótico</b>  | <b>Lótico</b>       | <b>Lótico</b>      |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>  | <b>Oligotrófico</b> | <b>Mesotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-4938-17- Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-4939-17- Ponto AM02- Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A;

AM03-4940-17- Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 18.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em março de 2018.

| Parâmetros                             | OPERAÇÃO 1 - 20 de Março de 2018 - Período chuvoso |                     |                     |
|--|--|---------------------|---------------------|
|  | AM01-1228-1/2018-0                                 | AM02-1229-1/2018-0  | AM03-1232-1/2018-0  |
| Fósforo total (µg/L)                   | 20,0   | < 20,0              | < 20,0              |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4   | 51,4                | 51,4                |
| <b>Tipo de ambiente</b>                | <b>Lótico</b>                                      | <b>Lêntico</b>      | <b>Lótico</b>       |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>                                | <b>Oligotrófico</b> | <b>Oligotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-1228-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-1229-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-1232-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 19.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em junho de 2018.

| Parâmetros                             | OPERAÇÃO 2 - 26 e 28 de Junho de 2018 - Período seco |                    |                     |
|--|--|--------------------|---------------------|
|  | AM01-2848-1/2018-1                                   | AM02-2890-1/2018-2 | AM03-2849-1/2018-1  |
| Fósforo total (µg/L)                   | < 20,0   | 20,0               | < 20,0              |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4   | 60,5               | 51,4                |
| <b>Tipo de ambiente</b>                | <b>Lótico</b>  | <b>Lêntico</b>     | <b>Lótico</b>       |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>                                  | <b>Mesotrófico</b> | <b>Oligotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-2848-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-2890-1/2018-2 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-2849-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 20.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em setembro de 2018.

| Parâmetros                             | OPERAÇÃO 3 - 25 e 27 de Setembro de 2018 - Período seco |                    |                     |
|--|---|--------------------|---------------------|
|  | AM01-4501-1/2018-0                                      | AM02-4538-1/2018-0 | AM03-4502-1/2018-0  |
| Fósforo total (µg/L)                   | < 20,0  | < 20,0             | < 20,0              |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4  | 60,5               | 51,4                |
| <b>Tipo de ambiente</b>                | <b>Lótico</b>   | <b>Lêntico</b>     | <b>Lótico</b>       |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>                                     | <b>Mesotrófico</b> | <b>Oligotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-4501-1/2018-0 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
AM02-4538-1/2018-0 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
AM03-4502-1/2018-0 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 21.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em novembro de 2018.

| Parâmetros                             | OPERAÇÃO 4 - 22 de Novembro de 2018 - Período chuvoso |                    |                     |
|--|---|--------------------|---------------------|
|  | AM01-5604-1/2018-1                                    | AM02-5605-1/2018-1 | AM03-5608-1/2018-1  |
| Fósforo total (µg/L)                   | < 20,0  | 20,0               | < 20,0              |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4  | 60,5               | 51,4                |
| <b>Tipo de ambiente</b>                | <b>Lótico</b>   | <b>Lêntico</b>     | <b>Lótico</b>       |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>                                   | <b>Mesotrófico</b> | <b>Oligotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-5604-1/2018-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
AM02-5605-1/2018-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;  
AM03-5608-1/2018-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 22.** Classificação segundo o IET - Fósforo da qualidade da água do Rio Verde nos três pontos de amostragem, em campanha realizada em março de 2019.

| Parâmetros                             | OPERAÇÃO 5 - 19 de Março de 2019 - Período chuvoso |                    |                     |
|--|--|--------------------|---------------------|
|  | AM01-1515-1/2019-1                                 | AM02-1516-1/2019-1 | AM03-1522-1/2019-1  |
| Tipo de ambiente                       | Lótico   | Lêntico            | Lótico              |
| Fósforo total (µg/L)                   | < 20,0   | 20,0               | < 20,0              |
| Ponderação IET - PT                    | 51,4   | 60,5               | 51,4                |
| <b>Tipo de ambiente</b>                | <b>Lótico</b>                                      | <b>Lêntico</b>     | <b>Lótico</b>       |
| <b>Classificação IET - PT (CETESB)</b> | <b>Oligotrófico</b>                                | <b>Mesotrófico</b> | <b>Oligotrófico</b> |

LEGENDA:

AM01-1515-1/2019-1 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-1516-1/2019-1 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A - Superfície;

AM03-1522-1/2019-1 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.3 Discussão

Para avaliar a qualidade da água do Rio Verde foi realizado um comparativo dos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas de seis campanhas de monitoramento, sendo uma proveniente da fase antes do enchimento e, cinco provenientes da fase de operação do reservatório, concluídas no período de outubro de 2017 a março de 2019, com os padrões definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, Artigo 15 (BRASIL, 2005) e Deliberação CECA/MS nº 36/2012, Artigo 16 (IMASUL, 2012), que estabelecem os padrões (VMPs) para classificação das águas superficiais de classe 2. Também foram aplicados o Índice de Qualidade da Água da CETESB (IQA-CETESB), e o Índice de Estado Trófico para o fósforo (IET-PT), modificado por Lamparelli (2004), para avaliação do grau de trofia dos cursos hídricos.

#### 3.3.1 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Águas Superficiais

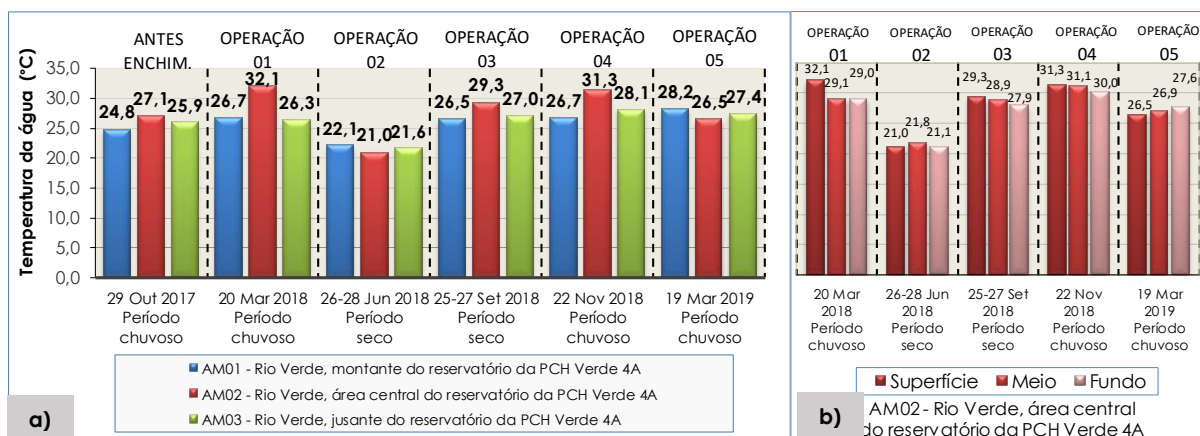
##### 3.3.1.1 Temperatura

A temperatura da água nas seis campanhas variou entre 22,1 °C e 28,2 °C no ponto AM01, entre 21,0 °C a 32,1 °C no ponto AM02 e, entre 21,6 °C e 28,1 °C no ponto AM03 (**Figura 6a**). Correlacionando as temperaturas antes do enchimento com as cinco campanhas realizadas na fase de operação apresentaram-se similares, e as diferenças registradas são mais em função da estação do ano e da variação diurna e incidência de sol.

As temperaturas no ponto AM02, área central do reservatório, nas cinco campanhas de operação, variaram entre 26,5 °C e 32,1 °C na superfície, entre 21,8 °C e 29,1 °C no meio e entre 21,1 °C e 30 °C no fundo (**Figura 6b**). As temperaturas foram próximas sendo as diferenças devido a estação do ano e da variação diurna. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para o parâmetro temperatura para águas doces de classe 2.

As variações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A

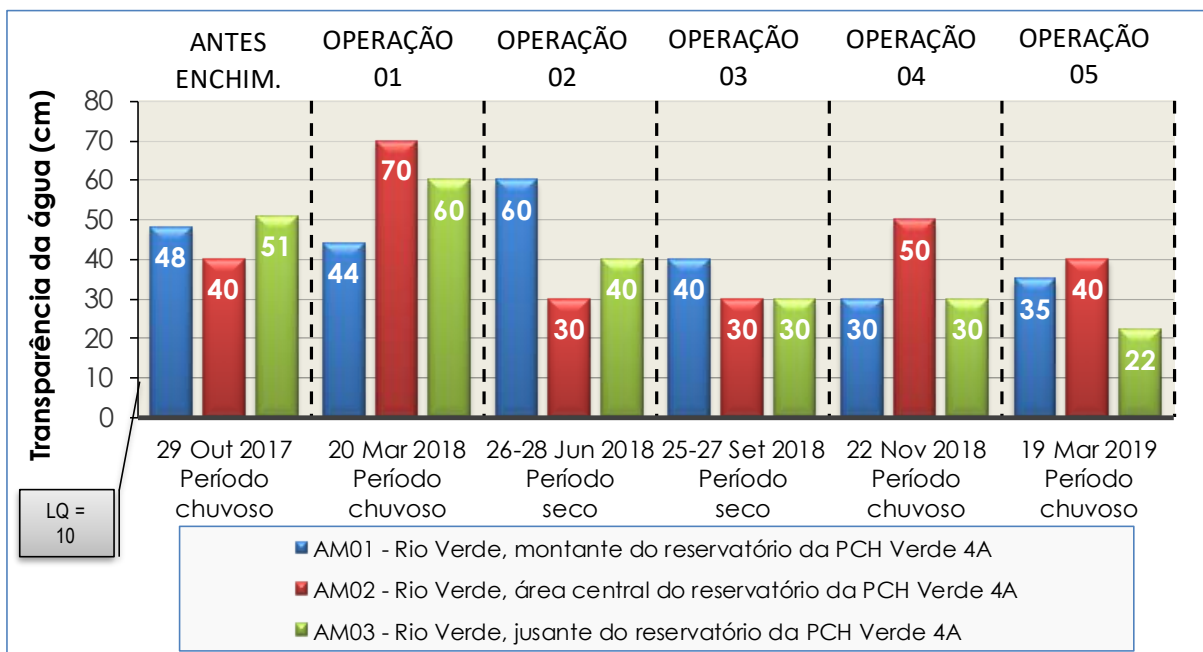
temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009).



**Figura 6.** Temperatura da água no Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019.

### 3.3.1.2 Transparência da Água

A transparência da água variou entre 30 cm a 60 cm no ponto AM01, entre 30 cm e 70 cm no ponto AM02 e, no ponto AM03 a variação foi entre 22 cm a 60 cm (**Figura 7**). A diferença dos valores de transparência da água entre os períodos sazonais ocorre, principalmente, devido ao aumento de cor e turbidez na água, em decorrência do período de chuvas que implica no aumento de escoamento superficial da bacia hidrográfica para dentro do corpo hídrico.



**Figura 7.** Transparência da água no Rio Verde em três pontos de amostragem, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

A transparência indica a capacidade da água de permitir a passagem dos raios luminosos. A capacidade de penetração da luz diminui à medida que aumenta a profundidade, pela dispersão da energia luminosa. Quanto menor a transparência da água, menor é a visibilidade (Pádua, 2010).

A Resolução CONAMA nº 357, Artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36, Artigo 16, não estabelecem padrão para o parâmetro transparência.

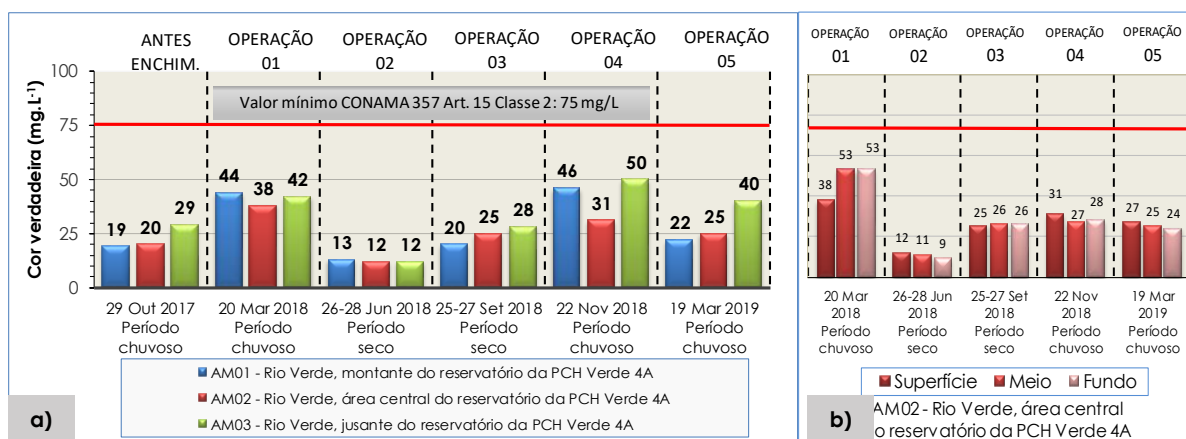
### 3.3.1.3 Cor Verdadeira

O parâmetro cor verdadeira da água variou entre 12,0 mg/L e 50,0 mg/L ao longo das seis campanhas discutidas neste relatório (**Figura 8a**). Os menores valores de cor verdadeira foram registrados na campanha de junho de 2018 (período seco e estação de inverno). Os valores encontrados no perfil vertical do ponto AM02 foram 38,0 mg/L em março de 2018, 12 em junho de 2018, 25 em setembro, 31 mg/L em novembro de 2018 e 25 mg/L em março de 2019 no ponto de superfície, 53,0 mg/L 11,0 mg/L, 26 nas campanhas respectivamente de 2018 e 25,0 mg/L em março de 2019, no ponto meio, e 53, 9,026 e 38 nas campanhas de 2018 e 24,0 mg/L em março de 2019 no ponto de fundo (**Figura 8b**).



Não se observou diferenças significativas entre a campanha antes do enchimento e as campanhas de operação, e nem quanto ao perfil vertical, sendo a variação mais em função da sazonalidade, onde na seca os valores são menores e no período chuvoso são mais acentuados.

Verificou-se que os valores de cor verdadeira da água registrados no Rio Verde atenderam ao padrão de 75,0 mg/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 para águas doces de classe 2.



**Figura 8.** Cor verdadeira da água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019.

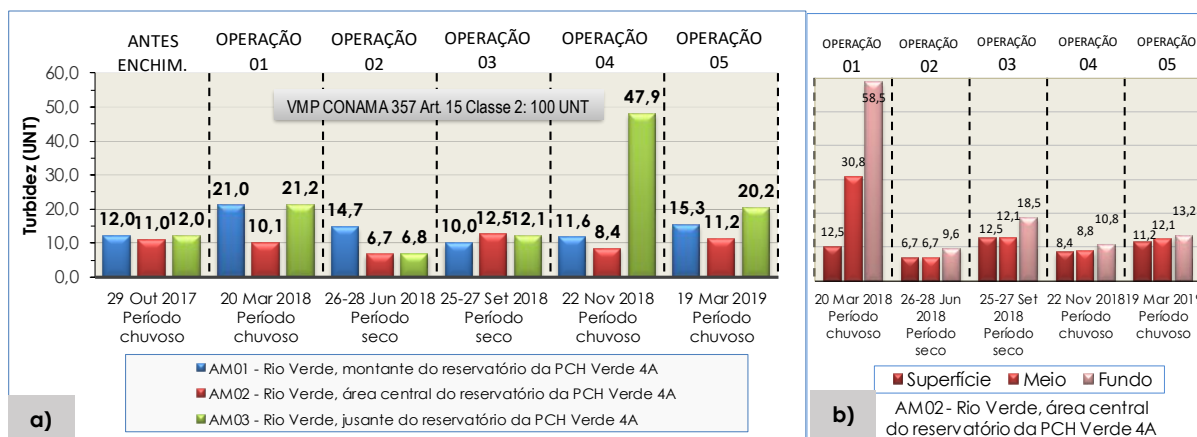
Em águas naturais, a cor é proveniente da decomposição da matéria orgânica (principalmente vegetais, ácidos húmicos e fúlvicos) e também, presença de metais como ferro e manganês (CETESB, 2001). A forma do constituinte responsável pelo parâmetro cor são os sólidos dissolvidos (von Sperling, 2007).

### 3.3.1.4 Turbidez

A turbidez da água na superfície apresentou-se abaixo de 25,0 UNT nas cinco campanhas de monitoramento, realizadas no período de antes do enchimento e operação do reservatório (**Figura 9a**), com exceção do ponto AM03 na campanha de novembro de 2018, que apresentou 47,9 UNT. Os valores de turbidez da água no perfil vertical do ponto AM02, a turbidez da água variou entre 6,7 e 12,5 UNT na superfície, entre 6,7 e 30,8 UNT no meio e entre 9,6 e 58,5 UNT no fundo (**Figura 9b**). A

alta diferença nos valores de turbidez na campanha de março de 2018 entre superfície e fundo, pode ser devido ao processo de sedimentação em decorrência do recente enchimento do reservatório e o alto valor encontrado no ponto a jusante da campanha de novembro de 2018, pode estar relacionado a alguma intervenção antes deste ponto, esta diferença não foi mais evidenciada na campanha posterior (março de 2019).

Os valores medidos de turbidez atenderam ao VMP de 100 UNT estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 para águas doces de classe 2.



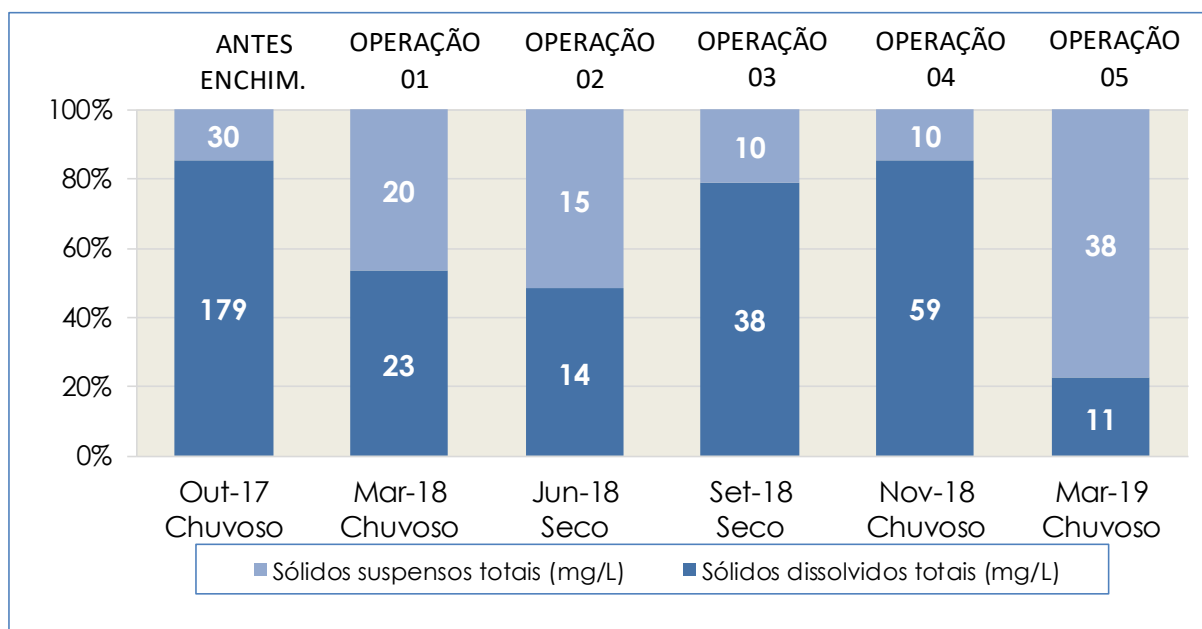
**Figura 9.** Turbidez da água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** nas campanhas realizadas entre o período de março de 2018 a março de 2019.

Turbidez é a propriedade da água de desviar raios luminosos (Braga *et al.*, 2002). É causada por matérias sólidas em suspensão, como: colóides, plâncton, matéria orgânica e microrganismos. Suas principais fontes são as partículas de solos provenientes da superfície da bacia hidrográfica, devido a desmatamentos, processos erosivos e atividades de mineração e, ao lançamento de efluentes que contenham materiais finos (Maciel Jr., 2000).

### 3.3.1.5 Sólidos Dissolvidos, Suspensos e Totais

As concentrações de sólidos dissolvidos totais no ponto AM01 variaram entre 11 mg/L e 179 mg/L. E a variação de sólidos suspensos foi entre 10 mg/L e 38 mg/L. As campanhas de outubro de 2017 (período chuvoso, antes do enchimento) e

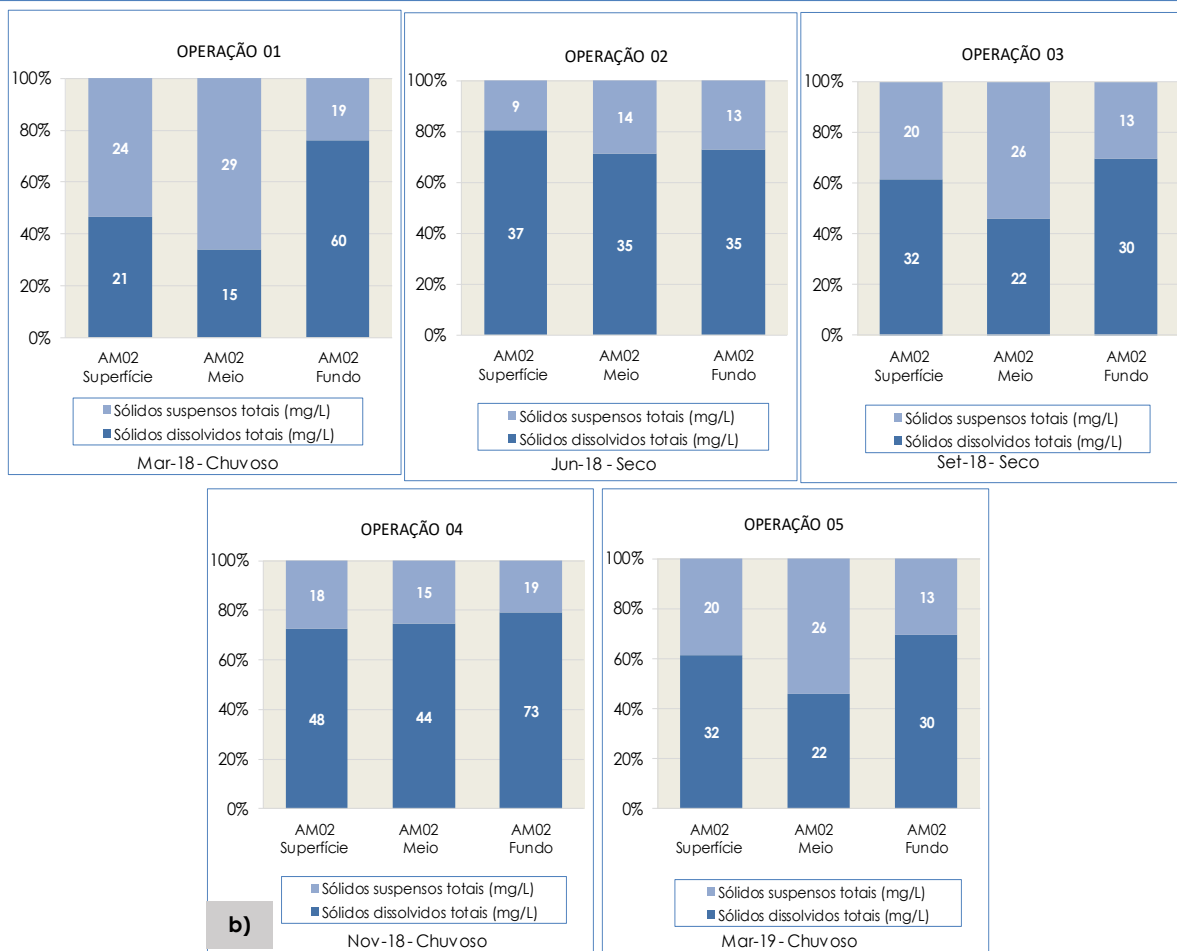
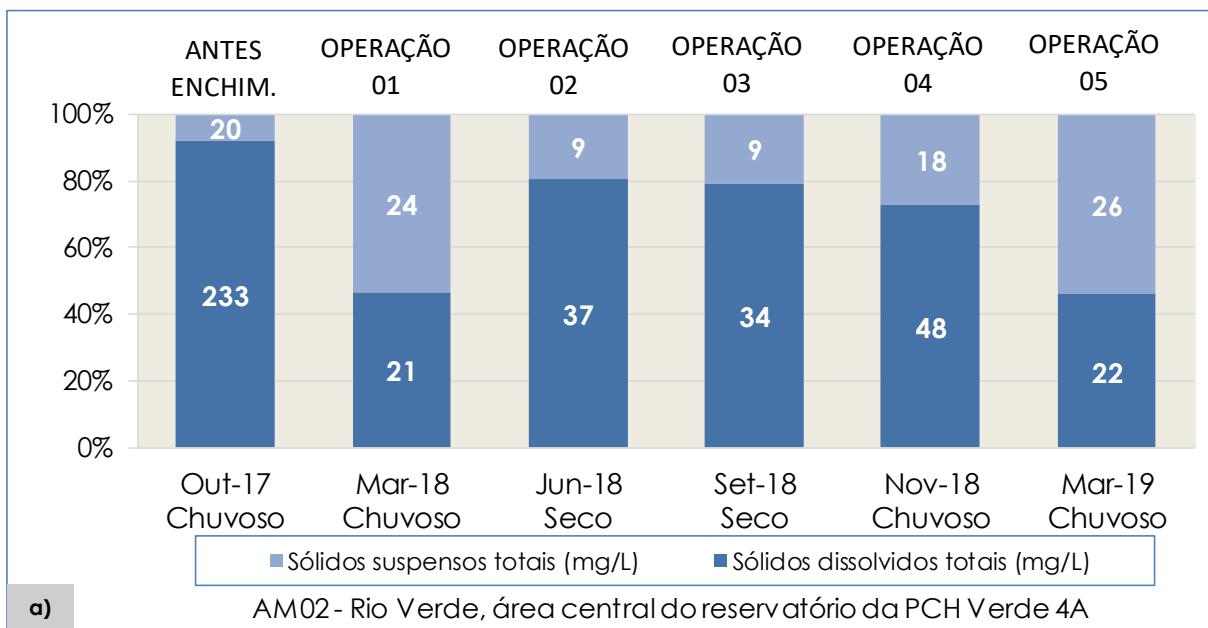
novembro de 2018, período chuvoso, foram as que registraram as maiores concentrações de sólidos dissolvidos totais, com 179 e 59 mg/L, respectivamente (**Figura 10**).



**Figura 10.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde, ponto AM01, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

As concentrações de sólidos dissolvidos totais no ponto AM02 variaram entre 21 mg/L e 233 mg/L. A variação de sólidos suspensos foi entre 9 mg/L a 26 mg/L. As campanhas de outubro de 2017 e novembro de 2018, período chuvoso, foram as que registraram as maiores concentrações de sólidos dissolvidos totais, 233 mg/L e 48 mg/L, respectivamente (**Figura 11a**). No perfil vertical do ponto AM02, a maior variação de sólidos dissolvidos totais foi evidenciada na campanha de março de 2018, um mês após o enchimento do reservatório (15 no ponto do meio e 60 no ponto do fundo). E a variação de sólidos suspensos foi de 24 mg/L na superfície, 29 mg/L no meio e 19 mg/L no fundo. (**Figura 11b**).

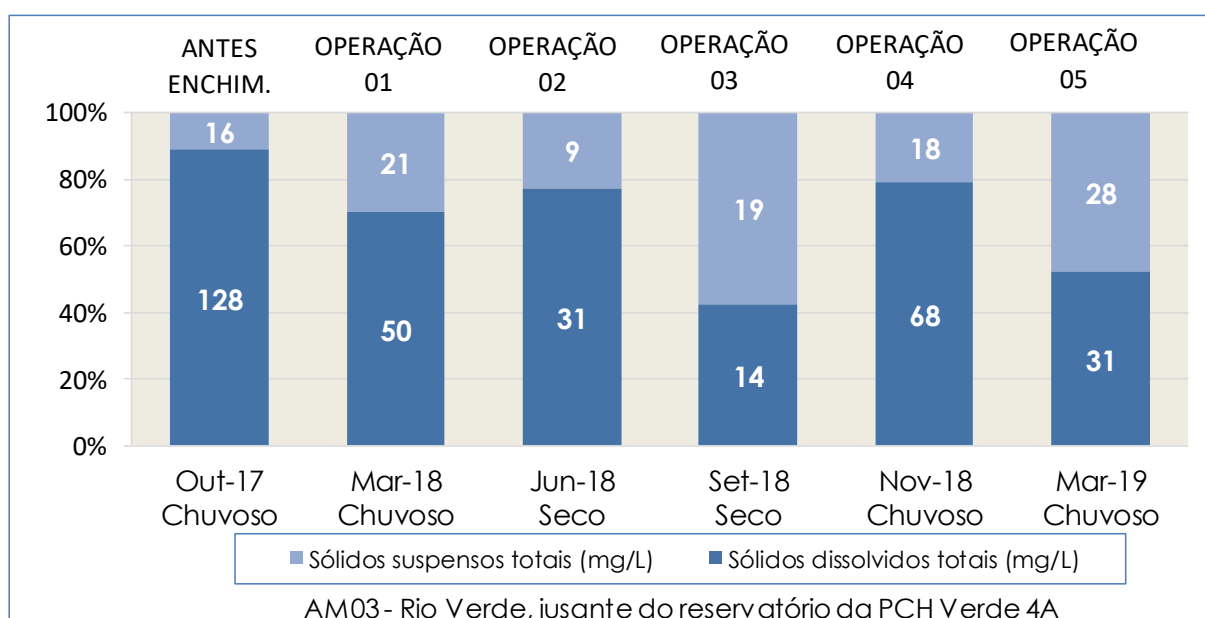
Observa-se as menores variações no perfil vertical nas campanhas de junho e novembro de 2018.



**Figura 11.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde: **a)** ponto AM02, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de Operação do Reservatório da PCH

Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 a março de 2019.

Ainda no ponto AM02, na campanha de novembro de 2018, a variação de sólidos dissolvidos totais foi de 48 mg/L na superfície, 44 mg/L no meio e de 73 mg/L no fundo. E a variação de sólidos suspensos foi de 18 mg/L na superfície, 15 mg/L no meio e 19 mg/L no fundo. E na campanha de março de 2019, a variação de sólidos dissolvidos totais foram de 32 mg/L na superfície, 22 mg/L no meio e de 30 mg/L no fundo. E a variação de sólidos suspensos foi de 20 mg/L na superfície, 26 mg/L no meio e 13 mg/L no fundo.



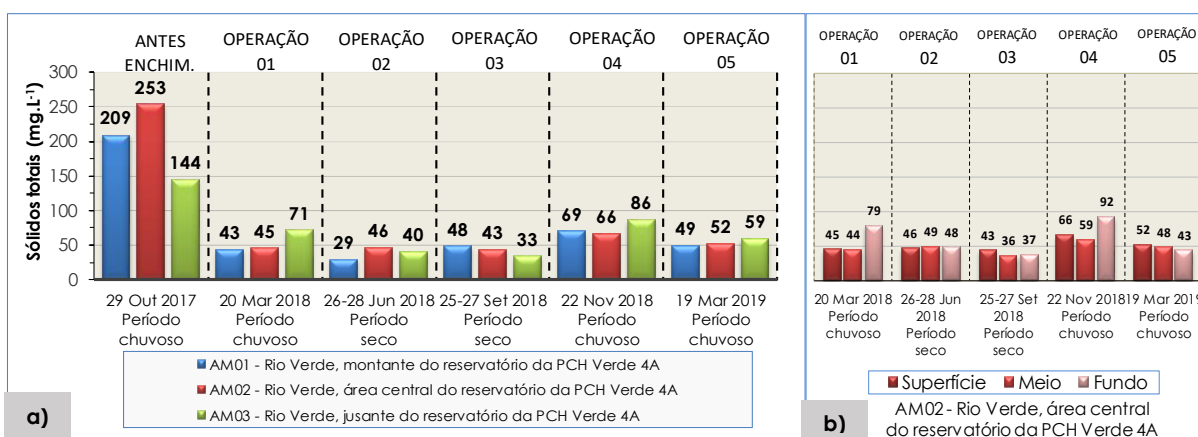
**Figura 12.** Concentrações de sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais na água do Rio Verde, ponto AM03, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2018, fases antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

No ponto AM03, as concentrações de sólidos dissolvidos totais variaram entre 14 mg/L e 128 mg/L. A variação de sólidos suspensos foi entre 9 mg/L e 28 mg/L. As campanhas de outubro de 2017 e novembro de 2018, período chuvoso, foram as que registraram as maiores concentrações de sólidos dissolvidos totais, com 128 mg/L e 68 mg/L, respectivamente (Figura 12). As variações nas concentrações de sólidos podem estar relacionadas com o processo de enchimento, bem

como também a ocorrências de chuvas do período. As futuras campanhas demonstrarão melhor as razões da variação.

A Resolução CONAMA nº 357 e a Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 500 mg/L, para o parâmetro sólidos dissolvidos totais, em águas doces de classe 2. Verificou-se que os três pontos amostrados no Rio Verde atenderam a esse padrão na campanha antes do enchimento e nas cinco campanhas de operação.

As maiores concentrações de sólidos totais foram observadas na campanha de outubro de 2017, quando ocorreram valores variando entre 144 mg/L a 253 mg/L. As campanhas no período seco, realizadas em junho e setembro de 2018, apresentaram as menores concentrações de sólidos totais, com concentrações abaixo dos 50 mg/L em todos os pontos monitorados. Nas campanhas da fase de operação, anteriores a de novembro de 2018 e, na campanha de março de 2019, as concentrações de sólidos totais, para todos os pontos monitorados, ficaram abaixo de 75 mg/L (**Figura 13a**). Em novembro de 2018 (período chuvoso), apenas o ponto AM03 apresentou sólidos totais com 86 mg/L. As concentrações de sólidos totais no perfil vertical (meio e fundo) na maioria ficou abaixo de 75 mg/L, com exceção do ponto AM02-fundo nas campanhas de março e novembro de 2018, com 79 e 92 mg/L, respectivamente (**Figura 13b**). A Resolução CONAMA nº 357 e a Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem padrão para esse parâmetro.



**Figura 13.** Concentrações de sólidos totais na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

A determinação das concentrações de sólidos é importante para definir as condições ambientais, baseado no fato de que esses sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática em geral (CETESB, 2009).

#### **3.3.1.6 Sólidos Sedimentáveis**

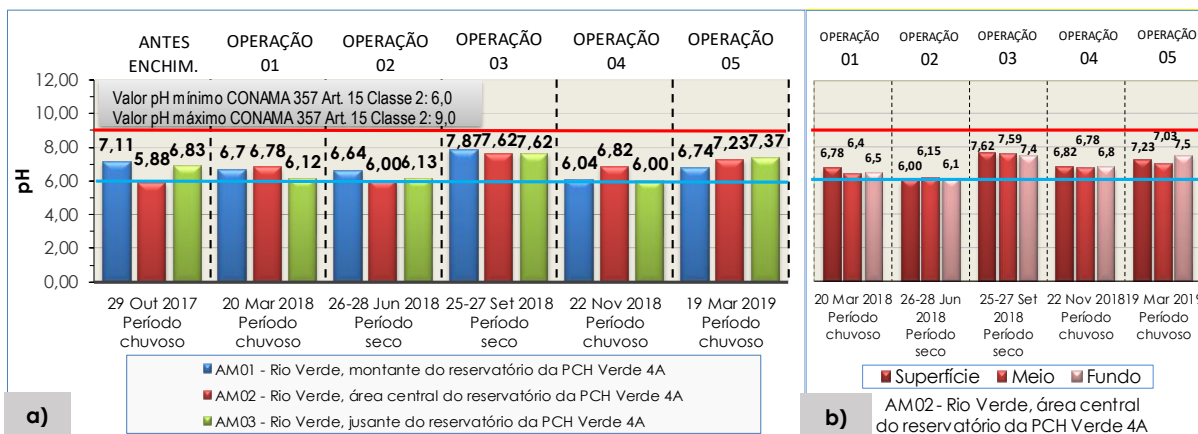
Os sólidos sedimentáveis estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico, ou seja menor que 0,1 mL/L na campanha de outubro de 2017, e menores que 0,5 mL/L nas campanhas da fase de operação, março, junho, setembro, novembro de 2018 e março de 2019, nos três pontos de amostragem do Rio Verde, nas seis campanhas de monitoramento concluídas, uma na fase antes do enchimento e outras cinco na fase operação do reservatório. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem padrão para esse parâmetro.

Os sólidos em suspensão são divididos em sedimentáveis e não sedimentáveis, sendo originados do carreamento de solos por escoamento superficial, devido a processos erosivos e desmatamento na bacia, do lançamento de efluentes e da dragagem para remoção de areia e atividades de garimpo. Altas concentrações destes sólidos aumentam a turbidez, prejudicando a produtividade da biota aquática, provocam alterações de cor e odor da água, atuam como carreadores de substâncias tóxicas adsorvidas e, em reservatórios aceleram o processo de assoreamento e bloqueiam as estruturas de tomada d'água (Parenteis, 2004; Cleber, 2002, Maciel Jr., 2000).

#### **3.3.1.7 pH (Potencial Hidrogeniônico)**

O pH da água do Rio Verde, na fase de antes do enchimento e operação do reservatório, variou entre 5,88 a 7,87 (**Figura 14a**). A maioria dos resultados atenderam ao padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 (pH entre 6,0 e 9,0), com exceção do ponto AM02 na superfície da campanha de outubro de 2017, mas é importante ressaltar que pH com valor menor que o recomendado na legislação não se repetiu nas cinco campanhas posteriores.

No perfil vertical do ponto AM02, na campanha de março de 2018, a variação foi de 6,40 a 6,78; em junho de 2018 foi de 6,00 a 6,15; em setembro de 2018 foi de 7,40 a 7,62; em novembro de 2018 6,72 a 6,82 e na campanha de março de 2019, a variação foi de 7,03 a 7,50 (**Figura 14b**).



**Figura 14.** Valores de pH da água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

A faixa de pH das águas naturais situa-se entre 6,0 e 8,5, sendo que os valores mais baixos ocorrem em águas com muito material orgânico e os mais altos em águas eutróficas (Chapman & Kimstack, 1992).

### 3.3.1.8 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

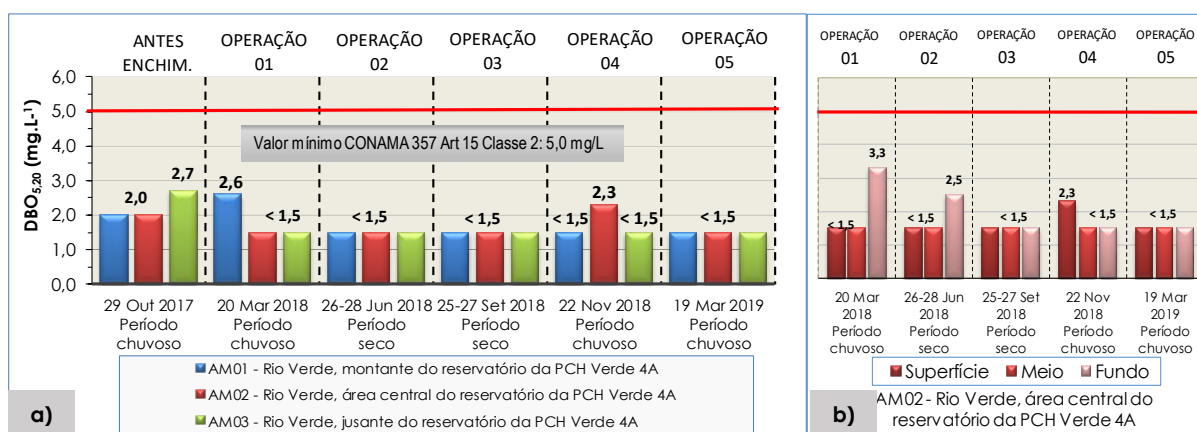
Para a quantificação da matéria orgânica na água, são utilizados, normalmente, métodos indiretos, como, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio), as quais representam as quantidades de oxigênio necessárias para a oxidação da matéria orgânica, pela ação de bactérias aeróbias e por ação de um oxidante forte, respectivamente (Cunha & Ferreira, 2006). Para cursos d'água, a DBO possui uma importância maior, já que a estabilização da matéria orgânica resulta de uma atividade biológica ou bioquímica.

A DBO<sub>5,20</sub> nos pontos de monitoramento da qualidade superficial (AM01, AM02 e AM03), variou entre <1,5 mg O<sub>2</sub>/L e 2,7 mg O<sub>2</sub>/L nas seis campanhas discutidas neste relatório (**Figura 15a**).



No perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março, junho e setembro de 2018 e março de 2019 foi menor que  $< 1,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$  na superfície. Na campanha de novembro de 2018, a  $\text{DBO}_{5,20}$  foi de  $2,3 \text{ mg/L}$  na superfície e abaixo de  $1,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$  no meio e fundo. E na última campanha realizada em março de 2019, a  $\text{DBO}_{5,20}$  esteve abaixo de  $1,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$  em todos os perfis (**Figura 15b**). No perfil do fundo apenas as campanhas de março de 2018 e junho de 2018 os valores foram maiores que  $1,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$ , sendo  $3,3$  e  $2,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$ , respectivamente. Os menores valores coincidiram com o período de seca.

A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de  $5,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$  para águas doces de classe 2. Portanto, os três pontos de amostragem atenderam a esse padrão nas seis campanhas, uma na fase anterior ao enchimento e cinco na fase de operação do reservatório.



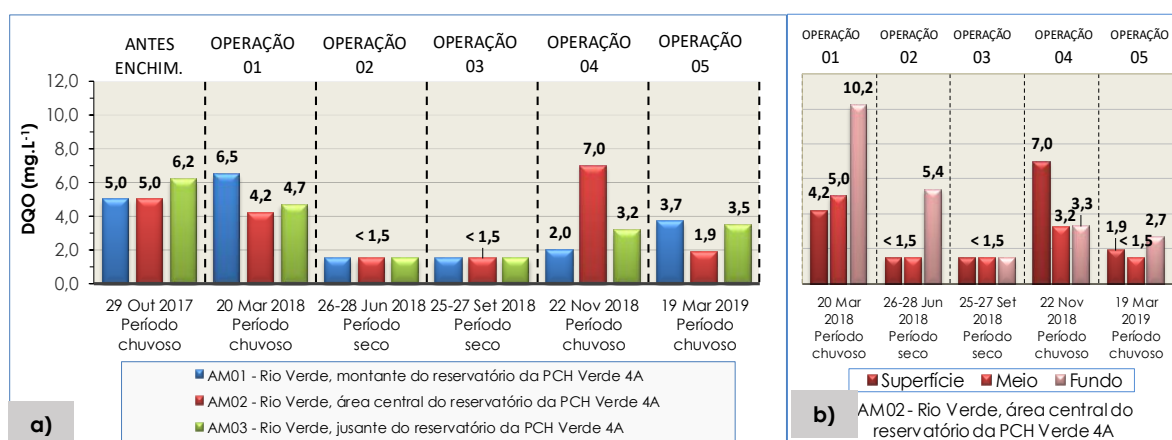
**Figura 15.** Valores de DBO na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

Os valores de DQO variaram entre  $< 1,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$  e  $7,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$  nos três pontos de amostragem, nas seis campanhas de monitoramento apresentadas, uma na fase anterior ao enchimento e cinco na fase de operação do reservatório (**Figura 16a**). Concomitante com os valores de DBO, os menores valores de DQO ocorreram nas campanhas de seca (junho e setembro de 2018).

No perfil vertical do ponto AM02, na campanha de março de 2018 ocorreu a maior variação dos valores de DQO:  $4,2 \text{ mg O}_2/\text{L}$  na superfície,  $5,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$  no meio e  $10,2$

mg O<sub>2</sub>/L no fundo, muito provavelmente influenciados pelas chuvas mais intensas nesta campanha. Em novembro de 2018 novamente período de chuvas os perfis verticais voltaram a apresentar valores mais expressivos, sendo 7,0 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, 3,2 mg O<sub>2</sub>/L no meio e 3,3 mg O<sub>2</sub>/L no fundo. E, na campanha de março de 2019, a DQO foi de 1,9 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, < 1,5 mg/L no meio e 2,7 mg/L no fundo (**Figura 16b**).

A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para o parâmetro DQO para águas doces de classe 2.



**Figura 16.** Valores de DQO na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

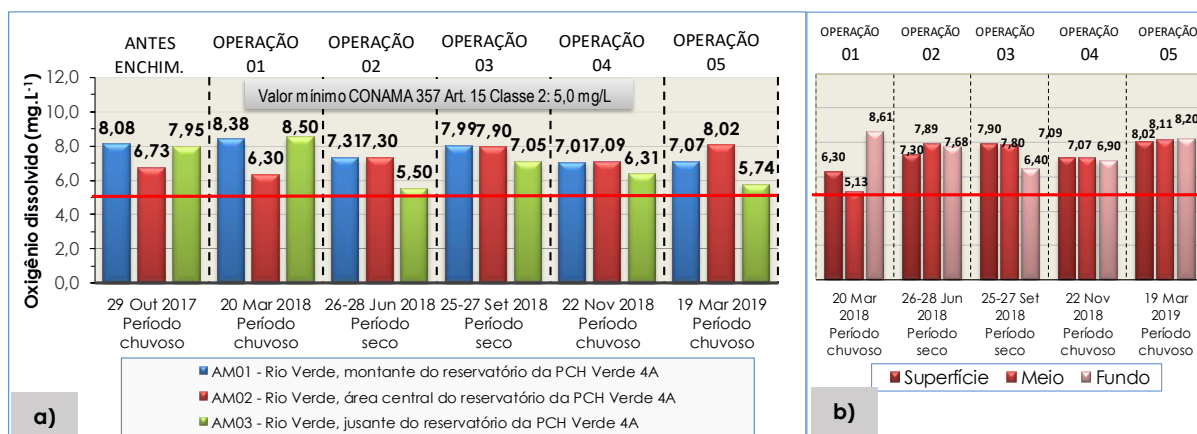
### 3.3.1.9 Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de oxigênio dissolvido na água do Rio Verde atenderam ao valor mínimo de 5,0 mg O<sub>2</sub>/L estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 para águas doces de classe 2 (**Figura 17a**). No perfil vertical do ponto AM02, as concentrações de oxigênio dissolvido, na campanha de março de 2018, foi de 6,30 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, 5,23 mg O<sub>2</sub>/L no meio e de 8,61 mg O<sub>2</sub>/L no fundo, em junho de 2018 foi de 7,30 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, de 7,89 mg O<sub>2</sub>/L no meio e de 7,68 mg O<sub>2</sub>/L no fundo, em setembro de 2018, foi de 7,90 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, 7,80 mg O<sub>2</sub>/L no meio e 6,40 mg O<sub>2</sub>/L no fundo e na campanha de novembro de 2018, o oxigênio dissolvido foi de 7,09 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, 7,07 mg O<sub>2</sub>/L no meio e 6,90 mg O<sub>2</sub>/L no fundo (**Figura 17b**).

E, para última campanha, realizada em março de 2019 o oxigênio dissolvido apresentou concentração de 8,02 mg O<sub>2</sub>/L na superfície, 8,11 mg O<sub>2</sub>/L no meio e 8,20 mg O<sub>2</sub>/L no fundo.

O parâmetro oxigênio dissolvido é um dos mais importantes na avaliação da capacidade de um corpo hídrico em suportar atividade biológica de organismos aquáticos.

A solubilidade do OD varia com a altitude e a temperatura. Ao nível do mar (pressão atmosférica de 1 atm, isto é 760 mmHg), na temperatura de 20 °C, a concentração de saturação é igual a 9,2 mg/L (von Sperling, 2007). Como a solubilidade é proporcional à pressão parcial de O<sub>2</sub>, pode-se inferir que a uma dada temperatura a solubilidade do oxigênio na água decresce com o aumento da altitude, pois com o aumento da altitude há uma diminuição da pressão atmosférica e o oxigênio, sendo um dos componentes do ar, terá sua pressão parcial também reduzida (Fiorucci & Benedetti Filho, 2005). Sendo assim, como a região da PCH Verde 4A em Água Clara- MS encontra-se a uma altitude em torno de 303 m, espera-se que solubilidade do oxigênio seja reduzida em função do aumento da altitude.

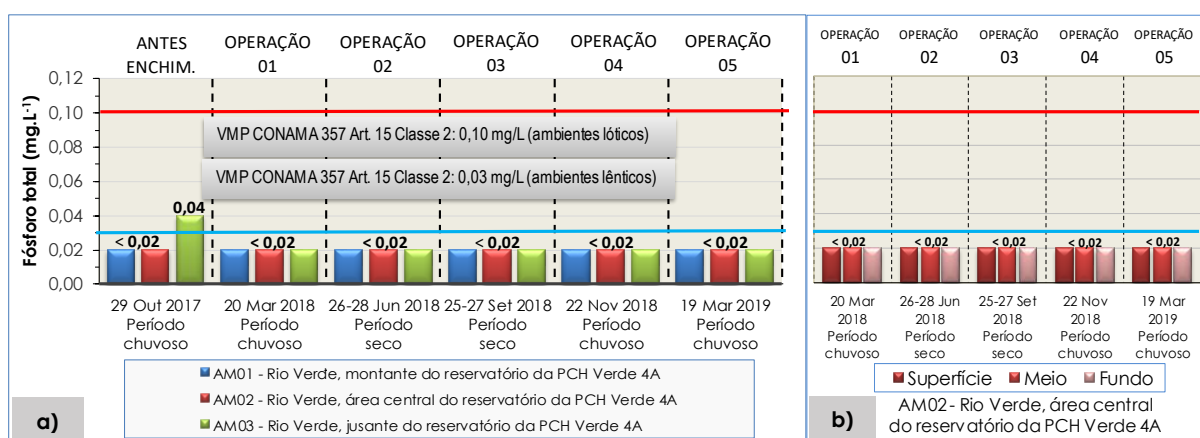


**Figura 17.** Concentrações de oxigênio dissolvido na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

### 3.3.1.10 Fósforo Total (como P)

As concentrações de fósforo total apresentaram valores  $< 0,02$  mg/L nas seis campanhas de monitoramentos apresentados, com exceção do ponto AM03 a jusante do reservatório na campanha de outubro de 2017, antes do enchimento (**Figura 18a**). No perfil vertical do ponto AM02, em todas campanhas da fase de operação realizadas no período de março de 2018 a março de 2019 as concentrações de fósforo total estiveram abaixo de 0,02 mg/L na superfície, meio e fundo (**Figura 18b**).

A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 0,10 mg/L para ambientes lóticos de águas doces de classe 2, como são considerados os pontos AM01 e AM03 e de 0,03 para ambientes lênticos (AM02) amostrados nas fases anterior ao enchimento e de operação do reservatório. Assim, verificou-se que os três pontos de amostragem atenderam ao padrão estabelecido por essas legislações.



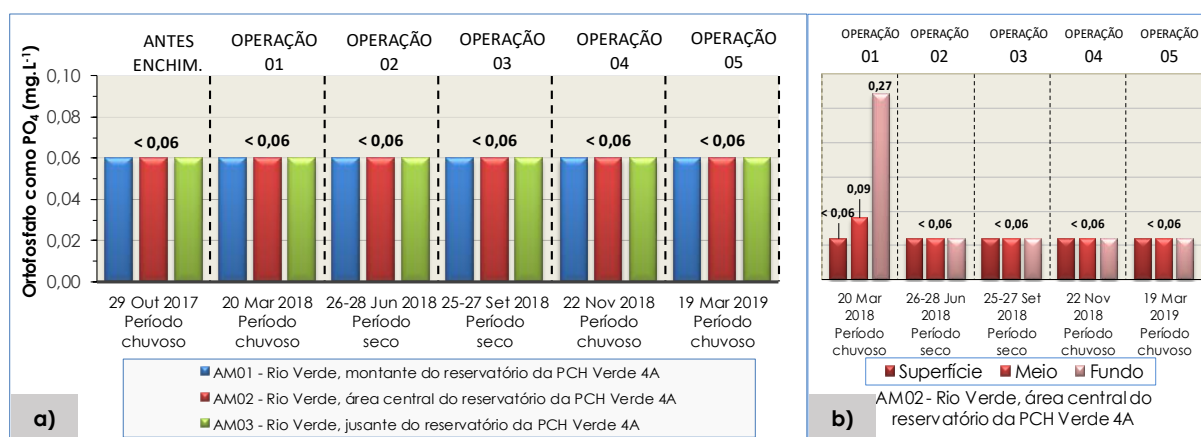
**Figura 18.** Concentrações de fósforo total na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

As concentrações de fósforo encontradas em águas superficiais, em geral, resultam de uma interação entre o teor desse nutriente na camada superficial do solo e a água das chuvas (Pellegrini, 2005).

### 3.3.1.11 Ortofosfato (como PO<sub>4</sub>)

O parâmetro ortofosfato com PO<sub>4</sub> nas seis campanhas nos pontos AM01, AM02 e AM03 teve a concentração menor que o limite de quantificação do método analítico que é de 0,06 mg/L (**Figura 19a**).

No perfil vertical do ponto AM02, apenas na campanha de março de 2018 ocorreu variação nos pontos de meio e fundo, nas demais campanhas as concentrações foram < 0,02 mg/L na superfície, meio e fundo (**Figura 19b**). A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para esse parâmetro em águas doces de classe 2.



**Figura 19.** Concentrações de ortofosfato (como PO<sub>4</sub>) na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os *fosfatos orgânicos* são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combina com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2009).

### 3.3.1.12 Série Nitrogenada

O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e reservatórios, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, fenômeno conhecido como eutrofização. Em um corpo d'água, a forma predominante do nitrogênio pode indicar o estágio da poluição, isto é, poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, já uma poluição mais antiga está associada ao nitrogênio na forma de nitrato (von Sperling, 2005).

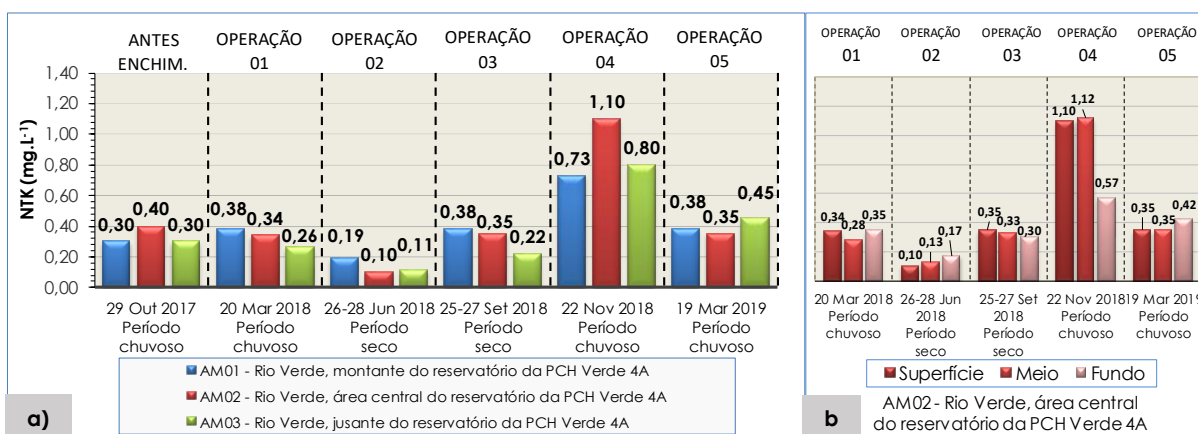
As concentrações de nitrato na maioria dos pontos e campanhas a concentração foi igual ou menor que o limite de quantificação do método analítico (0,1 mg/L). Já no perfil vertical do ponto AM02 apenas na campanha de março de 2019 foi constatado a concentração de 0,2 no meio e 0,3 mg/L no fundo. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 10 mg/L para esse parâmetro em águas doces de classe 2. Verificou-se que todos os pontos em todas as campanhas discutidas atenderam a esse padrão de qualidade.

As concentrações de nitrito variaram entre < 0,02 mg/L e 0,02 mg/L, nas seis campanhas concluídas, uma na fase anterior ao enchimento e cinco na fase de operação do reservatório, nos três pontos de amostragem e no perfil vertical do ponto AM02, também. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 1,0 mg/L para esse parâmetro em águas doces de classe 2. Verificou-se que as concentrações atenderam ao padrão estabelecido pela legislação.

As concentrações de nitrogênio amoniacal total variaram entre < 0,10 mg/L e 0,25 mg/L nos três pontos de amostragem e no perfil vertical do ponto AM02. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem para o parâmetro nitrogênio amoniacal total, o padrão de 3,7 mg N/L (pH ≤ 7,5), o qual foi atendido nas seis campanhas de monitoramento concluídas nas fases anterior ao enchimento e operação do reservatório.

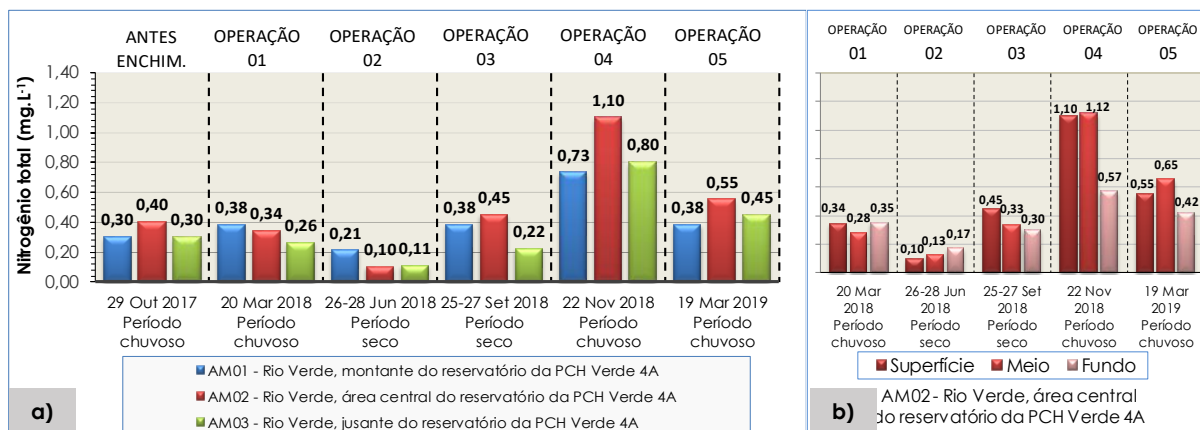
Já as concentrações do parâmetro NTK (nitrogênio total Kjeldahl), que é a soma das concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico, variaram entre 0,10 mg/L e 1,10 mg/L onde as maiores concentrações foram encontradas em novembro

de 2018 (**Figura 20a**). No perfil vertical do ponto AM02, também na campanha de novembro de 2018 (período chuvoso), percebeu-se um incremento da concentração de NTK, devido ao nitrogênio orgânico, provavelmente do arraste de materiais decorrentes das precipitações, ocorrendo nesta a variação de 1,10 mg/L na superfície, 1,12 mg/L no meio e 0,57 mg/L no fundo. E, na campanha de março de 2019 (período chuvoso), o NTK retornou à níveis de concentrações de períodos anteriores, onde a maior concentração não ultrapassou 0,5 mg/L (**Figura 20b**). A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem padrão de qualidade para o parâmetro NTK.



**Figura 20.** Concentrações de NTK na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

As concentrações de nitrogênio total (somatório das concentrações de NTK, nitrato e nitrito) na água do Rio Verde foram semelhantes as concentrações de NTK, pois as formas inorgânicas (nitrato e nitrito) exibiram concentrações muito baixas (**Figura 21a**). No perfil vertical do ponto AM02, na campanha de novembro de 2018 apresentaram a variação de 1,10 mg/L na superfície, 1,12 mg/L no meio e 0,57 mg/L no fundo e na campanha de março de 2019 as concentrações retornaram aos valores das campanhas anteriores (**Figura 21b**). A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para esse parâmetro em águas doces de classe 2.



**Figura 21.** Concentrações de nitrogênio total na água do Rio Verde: a) em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; b) no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

### 3.3.1.13 Clorofila a

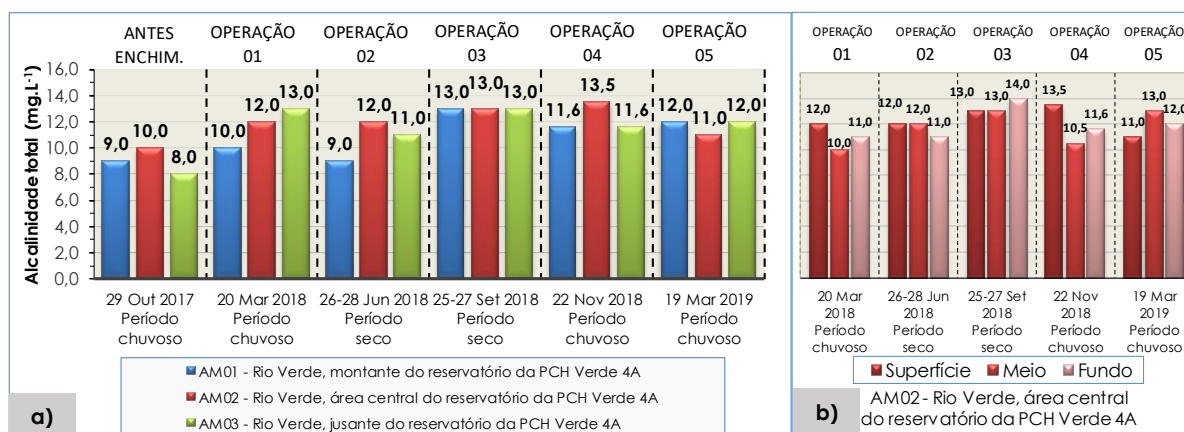
As concentrações de clorofila-a na água do Rio Verde nos três pontos de amostragem se apresentaram < 1,0µg/L (limite de quantificação do método analítico) (fase de operação do reservatório) e 1,2µg/L no ponto AM03, fase anterior ao enchimento. Esses resultados indicam que a água do Rio Verde possui baixa quantidade de algas, uma vez que a concentração de clorofila-a está diretamente relacionada com a quantidade de algas presentes no manancial (Esteves, 1998). Esse fato também, está de acordo com a baixa densidade de fitoplâncton apresentados no levantamento das comunidades aquáticas. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 30 µg/L de clorofila-a para águas doces de classe 2. Verificou-se que os valores encontrados atenderam ao padrão estabelecido por essas legislações.

### 3.3.1.14 Alcalinidade Total

A alcalinidade total da água do Rio Verde variou entre 8,0 mg/L e 13,5 mg/L (**Figura 22a**). No perfil vertical do ponto AM02 em todas as campanhas a variação foi praticamente a mesma com um leve incremento (10,0 mg/L 14,0 mg/L (**Figura 22b**)).

A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem padrão para esse parâmetro em águas doces de classe 2.





**Figura 22.** Alcalinidade total na água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

Valores de alcalinidade total entre 20 e 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L são para águas com boa capacidade tampão<sup>1</sup>, e valores abaixo de 10 mg CaCO<sub>3</sub>/L são característicos de águas com baixa capacidade tampão (Esteves, 1998). A água do Rio Verde apresentou, nas campanhas analisadas, capacidade tampão variando entre baixa e intermediária.

### 3.3.1.15 Cloreto

As concentrações de cloreto na água do Rio Verde, nos três pontos de amostragem e no perfil vertical do ponto AM02, estiveram abaixo de 5,0 mg/L nas últimas cinco campanhas de monitoramento concluídas nas fases anterior ao enchimento e operação do reservatório. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 250 mg/L para esse parâmetro em águas doces de classe 2. Verificou-se que as concentrações encontradas atenderam a esse padrão.

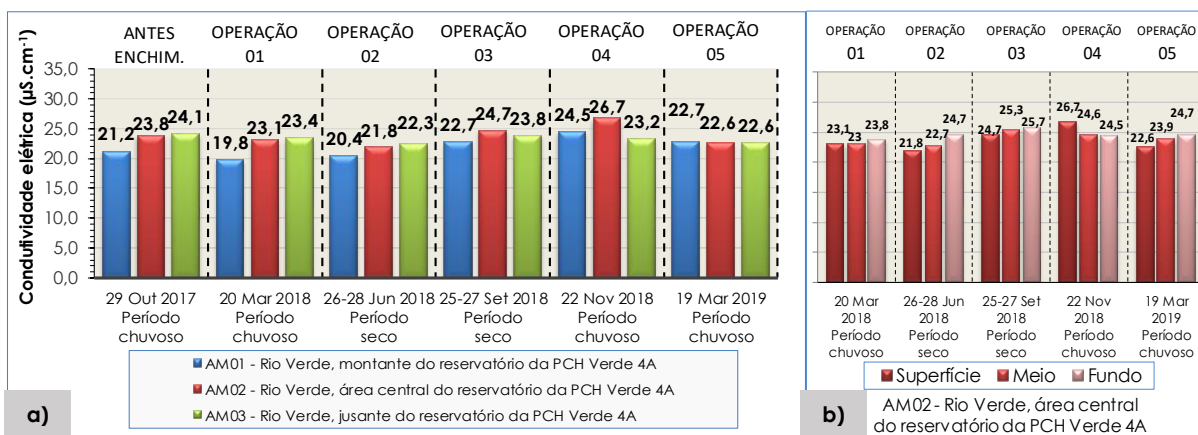
O ânion cloreto (Cl<sup>-</sup>), anteriormente aos testes de coliformes termotolerantes, era utilizado como indicador da contaminação por esgotos sanitários, uma vez que se pode associar a elevação do nível de cloreto em um rio com o lançamento de

<sup>1</sup>Medida da capacidade da água de neutralizar os ácidos, isto é, a capacidade de resistir às mudanças de pH, capacidade de tampão da água (VON SPERLING, 2005).

esgotos sanitários, contudo, tal uso não é muito preciso, servindo apenas como indicação. Os cloretos também apresentam influência nas características dos ecossistemas aquáticos naturais, por provocarem alterações na pressão osmótica em células de microrganismos (CETESB, 2001).

### 3.3.1.16 Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água do Rio Verde variou entre 19,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e 26,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figura 23a**). No perfil vertical do ponto AM02, a variação foi praticamente a mesma, entre 21,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 26,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Figura 23b**) com maiores valores na campanha de novembro de 2018. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para esse parâmetro em águas doces de classe 2, contudo, os valores de condutividade elétrica da água do Rio Verde são muito inferiores ao valor referência da CETESB para ambientes impactados, isto é, valores maiores que 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (CETESB, 2009).



**Figura 23.** Condutividade elétrica da água do Rio Verde: **a)** em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019 fases de antes do Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A; **b)** no perfil vertical do ponto AM02, nas campanhas de março de 2018 e março de 2019.

### 3.3.1.17 Dureza Total

A dureza total da água do Rio Verde variou entre 9,7 mg/L e 17,0 mg/L nos três pontos de amostragem, nas seis campanhas de monitoramento analisadas. No perfil vertical do ponto AM02, na campanha de março de 2018, a variação foi de 15 mg/L

na superfície, 11,0 mg/L no meio e 17,0mg/L no fundo, na campanha de junho de 2018, a variação foi de 11,0 mg/L na superfície, 13,0 mg/L no meio e 12,0 mg/L no fundo, na campanha de setembro de 2018, a variação foi de 9,7 mg/L na superfície, 11,3 mg/L no meio e 10,0 mg/L no fundo; na campanha de novembro de 2018, a variação de dureza total foi de 10,8 mg/L na superfície, 12,0 mg/L no meio e 12,2 mg/L no fundo e na campanha de março de 2019, a variação de dureza total foi de 10,0 mg/L na superfície, 10,4 mg/L no meio e 10,4 mg/L no fundo. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para esse parâmetro em águas doces de classe 2.

A dureza de uma água é a soma das concentrações de cálcio e magnésio, expressas em termos de carbonato de cálcio, em miligramas por litro. O cálcio e magnésio estão presentes na água, principalmente nas seguintes formas: bicarbonatos de cálcio e de magnésio; sulfatos de cálcio e de magnésio (Oliveira, 2007).

#### **3.3.1.18 Óleos e Graxas**

O parâmetro óleos e graxas esteve virtualmente ausente na água do Rio Verde, nos três pontos de amostragem, nas seis campanhas de monitoramento concluídas nas fases anterior ao enchimento e, operação do reservatório. A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem como padrão de qualidade, que óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes em águas doces de classe 2. Verificou-se que esta condição foi atendida.

Os óleos e graxas são raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2009).

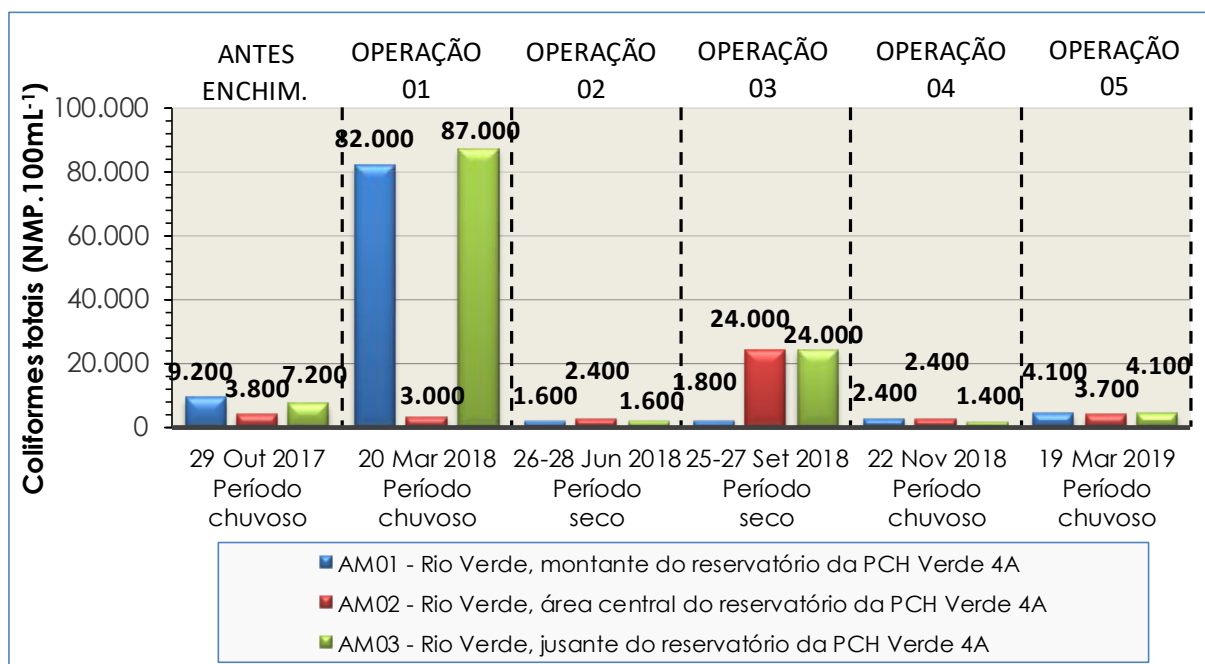
#### **3.3.1.19 Coliformes Totais**

Os coliformes totais constituem um grande grupo de bactérias encontradas na água, no solo e também em fezes de seres humanos e de outros animais de sangue

quente (Mota, 2006). Na água do Rio Verde, os números mais prováveis de coliformes totais nas seis campanhas de monitoramento concluídas nas fases anterior ao enchimento e operação do reservatório variaram entre 1.400 NMP/100mL e 24.000 NMP/100mL (**Figura 24**). Os menores números dessas bactérias foram registrados na campanha de junho e novembro de 2018 para todos os pontos e, setembro de 2018 para o ponto AM01.

E as maiores densidades foram encontradas nos pontos AM01 e AM03 da campanha de março de 2018 (período chuvoso), 82.000 NMP/100mL e 87.000 NMP/100mL, respectivamente.

A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 não estabelecem VMP para coliformes totais em águas doces de classe 2. Os resultados encontrados na água do Rio Verde são considerados normais para águas naturais, especialmente em coletas que tiveram influência de chuvas.

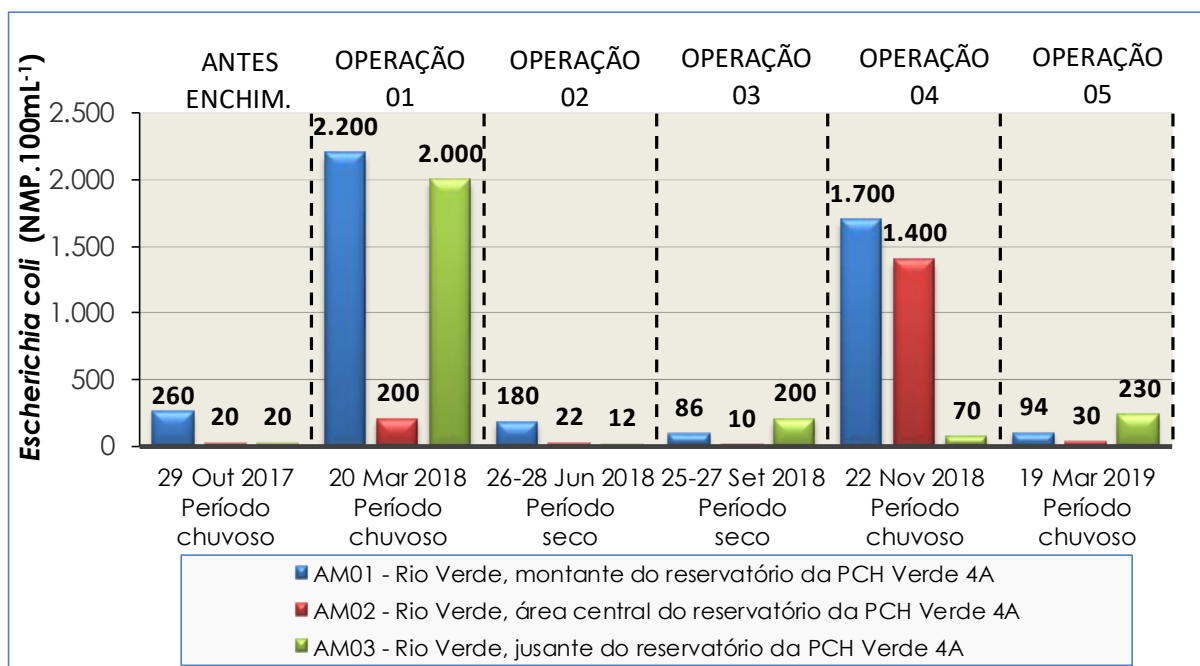


**Figura 24.** Número mais provável de coliformes totais na água do Rio Verde nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases de anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.3.1.20 Coliformes Termotolerantes (*Escherichia coli*)

Os números mais prováveis de bactéria *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal) na água do Rio Verde, nas seis campanhas de monitoramento concluídas nas fases anterior ao enchimento e operação do reservatório variaram entre 10 NMP/100mL e 2.200 NMP/100mL (**Figura 25**). A Resolução CONAMA nº 357 e Deliberação CECA/MS nº 36 estabelecem o VMP de 1.000 NMP/100mL para coliformes termotolerantes.

Vários estudos têm demonstrado que os métodos disponíveis para *Escherichia coli* são mais precisos do que aqueles para coliformes termotolerantes e que a *Escherichia coli* representa de 60% a 80% do número total de coliformes termotolerantes (CETESB, 2008, Fenget *al.*, 1982; Martinset *al.*, 1993; Huanget *al.*, 1997).



**Figura 25.** Número mais provável de *Escherichia coli* na água do Rio Verde nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2018, fases de anterior ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

A CETESB (2008) recomenda um critério mais conservativo, de 60%. Dessa forma, ao valor de 1.000 coliformes termotolerantes estabelecidos para águas de classe 2 da Resolução CONAMA nº 357 corresponderia um valor de 600 NMP/100mL de *Escherichia coli*. Considerando esta relação, os pontos AM01 e AM03 na campanha

de março de 2018 e pontos AM01 e AM02 na campanha de novembro de 2018 não atenderam ao padrão para *E. coli*.

A ocorrência de chuvas anteriores a amostragem, influencia no aumento do escoamento superficial, e conseqüente carreamento de bactérias até o leito do rio, o que justifica os valores elevados de *E. coli* observados na campanha de março e novembro de 2018.

### 3.3.2 Índice de Qualidade da Água (IQA<sub>CETESB</sub>)

A água do Rio Verde, nos três pontos de amostragem da área de influência da PCH Verde 4A, apresentou qualidade variando entre *boa* e *ótima* nas seis campanhas de monitoramento concluídas nas fases de enchimento e operação do reservatório, com o índice de qualidade variando entre 66,7 e 81,1 no ponto AM01, entre 70,5 e 86,4 no ponto AM02 e entre 71,7 e 82,8 no ponto AM03 (**Figura 26**).

Na campanha de 29 de outubro de 2017 (fase antes do enchimento do reservatório) realizada no período chuvoso a qualidade da água nos pontos monitorados apresentaram variação de 75,9 no ponto AM01; 76,5 no ponto AM02 com qualidade *boa*, e 82,8 no ponto AM03, com qualidade *ótima*.

Na campanha de março de 2018 (primeira campanha da fase de operação) realizada também no período chuvoso, a classificação foi de *boa* em todos os pontos monitorados.

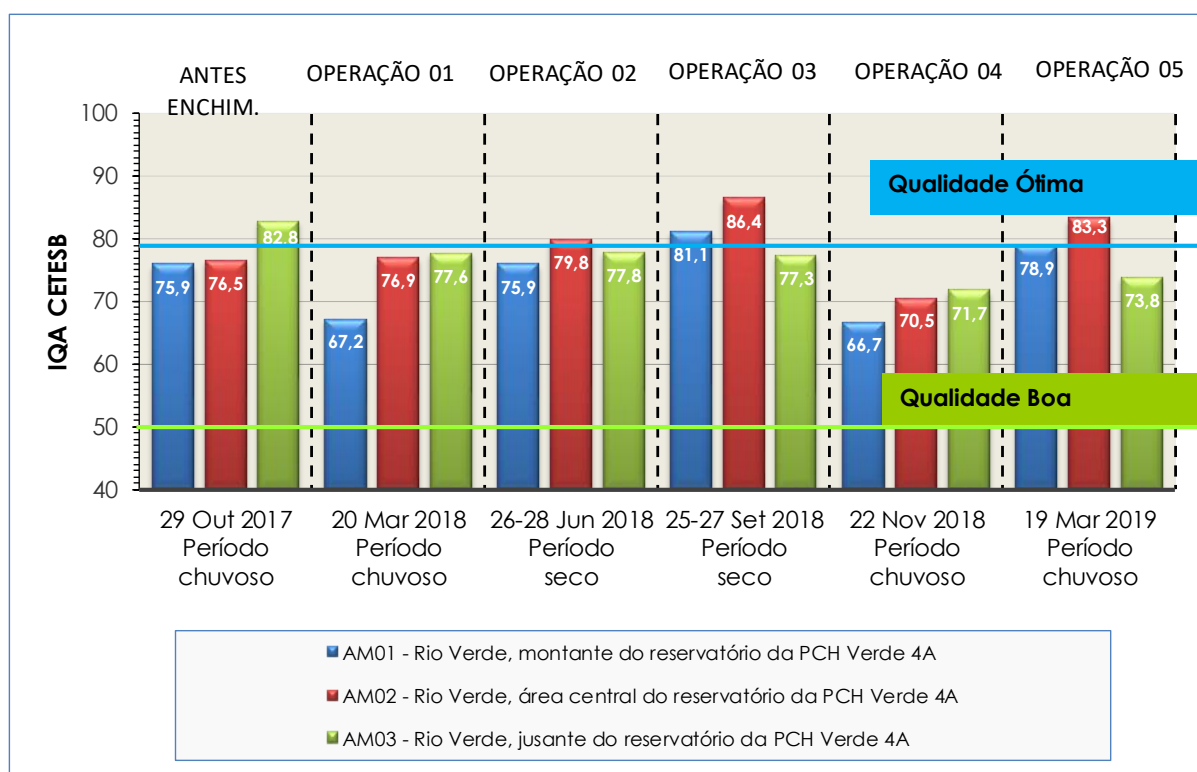
Nas campanhas de junho e setembro de 2018, período seco, verificou-se melhora do índice, em relação ao período chuvoso, com aumento no índice de qualidade da água dos pontos monitorados. Em junho o ponto AM02 (área central do reservatório) foi classificado como *ótimo* e AM01 e AM03 como *boa*. Em setembro de 2018 os pontos AM01 e AM02 foram classificados com qualidade *ótima*. Já o ponto AM03 a qualidade foi *boa*, com IQA de 77,3, índice similar ao registrado na campanha anterior, junho de 2018.

Na campanha de novembro de 2018, houve um pequeno decréscimo dos índices nos pontos AM01, AM02 e AM03, apresentando valores típicos dos períodos

chuvosos, ocorridos nos monitoramentos passados. Neste monitoramento, os pontos apresentaram índices com classificação boa.

E, na última campanha, realizada em março de 2019 houve uma melhora do índice para o ponto AM01, que apresentou ponderação de 78,9 com classificação boa. Já o ponto AM02 apresentou qualidade ótima, com ponderação de 83,3. Houve uma pequena melhora no ponto AM03, em relação a novembro, que apresentou IQA de 73,8 com classificação boa.

As baixas ponderações no ponto AM01 em março (67,2) e novembro de 2018 (66,7) estão relacionados baixo índice do parâmetro coliformes fecais (E. coli) que apresentou ponderação de 16 e 17,5, respectivamente.



**Figura 26.** Índice de Qualidade da Água (IQA<sub>CETESB</sub>) do Rio Verde em três pontos de amostragem nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases anteriores ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.3.3 Índice do Estado Trófico para o Fósforo (IET-PT)

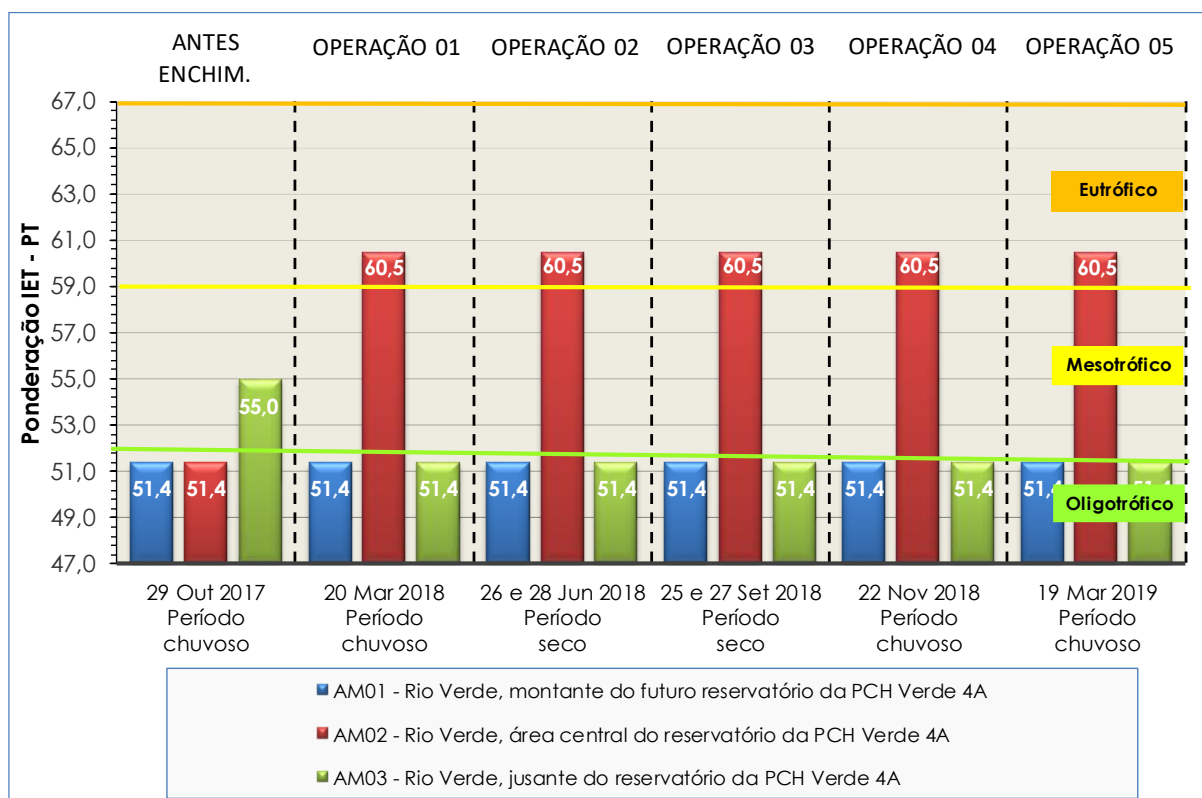
O estado trófico das águas superficiais foi avaliado pela concentração de fósforo total, através da aplicação do índice IET<sub>(CETESB)</sub> para ambientes lóticos (rios) no ponto

AM01 e AM03. Esses pontos de monitoramento foram classificados como oligotróficos, em todas as seis campanhas, realizadas em período seco e chuvoso, exceto para a campanha de referência, realizada em outubro de 2017, período anterior ao enchimento do reservatório, ocasião em que o ponto AM03 foi classificado como mesotrófico (**Figura 27**).

O estado oligotrófico é característico de corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água. Já o estado mesotrófico possui como característica o moderado enriquecimento com nutrientes e moderado crescimento planctônico (Brigante & Espíndola, 2003).

É possível perceber também que o ponto AM02, foi classificado como oligotrófico na campanha de outubro de 2017 antes do enchimento do reservatório, considerado ainda fase rio. A partir da campanha de março de 2018, fase de operação, o ponto AM02 passou a ser ambiente lântico, portanto o IET passou a ser aplicado a fórmula para ambientes Lânticos. Ressalta-se que a concentração de fósforo neste ponto, nas últimas cinco campanhas da fase operação, se manteve < 0,02 mg/L, assim o que fez o corpo d'água mudar de oligotrófico para eutrófico foi a equação de cálculo para o reservatório formado, ambiente lântico.





**Figura 27.** Índice do Estado Trófico para o Fósforo (IET-PT) do Rio Verde em três pontos de amostragem, nas campanhas realizadas no período de outubro de 2017 a março de 2019, fases anteriores ao Enchimento e Operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

### 3.4 Considerações Finais

Os parâmetros de qualidade da água avaliados em três pontos de amostragem no Rio Verde, nas seis campanhas de monitoramento concluídas no período de outubro de 2017 (fase de enchimento) e de março de 2018 a março de 2019 (fase de operação) do Reservatório da PCH Verde 4A, atenderam aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36, artigo 16, para águas doces de classe 2, com exceção do parâmetro *Escherichia coli* (ponto AM01 e AM02, campanha de novembro de 2018), quando se considera como padrão de *E. coli*, 60% do VMP, ou seja VMP de 600 NMP/100mL e pH no ponto AM02 da campanha de outubro de 2017 (fase antes do enchimento).

A classificação obtida da aplicação do Índice de Qualidade da Água (IQA<sub>CETESB</sub>) do Rio Verde foi qualidade variando entre BOA e ÓTIMA, sendo que a ponderação ótima foi obtida no ponto AM03 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento); ponto AM02 nas campanhas de junho e setembro de 2018 (período seco) e março de 2019 (período chuvoso).

Já a classificação do estado trófico foi de oligotrófico, para os pontos AM01 e AM03 nas últimas cinco campanhas de monitoramento (fase de operação). Na fase anterior ao enchimento (outubro de 2017) os pontos AM01 e AM02 foram classificados como oligotróficos e o ponto AM03 apresentou-se como mesotrófico, provavelmente devido ao período chuvoso.

Ressalta-se que apesar do estado trófico do ponto AM02 nas campanhas de março de 2018 a março de 2019 ter sido classificado como eutrófico (período de operação), devido ao reservatório passar a ser considerado como ambiente lântico, proporcionou mudança na equação de cálculo do índice, e assim de estado trófico. Porém, as concentrações de fósforo no ponto se mantiveram nos mesmos níveis das campanhas anteriores ao enchimento com variação de < 0,02 a 0,02 mg/L.

A partir da campanha de março de 2018 foram incluídos os pontos AM02-Meio e AM02-Fundo para avaliação do perfil vertical da coluna d'água no reservatório.

Assim, nas campanhas de junho de 2018, setembro de 2018, novembro de 2018 e março de 2019 não foram observados valores discrepantes nas concentrações dos parâmetros analisados no perfil vertical do ponto AM02.

Assim, pode-se concluir com base em uma campanha de monitoramento na fase anterior ao enchimento (outubro de 2017) e nas cinco campanhas na fase de operação (março de 2018, junho de 2018, setembro de 2018, novembro de 2018 e março de 2019) do reservatório da PCH Verde 4A, que o "status quo" do Rio Verde é de ambientalmente preservado, com a qualidade da água na área de influência do empreendimento classificada como Boa a Ótima, não sendo observadas variações significativas devido ao processo de enchimento do reservatório. Os parâmetros da série de sólidos, turbidez e nitrogênio total Kjeldahl foram os mais influenciados pelo processo, provavelmente devido ao fenômeno de revolvimento do fundo.

A qualidade da água a jusante do barramento nas últimas campanhas, fases anteriores ao enchimento e operação do empreendimento foram classificadas como de classe 2, estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, artigo 15 e Deliberação CECA/MS nº 36, artigo 16, mantendo a característica inicial da montante.

Até o momento, não se pode afirmar que as variações constatadas ocorreram em função do período sazonal ou devido ao processo de enchimento do reservatório.

A influência do processo de enchimento do reservatório na estabilidade da qualidade da água do Rio Verde poderá ser melhor analisada e compreendida em futuras campanhas da fase de operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

## 4. COMUNIDADES AQUÁTICAS

As comunidades aquáticas são as melhores indicadoras para a qualidade ambiental e para suas mudanças, pois os organismos necessitam de tempo para formar populações e estas populações dependem de determinadas condições ambientais para se estabelecerem e reproduzirem (Krebs, 1998). Em ambientes aquáticos as comunidades podem ser indicadoras tanto de tipo ambientes quanto de qualidade do mesmo. E em um mesmo corpo d'água pode haver diferenças ao longo deste, como mostrado por Vannote *et al.* (1980) para rios e Nogueira (2001) para reservatórios.

Entre as comunidades de organismos utilizados para o monitoramento de qualidade ambiental de corpos d'água temos os macroinvertebrados bentônicos e a comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton). A estrutura da comunidade destes organismos, tais como riqueza (número de espécies), densidade (tamanho da população) que podem ser também expressos com índices de diversidade, similaridade e outros índices biológicos podem fornecer características sobre o ambiente, tais como tipo (corredeiras, remansos, tipo de fundo) e qualidade da água (oxigênio dissolvido, eutrofização, transparência) sendo uma ferramenta atualmente indispensável para o gerenciamento e tomadas de decisão (Goulart & Calisto, 2003; Buss *et al.*, 2008).

O fitoplâncton é um termo para as plantas geralmente unicelulares e microscópicas e o zooplâncton é um termo para os animais, ambos que vivem suspensos na coluna da água de rio e lagos; assim não tem grande poder de natação e são geralmente minúsculos (Esteves, 1998). O fitoplâncton é representado principalmente pelas algas verdes, as fitoflageladas, e as diatomáceas, enquanto o zooplâncton é representado principalmente pelos grupos Protozoa, Rotifera, Cladocera e Copepoda.

Em muitos ambientes aquáticos, os principais produtores primários pertencem o fitoplâncton (Reynolds, 1984). Os zooplâncton são muito importantes na ciclagem de nutrientes, como fósforo e nitrogênio e nas teias alimentares, alimentando de algas, bactérias e detritos, e servindo como presa de outros organismos zooplanctônicos bem como dos peixes (especialmente formas larvais e juvenis) (Gliwicz, 2003).

A abundância e a diversidade das populações de plâncton são fortemente influenciadas pela disponibilidade de luz e de alimento e a pressão de predadores, bem como outros fatores físicos e químicos ambientais como pH (Reynolds, 1998; Rothhaupt, 2000). Entre os fatores que mais influencia a biomassa das comunidades fitoplanctônicas em rios são as concentrações de nutrientes inorgânicos e o tempo de residência (Soballe & Kimmel, 1987; Van Nieuwenhuysse & Jones, 1996; Mischke *et al.*, 2011). Dentre os fatores que mais interferem na ocorrência das comunidades zooplanctônicas em rios, aparentemente destacam-se o tempo de residência, a turbulência e a abundância de fitoplâncton (Basu & Pick, 1996; Lair 2005, 2006; Sluss *et al.*, 2008). Segundo Vannote *et al.* (1980), as abundâncias de plâncton aumentam com a passagem da água de montante a jusante, sendo mais desenvolvidos na parte inferior do rio. Assim, com maior tempo de residência da água, as comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas têm mais tempo para crescer, enquanto que um possível acúmulo de partículas finas de matéria orgânica poderia fornecer alimento adicional para o zooplâncton.

Estudos recentes têm demonstrado a importância de represamento de rios, tornando as comunidades de fito- e zooplâncton mais lântico em natureza, com aumentos em abundância e mudanças na composição taxonômica (Thorp *et al.*, 1994; Kim *et al.*, 2001). Assim, durante o represamento, concentrações de nutrientes e matéria orgânica, de origem terrestre, aumentam, resultando em aumentas de populações de plâncton; com a

passagem de tempo, devido o fluxo de água e decomposição, podem acontecer diminuições de novo nestas populações e uma estabilização do sistema (Heide 1982; Matsumura-Tundisi *et al.*, 1991).

O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água está baseado nas respostas dos organismos em relação às variações do ambiente em que vivem, sejam essas perturbações de origem antrópica ou natural (Buss *et al.*, 2003).

Os organismos bentônicos são diretamente afetados pela alteração na composição natural dos sistemas aquáticos, seja diminuindo ou aumentando sua população (Marques & Barbosa, 2001). Geralmente, há uma diminuição da diversidade da fauna durante processos de contaminação por poluentes, mostrando uma progressão cronológica, ou seja, esse processo torna-se mais crítico para a comunidade bentônica ao longo do tempo, podendo ser completamente eliminada do ambiente (Death, 2002).

Os macroinvertebrados bentônicos formam um grupo que indica integralmente os efeitos produzidos por todas as substâncias existentes na água (Junqueira *et al.*, 2000). Isto é possível em razão de características inerentes dessa comunidade como abundância e distribuição ampla nos mais variados sistemas aquáticos; capacidade de locomoção limitada, o que garante sua permanência no local; ciclo de vida relativamente longo, possibilitando assim a explicação de padrões temporais de alterações causadas por perturbações antrópicas; ampla tolerância a vários graus e tipos de poluição e integradores das condições ambientais (Rosenberg & Resh, 1993).


## 4.1 Metodologias

### 4.1.1 Pontos de Amostragem






Para amostrar as comunidades aquáticas foram selecionados três pontos amostrais (AM01, AM02 e AM03) na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS (**Tabela 20**), sendo que a campanha de 29 de outubro de 2017 foi realizada antes do enchimento do reservatório, a campanha de 21 de novembro de 2017 foi realizada durante o enchimento, a campanha de 27 de novembro de 2017 foi realizada após o enchimento do reservatório e a campanha de 20 de março de 2018 na fase de operação.

Estes pontos foram amostrados simultaneamente com as coletas de amostras para análises físico-químicas e bacteriológicas.

**Tabela 23.** Pontos de monitoramento das comunidades aquáticas na área de influência do reservatório, fase de Enchimento e operação do Reservatório da PCH Verde 4A.

| Pontos  | Registro Fotográfico   |   |
|---|--|---|
| <p><b>AM01</b><br/>Rio Verde,<br/>a montante<br/>do<br/>reservatório<br/>da PCH<br/>Verde 4A.</p> |     |   |
|   | <p>Antes do Enchimento<br/>29/10/2017</p>  | <p>Após o Enchimento<br/>27/11/2017</p>   |
|   |    |  |
|   | <p>Fase Operação 01<br/>20/03/2018</p>   | <p>Fase Operação 03<br/>25 e 27/09/2018</p>   |
|   |  |   |
|   | <p>Fase Operação 05<br/>19/03/2019</p>   |   |



|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>AM02</b><br/>Rio Verde,<br/>área central<br/>do<br/>reservatório<br/>da PCH<br/>Verde 4A.</p> |     |   |
|   | <p>Antes do Enchimento<br/>29/10/2017</p>  | <p>Após o Enchimento<br/>27/11/2017</p>   |
|   |    |  |
|   | <p>Fase Operação 01<br/>20/03/2018</p>   | <p>Fase Operação 03<br/>25 e 27/09/2018</p>   |
|   |  |   |
| <p>Fase Operação 05<br/>19/03/2019</p>  |  |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>AM03</b><br/>Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.</p> |     |   |
|  | <p>Antes do Enchimento<br/>29/10/2017</p>  | <p>Após o Enchimento<br/>27/11/2017</p>   |
|  |    |  |
|  | <p>Fase Operação 01<br/>20/03/2018</p>   | <p>Fase Operação 03<br/>25 e 27/09/2018</p>   |
|  |  |   |
| <p>Fase Operação 05<br/>19/03/2019</p>                                       |  |   |

Fotos: BIOLAQUA AMBIENTAL LTDA

#### 4.1.2 Plâncton

A comunidade fitoplanctônica foi coletada em frascos de 1L e preservada com lugol acético 1%. A comunidade zooplanctônica foi amostrada filtrando 100L em rede de plâncton com malha de 20  $\mu\text{m}$  de poro, e as amostras foram preservadas em formol 8%.

Os recipientes contendo as amostras preservadas foram triados e identificados com auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio ótico e câmara de Sedgwick-Rafter. Bibliografia especializada foi utilizada para a identificação de cada grupo.

As análises foram realizadas para cada comunidade planctônica considerando a riqueza taxonômica e a densidade dos organismos. As composições das comunidades do fitoplâncton e zooplâncton foram comparadas entre os pontos de coleta e datas de amostragem usando o Escalamento Multidimensional Não-Métrica, com o Índice de Bray-Curtis, depois transformação a  $\ln(x+1)$ .

#### 4.1.3 Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos)

Para a coleta foi utilizado um amostrador do tipo Surber com malha de 250  $\mu\text{m}$  e área de 30X30 cm, que foi posicionado contra a corrente para que o sedimento do fundo do curso d'água fosse resolvido com a finalidade de reter os organismos bentônicos na malha do amostrador. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos e preservadas em formaldeído 4%. Os macroinvertebrados bentônicos foram triados com o auxílio de estereomicroscópio e os táxons foram identificados através de chaves taxonômicas (Costa *et al.*, 2006; Froehlich, 2007; Mugnai *et al.*, 2010).

Para calcular a diversidade e similaridade foi utilizado o programa BioDiversity Pro version 2.0, os cálculos de diversidade foram realizados utilizando-se o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ , logaritmo na base natural). A similaridade entre os pontos foi calculada utilizando-se o índice de similaridade de Bray-Curtis (graficamente representado em um dendrograma).

Para avaliar a qualidade da água com o uso dos táxons de macroinvertebrados bentônicos registrados foi utilizado o índice biótico BMWP (*Biological Monitoring*

*Working Party*) adaptado por Junqueira *et al.* (2000). Este índice trabalha com família ou grupo, sendo conferido a cada grupo ou família, um valor numérico preestabelecido de acordo com sua tolerância à poluição. As pontuações são feitas de forma qualitativa e não quantitativa, de modo que somente um exemplar é contado da respectiva família ou grupo. A pontuação varia entre 1 e 10, onde as famílias intolerantes à poluição tem pontuações mais altas e famílias tolerantes à poluição tem pontuações mais baixas. A soma das pontuações por famílias encontradas para as amostras determina o valor do índice biótico encontrado. A classificação da qualidade da água em 5 classes é determinada pela faixa de pontuação, indicando a qualidade (**Tabela 21**). O ASPT representa a pontuação média de tolerância de todos os táxons registrados na amostra, sendo calculado pela divisão do BMWP pelo número de táxons registrados. Os valores do ASPT variam de > 6; 5 - 6; 4 - 5 e < 4 indicam águas limpas, questionáveis, níveis de matéria orgânica moderadamente alta e muito alta, respectivamente (Mandaville, 2002).

**Tabela 24.** Classes de qualidade e significado de valores para o BMWP adaptado por Junqueira *et al.* (2000).

| Classe | Faixa de "Score" | Qualidade da água |
|--------|------------------|-------------------|
| 1      | > 81             | Excelente         |
| 2      | 80 - 61          | Boa               |
| 3      | 60 - 41          | Regular           |
| 4      | 40 - 26          | Ruim              |
| 5      | < 25             | Péssima           |

## 4.2 Resultados e Discussão

No Programa de Monitoramento das Comunidades Aquáticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Bentos) são analisadas e discutidas as seguintes campanhas:

- ANTES DO ENCHIMENTO - 29 de outubro de 2017 - Período chuvoso;
- APÓS O ENCHIMENTO - 27 de novembro de 2017 - Período chuvoso;
- FASE DE OPERAÇÃO 01 - 20 de março de 2018 - Período chuvoso;
- FASE DE OPERAÇÃO 03 - 25 e 27 de setembro de 2018 - Período seco;
- FASE DE OPERAÇÃO 05 - 19 de março de 2019 - Período chuvoso;

#### 4.2.1 Plâncton

As **Tabelas 22 a 26** apresentam a lista de espécies de fitoplâncton e zooplâncton registrados nos pontos de amostragem AM01, AM02 e AM03 nas últimas campanhas concluídas na fase de enchimento e operação do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 25.** Densidade (org/m<sup>3</sup>) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 29 de outubro de 2017, FASE ANTES DO ENCHIMENTO do Reservatório da PCH Verde 4A.

| AM01-4938-17   |  |   |   |
|--|--|---|---|
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |  | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |   |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Oocystis</i> sp.  | 1425   | <b>Protozoa</b><br>- <i>Centropyxis</i> sp.   | 1425  |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Cosmarium</i> sp.  | 1425   | <b>Rotifera</b><br>- Bdelloidea   | 2850  |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 21375  | <b>Crustacea</b><br>- Nauplio de Copepoda   | 2850  |
| AM02-4939-17   |  |   |   |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |  | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |   |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Asterococcus</i> sp.<br>- <i>Coelastrum</i> sp.<br>- <i>Oocystis</i> sp.<br>- <i>Pediastrum tetras</i>  | 6250<br>4688<br>1563<br>9375   | <b>Protozoa</b><br>- <i>Arcella</i> sp.<br>- <i>Centropyxis</i> sp.   | 2344<br>781   |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Closterium setaceum</i><br>- <i>Closterium</i> sp.<br>- <i>Cosmarium</i> sp.<br>- <i>Gonatozygon</i> sp.<br>- <i>Gonatozygon pilosum</i><br>- <i>Hyalotheca</i> sp.<br>- <i>Micrasterias americana</i><br>- <i>Micrasterias arcuata</i><br>- <i>Micrasterias denticulata</i><br>- <i>Mougeotia</i> sp.<br>- <i>Staurastrum planctonicum</i><br>- <i>Staurastrum setaceum</i><br>- <i>Stauroidesmus brevispina</i><br>- <i>Stauroidesmus convergens</i><br>- <i>Xanthidium regulare</i> | 781<br>781<br>46875<br>300000<br>781<br>905062500<br>781<br>781<br>4688<br>65625<br>3125<br>1563<br>4688<br>4688<br>9375 | <b>Rotifera</b><br>- <i>Collotheca</i> sp.<br>- <i>Colurella</i> sp.<br>- <i>Keratella cochlearis</i><br>- <i>Lecane</i> sp.<br>- <i>Lepadella</i> sp.<br>- <i>Polyarthra</i> sp.<br>- <i>Synchaeta</i> sp.<br>- <i>Trichocerca</i> sp.<br>- <i>Bentonica</i> | 781<br>1563<br>1563<br>2344<br>1563<br>1563<br>9375<br>781<br>781 |
| <b>Cyanobacteria</b><br>- <i>Snowella</i> sp.  | 3906   | <b>Crustacea</b><br>- <i>Bosminopsis deitersi</i><br>- Chydoridae<br>- Nauplio de Copepoda  | 10938<br>1563<br>3125   |

| AM03-4940-17                       |          |                                   |        |
|------------------------------------|----------|-----------------------------------|--------|
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |          | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |        |
| <b>Chlorophyceae</b>               |          | <b>Rotifera</b>                   |        |
| - <i>Asterococcus</i> spp.         | 34769    | - <i>Brachionus dolobratus</i>    | 2173   |
| - <i>Coelastrum</i> sp.            | 17385    | - <i>Conochilus</i> sp.           | 2173   |
|                                    |          | - <i>Hexarthra</i> sp.            | 15212  |
| <b>Zygnemaphyceae</b>              |          | - <i>Keratella cochlearis</i>     | 184712 |
| - <i>Bambusina</i> sp.             | 10328820 | - <i>Lecane</i> sp.               | 2173   |
| - <i>Closterium setaceum</i>       | 2173     | - <i>Polyarthra</i> sp.           | 10865  |
| - <i>Cosmarium</i> spp.            | 8692     | - <i>Synchaeta</i> sp.            | 32596  |
| - <i>Gonatozygon</i> sp.           | 49981    | - <i>Bdelloidea</i>               | 13038  |
| - <i>Hyalotheca</i> sp.            | 3519950  |                                   |        |
| - <i>Staurastrum planctonicum</i>  | 8692     | <b>Crustacea</b>                  |        |
| - <i>Staurastrum setaceum</i>      | 2173     | - <i>Bosminopsis deitersi</i>     | 23904  |
| - <i>Stauroidesmus brevispina</i>  | 2173     | - Copepodito de Copepoda          | 6519   |
| - <i>Stauroidesmus convergens</i>  | 2173     | - <i>Diaphanosoma</i> sp.         | 2173   |
|                                    |          | - Nauplio de Copepoda             | 30423  |
| <b>Dinophyceae</b>                 | 4346     |                                   |        |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 5164410  |                                   |        |
| <b>Cyanobacteria</b>               |          |                                   |        |
| - <i>Snowella</i> sp.              | 2173     |                                   |        |

LEGENDA:

AM01-4938-17 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do futuro reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-4939-17 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do futuro reservatório da PCH Verde 4A;

AM03-4940-17 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 26.** Densidade (org/m<sup>3</sup>) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 27 de novembro de 2017, FASE APÓS ENCHIMENTO do Reservatório da PCH Verde 4A.

| <b>AM01-5403-17</b>  |                 |  |                     |
|--|-----------------|--|---------------------|
| <b>FITOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>                                       |                 | <b>ZOOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>  |                     |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Oocystis</i> sp.                                | 979             | <b>Protozoa</b><br>- <i>Arcella</i> sp.  | 979                 |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Cosmarium</i> sp.<br>- <i>Spondylosium</i> sp. | 979<br>17621    |  |                     |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 5066163         |  |                     |
| <b>AM02-5404-17</b>  |                 |  |                     |
| <b>FITOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>                                       |                 | <b>ZOOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>  |                     |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Cosmarium</i> sp.<br>- <i>Mougeotia</i> sp.    | 1714<br>1714    | <b>Protozoa</b><br>- <i>Arcella</i> sp.  | 857                 |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 6857            | <b>Rotifera</b><br>- <i>Filinia saltator</i>   | 857                 |
|  |                 | <b>Crustacea</b><br>- <i>Moina</i> sp.<br>- <i>Simocephalus vetulus</i><br>- Copepodito de Calanoida | 2571<br>857<br>1714 |
| <b>AM03-5405-17</b>  |                 |  |                     |
| <b>FITOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>                                       |                 | <b>ZOOPLÂNTON (org/m<sup>3</sup>)</b>  |                     |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 4264            | Nada encontrada  |                     |
| <b>Cyanobacteria</b><br>- <i>Anabaena</i> sp.<br>- <i>Planktothrix</i> sp.   | 255833<br>25583 |  |                     |

LEGENDA:

AM01-5403-17 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do futuro reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-5404-17 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do futuro reservatório da PCH Verde 4A;

AM03-5405-17 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 27.** Densidade (org/m<sup>3</sup>) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 20 de março de 2018, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A.

| AM01-1228-1/2018-0   |   |   |                                |
|--|---|---|--------------------------------|
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |   | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |                                |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Asterococcus</i> sp.  | 2310  | <b>Rotifera</b><br>- <i>Polyarthra</i> sp.<br>- <i>Lecane (Monostyla)</i> sp.   | 2310<br>2310                   |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Closterium setaceum</i><br>- <i>Closterium</i> sp.   | 4620<br>2310                                    |   |                                |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 11550   |   |                                |
| <b>Cyanobacteria</b><br>- <i>Planktothrix aghaardii</i>  | 2310  |   |                                |
| AM02-1229-1/2018-0   |   |   |                                |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |   | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |                                |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Asterococcus</i> sp.  | 6538  | <b>Rotifera</b><br>- <i>Lecane</i> sp.<br>- <i>Lecane (Monostyla)</i> sp.<br>- <i>Polyarthra</i> sp.                              | 1635<br>3269<br>1635           |
| <b>Zygnemaphyceae</b><br>- <i>Euastrum denticulatum</i><br>- <i>Hyalotheca</i> sp.<br>- <i>Mougeotia</i> sp.<br>- <i>Pleurotaenium</i> sp.<br>- <i>Staurastrum gladiusum</i><br>- <i>Staurodesmus brevispina</i> | 1635<br>50673<br>180625<br>1635<br>4904<br>1635 | <b>Crustacea</b><br>- <i>Diaphanosoma</i> sp.<br>- Nauplio de Copepoda<br>- Copepodito de Calanoida<br>- Copepodito de Cyclopoida | 3269<br>16346<br>34327<br>1635 |
| <b>Cyanobacteria</b><br>- <i>Geitlerinema amphibium</i><br>- <i>Pseudanabaena</i> sp.  | 4904<br>1635                                    |   |                                |
| AM03-1230-1/2018-0   |   |   |                                |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |   | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> )   |                                |
| <b>Chlorophyceae</b><br>- <i>Coelastrum</i> sp.  | 890   | <b>Rotifera</b><br>- <i>Lecane</i> sp.<br>- <i>Lecane (Monostyla)</i> sp.   | 890<br>890                     |
| <b>Zygnemaceae</b><br>- <i>Closterium setaceum</i><br>- <i>Gonatozygon</i> sp.<br>- <i>Micrasterias americana</i><br>- <i>Mougeotia</i> sp.  | 890<br>63190<br>890<br>890                      | <b>Crustacea</b><br>- Nauplio de Copepoda<br>- Copepodito de Cyclopoida   | 7120<br>890                    |
| <b>Bacillariophyta</b>   | 72090   |   |                                |
| <b>Cyanobacteria</b><br>- <i>Planktothrix</i> sp.  | 890   |   |                                |

LEGENDA:

AM01-5403-17 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;

AM02-5404-17 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A;

AM03-5405-17 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.



**Tabela 28.** Densidade (org/m<sup>3</sup>) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 25 e 27 de setembro de 2018, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A.

| AM01-9081-18                       |         |                                   |       |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------|-------|
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |       |
| <b>Zygnemaphyceae</b>              |         | <b>Protozoa</b>                   |       |
| - <i>Cosmarium</i> sp.             | 7308    | - <i>Arcella</i> sp.              | 3585  |
| - <i>Gonatozygon</i> sp.           | 14615   |                                   |       |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 58462   |                                   |       |
| AM02-9082-18                       |         |                                   |       |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |       |
| <b>Chlorophyceae</b>               |         | <b>Rotifera</b>                   |       |
| - <i>Oocystis</i> sp.              | 1913    | Bdelloidea                        | 3827  |
| <b>Chlamydomphyceae</b>            |         | <b>Crustacea</b>                  |       |
| - <i>Carteria</i> sp.              | 5267715 | - <i>Bosmina</i> sp.              | 9567  |
| <b>Zygnemaphyceae</b>              |         | - <i>Bosminopsis deitersi</i>     | 24875 |
| - <i>Gonatozygon</i> sp.           | 3827    | - <i>Ceriodaphnia</i> sp.         | 1913  |
| - <i>Staurastrum planctonicum</i>  | 8173    | - <i>Diaphanosoma</i> sp.         | 1913  |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 3149805 | - Nauplio de Copepoda             | 13394 |
| <b>Dinophyceae</b>                 | 7654    | - Copepodito de Calanoida         | 11481 |
|                                    |         | - Copepodito de Cyclopoida        | 22962 |
| AM03-9083-18                       |         |                                   |       |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |       |
| <b>Chlorophyceae</b>               |         | <b>Protozoa</b>                   |       |
| - <i>Asterococcus</i> sp.          | 8672    | - <i>Euglypha</i> sp.             | 2922  |
| - <i>Golenkinia radiata</i>        | 2891    | <b>Rotifera</b>                   |       |
| - <i>Sphaerocystis</i> sp.         | 150313  | - <i>Ascomorpha</i> sp.           | 29219 |
| <b>Chlamydomphyceae</b>            |         | - <i>Collotheca</i> sp.           | 5844  |
| - <i>Carteria</i> sp.              | 1010247 | - <i>Trichocerca pusilla</i>      | 2922  |
| <b>Zygnemaceae</b>                 |         | - Bdelloidea                      | 8766  |
| - <i>Closterium setaceum</i>       | 2891    | <b>Crustacea</b>                  |       |
| - <i>Closterium</i> spp.           | 8672    | - <i>Bosmina</i> sp.              | 2922  |
| - <i>Cosmarium</i> spp.            | 5781    | - <i>Bosminopsis deitersi</i>     | 14609 |
| - <i>Euastrum gemmatum</i>         | 2891    | - <i>Ceriodaphnia</i> sp.         | 32141 |
| - <i>Gonatozygon</i> sp.           | 31797   | - <i>Diaphanosoma</i> sp.         | 35063 |
| - <i>Onychonema</i> sp.            | 28906   | - <i>Moina</i> sp.                | 2922  |
| - <i>Staurastrum planctonicum</i>  | 11563   | - Nauplio de Copepoda             | 70125 |
| - <i>Staurastrum rotula</i>        | 2891    | - Copepodito de Calanoida         | 8766  |
| - <i>Staurodesmus triangularis</i> | 2891    | - Copepodito de Cyclopoida        | 40906 |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 66484   |                                   |       |
| <b>Dinophyceae</b>                 | 11563   |                                   |       |
| <b>Cyanobacteria</b>               |         |                                   |       |
| - <i>Anabaena</i> sp.              | 2891    |                                   |       |

|                           |      |  |  |
|---------------------------|------|--|--|
| - <i>Planktothrix</i> sp. | 5781 |  |  |
|---------------------------|------|--|--|

LEGENDA:

AM01-9081-18 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
AM02-9082-18 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do f reservatório da PCH Verde 4A;  
AM03-9083-18 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante da casa de força da PCH Verde 4A.

**Tabela 29.** Densidade (org/m<sup>3</sup>) dos táxons de Fitoplâncton e Zooplâncton encontrados nos três pontos de amostragem, na campanha realizada em 19 de março de 2019, FASE DE OPERAÇÃO do Reservatório da PCH Verde 4A.

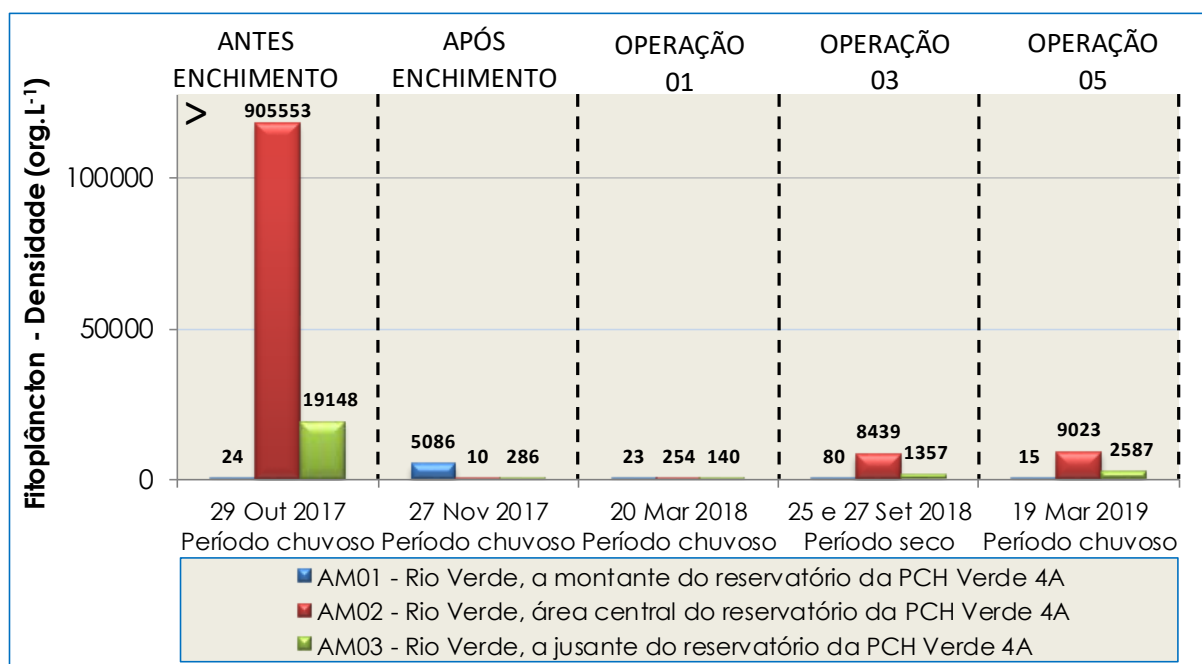
| AM01-13922-19                      |         |                                   |      |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------|------|
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |      |
| <b>Chlorophyceae</b>               |         | <b>Protozoa</b>                   |      |
| - <i>Oocystis</i> sp.              | 667     | - <i>Arcella</i> sp.              | 667  |
| - <i>Scenedesmus quadricauda</i>   | 2667    |                                   |      |
| - <i>Sphaerocystis</i> sp.         | 667     |                                   |      |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 10000   |                                   |      |
| <b>Cyanobacteria</b>               |         |                                   |      |
| - <i>Planktothrix</i> sp.          | 667     |                                   |      |
| AM02-13923-19                      |         |                                   |      |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |      |
| <b>Chlorophyceae</b>               |         | Nada encontrada                   |      |
| - <i>Sphaerocystis</i> sp.         | 8822702 |                                   |      |
| <b>Zygnemaphyceae</b>              |         |                                   |      |
| - <i>Desmidium</i> sp.             | 200000  |                                   |      |
| AM03-13924-19                      |         |                                   |      |
| FITOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |         | ZOOPLÂNCTON (org/m <sup>3</sup> ) |      |
| <b>Chlorophyceae</b>               |         | <b>Crustacea</b>                  |      |
| - <i>Sphaerocystis</i> sp.         | 487500  | - <i>Ceriodaphnia cornuta</i>     | 6000 |
| <b>Zygnemaceae</b>                 |         | - Nauplio de Copepoda             | 4500 |
| - <i>Closterium setaceum</i>       | 1500    |                                   |      |
| - <i>Cosmarium</i> sp.             | 1500    |                                   |      |
| - <i>Gonatozygon</i> sp.           | 24000   |                                   |      |
| - <i>Micrasterias laticeps</i>     | 1500    |                                   |      |
| - <i>Micrasterias radiosa</i>      | 1500    |                                   |      |
| <b>Bacillariophyta</b>             | 2067669 |                                   |      |
| <b>Cyanobacteria</b>               |         |                                   |      |
| - <i>Oscillatoria</i> sp.          | 1500    |                                   |      |

LEGENDA:

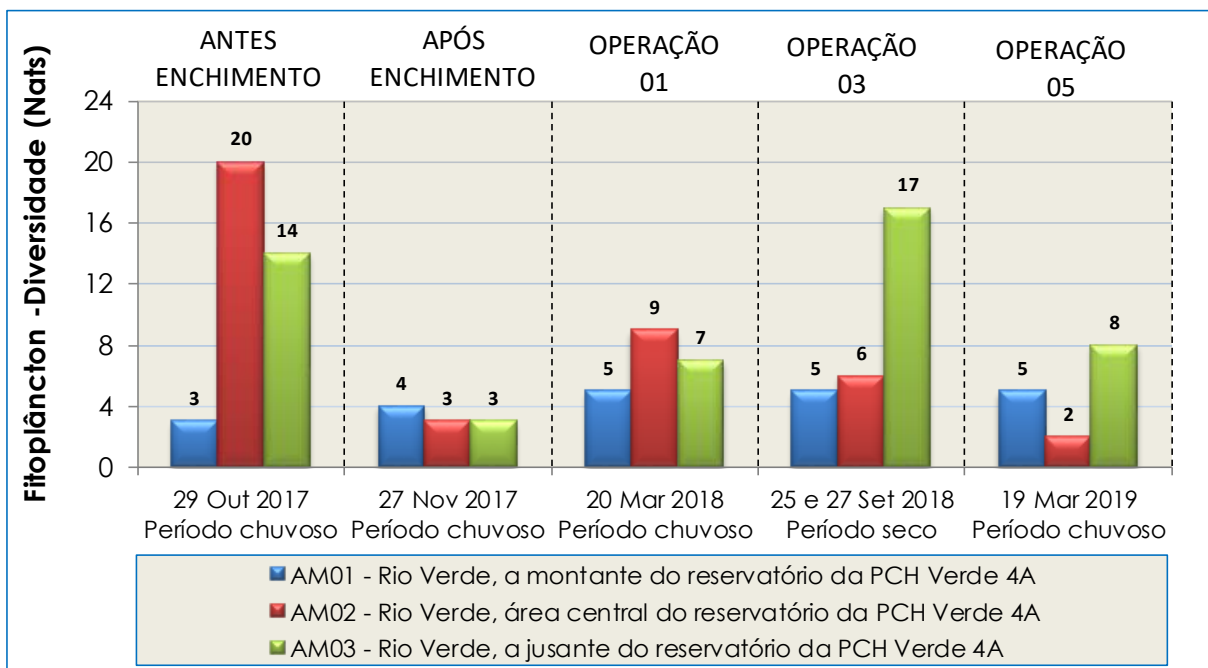
AM01-13922-19 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
AM02-13923-19- Ponto AM02 - Rio Verde, área central do f reservatório da PCH Verde 4A;  
AM03-13924-19- Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante da casa de força da PCH Verde 4A.

#### 4.2.1.1 Fitoplâncton

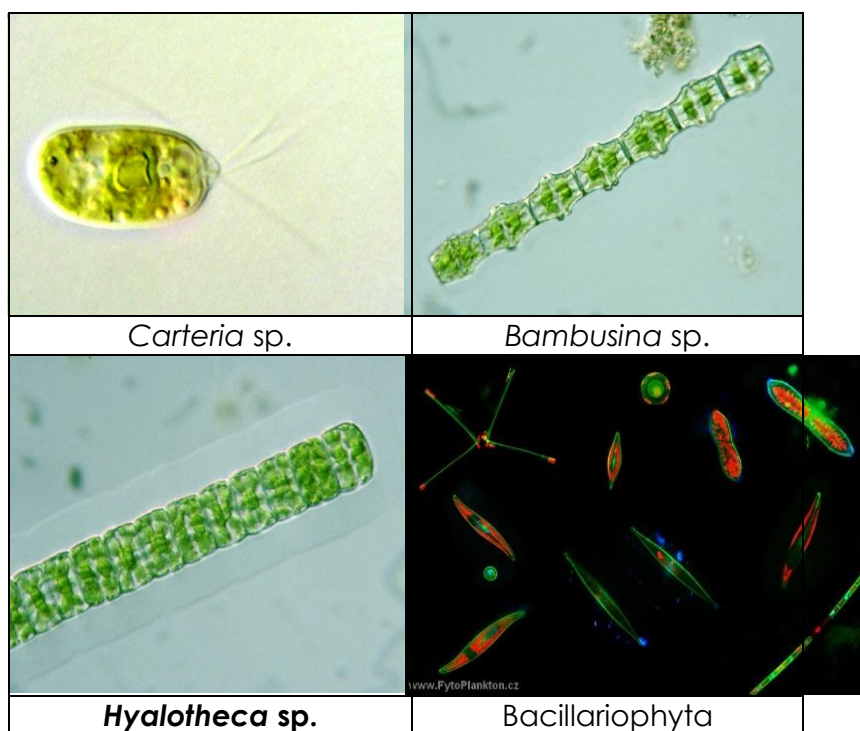
Os valores de densidade e de riqueza taxonômica das algas foram baixos em todos os pontos, em todas as campanhas de coletas, com as exceções do ponto AM02 em outubro de 2017 (antes do enchimento) com um valor de aproximadamente 900 indivíduos por mL. A escala para ponto AM02 em outubro 2017 é dez vezes maior do que nos outros pontos (**Figura 28**). O principal táxon responsável por estas elevadas abundâncias foram uma espécie do gênero desmideo *Hyalotheca* (**Figura 30**). Mesmo assim, tais valores não podem ser considerados altos em comparação com outros ambientes. O Índice da comunidade fitoplanctônica desenvolvido pelo CETESB ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br)) constata que valores menores do que 1000 organismos por mL indicam uma qualidade da água ótima.



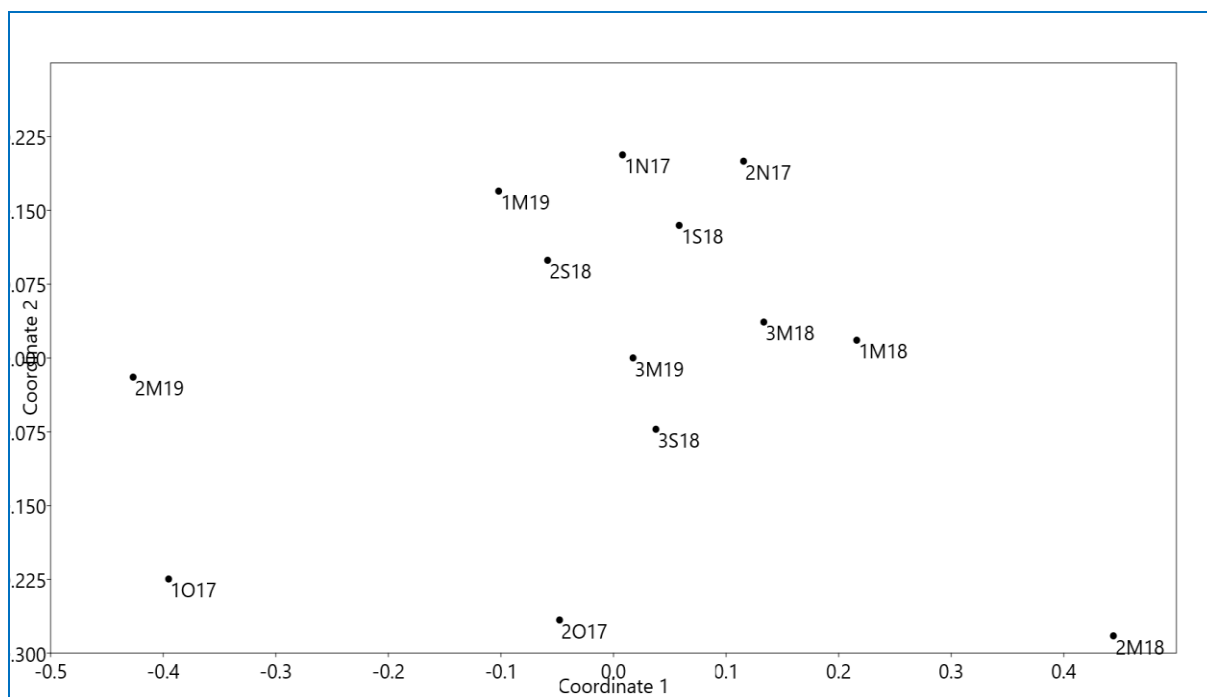
**Figura 28.** Densidade da comunidade fitoplanctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).



**Figura 29.** Riqueza da comunidade fitoplanctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).



**Figura 30.** Imagens dos dominantes táxons de fitoplâncton encontrados.



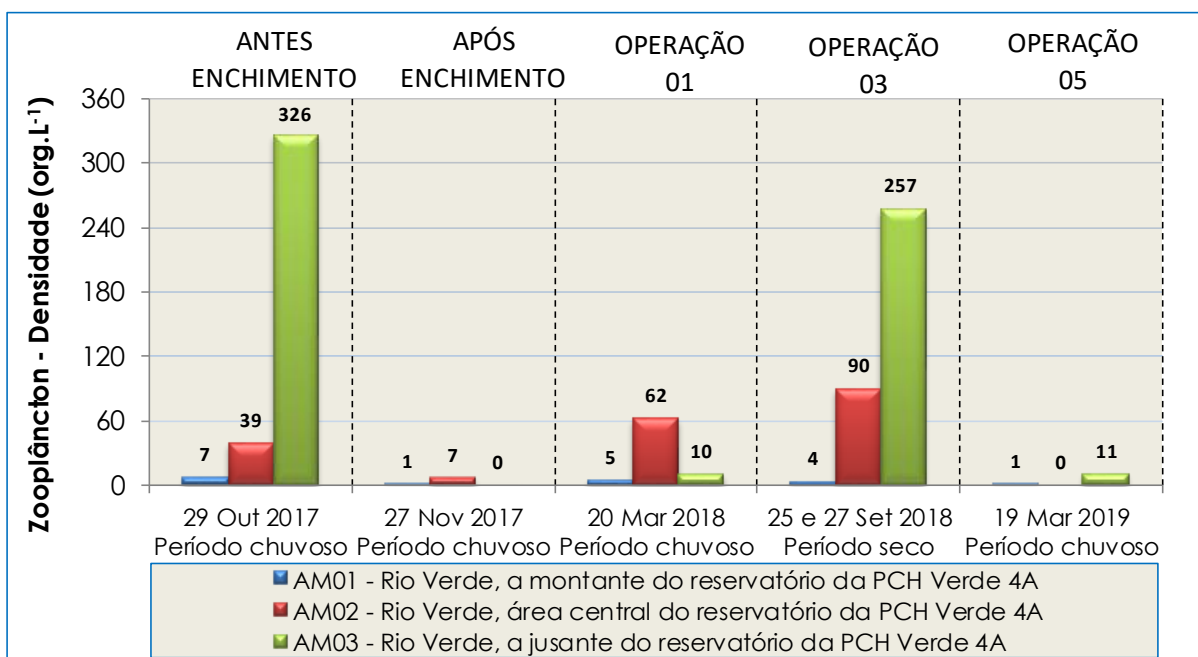
**Figura 31.** Relação entre a estrutura das comunidades fitoplanctônica nos pontos de coleta, usando o Escalamento Multidimensional Não-Métrica. Estresse = 0,2062.

Legenda:

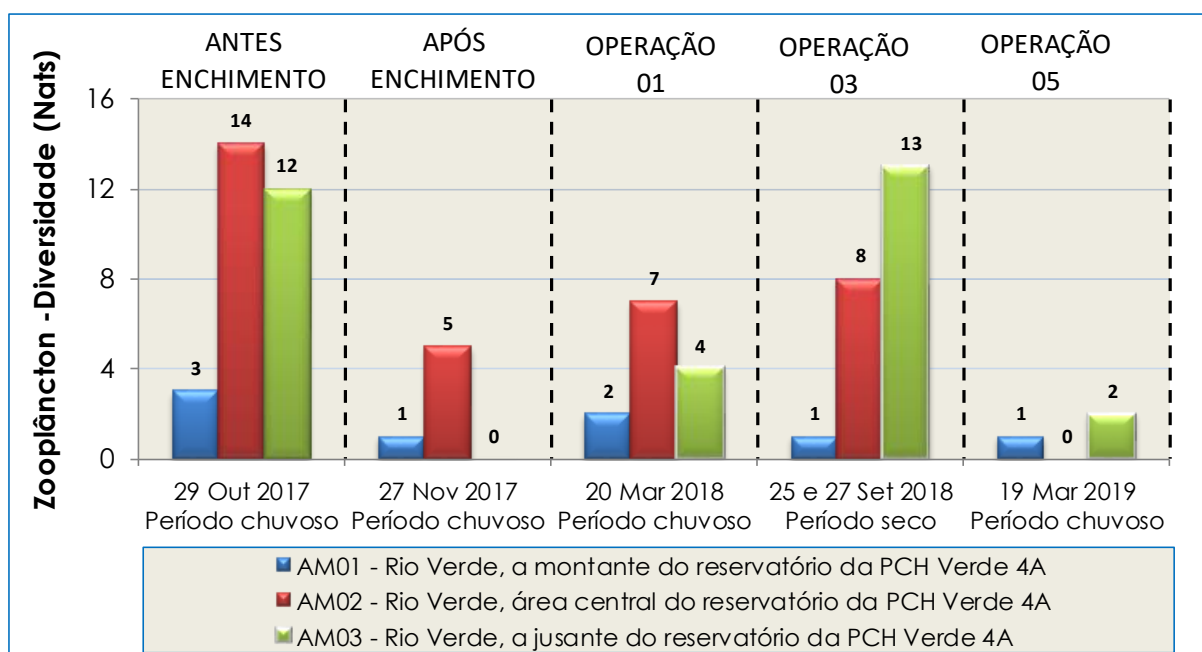
|   |
|---|
| 1O17, 2O17 e 3O17 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 29 de outubro de 2017, <b>ANTES DO ENCHIMENTO</b>    |
| 1N17, 2N17 e 3N17 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 27 de novembro de 2017, <b>APÓS O ENCHIMENTO</b>     |
| 1M18, 2M18 e 3M18 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 20 de março de 2018, <b>FASE OPERAÇÃO 01</b>         |
| 1S18, 2S18 e 3S18 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 25 e 27 de setembro de 2018, <b>FASE OPERAÇÃO 03</b> |
| 1M19, 2M19 e 3M19 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em março 19 de 2019, <b>FASE OPERAÇÃO 05</b>            |

#### 4.2.1.2 Zooplâncton

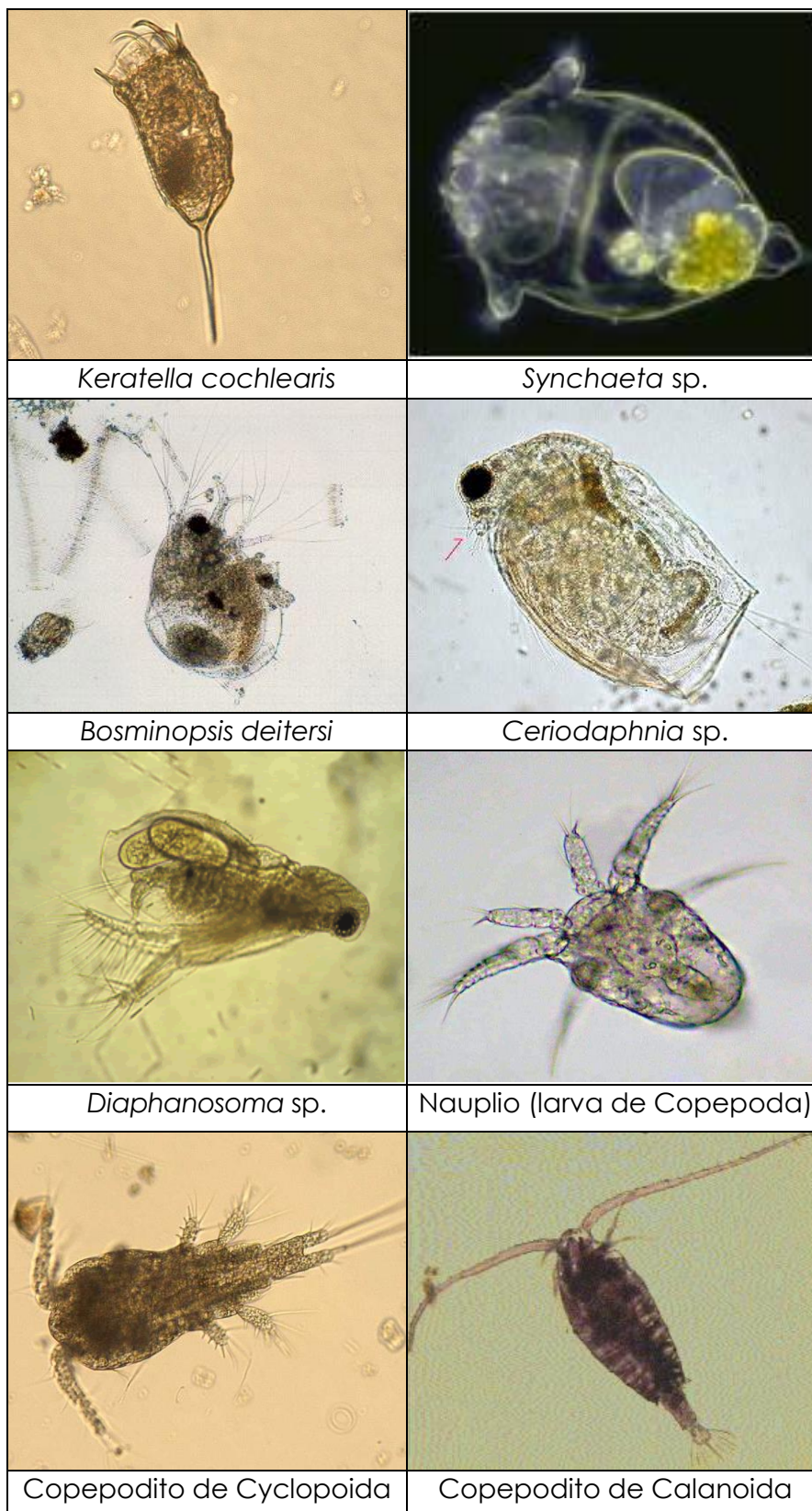
As **Figuras 32 e 33** mostram a densidade e riqueza taxonômica das comunidades zooplânctônicas nas últimas cinco campanhas, nos três pontos de amostragem (AM01, AM02 e AM03). Ocorreu aumento nas abundâncias e riquezas nos pontos AM02 e AM03 na campanha de setembro de 2018 (fase operação 03), e valores muito baixos na última campanha realizada março de 2019 (fase de operação 05) (Heide 1982; Thorp et al. 1994; Kim et al. 2001).



**Figura 32.** Densidade da comunidade zooplânctônica encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).



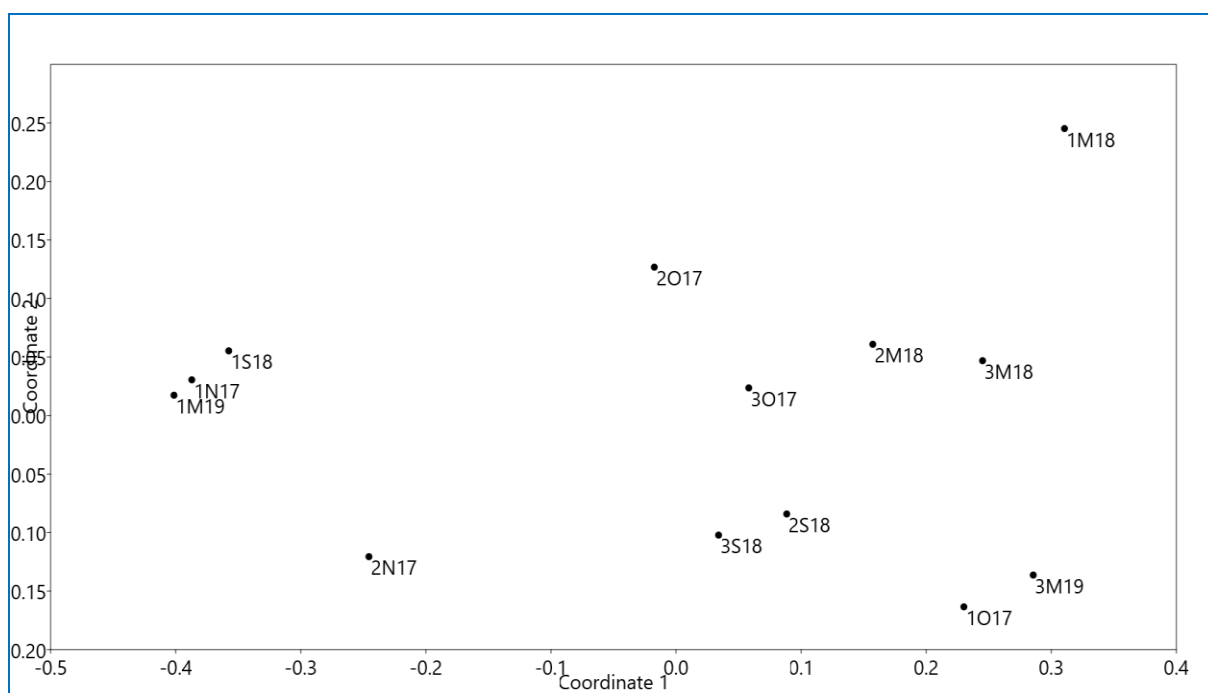
**Figura 33.** Riqueza de espécies zooplânctônicas encontradas nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).



**Figura 34.** Imagens dos dominantes táxons de zooplâncton encontrados.

Os organismos zooplancctônicos mais abundantes são comuns no plâncton de ambientes aquáticos (Landa *et al.*, 1998; Sladacek, 1983) (**Figura 34**). É notável a relativamente alta abundância de Cladocera e copepoditos e adultos de Copepoda na campanha de setembro de 2018(fase operação 03); estes grupos crescem mais lentamente do que os rotíferos, podendo refletir o maior tempo de residência, característica de ambientes lânticos (Esteves & Sendacz 1988;). Porém, esta tendência de refletir um ambiente limnético maduro, não é evidenciada na última campanha realizada em março de 2019 (Matsumura-Tundisi *et al* 1991).

A ordenação das comunidades fitoplanctônicas, considerando as similaridades em listas de espécies e abundâncias de cada uma, não mostrou nenhum agrupamento consistente entre campanhas de coletas (**Figura 35**).



**Figura 35. Relação entre a estrutura das comunidades de zooplâncton nos pontos de coleta, usando o Escalamento Multidimensional Não-Métrica. Estresse = 0,2847.**

Legenda:

1O17, 2O17 e 3O17 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 29 de outubro de 2017, **ANTES DO ENCHIMENTO**

1N17, 2N17 e 3N17 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 27 de novembro de 2017, **APÓS O ENCHIMENTO**

1M18, 2M18 e 3M18 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 20 de março de 2018, **FASE OPERAÇÃO 01**

1S18, 2S18 e 3S18 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em 25 e 27 de setembro de 2018, **FASE OPERAÇÃO 03**

1M19, 2M19 e 3M19 = Pontos 1, 2 e 3 da campanha realizada em março 19 de 2019, **FASE OPERAÇÃO 05**



Os valores de abundância e riqueza das comunidades planctônicas foram maiores em outubro de 2017 (antes do enchimento) e em setembro de 2018 (fase de operação 02), porém as densidades das comunidades planctônicas na última campanha realizada em março de 2019 (fase de operação 05) foram muito baixas. Em geral, as abundâncias baixas indicam ambientes com baixas concentrações de matéria orgânica e produção primária, e assim representam uma boa qualidade da água.

#### **4.2.2 Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos)**

Foram registrados 1.800 org/m<sup>2</sup> de macroinvertebrados bentônicos em cinco campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório e na fase de operação, distribuídos em 22 táxons (**Tabela 27**).

**Tabela 30.** Densidade (org/m<sup>2</sup>) e riqueza dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados nos três pontos de monitoramento, nas campanhas realizadas antes, durante, após o enchimento do reservatório e na fase de operação, na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

| Táxons                               | ANTES DO ENCHIMENTO |            |           | APÓS O ENCHIMENTO |           |           |
|--------------------------------------|---------------------|------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
|                                      | 29 OUTUBRO 2017     |            |           | 27 NOVEMBRO 2017  |           |           |
|                                      | Período chuvoso     |            |           | Período chuvoso   |           |           |
|                                      | AM01                | AM02       | AM03      | AM01              | AM02      | AM03      |
| <b>INSECTA</b>                       |                     |            |           |                   |           |           |
| <b>Coleoptera</b>                    |                     |            |           |                   |           |           |
| Elmidae                              |                     | 9          |           |                   |           |           |
| Gyrinidae                            |                     |            | 9         |                   |           |           |
| <b>Diptera</b>                       |                     |            |           |                   |           |           |
| Ceratopogonidae                      | 9                   |            |           |                   |           |           |
| Chironomidae                         | 27                  | 144        | 18        | 18                | 27        | 18        |
| Tabanidae                            | 9                   |            |           |                   |           |           |
| <b>Ephemeroptera</b>                 |                     |            |           |                   |           |           |
| Baetidae                             | 9                   | 72         |           | 45                |           |           |
| Leptophlebiidae                      | 18                  |            |           | 27                |           |           |
| <b>Hemiptera</b>                     |                     |            |           |                   |           |           |
| Notonectidae                         |                     |            |           |                   |           |           |
| <b>Odonata</b>                       |                     |            |           |                   |           |           |
| Coenagrionidae                       |                     | 9          |           |                   |           |           |
| <b>Trichoptera</b>                   |                     |            |           |                   |           |           |
| Helicopsychidae                      |                     |            |           | 18                |           |           |
| <b>CRUSTACEA</b>                     |                     |            |           |                   |           |           |
| Ostracoda                            |                     | 9          |           |                   | 9         | 9         |
| <b>ANNELIDA</b>                      |                     |            |           |                   |           |           |
| Oligochaeta                          | 36                  | 36         | 9         | 36                |           |           |
| <b>Densidade (org/m<sup>2</sup>)</b> | <b>108</b>          | <b>279</b> | <b>36</b> | <b>144</b>        | <b>36</b> | <b>27</b> |
| <b>Riqueza</b>                       | <b>6</b>            | <b>6</b>   | <b>3</b>  | <b>5</b>          | <b>2</b>  | <b>2</b>  |

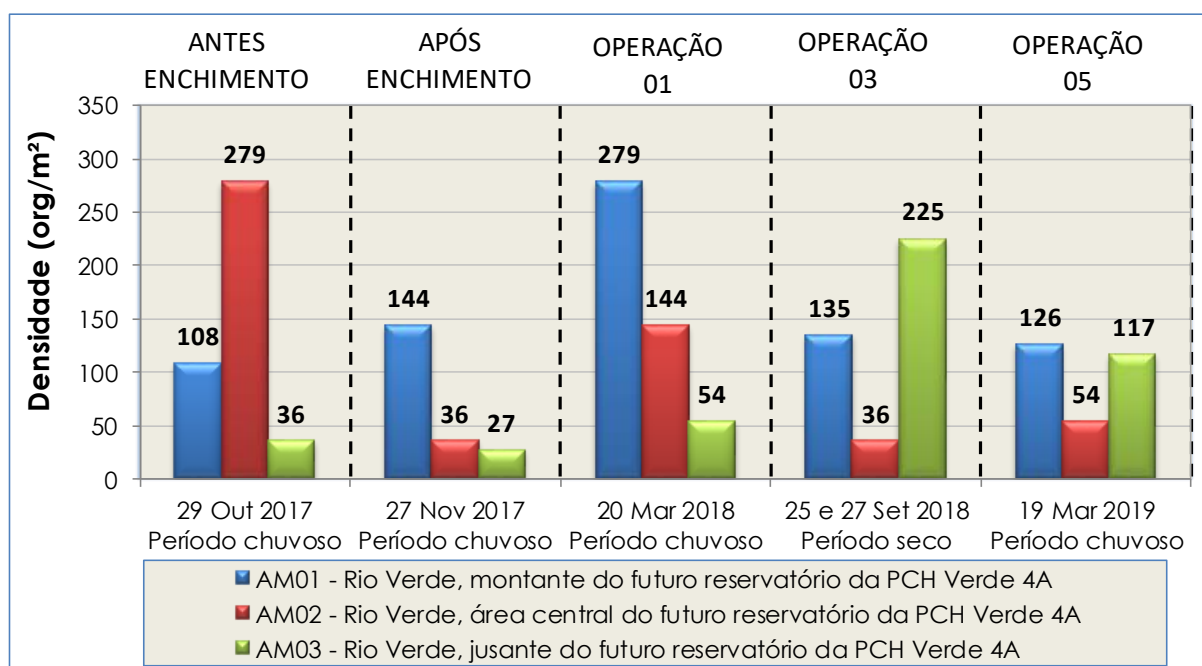
| Táxons               | OPERAÇÃO 01     |      |      | OPERAÇÃO 03           |      |     | OPERAÇÃO 04     |      |      |
|----------------------|-----------------|------|------|-----------------------|------|-----|-----------------|------|------|
|                      | 20 MARÇO 2018   |      |      | 25 e 27 SETEMBRO 2018 |      |     | 19 MARÇO 2019   |      |      |
|                      | Período chuvoso |      |      | Período seco          |      |     | Período chuvoso |      |      |
|                      | AM01            | AM02 | AM03 | AM01                  | AM02 | AM0 | AM01            | AM02 | AM03 |
| <b>INSECTA</b>       |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| <b>Coleoptera</b>    |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Elmidae              | 9               |      |      | 9                     |      |     |                 |      |      |
| Gyrinidae            |                 |      |      |                       |      | 27  |                 |      |      |
| <b>Diptera</b>       |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Ceratopogonidae      | 9               |      |      |                       |      |     | 9               | 9    | 36   |
| Chironomidae         | 90              | 9    | 9    | 36                    | 27   |     | 54              | 45   | 18   |
| Simuliidae           |                 |      |      |                       |      |     | 9               |      |      |
| <b>Ephemeroptera</b> |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Baetidae             | 63              | 27   |      | 27                    | 9    | 54  | 27              |      | 45   |
| Caenidae             |                 | 9    |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Leptohyphidae        | 18              |      |      | 18                    |      |     |                 |      | 9    |
| <b>Hemiptera</b>     |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Notonectidae         |                 |      |      |                       |      | 108 |                 |      |      |
| Veliidae             |                 |      |      | 18                    |      | 27  | 9               |      |      |
| <b>Lepidoptera</b>   |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Pyrilidae            |                 |      | 9    |                       |      |     |                 |      |      |
| <b>Odonata</b>       |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Coenagrionidae       |                 | 9    |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Gomphidae            | 9               |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| <b>Trichoptera</b>   |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Helicopsychidae      |                 |      |      | 27                    |      |     |                 |      |      |
| Hydropsychidae       | 9               |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| <b>COLLEMBOLA</b>    |                 |      |      |                       |      | 9   |                 |      |      |
| <b>ARACHNIDA</b>     |                 |      |      |                       |      |     |                 |      |      |
| Hydracarina          |                 | 9    |      |                       |      |     |                 |      |      |

|                                      |            |            |           |            |           |            |            |           |            |
|--------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
| <b>CRUSTACEA</b>                     |            |            |           |            |           |            |            |           |            |
| <b>Decapoda</b>                      |            |            |           |            |           |            |            |           |            |
| Palaemonidae                         | 9          |            |           |            |           |            |            |           |            |
| <b>Ostracoda</b>                     |            | 18         | 9         |            |           |            |            |           |            |
| <b>ANNELIDA</b>                      |            |            |           |            |           |            |            |           |            |
| Oligochaeta                          | 63         | 63         | 27        |            |           |            | 18         |           | 9          |
| <b>Densidade (org/m<sup>2</sup>)</b> | <b>279</b> | <b>144</b> | <b>54</b> | <b>135</b> | <b>36</b> | <b>225</b> | <b>126</b> | <b>54</b> | <b>117</b> |
| <b>Riqueza</b>                       | <b>9</b>   | <b>7</b>   | <b>4</b>  | <b>6</b>   | <b>2</b>  | <b>5</b>   | <b>6</b>   | <b>2</b>  | <b>5</b>   |

LEGENDA:

AM01 - Ponto AM01 - Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM02 - Ponto AM02 - Rio Verde, área central do reservatório da PCH Verde 4A;  
 AM03 - Ponto AM03 - Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A.

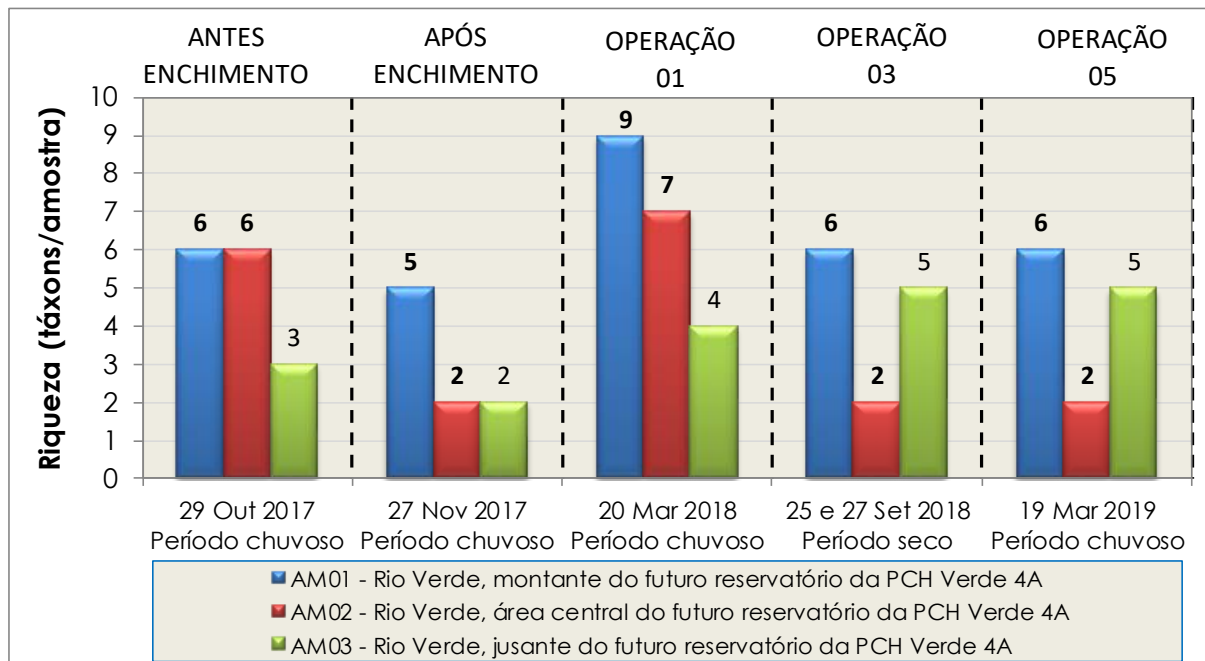
A densidade foi maior no ponto AM01 nas campanhas de novembro de 2017 (após o enchimento), março de 2018 (fase de operação 01) e março de 2019 (fase de operação 05), no ponto AM02 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento) e no ponto AM03 na campanha de setembro de 2018 (fase de operação 03). Os pontos AM01 e AM03 apresentaram as menores variações na densidade com relação as campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório e um aumento na campanha de março de 2018 na fase de operação 01, sendo que o ponto AM02 apresentou as menores densidades nas campanhas realizadas após o enchimento do reservatório e nas campanhas de setembro de 2018 (fase operação 03) e março de 2019 (fase operação 05) e os pontos AM01 e AM03 apresentaram uma queda e um aumento respectivamente na densidade na campanha de março de 2019 (fase de operação 05) (**Figura 36**).



**Figura 36.** Densidade (org/m<sup>2</sup>) de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).

O ponto AM01 registrou as maiores riquezas em todas as campanhas juntamente com o ponto AM02 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento). Todos os pontos apresentaram uma queda na riqueza nas campanhas realizadas

em novembro de 2017 (após o enchimento), um aumento na riqueza na campanha realizada em março de 2018 (fase de operação 01) e os pontos AM01 e AM02 apresentaram uma queda e o ponto AM03 um aumento na riqueza nas campanhas realizadas em setembro de 2018 (fase operação 03) e março de 2019 (fase de operação 05) (**Figura 37**).

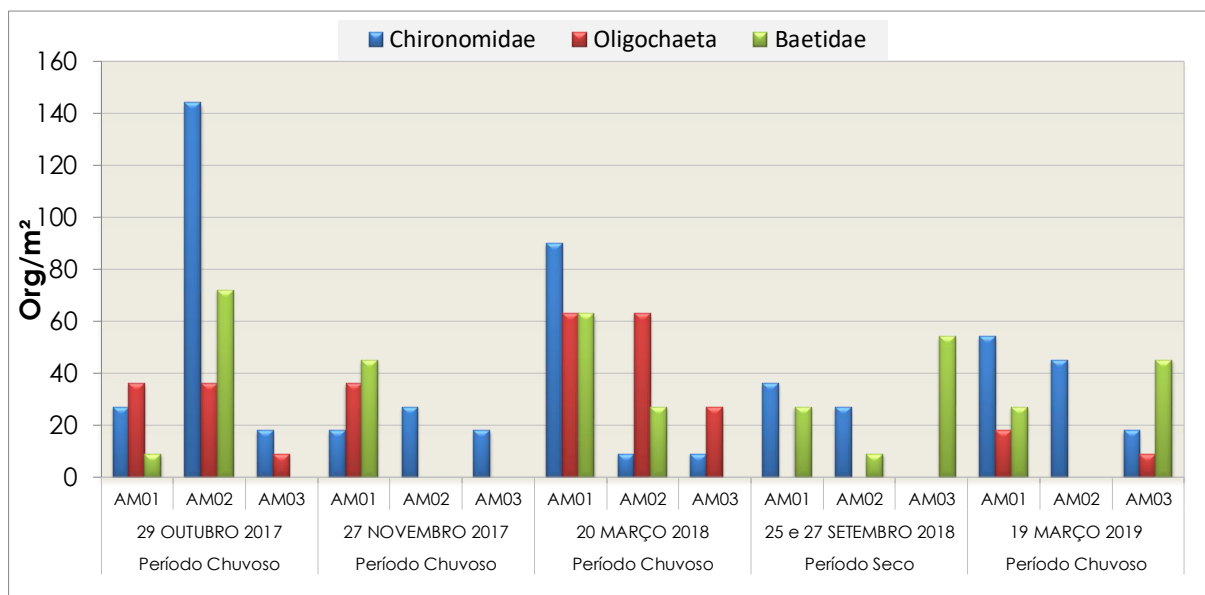


**Figura 37.** Riqueza (táxons/amostra) de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).

As famílias Chironomidae (Diptera), Baetidae (Ephemeroptera) e a Classe Oligochaeta (Annelida) foram os táxons mais representativos (**Figura 38**). Os Chironomidae constituem mais da metade do número total de espécies de macroinvertebrados bentônicos presentes em diversos ambientes aquáticos e é o grupo de insetos com a maior distribuição geográfica (Queiroz *et al.*, 2000).

A família Baetidae é a mais abundante dentre as famílias de Ephemeroptera encontradas no Brasil (Goulart & Callisto, 2005). Domínguez *et al.* (2006) e Buss & Salles (2007), relatam a existência de variação nas espécies quanto suas exigências à locais com integridade ambiental mais elevada e tipos de substratos associados.

Os representantes da Classe Oligochaeta, Filo Annelida, são organismos abundantes em ambientes eutróficos (Santana *et al.*, 2009) e tem um importante papel de converter matéria orgânica em alimento disponível para outros consumidores, além de serem parcialmente responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (Strixino & Trivinho-Strixino, 2006).



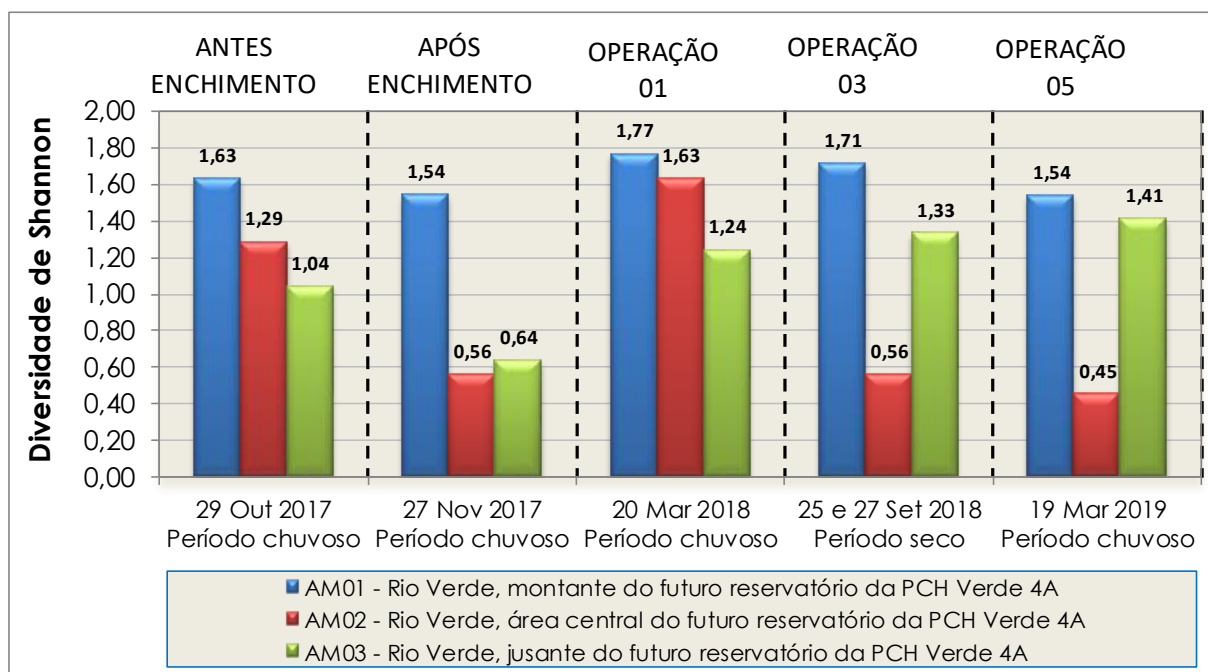
**Figura 38.** Táxons mais representativos de macroinvertebrados bentônicos registrados em cada ponto de monitoramento e sua densidade (org/m<sup>2</sup>), nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).

É importante destacar a presença da ordem Ephemeroptera registrada em todas as campanhas no ponto AM01, no ponto AM02 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento), março de 2018 (operação 01) e setembro de 2018 (operação 03) e nos pontos AM01 e AM03 na campanha de março de 2019 (operação 05). A ordem Ephemeroptera foi bastante representativa, as ninfas dessa ordem constituem um dos principais grupos dentre os macroinvertebrados bentônicos e estão entre os grupos mais utilizados em programas de biomonitoramento de qualidade de água (Salles *et al.*, 2004).

A ordem Trichoptera foi registrada no ponto AM01 nas campanhas de novembro de 2017 (após o enchimento), março de 2018 (operação 01) e setembro de 2018

(operação 03). Essa ordem apresenta larvas que são sensíveis às alterações ambientais nos cursos d'água (Pes *et al.*, 2005).

Considerando os táxons registrados, a maior diversidade foi registrada no ponto AM01 em todas as campanhas. A diversidade dos demais pontos e campanhas está representada na **Figura 39**. O Índice da Comunidade Bentônica (ICB) desenvolvido para rios pela CETESB (Kuhlmann *et al.*, 2012) indica que os valores de diversidade  $> 1,50 - \leq 2,50$  caracteriza a qualidade da água em boa (AM01 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento), novembro de 2017 (após o enchimento), setembro de 2018 (operação 03) e março de 2019 (operação 05) e pontos AM01 e AM02 na campanha de março de 2018 (operação 01), a diversidade entre  $1,00 - \leq 1,50$  entra na classificação regular (AM02 e AM03 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento) e AM03 nas campanhas de março de 2018 (operação 01), setembro de 2018 (operação 03) e março de 2019 (operação 05) e valor de diversidade  $\leq 1,00$  entra na classificação ruim (AM02 e AM03 na campanha de novembro de 2017 (após o enchimento) e AM02 nas campanhas de setembro de 2018 (operação 01) e março de 2019 (operação 05).

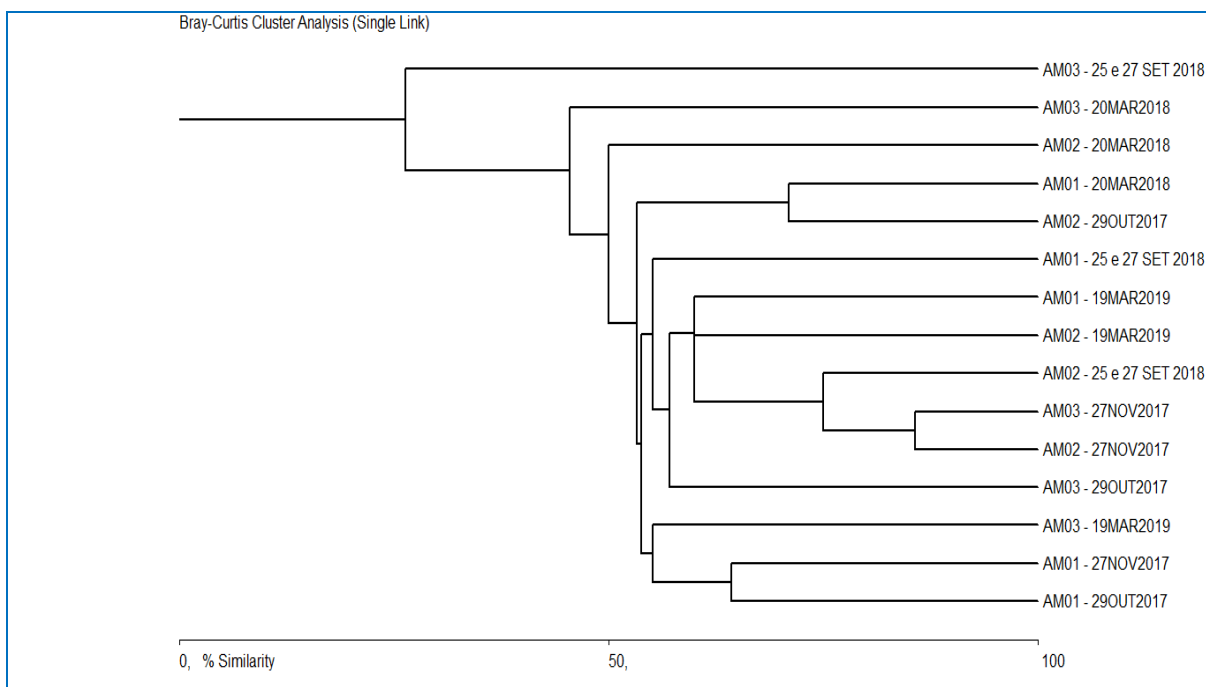


**Figura 39.** Variação do Índice de Diversidade de Shannon dos macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento, nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019).



Considerando o mesmo índice desenvolvido pela CETESB, os valores de riqueza de 6 a 13 são caracterizados como regular (AM01 e AM02 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento) e março de 2018 (operação 01) e AM01 nas campanhas de setembro de 2018 (operação 03) e março de 2019 (operação 05), e valores de riqueza de 1 a 5 entram na categoria ruim (todos os pontos na campanha de novembro de 2017 (após o enchimento), AM03 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento), março de 2018 (operação 01) e setembro de 2018 (operação 03) e pontos AM02 e AM03 nas campanhas de setembro de 2018 (operação 03) e março de 2019 (operação 05).

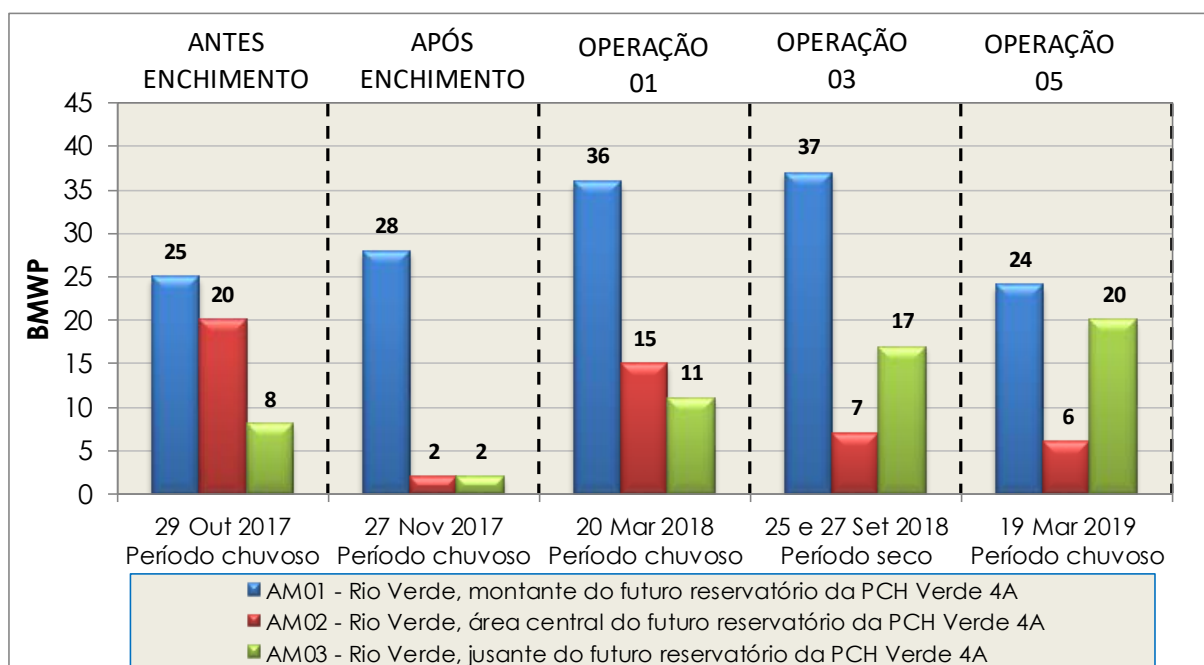
De acordo com o dendrograma (**Figura 40**), os pontos AM02 e AM03 na campanha de novembro de 2017 (após o enchimento) apresentaram similaridade de aproximadamente 85%, seguido pelo ponto AM01 nas campanhas de março de 2018 (operação 01) e AM02 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento) com aproximadamente 70% de similaridade.



**Figura 40.** Dendrograma representando a similaridade (Bray-Curtis) entre os pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após o enchimento do

reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e novembro de 2018 e março de 2019).

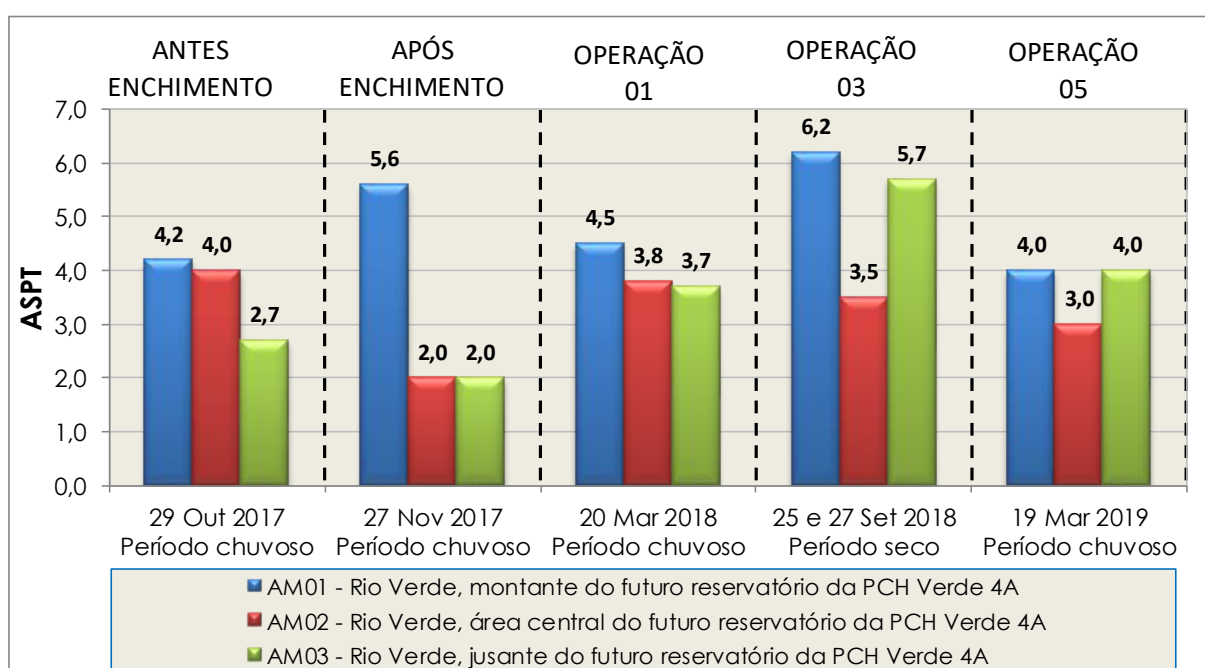
Segundo o índice biótico BMWP adaptado por Junqueira *et al.* (2000), a qualidade da água foi caracterizada como ruim (AM01 nas campanhas de novembro de 2017, março de 2018 e setembro de 2018) à péssima (AM01 nas campanhas de outubro de 2017 e março de 2019, AM02 e AM03 em todas as campanhas), e entraram nas classes 4 e 5, com pontuações 28, 36, 37, 25, 20, 8, 2, 2, 15, 11, 7, 17, 24, 6 e 20 respectivamente (**Figura 41**).



**Figura 41.** Valores do Índice BMWP de Junqueira *et al.* (2000) das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após do enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019), na área de influência da PCH Verde 4A. (BMWP: Classe 1 (>81) qualidade da água excelente; Classe 2 (80 – 61) qualidade da água boa; Classe 3 (60 – 41) qualidade da água regular; Classe 4 (40 – 26) qualidade da água ruim; Classe 5 ( $\leq 25$ ) qualidade da água péssima).

Os valores de ASPT indicaram água limpa no ponto AM01 na campanha de setembro de 2018 (operação 03), questionável no ponto AM01 na campanha de novembro de 2017 (após o enchimento) e AM03 na campanha de setembro de 2018 (operação 03), níveis de matéria orgânica moderadamente alta no ponto

AM01 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento) e março de 2018 (operação 01), no ponto AM02 na campanha de outubro de 2017 (antes do enchimento) e AM01 e AM03 na campanha de março de 2019 (operação 01) e níveis de matéria orgânica muito alta no ponto AM02 nas campanhas de novembro de 2017 (após o enchimento), março de 2018 (operação 01), setembro de 2018 (operação 03), e março de 2019 (operação 05); e AM03 nas campanhas de outubro de 2017 (antes do enchimento), novembro de 2017 (após o enchimento) e março de 2018 (operação 01) (**Figura 42**).



**Figura 42.** Valores do Índice ASPT das comunidades de macroinvertebrados bentônicos nos três pontos de monitoramento nas campanhas realizadas antes e após do enchimento do reservatório (outubro e novembro de 2017) e na fase de operação (março e setembro de 2018 e março de 2019), na área de influência da PCH Verde 4A. (Valores do ASPT: >6 = Águas limpas; 5 – 6 = Questionáveis; 4 – 5 = Níveis de matéria orgânica moderadamente alta; <4 = Níveis de matéria orgânica muito alta).

### 4.3 Considerações Finais

As famílias Chironomidae, Baetidae e a Classe Oligochaeta foram as mais frequentes. Bubinas & Jagminiené (2001) classificam os Oligochaeta e Chironomidae como os invertebrados bentônicos mais tolerantes a poluição e altas densidades desses grupos são indicadores de elevados teores de matéria orgânica (Piedras *et al.*, 2006). A família Baetidae é descrita por Buss *et al.* 2002 como pouco

sensível as alterações ambientais, sendo encontrada em locais com níveis intermediários de degradação.

Todos os pontos apresentaram variações na densidade, riqueza, diversidade e nos índices bióticos BMWP e ASPT. No entanto, o ponto AM01 apresentou uma variação positiva nos índices bióticos BMWP nas campanhas de novembro de 2017 (após o enchimento), março de 2018 (operação 01) e setembro de 2018 (operação 03) e ASPT na campanha de novembro de 2017 (após o enchimento), apresentando também uma variação positiva na densidade e riqueza.

O ponto AM02 apresentou as maiores variações de densidade e riqueza, sendo que as menores densidades e riquezas foram registradas nas campanhas realizadas após o enchimento do reservatório e na fase de operação nas campanhas de setembro de 2018 e março de 2019. Assim como, as menores diversidades foram registradas no ponto AM02 nestas campanhas. As maiores variações encontradas no ponto AM02 devem-se à transformação do ambiente de lótico para lêntico durante o enchimento do reservatório, pois ambientes lênticos apresentam maior propensão a presença de gradientes verticais, menor concentração de oxigênio, menor heterogeneidade de habitats, distribuição menos uniforme de nutrientes dissolvidos ou em suspensão (Salles & Ferreira-Junior, 2014), provocando mudanças na comunidade de macroinvertebrados bentônicos nesse ponto.

O ponto AM03 apresentou pouca variação na densidade, riqueza, diversidade e nos índices bióticos BMWP e ASPT. No entanto, apresentou uma variação positiva no índice biótico ASPT na campanha de setembro de 2018 (operação 03).

## 5. HIDROSEDIMENTOLOGIA

A sedimentologia está ligada a muitos campos da engenharia. O seu estudo e aplicação abrangem a geração de energia hidráulica, a navegação, a irrigação, a mecânica dos solos, a agricultura, a hidrologia, a construção de estradas, obras em geral, meio ambiente e outros.

Na hidrossedimentologia, a aplicação mais importante é a previsão do assoreamento e da vida útil de um reservatório. As etapas de estudo compreendem a erosão, o transporte de sedimento e a deposição.

No presente estudo, o transporte de sedimentos foi mensurado por meio da coleta e análise de amostras de sedimentos bem como a hidrometria nos mesmos locais de amostragem. A complementação do estudo envolve a repetição dos procedimentos apresentados, em período hidrológico diferente, abrangendo épocas de estiagem e chuva.

De acordo com Carvalho (1994), as primeiras providências em um estudo de diagnóstico, são os levantamentos dos dados necessários e o processamento destes dados.

Os levantamentos das condições de transporte de sedimentos, nos cursos d'água, podem ser efetuados com auxílio dos seguintes procedimentos, posteriormente detalhados na descrição dos procedimentos metodológicos:

- Estudar a rede sedimentométrica existente, coletar dados e informações gerais disponíveis, incluindo a composição granulométrica dos sedimentos fluviais;
- Calcular a quantidade da descarga sólida em suspensão e de arrasto, transportada em diversas épocas pela rede fluvial e em postos-chave, identificando as zonas produtoras de sedimentos;
- Estudar possíveis mudanças verificadas nas calhas dos rios a partir do uso das seções transversais a cursos d'água levantadas em épocas diferentes;
- Com base nos dados disponíveis, fazer uma comparação das condições dos rios quanto a transporte sólido, a partir de estudos existentes em outras bacias do país e do exterior;
- Estimar a evolução da produção de sedimentos, com possível verificação de uma erosão crescente na bacia;

- Projetar uma rede sedimentológica básica, indicando as medições a serem efetuadas, parâmetros a serem obtidos e planejar o monitoramento.

## 5.1 Metodologias

### 5.1.1 Medição da Descarga Líquida

A metodologia de campo empregada na escolha do perfil transversal, seção de medição de descarga líquida foi a tradicional, ou seja, a recomendada pelo DNAEE, pela ANEEL e pela CPRM, que estabelece um programa de amostragem de campo, conjugada com a caracterização e avaliação dos parâmetros geométricos, hidráulicos, hidrológicos, sedimentológicos, morfométricos e fluviomorfológicos.

A medição de descarga líquida segue recomendações estabelecidas pelas normas técnicas do DNAEE (BRASIL, 1977), atual ANEEL, utilizando o método da meia seção.

A escolha da seção de medição foi determinada pela sua linearidade e regularidade, garantindo, desta forma, que a mudança de direção das linhas de fluxo, provocada pela curva, não interfira na medição.

O método dos molinetes consiste em mergulhar um pequeno rotor (**Figura 43**) dentro do fluxo e determinar a velocidade média do fluido neste ponto, contabilizando o número de voltas dentro de um determinado período de tempo. Devido à sua versatilidade e precisão, a medida de vazão através de molinetes é muito utilizada.



**Figura 43.** Exemplo de molinete preso a haste.

Como o molinete tem como princípio de funcionamento uma relação estabelecida entre a velocidade do escoamento local e a velocidade de rotação de sua hélice, o mesmo apresenta a equação do tipo mostrada na equação 1.

$$v = a + b \cdot n \quad (1)$$

Onde a velocidade, "v", é dada em (m/s), a rotação da hélice, "n", em (r.p.s.). As constantes a e b são obtidas através da calibração do molinete.

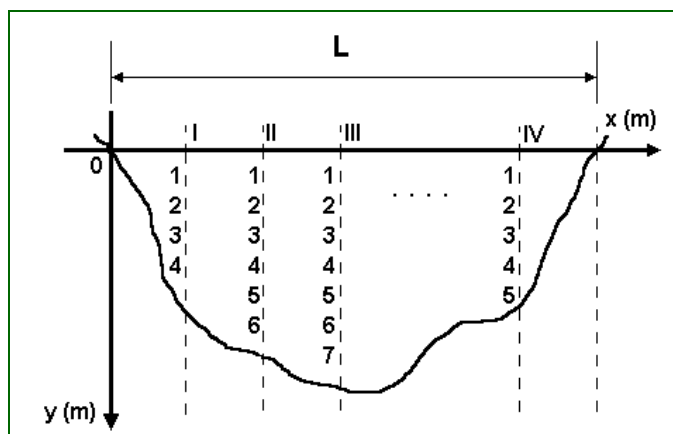
A medição realizada, determinando-se as velocidades em múltiplos pontos, utilizou a **Tabela 31**, para a definição da quantidade de verticais na seção escolhida. A distribuição de pontos de medidas, se possível, deverá ser feita em linhas verticais distanciadas igualmente, em relação à referência. As distâncias das profundidades dos pontos, também deverão ser iguais. A **Figura 44** ilustra a definição da referência em uma das margens e a distribuição dos pontos em uma seção de área molhada de um rio.

A quantidade de pontos medidos em cada vertical é dependente da profundidade, conforme apresenta a **Tabela 32**. O cálculo da velocidade média na vertical também é apresentado neste quadro.

O cálculo da vazão na seção é feito segundo a equação 2.

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{v}_i}{n} \cdot A \quad (2)$$

Onde Q é a descarga líquida na seção, dada em m<sup>3</sup>/s e A é a área molhada, dada em m<sup>2</sup>.



**Figura 44.** Distribuição dos pontos de medidas.  
Fonte: BRASIL (1977)

**Tabela 31.** Distância recomendada entre verticais.

| Largura do rio (m) | Distância entre verticais (m) |
|--------------------|-------------------------------|
| ≤ 3,00             | 0,30                          |
| 3,00 - 6,00        | 0,50                          |
| 6,00 - 15,00       | 1,00                          |
| 15,00 - 30,00      | 2,00                          |
| 30,00 - 50,00      | 3,00                          |
| 50,00 - 80,00      | 4,00                          |
| 80,00 - 150,00     | 6,00                          |
| 150,00 - 250,00    | 8,00                          |
| ≥ 250,00           | 12,00                         |

Fonte: BRASIL (1977).

**Tabela 32.** Cálculo da velocidade média na vertical (método detalhado).

| Número de pontos | Posição na vertical em relação à profundidade "p" | Cálculo da velocidade média, na vertical (m/s)                        | Profundidades (m) |
|------------------|---|---|-------------------|
| 1                | 0,6p  | $\bar{v} = v_{0,6}$   | 0,15 a 0,60       |
| 2                | 0,2p e 0,8p                                       | $\bar{v} = (v_{0,2} + v_{0,8})/2$                                     | 0,60 a 1,20       |
| 3                | 0,2p; 0,6p e 0,8p                                 | $\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/4$                          | 1,20 a 2,00       |
| 4                | 0,2p; 0,4p; 0,6p e 0,8p                           | $\bar{v} = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/6$               | 2,00 a 4,00       |
| 6                | S; 0,2p; 0,4p; 0,6p; 0,8p e F                     | $\bar{v} = [v_s + v_f + 2(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8})]/10$ | acima de 4,00     |



S: Superfície; F: Fundo. Fonte: BRASIL (1977).

## **5.1.2 Medição da Descarga Sólida**

### **5.1.2.1 Sedimentos em Suspensão**

Foi utilizado o método de Igual Incremento de Largura para a amostragem de sedimentos em suspensão, na seção escolhida para medição da vazão. Nesse método a seção transversal é dividida numa série de segmentos de igual largura, para obtenção de uma série de sub-amostras; sendo a velocidade de trânsito em cada vertical a mesma usada nas outras verticais. Essas sub-amostras serão, portanto, compostas de volumes diferentes. Esse procedimento fornece uma amostra na seção com um volume proporcional à vazão na zona amostrada. As diversas sub-amostras podem ser reunidas numa só, composta em laboratório, para uma só análise de concentração e de granulometria (Carvalho, 1994).

As amostras de sedimentos em suspensão foram realizadas com auxílio de um amostrador US-DH-48, próprio para amostras em verticais com profundidades inferiores a 2m, com bico de diâmetro calibrado na medida 1/4".

A determinação, em laboratório, das concentrações do material em suspensão, utilizou o método evaporação e pesagem. Este método, embora apresente relativa simplicidade de execução e requerer reduzido equipamento auxiliar, deverá ser evitado quando o teor de argila na amostra for grande e exigir, por conseguinte, demasiado tempo para a deposição, ou dosagens excessivas de floculantes auxiliares.

Recebidas as amostras do campo, o primeiro cuidado do laboratorista é determinar o peso da amostra contida em cada garrafa, observando-se que o estudo sempre é feito para cada par de garrafas coletadas.

A obtenção desse peso líquido se faz por simples diferença de pesagens das garrafas, realizadas antes e após esvaziá-las, estando elas devidamente lavadas. Deve-se deduzir, do peso assim determinado, aquele correspondente ao sulfato de cobre, se tiver sido adicionado em campo.

Depois de 24 a 48 horas de repouso, 50cm<sup>3</sup> da solução existente em cada uma das garrafas, e correspondentes à parte superior das respectivas amostras, são colocadas em um béquer.

Essa solução, com 100 cm<sup>3</sup>, deve constar de água, sais dissolvidos e sulfato de cobre. Sua transferência das garrafas para o béquer é feita com uso de pipeta volumétrica, operada com precaução, para se evitar dispersão do sedimento assentado no fundo das garrafas. A dispersão destina-se à determinação da correção, devida à presença de sais dissolvidos no resíduo da evaporação, sendo que o volume destes deverá ser imediatamente anotado.

Os dois béqueres, preenchidos um deles com solução de sais dissolvidos e outro com a mistura de sedimento, sólidos dissolvidos e água, são em seguida levados a uma estufa com temperatura superior a 100°C, para a evaporação total da água. Após essa operação, os frascos são resfriados, em um dessecador a vácuo, até atingirem a temperatura de 1°C acima da temperatura do ambiente. Subsequentemente, é feita a pesagem dos frascos em balança analítica, com aproximação de decimilograma, observando-se que a temperatura deles deverá se manter dentro da aproximação anteriormente indicada. Por simples dedução, entre o peso determinado e a tara de cada frasco, obtém-se o peso do material sólido amostrado.

Com dados do primeiro frasco, onde foram recolhidos 100cm<sup>3</sup> de amostras, chega-se, por simples cálculo, à determinação do peso dos sais dissolvidos, que é levado como correção da amostra evaporada do segundo frasco, para a obtenção do peso de sedimentos. A concentração total, em mg/L, é obtida através de cálculo, dividindo-se o peso corrigido do sedimento em mg pelo equivalente em litros do peso da amostra.

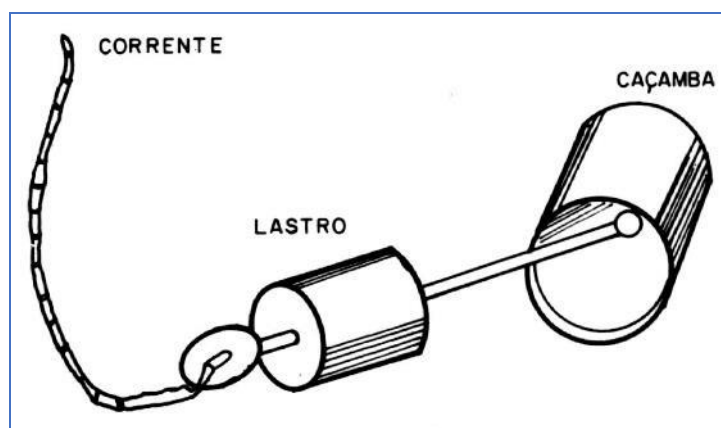
#### **5.1.2.2 Sedimentos de Leito**

As amostras de material de leito foram coletadas nas seções AM01, AM02-A e AM03, em função da conformação arenosa, considerada para efeito de estudos sedimentológicos e também para garantir a determinação da composição

granulométrica do sedimento de leito que estão sujeitos a movimentos e disponíveis para o transporte.

A metodologia adotada nesse estudo no Rio Verde, foi a tradicional e em posições de igual incremento de largura. As amostras foram coletadas em posições alternadas e distribuídas ao longo da seção batimétrica ou transversal, em número nunca inferior a três sub-amostras por seção, com uma quantidade mínima de 2kg de material úmido no total, bem como evitou-se a coleta de material de leito em locais de águas paradas.

O amostrador utilizado neste diagnóstico foi do tipo Rock - Island (corrente - lastro - caçamba) de fabricação nacional da Hidrologia S.A., de penetração horizontal, do tipo caçamba de dragagem, consistindo de um cilindro fechado numa extremidade e com haste presa no fundo, para manter a liberdade de movimento (**Figura 45**). Este coletor utilizado nas amostragens coleta uma camada de aproximadamente 5,00 cm do material do leito, pesando 7,00 kg e com o comprimento de 55,00 cm.



**Figura 45.** Amostrador Rock-Island de material do leito.  
Fonte: Carvalho (1994).

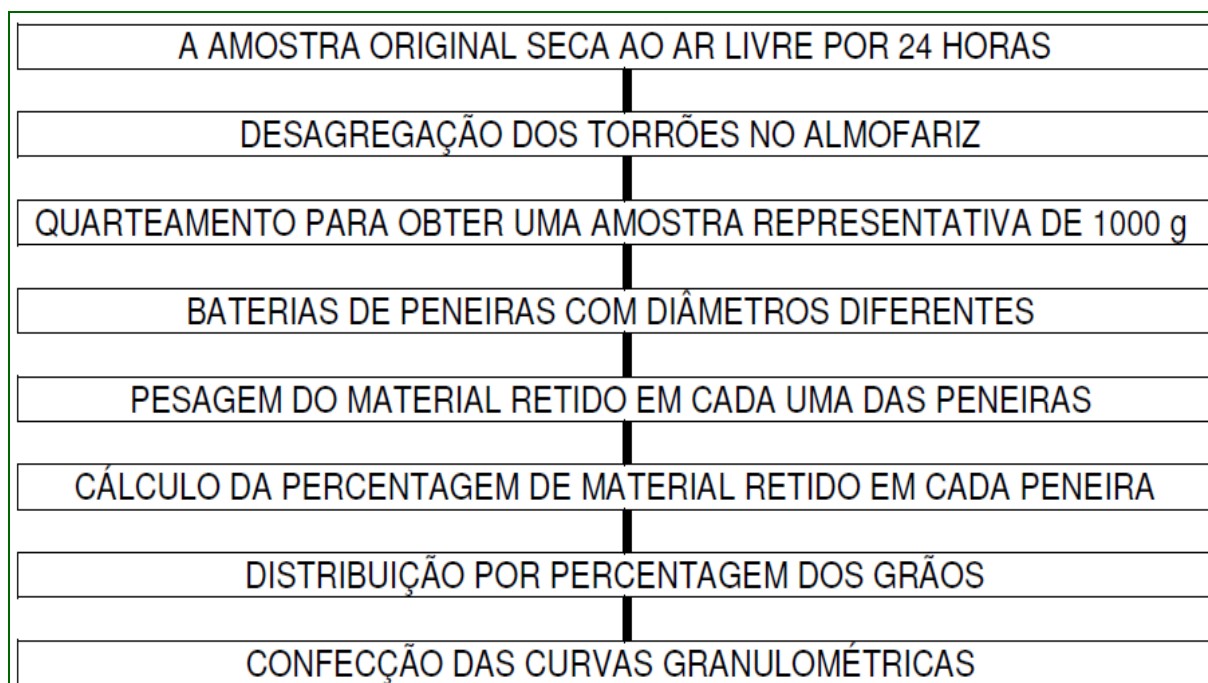
Na avaliação do material de leito nas três seções amostradas, foram utilizadas análises granulométricas para identificar o tamanho das partículas ou grãos, e a sua distribuição em porcentagem dos diâmetros dos grãos. Destas análises foram determinados o tamanho e a graduação das partículas constituintes do solo no procedimento do Laboratório de Solos, das amostras das seções amostradas que foram recebidas do campo e em seguida secas ao ar. Na sequência, desagregou-

se completamente o torrão no almofariz através do auxílio de um dispositivo mecânico, para evitar possíveis alterações no tamanho natural das partículas individuais da amostra. Em seguida, foi feito o quarteamento para obter-se uma amostra representativa de aproximadamente 1000 g.

Após o quarteamento, foi realizada a classificação granulométrica com a utilização de peneiras de malhas: # 50, # 38, # 25, # 9.5, # 4.8, #2.4, # 2.0, # 1.2, # 0.6, # 0.42, # 0.30, # 0.15 e # 0.075 mm, incluindo tampa e fundo de acordo com a especificação "peneiras de malhas quadradas para a análise granulométrica de solos" ABNT EB-22R. As amostras representativas foram colocadas sobre a bateria de peneiras.

Após o peneiramento da amostra foi feita a pesagem do material retido em cada uma das peneiras, e, logo em seguida, foi realizado o cálculo da percentagem de material em cada peneira retido e a distribuição, por percentagem, dos grãos para a elaboração das referidas curvas granulométricas.

A **Figura 46** apresenta o fluxograma do ensaio granulométrico do sedimento de leito.



**Figura 46.** Fluxograma do ensaio granulométrico do sedimento de leito.

### 5.1.2.3 Cálculo do Transporte de Sedimentos

A metodologia de cálculo empregada para avaliação do transporte de sedimentos em suspensão, arraste e total, na seção de controle, foi a recomendada pelas normas sedimentológicas e mais largamente usadas, tais como o Método de Colby e o Método Modificado de Einstein.

A empregabilidade de cada metodologia depende das características físicas do curso d'água (vazão, velocidade de fluxo, declividade da linha d'água, etc.) e do sedimento (percentagem de faixas granulométricas, densidade, etc.).

Em casos onde não há disponibilidade suficiente de dados, uma diretriz a ser seguida é a técnica de regionalizar a vazão a partir da regressão com a área da bacia, ou seja, a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Segundo Tucci (2002), a regionalização é estabelecida com o objetivo de se obter a informação hidrológica em locais sem dados ou com poucos dados, como ocorre na seção em estudo.

Portanto, para estimativa das descargas líquidas prováveis nas seções de monitoramento, foi realizada a regionalização de vazões. Salienta-se, contudo, que a obtenção de dados reais nas seções é imprescindível para a correta quantificação das descargas líquidas.

Próximo à bacia em que se encontra inserida a área de estudo, com características fisiográficas semelhantes, existe um posto fluviométrico com registros contínuos de níveis e suas correspondentes vazões, cujo nome é "Água Clara" (**Tabela 33**). A estação de monitoramento "Água Clara" possui uma série histórica que abrange dados diários de vazão de abril de 1976 a agosto de 2006, possibilitando uma regionalização de vazões representativa.

**Tabela 33.** Características do posto de monitoramento fluviométrico "Água Clara".

|                  |   |
|------------------|---|
| Código           | <b>63350100</b>                         |
| Nome             | <b>ÁGUA CLARA</b>                       |
| Código Adicional | -                                       |
| Bacia            | <b>RIO PARANÁ (6)</b>                   |
| Sub-bacia        | <b>RIOS PARANÁ, PARDO E OUTROS (63)</b> |

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Rio                                 | <b>RIO VERDE</b>          |
| Estado                              | <b>MATO GROSSO DO SUL</b> |
| Município                           | <b>ÁGUA CLARA</b>         |
| Responsável                         | <b>ANA</b>                |
| Operadora                           | <b>CPRM</b>               |
| Latitude                            | <b>-20:26:42</b>          |
| Longitude                           | <b>-52:54:6</b>           |
| Altitude (m)                        | <b>284</b>                |
| Área de Drenagem (km <sup>2</sup> ) | <b>14500</b>              |

Tradicionalmente tem sido utilizada a proporção de área para transferir as vazões quando não existem dados no local de interesse. Este tipo de transferência pode gerar algumas discrepâncias nos valores obtidos devido à diferença de dimensão entre as bacias em estudo. A transferência dos dados de vazão do posto de monitoramento fluviométrico "Água Clara" para o ponto de monitoramento, de interesse neste estudo, baseia-se na utilização de um fator multiplicador obtido pela proporcionalidade das áreas de contribuição das bacias dos dois pontos. O fator é obtido pela equação 3.

$$f = \frac{A_C}{A_{RA}} \quad (3)$$

Onde:

$f$  = fator multiplicador;

$A_C$  = área da bacia de contribuição nas seções de monitoramento;

$A_{RA}$  = área da bacia de contribuição do Posto Água Clara.

Considerando que este estudo trata dos períodos críticos de estiagem, quando as vazões são menores, este tipo de transferência é aceitável.

Utilizando a série de dados da estação fluviométrica "Água Clara" e o fator multiplicador calculado, foram calculadas as vazões nos pontos de monitoramento de água e determinadas as correspondentes curvas de permanência.

As vazões do ponto de monitoramento, no curso d'água inserido na área de estudo, foram calculadas com a equação 4.

$$Q_{\text{Seção de monitoramento PCH Verde 4A}} = f \cdot Q_{\text{Água Clara}} \quad (4)$$

Onde:

$Q_{\text{Seção de monitoramento PCH Verde 4A}}$  = vazão calculada nas seções de monitoramento da PCH Verde 4A

$f$  = fator multiplicador

$Q_{\text{Água Clara}}$  = vazão na estação de monitoramento fluviométrico "Água Clara"

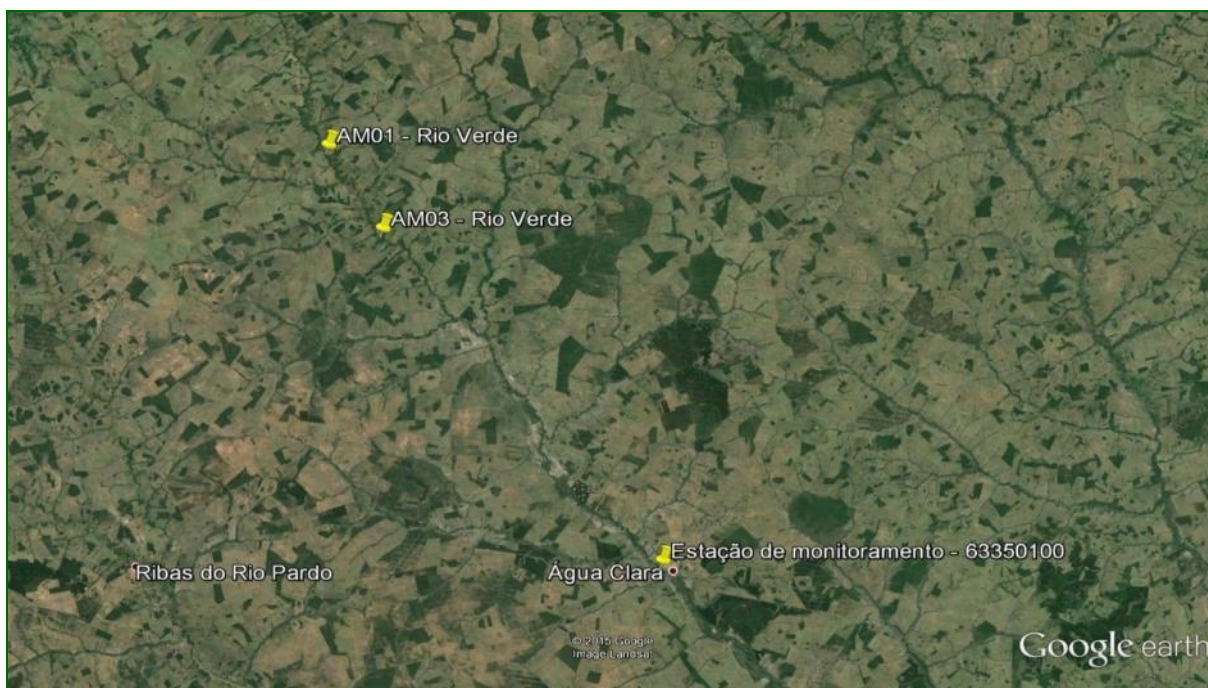
## 5.2 Resultados e Discussão

### 5.2.1 Área de Contribuição das Seções de Monitoramento

A escolha das seções de controle deve ser realizada de tal forma a evitar ao máximo a influência que as linhas de corrente sofrem pela ação dos meandros do rio. Assim, foram escolhidas como seções de controle, regiões relativamente lineares do Rio Verde, cujas coordenadas geográficas e descrições são apresentadas na **Tabela 34**. A **Figura 47** apresenta a localização geográfica das referidas seções.

**Tabela 34.** Pontos de monitoramento hidrossedimentológico.

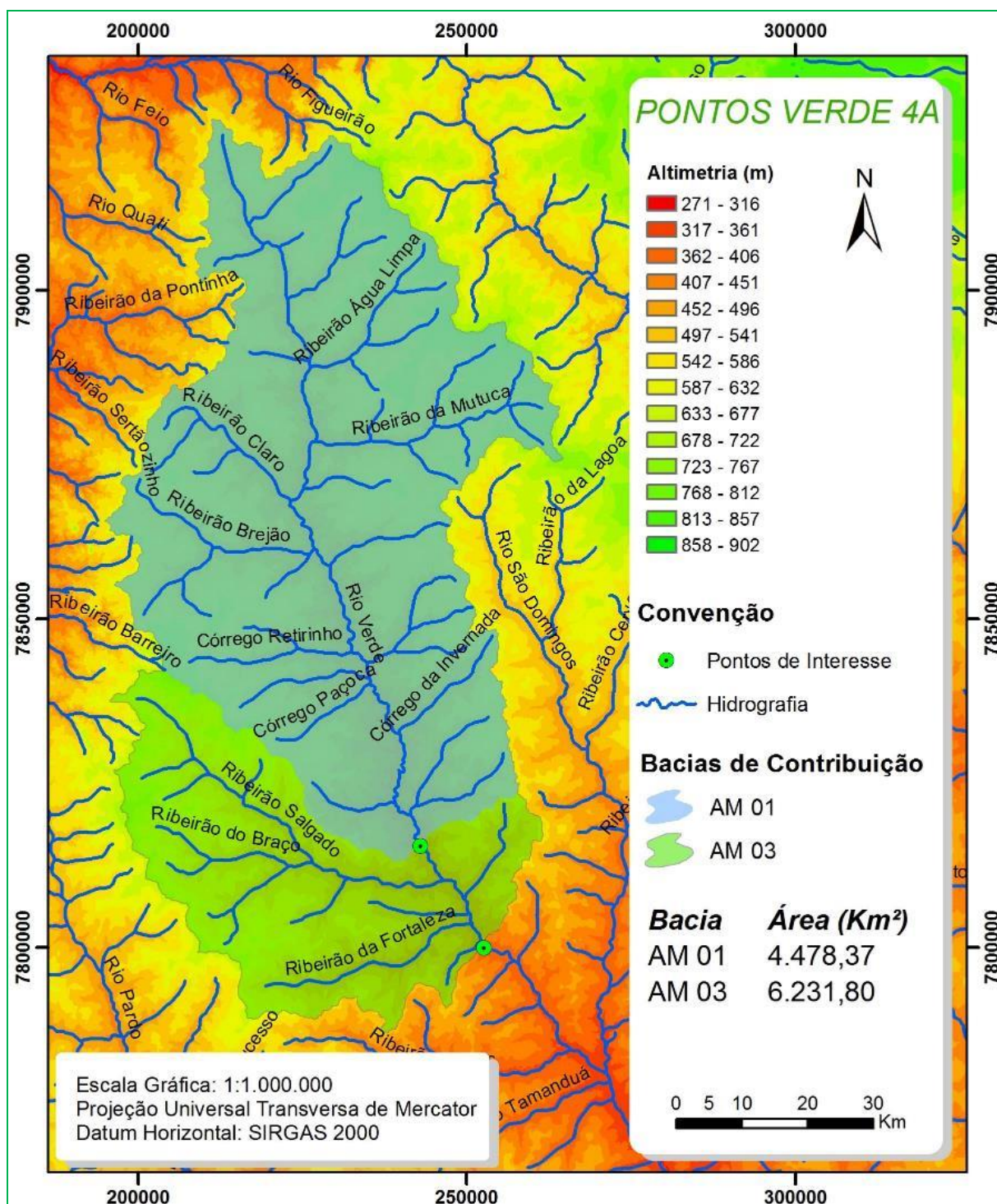
| Pontos      | Localização   |
|-------------|---|
| <b>AM01</b> | Rio Verde, a montante do reservatório da PCH Verde 4A<br>Coordenadas: 22K 243010.13; 7815444.11 |
| <b>AM03</b> | Rio Verde, a jusante do reservatório da PCH Verde 4A<br>Coordenadas: 22K 252629.00; 7799874.77  |



**Figura 47.** Localização dos pontos de monitoramento hidrossedimentológico.

A **Figura 48** apresenta as áreas drenadas pelas seções de monitoramento AM01 e AM03, baseadas no Modelo Numérico do Terreno - MNT da região.





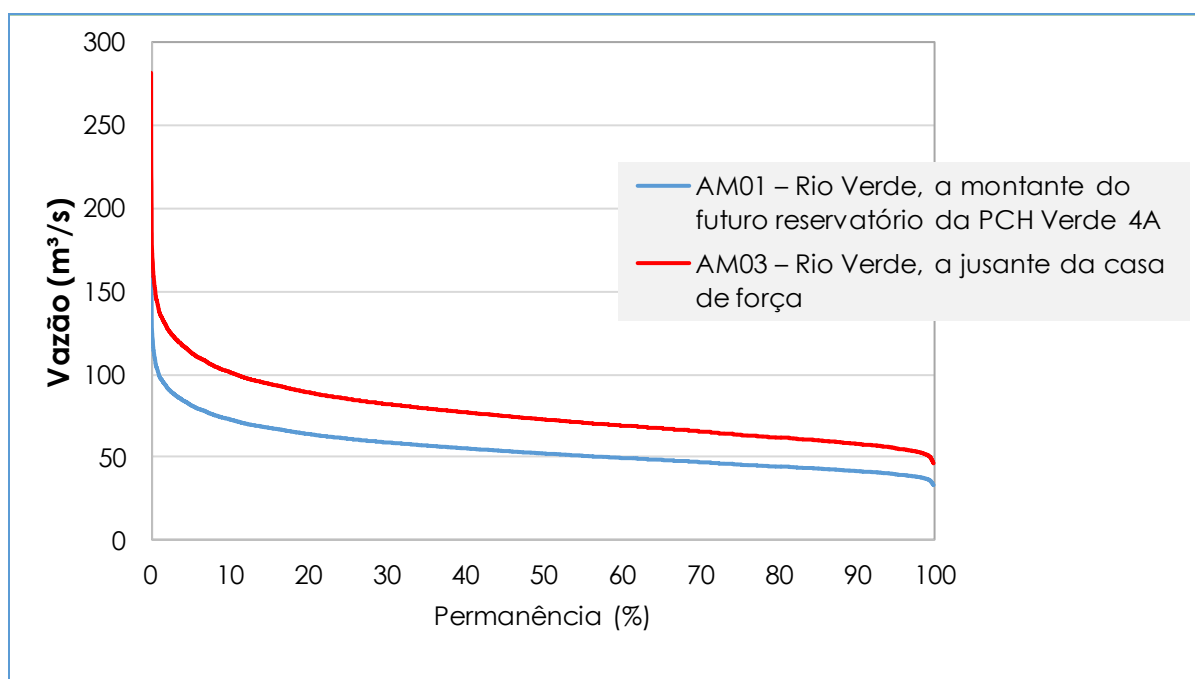
**Figura 48.** Área de drenagem das seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01 e AM03.

## 5.2.2 Vazões Características (regionalizadas)

Baseando-se nos dados das curvas de permanência (**Figura 49**) para as seções de monitoramento, determinaram-se as vazões características, apresentadas na **Tabela 35**. Estes valores indicam a porcentagem do tempo em que a vazão correspondente é igualada ou superada.

**Tabela 35.** Vazões características das seções de monitoramento.

| Permanência | Vazões AM01 (m <sup>3</sup> /s) | Vazões AM03 (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 10 %        | 73,00                           | 101,58                          |
| 25 %        | 61,60                           | 85,72                           |
| 50 %        | 52,42                           | 72,97                           |
| 75 %        | 45,79                           | 63,72                           |
| 90 %        | 42,01                           | 58,45                           |
| 95 %        | 39,91                           | 55,54                           |



**Figura 49.** Curvas de permanência das seções de monitoramento.

## 5.2.3 Hidrossedimentometria das Seções de Monitoramento

### 5.2.3.1 Análise Granulométrica do Sedimento de Leito

Nas duas seções de monitoramento, foram coletadas e determinadas as granulometrias do sedimento de leito, conforme metodologia descrita anteriormente. Estes resultados foram, posteriormente, utilizados na determinação das descargas sólidas.

No Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico são analisadas e discutidas as seguintes campanhas:

- ANTES DO ENCHIMENTO - 29 de outubro de 2017 - Período chuvoso;
- APÓS O ENCHIMENTO - 27 de novembro de 2017 - Período chuvoso;
- FASE DE OPERAÇÃO 01 - 20 de março de 2018 - Período chuvoso;
- FASE DE OPERAÇÃO 03 - 25 e 27 de setembro de 2018 - Período seco;
- FASE DE OPERAÇÃO 05 - 19 de março de 2019 - Período chuvoso;

Em relação ao monitoramento realizado no período de operação do reservatório da PCH Verde 4A, são apresentadas nas **Figuras 50 e 51 e Tabelas 36 e 37** as interpretações granulométricas, respectivamente, das seções AM01 e AM03, em campanha realizada em 29 de outubro de 2017, antes do enchimento do reservatório, enquanto as **Figuras 52 e 53 e Tabelas 38 e 39** apresentam os resultados para a campanha realizada em 27 de novembro de 2017, após o enchimento do reservatório.

As **Figuras 54 e 55 e Tabelas 40 e 41** apresentam os resultados granulométricos de campanha realizada em 20 de março de 2018, na fase de operação do reservatório e em período chuvoso. Já os resultados da campanha realizada nos dias 25 e 27 de setembro de 2018, em período de seca, são apresentados nas **Figuras 56 e 57 e Tabelas 42 e 43**.

Nas medições realizadas em março de 2019, observou-se maior presença de sedimentos finos (siltes), bem como areias muito finas, na amostra AM01, em relação a campanhas anteriores, conforme se observa na **Figura 58 e Tabela 44**. Na **Figura 59 e Tabela 45**, são apresentadas as interpretações dos ensaios granulométricos da seção AM03, não apresentando alterações relevantes em relação às campanhas anteriores.

Comparando-se os resultados das campanhas realizadas antes e após o enchimento do reservatório da PCH Verde 4A, observa-se pouca variação nas características granulométricas do material de leito das duas seções monitoradas, com predomínio de areias finas e muito finas na maioria das amostras.

Outra característica das seções monitoradas é que a AM03, localizada a jusante do barramento, apresentou, nas campanhas realizadas após o início das operações do reservatório, maior tendência a acumular sedimentos mais finos, em comparação aos resultados observados na seção de monitoramento localizada a montante. Essa característica ocorre devido a deposição dos sedimentos mais grossos no interior do reservatório, consequência das menores velocidades de escoamento.

**Tabela 36.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em outubro de 2017.

| Amostra AM01 – Campanha realizada em 29 de outubro de 2017  |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 1,55  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,100 |
| 0,0625  | 1,55   | 0,0625 – 0,125         | 21,39 |                |       | D35                       | 0,146 |
| 0,125   | 22,94  | 0,125 – 0,250          | 43,27 | Silte          | 1,55  | D50                       | 0,179 |
| 0,250   | 66,21  | 0,250 – 0,50           | 18,43 |                |       | D65                       | 0,244 |
| 0,50  | 84,64  | 0,50 – 1,00            | 12,26 | Areia          | 98,45 | D90                       | 0,667 |
| 1,00  | 96,90  | 1,00 – 2,00            | 3,1   |                |       |                           |       |
| 2,00  | 100,00 | 2,00 – 4,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  |                           |       |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     |                |       |                           |       |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

**Tabela 37.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em outubro de 2017.

| Amostra AM03 – Campanha realizada em 29 de outubro de 2017  |       |                        |       |                |       |                           |       |
|---|-------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |       |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |       | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)   | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00  | 0,0 – 0,0625           | 2,14  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,093 |
| 0,0625  | 2,14  | 0,0625 – 0,125         | 24,23 |                |       | D35                       | 0,138 |
| 0,125   | 26,37 | 0,125 – 0,250          | 48,59 | Silte          | 2,14  | D50                       | 0,160 |
| 0,250   | 74,96 | 0,250 – 0,50           | 16,13 |                |       | D65                       | 0,203 |
| 0,50  | 91,09 | 0,50 – 1,00            | 8,09  | Areia          | 97,86 | D90                       | 0,470 |
| 1,00  | 99,18 | 1,00 – 2,00            | 0,82  |                |       |                           |       |
| 2,00  | 100   | 2,00 – 4,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  |                           |       |
| 4,00  | -     | 4,00 – 8,00            | -     |                |       |                           |       |
| 8,00  | -     | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |



**Tabela 38.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em novembro de 2017.

| <b>Amostra AM01 – Campanha realizada em 27 de novembro de 2017</b> |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
|--|------------|-------------------------------|------------|-----------------------|------------|----------------------------------|-------------|
| <b>Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito</b> |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
| <b>Granulometria</b>   |            | <b>Faixas Granulométricas</b> |            | <b>% de Materiais</b> |            | <b>Diâmetros Característicos</b> |             |
| <b>(mm)</b>  | <b>(%)</b> | <b>(mm)</b>                   | <b>(%)</b> |                       | <b>(%)</b> |                                  | <b>(mm)</b> |
| 0,0  | 0,00       | 0,0 – 0,0625                  | 7,65       | Argila                | 0,00       | D10                              | 0,084       |
| 0,0625   | 7,65       | 0,0625 – 0,125                | 23,37      |                       |            | D35                              | 0,132       |
| 0,125  | 31,02      | 0,125 – 0,250                 | 43,81      |                       |            | D50                              | 0,162       |
| 0,250  | 74,83      | 0,250 – 0,50                  | 15,75      | Silte                 | 7,65       |                                  |             |
| 0,50   | 90,58      | 0,50 – 1,00                   | 7,61       | Areia                 | 92,35      | D65                              | 0,220       |
| 1,00   | 98,19      | 1,00 – 2,00                   | 1,81       |                       |            | D90                              | 0,473       |
| 2,00   | 100,00     | 2,00 – 4,00                   | -          |                       |            |                                  |             |
| 4,00   | -          | 4,00 – 8,00                   | -          | Pedregulho            | 0,00       |                                  |             |
| 8,00   | -          | 8,00 – 16,00                  | -          |                       |            |                                  |             |

**Tabela 39.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em novembro de 2017.

| <b>Amostra AM03 – Campanha realizada em 27 de novembro de 2017</b> |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
|--|------------|-------------------------------|------------|-----------------------|------------|----------------------------------|-------------|
| <b>Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito</b> |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
| <b>Granulometria</b>   |            | <b>Faixas Granulométricas</b> |            | <b>% de Materiais</b> |            | <b>Diâmetros Característicos</b> |             |
| <b>(mm)</b>  | <b>(%)</b> | <b>(mm)</b>                   | <b>(%)</b> |                       | <b>(%)</b> |                                  | <b>(mm)</b> |
| 0,0  | 0,00       | 0,0 – 0,0625                  | 4,22       | Argila                | 0,00       | D10                              | 0,088       |
| 0,0625   | 4,22       | 0,0625 – 0,125                | 23,78      |                       |            | D35                              | 0,135       |
| 0,125  | 28,00      | 0,125 – 0,250                 | 39,12      |                       |            | D50                              | 0,173       |
| 0,250  | 67,12      | 0,250 – 0,50                  | 18,98      | Silte                 | 4,22       |                                  |             |
| 0,50   | 86,10      | 0,50 – 1,00                   | 11,83      | Areia                 | 95,78      | D65                              | 0,236       |
| 1,00   | 97,93      | 1,00 – 2,00                   | 2,07       |                       |            | D90                              | 0,600       |
| 2,00   | 100,00     | 2,00 – 4,00                   | -          |                       |            |                                  |             |
| 4,00   | -          | 4,00 – 8,00                   | -          | Pedregulho            | 0,00       |                                  |             |
| 8,00   | -          | 8,00 – 16,00                  | -          |                       |            |                                  |             |

**Tabela 40.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em março de 2017.

| <b>Amostra AM01 – Campanha realizada em 20 de março de 2018</b>    |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
|--|------------|-------------------------------|------------|-----------------------|------------|----------------------------------|-------------|
| <b>Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito</b> |            |                               |            |                       |            |                                  |             |
| <b>Granulometria</b>   |            | <b>Faixas Granulométricas</b> |            | <b>% de Materiais</b> |            | <b>Diâmetros Característicos</b> |             |
| <b>(mm)</b>  | <b>(%)</b> | <b>(mm)</b>                   | <b>(%)</b> |                       | <b>(%)</b> |                                  | <b>(mm)</b> |
| 0,0  | 0,00       | 0,0 – 0,0625                  | 9,15       | Argila                | 0,00       | D10                              | 0,081       |
| 0,0625   | 9,15       | 0,0625 – 0,125                | 13,82      |                       |            | D35                              | 0,158       |
| 0,125  | 22,97      | 0,125 – 0,250                 | 35,44      |                       |            | D50                              | 0,214       |
| 0,250  | 58,41      | 0,250 – 0,50                  | 27,09      | Silte                 | 9,15       |                                  |             |
| 0,50   | 85,50      | 0,50 – 1,00                   | 11,58      | Areia                 | 90,85      | D65                              | 0,285       |
| 1,00   | 97,08      | 1,00 – 2,00                   | 2,92       |                       |            | D90                              | 0,63        |
| 2,00   | 100,00     | 2,00 – 4,00                   | -          |                       |            |                                  |             |
| 4,00   | -          | 4,00 – 8,00                   | -          | Pedregulho            | 0,00       |                                  |             |
| 8,00   | -          | 8,00 – 16,00                  | -          |                       |            |                                  |             |

**Tabela 41.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em março de 2017.

| Amostra AM01 – Campanha realizada em 20 de março de 2018    |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 9,15  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,081 |
| 0,0625  | 9,15   | 0,0625 – 0,125         | 13,82 |                |       | D35                       | 0,158 |
| 0,125   | 22,97  | 0,125 – 0,250          | 35,44 |                |       | D50                       | 0,214 |
| 0,250   | 58,41  | 0,250 – 0,50           | 27,09 | Silte          | 9,15  |                           |       |
| 0,50  | 85,50  | 0,50 – 1,00            | 11,58 | Areia          | 90,85 |                           |       |
| 1,00  | 97,08  | 1,00 – 2,00            | 2,92  |                |       | D65                       | 0,285 |
| 2,00  | 100,00 | 2,00 – 4,00            | -     |                |       | D90                       | 0,63  |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  |                           |       |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

**Tabela 42.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em setembro de 2018.

| Amostra AM01 – Campanha realizada em 25 de setembro de 2018 |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 2,97  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,127 |
| 0,0625  | 2,97   | 0,0625 – 0,125         | 6,35  |                |       | D35                       | 0,215 |
| 0,125   | 9,32   | 0,125 – 0,250          | 39,26 |                |       | D50                       | 0,254 |
| 0,250   | 48,58  | 0,250 – 0,50           | 40,08 | Silte          | 2,97  |                           |       |
| 0,50  | 88,66  | 0,50 – 1,00            | 10,31 | Areia          | 97,03 |                           |       |
| 1,00  | 98,97  | 1,00 – 2,00            | 1,03  |                |       | D65                       | 0,310 |
| 2,00  | 100,00 | 2,00 – 4,00            | -     |                |       | D90                       | 0,522 |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  |                           |       |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

**Tabela 43.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em setembro de 2018.

| Amostra AM03 – Campanha realizada em 27 de setembro de 2018 |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 8,91  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,082 |
| 0,0625  | 8,91   | 0,0625 – 0,125         | 17,72 |                |       | D35                       | 0,136 |
| 0,125   | 26,63  | 0,125 – 0,250          | 51,37 |                |       | D50                       | 0,152 |
| 0,250   | 78,00  | 0,250 – 0,50           | 15,52 | Silte          | 8,91  |                           |       |
| 0,50  | 93,52  | 0,50 – 1,00            | 5,73  | Areia          | 91,09 |                           |       |
| 1,00  | 99,25  | 1,00 – 2,00            | 0,75  |                |       | D65                       | 0,186 |
| 2,00  | 100,00 | 2,00 – 4,00            | -     |                |       | D90                       | 0,396 |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  |                           |       |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

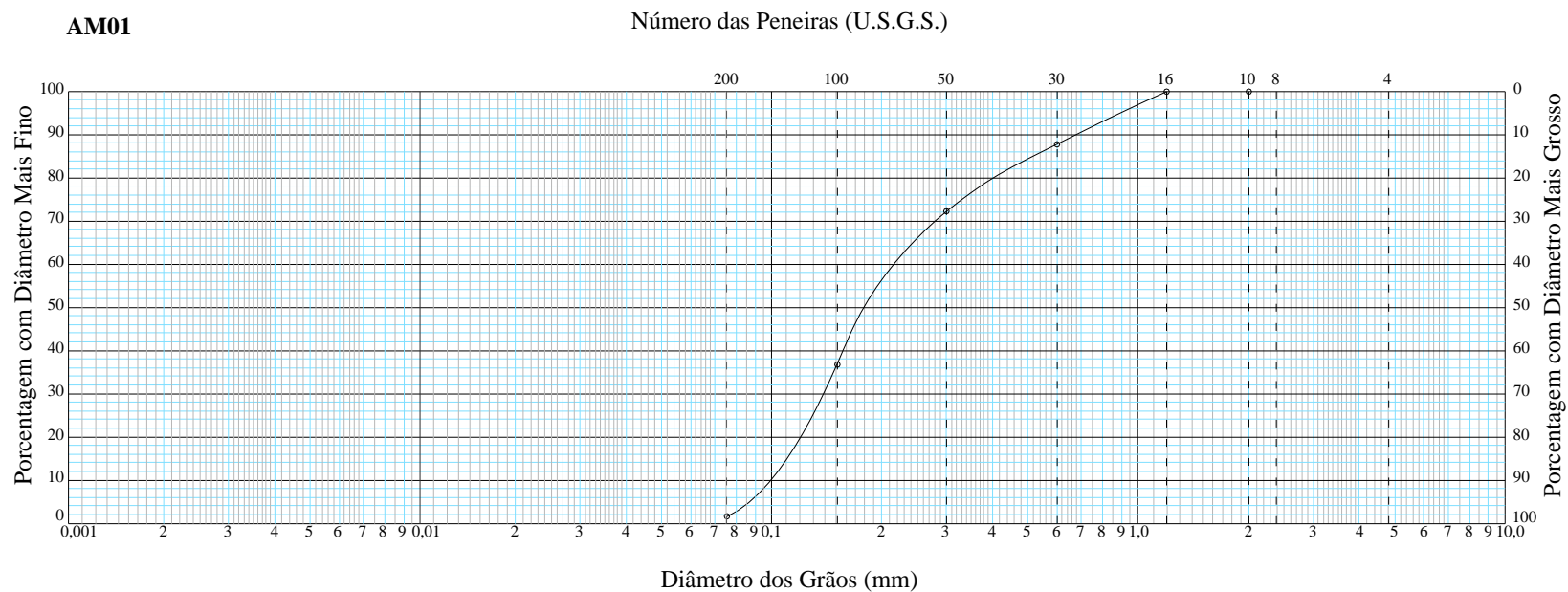
**Tabela 44.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM01, na campanha realizada em março de 2019.

| Amostra AM01 – Campanha realizada em 19 de março de 2019    |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 9,93  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,076 |
| 0,0625  | 9,93   | 0,0625 – 0,125         | 10,12 |                |       | D35                       | 0,161 |
| 0,125   | 20,05  | 0,125 – 0,250          | 64,66 |                |       | D50                       | 0,182 |
| 0,250   | 84,71  | 0,250 – 0,50           | 15,18 | Silte          | 9,93  |                           |       |
| 0,50  | 99,89  | 0,50 – 1,00            | 0,11  | Areia          | 90,07 |                           |       |
| 1,00  | 100,00 | 1,00 – 2,00            | -     |                |       | D65                       | 0,205 |
| 2,00  | -      | 2,00 – 4,00            | -     |                |       |                           |       |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  | D90                       | 0,279 |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

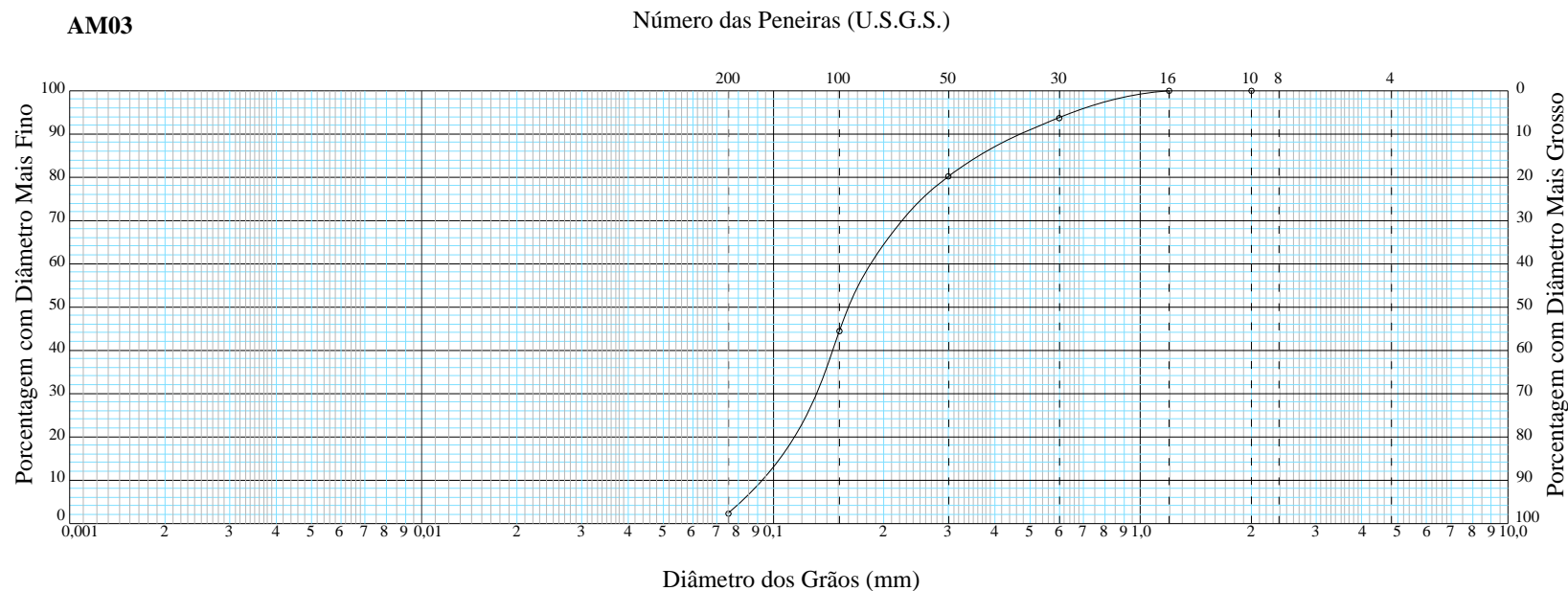
**Tabela 45.** Interpretação granulométrica do sedimento de leito da seção de monitoramento AM03, na campanha realizada em março de 2019.

| Amostra AM03 – Campanha realizada em 19 de março de 2019    |        |                        |       |                |       |                           |       |
|---|--------|------------------------|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|
| Interpretação da curva granulométrica do sedimento de leito |        |                        |       |                |       |                           |       |
| Granulometria   |        | Faixas Granulométricas |       | % de Materiais |       | Diâmetros Característicos |       |
| (mm)  | (%)    | (mm)                   | (%)   |                | (%)   |                           | (mm)  |
| 0,0   | 0,00   | 0,0 – 0,0625           | 1,82  | Argila         | 0,00  | D10                       | 0,107 |
| 0,0625  | 1,82   | 0,0625 – 0,125         | 16,18 |                |       | D35                       | 0,156 |
| 0,125   | 18,00  | 0,125 – 0,250          | 54,99 |                |       | D50                       | 0,180 |
| 0,250   | 72,99  | 0,250 – 0,50           | 19,72 | Silte          | 1,82  |                           |       |
| 0,50  | 92,71  | 0,50 – 1,00            | 6,44  | Areia          | 98,18 |                           |       |
| 1,00  | 99,15  | 1,00 – 2,00            | 0,85  |                |       | D65                       | 0,215 |
| 2,00  | 100,00 | 2,00 – 4,00            | -     |                |       |                           |       |
| 4,00  | -      | 4,00 – 8,00            | -     | Pedregulho     | 0,00  | D90                       | 0,430 |
| 8,00  | -      | 8,00 – 16,00           | -     |                |       |                           |       |

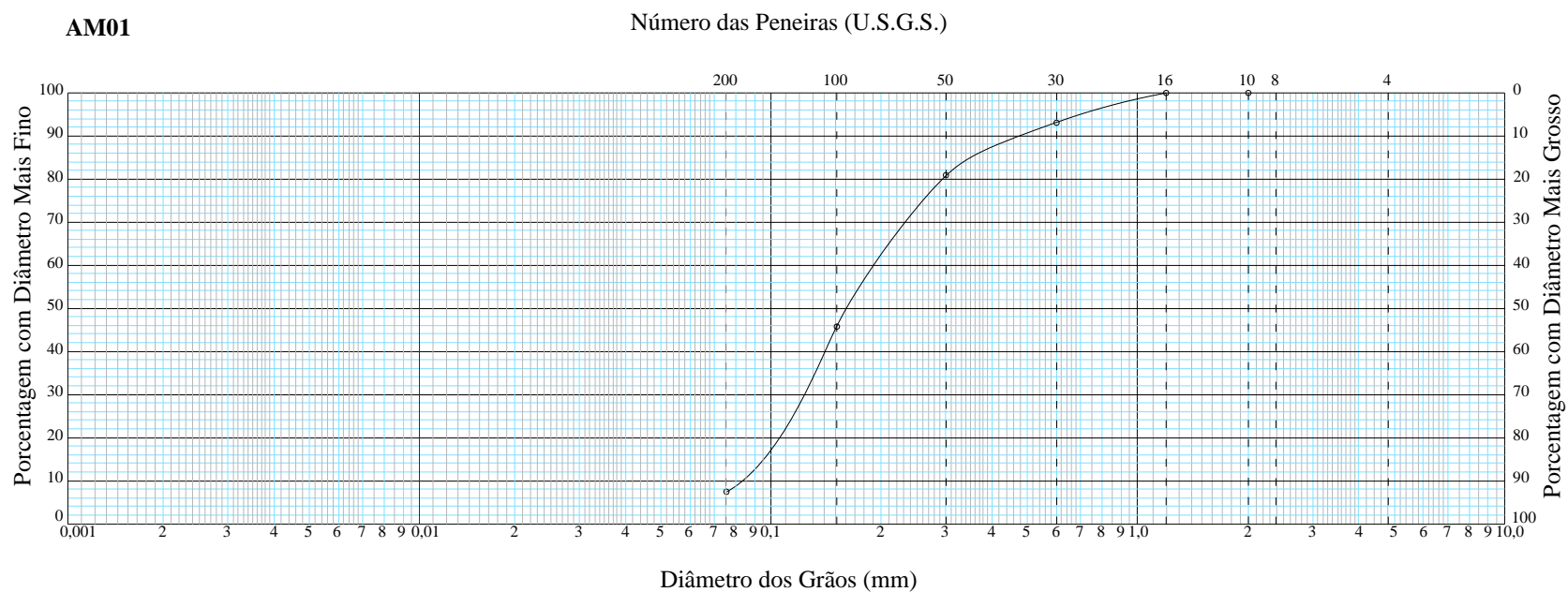




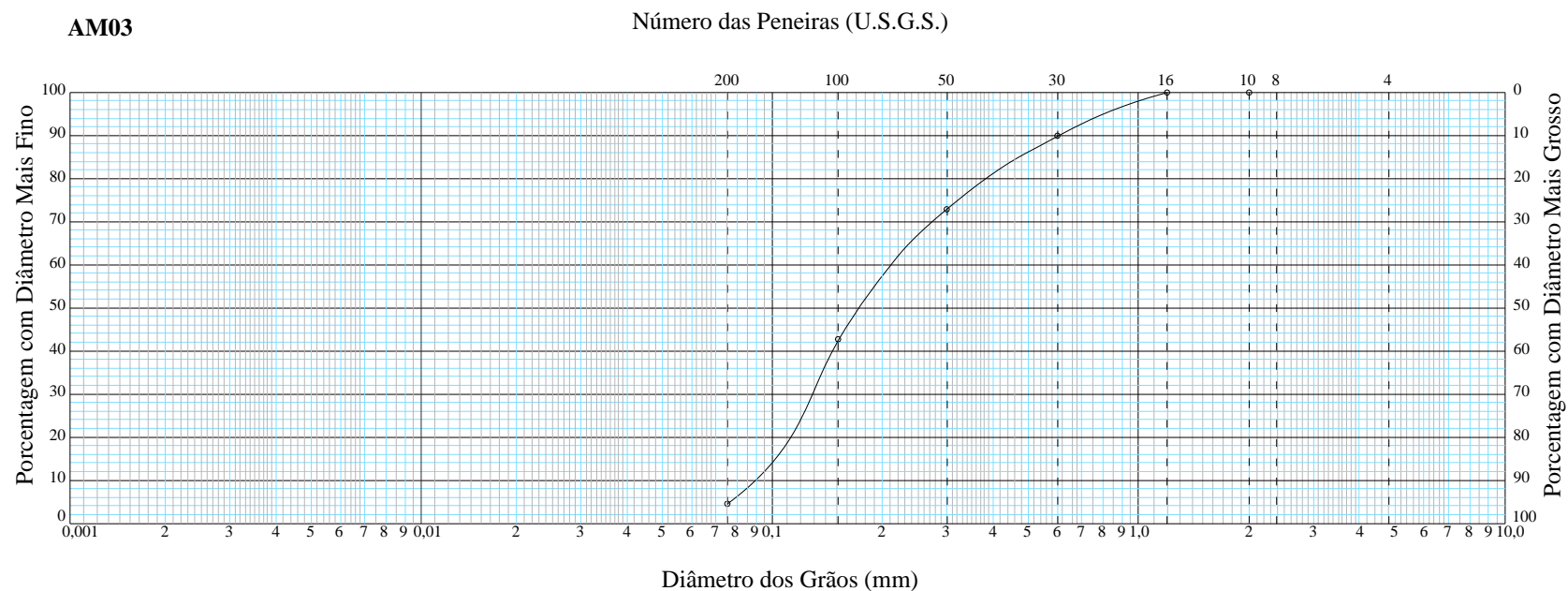
**Figura 50.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de outubro de 2017.



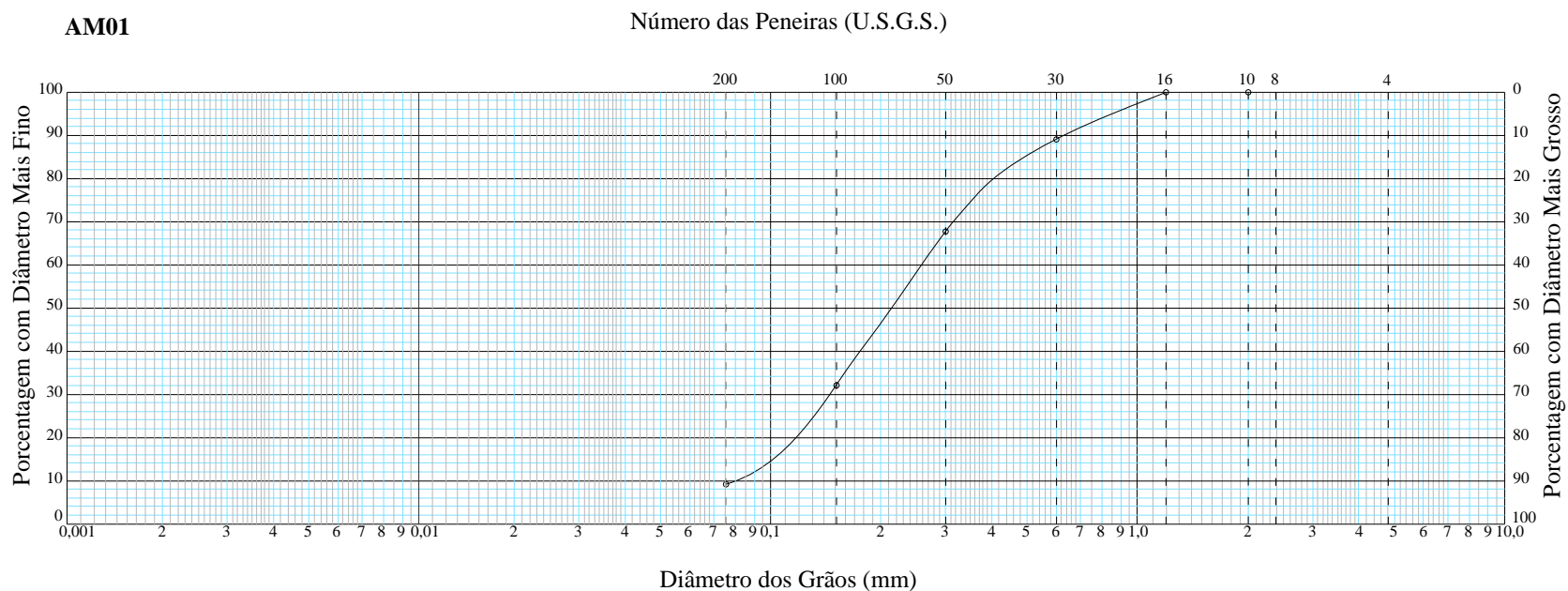
**Figura 51.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de outubro de 2017.



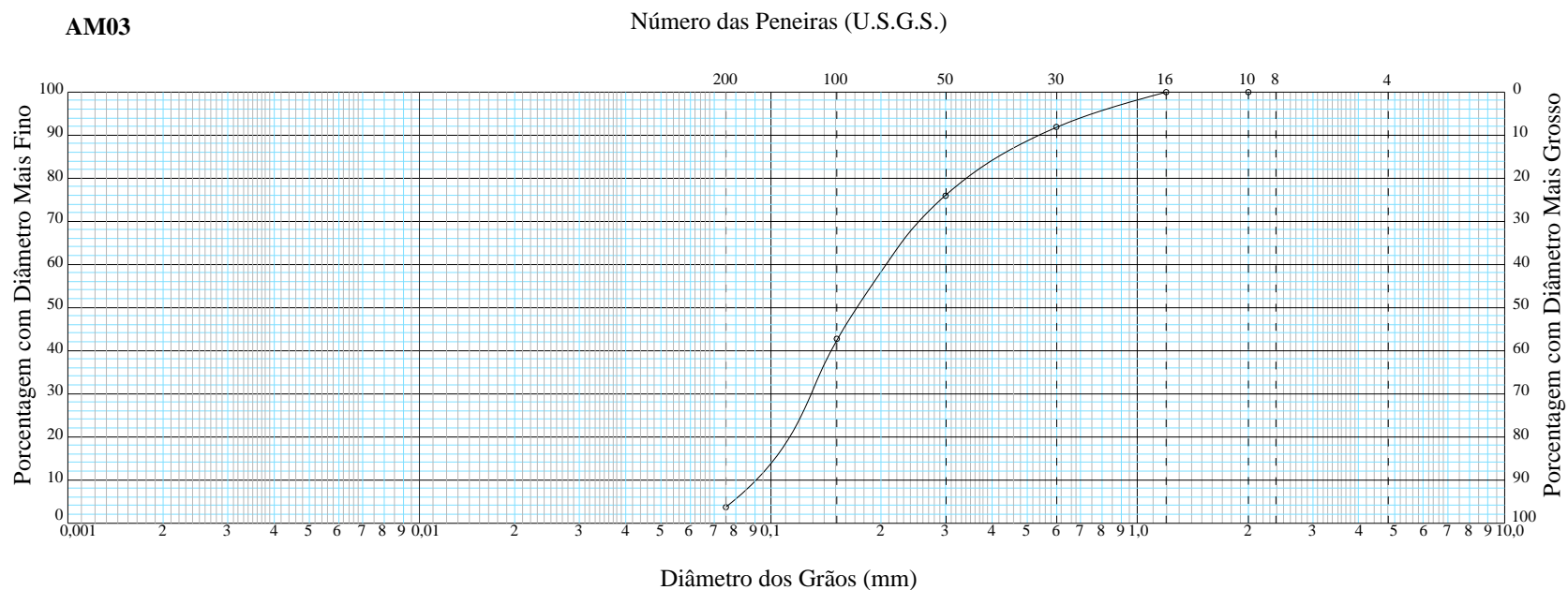
**Figura 52.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de novembro de 2017.



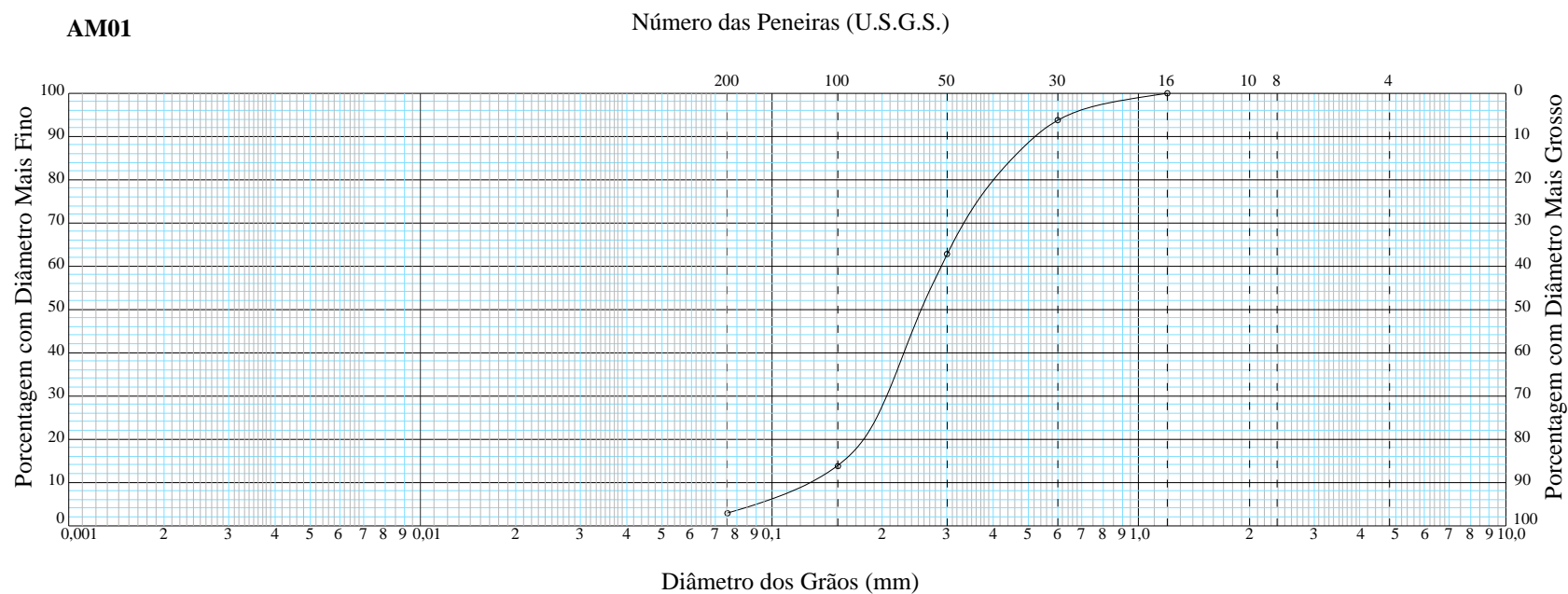
**Figura 53.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de novembro de 2017.



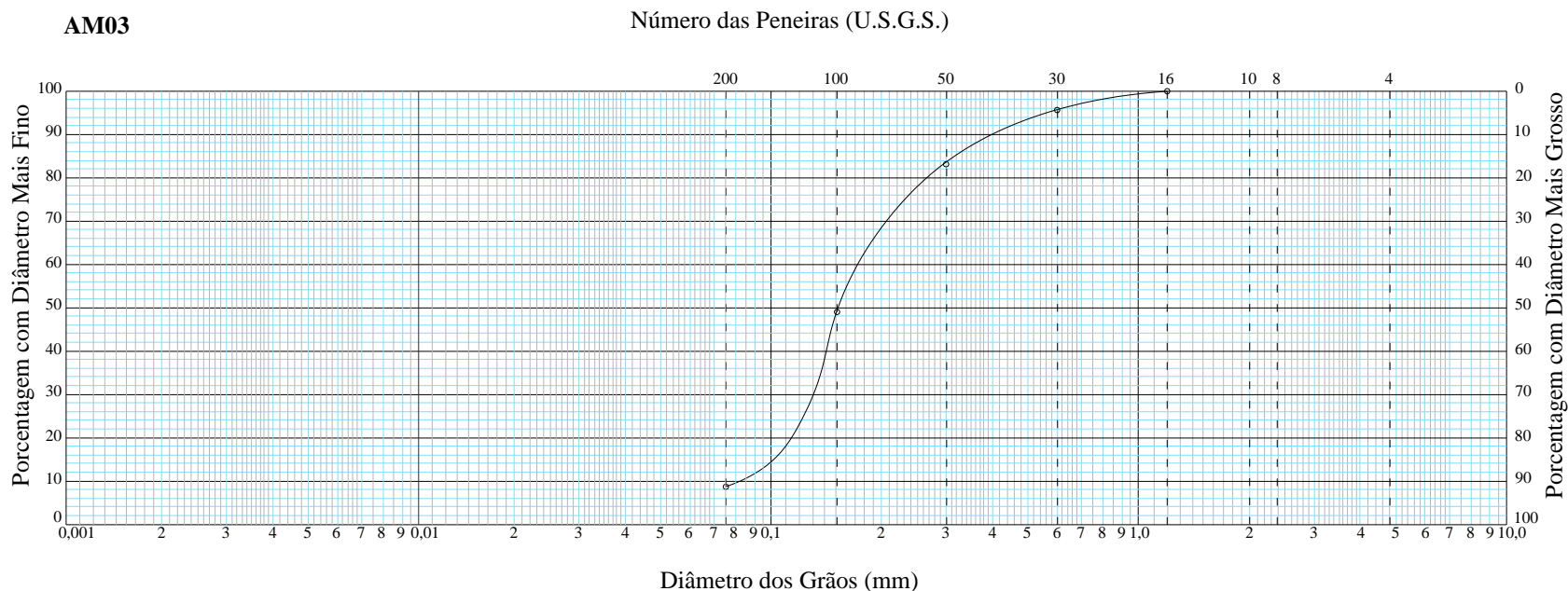
**Figura 54.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de março de 2018.



**Figura 55.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de março de 2018.

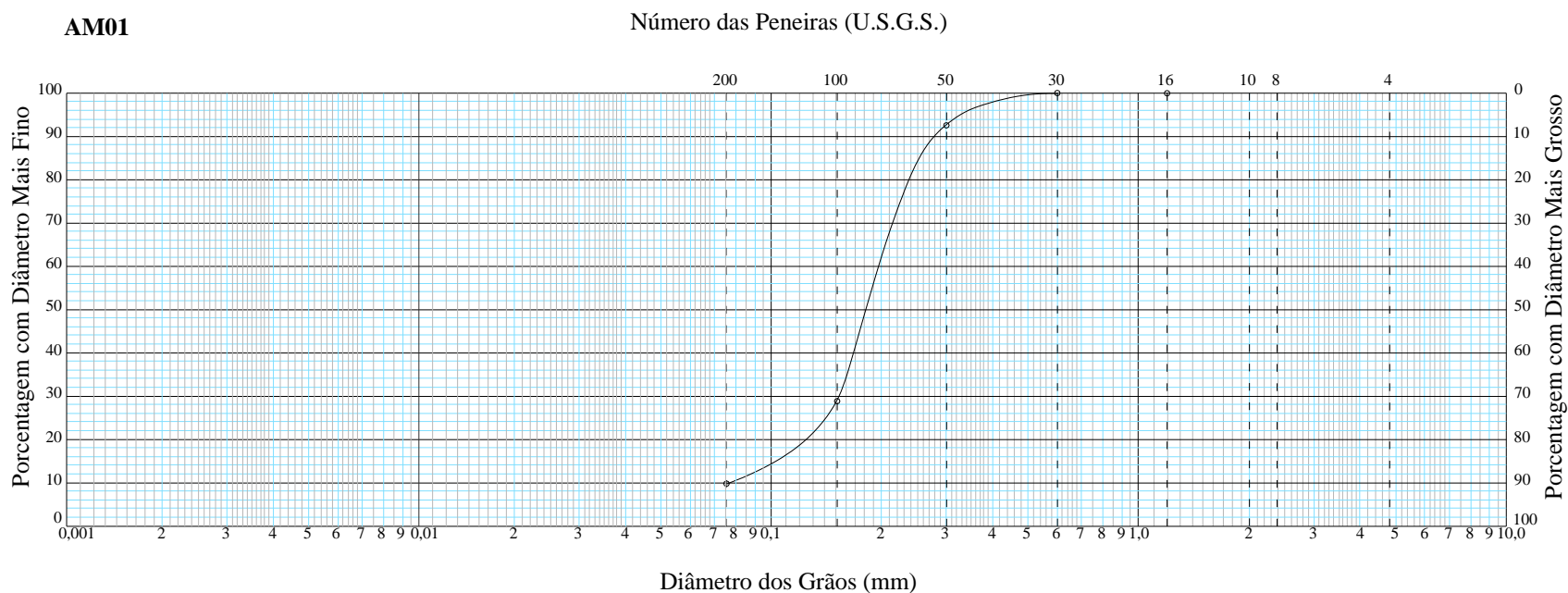


**Figura 56.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de setembro de 2018.

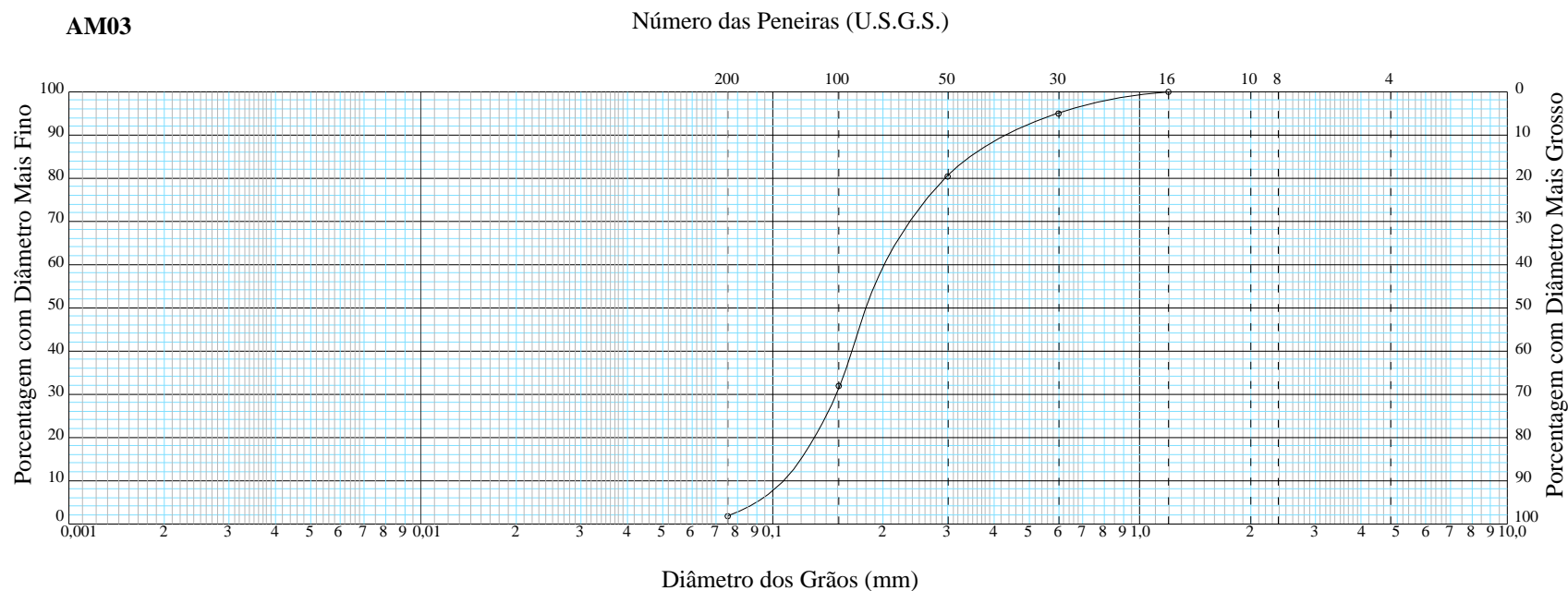


**Figura 57.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de setembro de 2018.





**Figura 58.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM01, na campanha de março de 2019.



**Figura 59.** Resultados dos ensaios granulométricos nas seções de monitoramento hidrossedimentológico AM03, na campanha de março de 2019.

### 5.2.3.2 Resultados da Hidrossedimentometria

As **Tabelas 46** e **47** apresentam o resumo dos resultados das medições hidrossedimentométricas, respectivamente, para as seções de monitoramento AM01 e AM03. Os laudos de medição de vazão encontram-se no Anexo do presente documento.

**Tabela 46.** Hidrossedimentometria da seção de monitoramento AM01.

| Data     | Descarga líquida | Descarga sólida em suspensão (ton/dia) | Descarga sólida de arrasto e saltação (ton/dia) | Descarga sólida total (ton/dia) | Produção de sedimentos (t/(km <sup>2</sup> .ano)) |
|----------|------------------|--|---|---------------------------------|---|
| 29/10/17 | 58,054           | 152,98                                 | 247,07  | 400,05                          | 32,60   |
| 27/11/17 | 77,739           | 283,58                                 | 482,72  | 766,30                          | 62,44   |
| 20/03/18 | 73,615           | 298,03                                 | 298,44  | 596,47                          | 48,61   |
| 25/09/18 | 52,406           | 123,95                                 | 223,67  | 347,62                          | 28,33   |
| 19/03/19 | 60,210           | 268,39                                 | 564,80  | 833,19                          | 67,90   |

**Tabela 47.** Hidrossedimentometria da seção de monitoramento AM03.

| Data     | Descarga líquida | Descarga sólida em suspensão (ton/dia) | Descarga sólida de arrasto e saltação (ton/dia) | Descarga sólida total (ton/dia) | Produção de sedimentos (t/(km <sup>2</sup> .ano)) |
|----------|------------------|--|---|---------------------------------|---|
| 29/10/17 | 83,402           | 160,12                                 | 202,54  | 362,66                          | 21,24   |
| 27/11/17 | 117,642          | 278,60                                 | 431,62  | 710,22                          | 41,59   |
| 20/03/18 | 138,480          | 583,28                                 | 630,03  | 1213,31                         | 71,06   |
| 27/09/18 | 98,670           | 158,23                                 | 246,01  | 404,24                          | 23,68   |
| 19/03/19 | 117,032          | 354,20                                 | 623,60  | 977,80                          | 57,28   |

De acordo com Carvalho (2.000), os valores de produção de sedimentos aceitáveis são apresentados na **Tabela 48**.

**Tabela 48.** Valores de produção de sedimentos aceitáveis.

| Tolerância | Produção de Sedimentos       |                            |
|------------|------------------------------|----------------------------|
|            | (ton/(mi <sup>2</sup> .ano)) | (t/(km <sup>2</sup> .ano)) |
| Alta       | > 500                        | 175                        |
| Moderada   | 200 a 500                    | 70 a 175                   |
| Baixa      | < 100                        | 35                         |

Fonte: Carvalho, 2000.

Verifica-se que, tanto na seção de medição AM01 quanto na seção AM03, a produção foi classificada como “baixa” no mês de outubro de 2017 (época

intermediária entre o período de seca e chuva) e “moderada”, no período chuvoso, após o início das operações do reservatório da PCH Verde 4A, tendo-se observada a ocorrência de chuvas neste período. Já no período de seca, após o início das operações, a produção de sedimentos permaneceu “baixa”.

Observou-se, contudo, uma elevação no valor obtido a jusante do barramento, na campanha realizada em março de 2018. Esta variação na produção de sedimentos ocorreu devido ao incremento na descarga líquida, observada nesta seção de monitoramento, devido, principalmente, às fortes chuvas ocorridas antes da realização da campanha e à operação do reservatório.

Na campanha realizada no mês de novembro de 2017 (logo após enchimento do reservatório, a produção de sedimentos foi classificada como moderada, em ambas as seções de monitoramento. Este aumento em relação ao mês de outubro deve-se, principalmente, a ocorrência de chuvas na região, nos períodos monitorados. Não se observou, contudo, anormalidade no transporte de sedimentos, após o início das operações da PCH Verde 4A.

Em todas as campanhas realizadas, exceto na campanha realizada em março de (operação 01) 2018, verificou-se que a produção de sedimentos foi menor na seção a jusante, indicativo este de que o sedimento está, em parte, sendo retido no reservatório da PCH Verde 4A. Foi registrada uma redução média de **10,43%** na produção de sedimentos, de montante para jusante, comportamento este que deverá ser observado com frequência, exceto quando a vazão afluyente ao reservatório exigir que a operação do mesmo libere maior descarga líquida para jusante, como provavelmente ocorreu no mês de março de 2018.

Observa-se, ainda, que todas as vazões registradas nos dois períodos de enchimento e operação, permaneceram acima da vazão de estiagem  $Q_{95}$ , indicando e o procedimento não comprometeu a vazão ecológica do Rio Verde, na área de estudo.

### 5.3 Considerações Finais

Foram realizadas cinco campanhas de medição hidrossedimentológica nas duas seções de monitoramento, sendo uma em período anterior ao início das operações e outras quatro em período de operação do reservatório da PCH Verde 4A.

Em todas as campanhas realizadas, exceto na campanha realizada em março de 2018, verificou-se que a produção de sedimentos foi menor na seção a jusante, indicativo este de que o sedimento está, em parte, sendo retido no reservatório da PCH Verde 4A. Foi registrada uma redução média de **10,43%** na produção de sedimentos, de montante para jusante.

Salienta-se, ainda, que não foi observada alteração significativa no comportamento hidrossedimentológico do Rio Verde, em decorrência do início da operação do empreendimento, sendo que, tanto as características granulométricas, quanto o aporte de sedimentos, não sofreram variação relevantes.

A continuidade do monitoramento hidrossedimentológico permitirá determinar com maior precisão a relação entre o sedimento e a água que o transporta, na área de influência da PCH Verde 4A, bem como a caracterização do sedimento transportado, nas duas seções monitoradas, durante as operações do reservatório da PCH Verde 4A.

## 6. REFERÊNCIAS

### 6.1 Qualidade da água

- ABNT. 1997. Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem - Procedimento. Rio de Janeiro, NBR 13895, 21p.
- ANA 2011. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: 326 p.: il.
- APHA; AWWA; WEF. 2012. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: America Public Health Association.
- Braga, B. 2002. Introdução à Engenharia Ambiental. 2 ed. São Paulo: Prentice Hall.
- BRASIL. 2005. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União. Brasília: DOU nº 53, de 18/03/ 2005, p.58-63.
- Brigante, J.; Espíndola, E. L. G.; Povinelli, J.; Nogueira, A. M. 2003. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. In: Brigante, J.; Espíndola, E. L. G. (ed.). Limnologia Fluvial: Um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: RiMa, p. 55-76.
- CETESB. 1988. Guia de coleta e preservação de amostras de água, 1ª ed. São Paulo.
- CETESB. 2001. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/109-variaveis-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2015.
- CETESB. 2008. Relatório Técnico: Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo, 2008. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/relatorios/2008-ecoli.pdf>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2015.
- CETESB. 2009. Índices de qualidade da água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/01.pdf>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2015.
- Cunha, C. de L. da N., Ferreira, A. P. 2006. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 8. pp.1715-1725.

- Feng, P. C. S. e Hartman, P. A. Fluorogenic assays for immediate confirmation of *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol*, 43, 1320-1329, 1982.
- Fiorucci A. R. & Benedetti Filho, E. 2005. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*. Nº 22.
- Freire, R. H. F. 2000. Aspectos Limnológicos de três reservatórios que abastecem a Região Metropolitana de Fortaleza - Açudes Pacajus, Pacoti e Gavião" Pacoti e Gavião". Fortaleza, 308p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil área de concentração Saneamento Ambiental) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará.
- Gleber, L. 2002. Redução de riscos de impacto ambiental na produção integrada das maçãs. *Circular técnica*, n. 38.
- Huang, S. W., *et al.* Comparison of the  $\beta$ -Glucuronidase Assay and the Conventional Method for Identification of *Escherichia coli* on eosin-methylene blue agar. *Journal of Food Protection* 60, 6-9, 1997.
- IMASUL. 2012. DELIBERAÇÃO CECA/MS Nº 36, de 27 de junho de 2012. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes, condições e padrões de lançamento de efluentes no âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Campo Grande - MS.
- Lamparelli, M. C. 2004. Grau de trofia em corpos d'água do Estado do São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. São Paulo.
- Larentis, D. G. 2004. Modelagem matemática da qualidade da água em grandes bacias; sistema Taquari Antas RS. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Maciel Jr., P. 2000. Zoneamento das águas: um instrumento de gestão dos recursos hídricos. Belo Horizonte.
- Matos, A. S. T. de; Lugon Jr., J.; Pereira, J. A. M.; Ferreira, M. I. P.; Souza, P. R. N. de; Rodrigues, P. P. G. W. 2010. Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ*, v.4 n.1, p. 127-139.
- Margalef, R. 1994. The place of epicontinental waters in global ecology. In: MARGALEF, R. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, p.1-8.

Martins, M. T., *et al.* Distribution of uidA gene sequences in Escherichia coli isolates in water sources and comparison with the expression of beta-glucuronidase activity in 4-methylumbelliferyl-beta-D-glucuronide media. Appl. Environ. Microbiol. v.59, Ed.7, p.2271-2276, 1993.

Mota, S. 2006. Introdução à Engenharia Ambiental. ABES, 4ª edição.

Oliveira, A. M. P. 2007. Alcalinidade e dureza das águas. Disponível em: [http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade\\_e\\_Dureza.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Alcalinidade_e_Dureza.pdf) Acesso em: 05 de fevereiro de 2015.

Pádua, H. de. 2010. Visibilidade, transparência, turbidez. Portal Bonito. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/227/visibilidade-transparencia-turbidez>> Acesso em 15 de janeiro de 2015.

Pellegrini, J. B. R. 2005. Fósforo na Água e no Sedimento na Microbacia Hidrográfica do Arroio Lino - Agudo - RS. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS.

Plano Básico Ambiental (PBA) da PCH Verde 4A. Phoenix Geração de Energia S.A.

Von Sperling, M. 2005. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG. 452 p.

Von Sperling, M. 2007 Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Vol. 5, 3. Ed., UFMG. 588 p.

## **6.2 Plâncton**

Baranyi, C., Hein, T., Holarek, C., Keckeis, S. & Schiemer, F. 2002. Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. Freshwater Biology 47: 473-482.

Basu, B.K. & Pick, F.R., 1996. Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. Limnol. Oceanogr. 41: 1572-1577.

Bezerra, M.A.O., Miranda, J.C.A., Ferreira, C.J.A., Ishii, I.H. & Moreno, I.H. 1999. Estudo da comunidade zooplanctônica da bacia do Rio Miranda, Miranda - MS. Anais do 2º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. Manejo e conservação. Embrapa/CPAP, Corumbá, 237-248.

Buss, D. F.; Oliveira, R.B & Baptista, D. F. – 2008. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais Oecologia Brasiliensis, 339-345.

Esteves, F.A. 1998. Fundamentos de limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro, Interciência. 602p.



- Esteves, K.E. & S. Sendacz 1988. Relações entre a biomassa do zooplankton e o estado trófico de reservatórios do estado de São Paulo. *Acta Limnol. Bras.* 11: 587-604.
- Garnier, J., Billen, G. & Coste, M. 1995. Seasonal succession of diatoms and Chlorophyceae in the drainage network of the Seine River: Observations and modeling. *Limnol. Oceanogr.* 40: 750-765.
- Gliwicz, Z. M. 2003. Between hazards of starvation and risk of predation: the ecology of offshore animals. International Ecology Institute, Oldendorf, 379pp.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, ano 2, n 1.
- Heide, J. van der, 1982. Lake Brokopondo – Filling phase. *Limnology of a man-made lake in the humid tropics*. Kanters, Amsterdam, 428pp.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplain-systems. In: Dodge, D.P. (Ed.), *Proceedings of the International Large River Symposium*, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106, pp. 110–127.
- Kim, H.-W., Joo, G.-J. & Walz, N., 2001. Zooplankton dynamics in the hyper-eutrophic Nakdong River System (Korea) regulated by an estuary dam and side channels. *Int. Rev. Hydrobiol.* 86: 127-143.
- Krebs, C.J. 1998. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 4th ed. Benjamin Cummings, San Francisco. 655 pp.
- Lair, N., 2005. Abiotic vs. biotic factors: lessons drawn from rotifers in the Middle Loire, a meandering river monitored from 1995 to 2002, during low flow periods. *Hydrobiologia* 546: 457-472.
- Lair, N., 2006. A review of regulation mechanisms of metazoan plankton in riverine ecosystems: aquatic habitat versus biota. *River Res. Applic.* 22: 567-593.
- Landa, G.G., H.L.M. Ferreira, C.A. Mourthé Jr., M.V. Junqueira, C.A.M. Estanislau & M.A. Fonseca 1998. Saprobiotic valences for microflora and microfauna species of tropical aquatic ecosystems – preliminary studies – Minas Gerais, Brazil. *Ver. Int. Ver. Limnol.* 26: 1737-1740.
- Matsumura-Tundisi, T, J.G. Tundisi, A.A. Saggio, A.L. de Oliveira Neto & E.L.G. Espindola, 1991. *Limnology of Samuel Reservoir (Brazil, Rondonia) in the filling phase*. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 24: 1482-1487.
- Mischke, U., Venohr, M. & Behrendt, H. 2011. Using phytoplankton to assess the trophic status of German rivers. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 96: 578-598.

- Nogueira, M. G. 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 455: 1-18
- Oliveira, M.D. & Calheiros, D.F. 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 427: 101-112.
- Palmer, C. M. 1958. *Algae in Water Supplies – An illustrated Manual on the Identification, Significance and Control of Algae in Water Supplies*. Public Health Service. Division of Water Supply and Pollution Control. Washington. 88p.
- Reynolds, C.S. 1984. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, 384p.
- Reynolds, C.S. 1994. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. *Hydrobiologia* 289: 9-21.
- Reynolds, C. S. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? *Hydrobiologia* 369/370: 11-26.
- Rojó, C., Cobelas, M.A. & Arauzo, M. 1994. An elementary, structural analysis of river phytoplankton. *Hydrobiologia* 289: 43-55.
- Rothhaupt, K. O. 2000. Plankton population dynamics: food web interactions and abiotic constraints, *Freshw Biol* 45 (2000), pp. 105-109.
- Sharma, B.K. & Naik, L.P. 1996. Results on planktonic rotifers in the Narmada river (Madhya Pradesh, central India). Em: *Perspective in Tropical Limnology* (eds Schiemer, F. & Boland, K.T.), SPB Academic Publishers, Amsterdam, 189-198.
- Sluss, T.D.; Cobbs, G.A. & Thorp, J.H. 2008. Impact of turbulence on riverine zooplankton: a mesocosm experiment. *Freshwater Biology* 53: 1999–2010.
- Soballe, D.M. & Kimmel, B.L. 1987. A large-scale comparison of factors influencing phytoplankton abundance in rivers, lakes, and impoundments. *Ecology* 68: 1943-1954.
- Thorp, J.H., Thoms, M.C. & Delong, M.D. 2006. The river ecosystem synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Res. Applic.* 22: 123–147.
- Thorp, J.H., Black, A.R. & Haag, K.H., 1994. Zooplankton assemblages in the Ohio River: seasonal, tributary and navigation dam effects. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1634-1643.
- Tundisi, J.G., T. matsumura-Tundisi & M.C. Calijuri, 1993. Limnology and management of reservoirs in Brazil. Em: *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Kluwer, Dordrecht, 25-55.

- Van Nieuwenhuysse, E.E. & Jones, J.R. 1996. Phosphorus-chlorophyll relationship in temperate streams and its variation with stream catchment area. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 99-105.
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R. & Cushing, C.E. 1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Wallace, R.L.; Snell, T.W.; Ricci, C. & Nogrady, T. 2006. Rotifera. Volume 1: Biology, Ecology and Systematics. 2a edição. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 4. Kenobi Productions, Gent, Belgica e Backhuys Academic Publishing BV, The Hague, Holanda.

### **6.3 Macroinvertebrados bentônicos**

- Bubinas, A.; Jagminienė, I. 2001. Bioindication of ecotoxicity according to community structure of macrozoobenthic fauna. *Acta Zoológica Lituanica*, Vilnius, v.11, n.1, p. 90-99.
- Buss, D. F.; Baptista, D. F.; Silveira, M. P.; Nessimian, J. L. & Dorvillé, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia* 481: 125-136.
- Buss, D. F.; Baptista, D. F. & Nessimian, J. L. 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Caderno de Saúde Pública* 19: 465-473.
- Buss, D. F. & Salles, F. F. 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring Assessment* 130: 365-372.
- Costa, C., Ide, C. & Simonka, C. E. 2006. Insetos Imaturos – Metamorfose e Identificação. Holos Editora.
- Death, R. G. 2002. A model of stream invertebrate diversity for autochthonous streams. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 28: 328-331.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., Hubbard, M. D. & Nieto, C. 2006. Aquatic Biodiversity in Latin America. Pensoft, Sofia-Moscow, v.2: Ephemeroptera of South America, 646 p.
- Froehlich, C.G. (org.). 2007. Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>
- Goulart, M.; Callisto, M. 2005. Mayfly distribution along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, southeastern Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 17(1):1-13.

- Junqueira, M. V., Amarante, M. C., Dias, C. F. S. E França, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia* 12(1), 73-87.
- Kuhlmann, M. L.; Johnscher-Fornasaro, G; Ogura, L. L. & Imbimbo, H. R. V. 2012. Protocolo para biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do Estado de São Paulo. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/aguas/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>.
- Mandaville, S. M. 2002. Benthic macroinvertebrates in freshwaters - taxa tolerance values, metrics, and protocols. Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, 120pp.
- Marques, M. M. & Barbosa, F. A. R. 2001. Na fauna do fundo, o retrato da degradação. *Ciência Hoje* 30: 72-75.
- Mugnai, R., Nessimian, J. L. & Baptista, D. F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 1ª ed., 176p.
- Pes, A. M. O.; Hamada, N. & Nessimian, J. L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2): 181-204.
- Queiroz, J. F.; Trivinho-Strixino, S. & Nascimento, V. M. C. 2000. Organismos Bentônicos Bioindicadores da Qualidade das Águas da Bacia do Médio São Francisco. Comunicado Técnico Embrapa Meio Ambiente, no 3.
- Rosenberg, D. M., Resh, V. H. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York: Chapman & Hall. 488p.
- Salles, F. F.; Da-Silva, E. .; Hubbard, M. D. & Serrão, J. E. 2004. As species de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. *Biota Neotropica*, v4 (n2).
- Salles, F. F. & Ferreira-Júnior, N. 2014. Hábitas e hábitos. Guia de identificação de larvas. In: Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Hamada, N.; Nessimian, J. L. & Querino, R. B. Editora do INPA, pag. 39-49.
- Santana, A. C. D.; Souza, A. H F. F.; Ribeiro, L. L. & Abílio, F. J. P. 2009. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*. Vol. 9. N. 2.
- Strixino, G. e Trivinho-Strixino, S. 2006. Herpobentos e haptobentos de lagoas marginais da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP). In: Santos, J.E., Pires, J.S.R. e Moschini, L.E. (Orgs.). *Estudos Integrados em Ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: EdUFSCar, 4: 45-60p.

## **6.4 Hidrossedimentologia**

BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. (1977) Manual para Serviços de Hidrometria. Brasília: DNAEE.

BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. (1970) Normas e recomendações hidrológicas. Anexo III: Sedimentometria. Brasília: DNAEE.

Carvalho, N. O. (1994) Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro: CPRM.

Carvalho, N. O.; Filizola Jr., N. P.; Santos, P. M. C.; Lima, J. E. F. W. Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. ANEEL: Brasília, 2000.

WMO. (1981) Guide of hydrological practices. Geneva.

# Anexo I

## Relatórios de Análises Laboratoriais

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO  
DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
PCH VERDE 4A**

**RELATÓRIO MENSAL  
PERÍODOS: NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2018  
FASE DA PCH: OPERAÇÃO**

EMPREENDEDOR:

**PHOENIX GERAÇÃO  
DE ENERGIA**

GESTÃO AMBIENTAL:



**Março de 2019**

**SUMÁRIO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>2. INTRODUÇÃO.....</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>3. REDE DE MONITORAMENTO IMPLANTADA.....</b>    | <b>5</b>  |
| <b>3.1. Parâmetros de Qualidade Avaliados.....</b> | <b>8</b>  |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>                         | <b>11</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                          | <b>11</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>          | <b>15</b> |
| <b>7. ANEXOS.....</b>                              | <b>16</b> |



## **1. APRESENTAÇÃO**

Com a emissão da Licença de Operação da PCH Verde 4A (LO 19/2018) o Programa de Monitoramento de Água Subterrânea teve sua periodicidade de atividades alterada pelo órgão ambiental em razão da nova etapa que o empreendimento se encontra. A partir de março de 2018, as amostragens de água subterrânea deixaram de ser trimestrais e passaram a ser mensais no 1º ano de operação da usina, ou seja, até março de 2019.

Este documento aborda as atividades relativas à **9ª e 10ª campanhas mensais** do Programa de Monitoramento de Águas Subterrânea da fase de operação da PCH Verde 4A. Neste período foram desenvolvidas atividades de monitoramento dos níveis freáticos e campanhas de coleta e análise da qualidade das águas subterrâneas na rede de poços implantada. O Laboratório Biolaqua é o responsável pela coleta da água.

Este empreendimento é de propriedade da Phoenix Geração de Energia S.A, inscrita no CNPJ sob o Nº 11.150.969/0002-46.

O presente relatório foi elaborado pela ABG Engenharia e Meio Ambiente, e contou com a participação da seguinte equipe técnica:

- Alexandre Bugin – Eng. Agrônomo – CREA048191
- Marcos Daruy – Biólogo – CRBio 04555-03

## **2. INTRODUÇÃO**

O lençol freático é um extrato permeável, parcialmente saturado de água, cuja base é uma camada impermeável ou semipermeável. O topo é limitado pela própria superfície livre da água também chamado de superfície freática, sobre pressão atmosférica. Ele tende a ter um perfil mais ou menos semelhante ao perfil da superfície do terreno. O lençol freático está geralmente perto da superfície, em vales de rios e a maiores profundidades em altos topográficos. Essa zona é a superfície de contato entre a zona de saturação, onde a água em sub-superfície é acumulada, e a zona de aeração, onde o excedente de água, ainda em superfície, se movimenta devido à gravidade. Por ser o contato direto entre a água superficial e a água subterrânea, seu cuidado é fundamental para a qualidade dos recursos hídricos, visto que o lençol freático é um dos responsáveis pelo abastecimento dos mananciais. Sua pouca profundidade o torna suscetível à poluição.

O tamanho do lençol freático oscila em virtude do maior ou menor escoamento da água armazenada. Em casos de chuva, o lençol freático aumenta seu volume. Por outro lado, quando ocorrem períodos de seca ou degradação do solo, a água acumulada esco para as nascentes, esgotando o lençol freático.

Quando ocorre a formação artificial de um reservatório, como pela elevação do nível do rio Verde pela construção da PCH Verde 4A o que se espera é que o nível do freático local se eleve, aumentando a disponibilização de água subterrânea nas eventuais captações existentes na região afetada.

Com a nova posição do nível base, pode ocorrer uma obstrução da descarga da base original do aquífero que, em conjunto com a inversão do fluxo subterrâneo, passam a contribuir para a elevação da superfície piezométrica no entorno do reservatório. Essas modificações podem ter caráter transitório ou permanente, conforme os estágios de elevação do nível d'água do reservatório e do período de tempo transcorrido.

Entre os impactos positivos, pode-se mencionar a suavização dos gradientes hidráulicos da superfície piezométrica. Entre os impactos negativos, é possível citar o afloramento ou subafloramento das águas subterrâneas nas áreas marginais ao reservatório, tendo como possíveis consequências os seguintes fenômenos: alterações na qualidade das águas subterrâneas; aumento da umidade do solo, aparecimento de surgências de água, lagoas e áreas alagadiças; maior risco de

desenvolvimento dos processos de erosão interna (“piping”); escorregamento nas áreas marginais e aumento no transporte de sólidos para dentro do reservatório.

O objetivo do Programa de Monitoramento de Água Subterrânea é a avaliação das possíveis alterações no nível e a qualidade da água subterrânea, além de identificar as áreas mais susceptíveis aos efeitos da elevação do nível freático nas proximidades do reservatório, por ocasião do enchimento e/ou da operação deste empreendimento.

### **3. REDE DE MONITORAMENTO IMPLANTADA**

Visando avaliar quali-quantitativamente as águas subterrâneas da área do empreendimento, foram implantados seis pontos de monitoramento distribuídos ao longo da sua área. As coordenadas dos pontos monitorados estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas dos pontos de monitoramento de águas subterrâneas.

| <b>Ponto</b> | <b>Coordenadas Graus decimais SIRGAS 2000</b> |                  |
|--------------|---|------------------|
|              | <b>Latitude</b>                               | <b>Longitude</b> |
| P1           | 19° 51.324'S                                  | 53° 22.059'O     |
| P2           | 19° 50.529'S                                  | 53° 21.655'O     |
| P3           | 19° 48.218'S                                  | 53° 23.344'O     |
| P4           | 19° 48.014'S                                  | 53° 24.358'O     |
| P5           | 19° 49.712'S                                  | 53° 23.491'O     |
| P6           | 19° 52.976'S                                  | 53° 23.130'O     |



Figura 3-1: Distribuição dos pontos de amostragem de água subterrânea.

As fotos a seguir ilustram as coletas de amostra de água subterrânea nos poços de monitoramento durante as campanhas realizada em **novembro e dezembro de 2018, 9ª e 10ª campanha** mensal, fase de operação da usina.



Foto 1. P1 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 2. P2 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 3. P2 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 4. P2 sem presença de água. (Dezembro de 2018).



Foto 5. P3 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 6. P3 sem presença de água. (Dezembro de 2018).



Foto 7. P4 com presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 8. P4 com presença de água. (Dezembro de 2018).



Foto 9. P5 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 10. P5 sem presença de água. (Dezembro de 2018).



Foto 11. P6 sem presença de água. (Novembro de 2018).



Foto 12. P6 sem presença de água. (Dezembro de 2018).

### 3.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE AVALIADOS

A qualidade da água do lençol freático está diretamente relacionada ao uso do solo circundante da área de captação da amostra. Mesmo sendo mais difíceis de serem poluídos, os lençóis freáticos sofrem habitualmente com a ação antrópica. A instalação de poços irregulares para a captação de sua água, o uso de agrotóxicos em plantações, a pecuária, a ocupação irregular do solo, entre outros fatores que provocam alterações da água proveniente do lençol freático, influenciando nos parâmetros de qualidade da água acumulada.

A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos. Como normativa legal para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas da PCH Verde 4A é utilizada a Resolução CONAMA N° 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. As análises realizadas em laboratório também são verificadas sob a ótica da Resolução Conama 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, a qual dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Os parâmetros analisados e metodologias utilizadas nas análises são listados na Tabela abaixo. Os laudos analíticos encontram-se no ANEXO 1.

Tabela 2: Parâmetros analisados, metodologias utilizadas e valores de referência Conama 396.

| Parâmetros                    | Und.  | Método                             | LQ/<br>Faixa | VMP Conama 396 |                      |           |           |      |
|-------------------------------|-------|------------------------------------|--------------|----------------|----------------------|-----------|-----------|------|
|                               |       |                                    |              | Consumo humano | Dessedentação Animal | Irrigação | Recreação | LQP  |
| Profundidade                  | cm    | -                                  | -            | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Nível de água                 | cm    | -                                  | -            | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Temperatura ambiente          | °C    | SMEWW<br>2550                      | 2 a 95       | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Temperatura da amostra        | °C    | SMEWW<br>2550                      | 2 a 95       | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Alcalinidade total            | mg/L  | SMEWW<br>2320 B                    | 1,0          | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Cloreto                       | mg/L  | SMEWW<br>4500 Cl B                 | 5,0          | 250            | -                    | 100-700   | 400       | 2    |
| Condutividade elétrica        | µS/cm | SWEWW<br>2510                      | 1            | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Cor verdadeira                | µH    | SMEWW<br>2120 C                    | 5            | -              | -                    | -         | -         | -    |
| DBO <sub>(5,20)</sub>         | mg/L  | SM5210 B<br>ASTM<br>D888-09 C      | 1,5          | -              | -                    | -         | -         | -    |
| DQO                           | mg/L  | HACH 800                           | 1,5          | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Dureza Total                  | mg/L  | SM 2340<br>C                       | 5            | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Fósforo Total (como P)        | mg/L  | SMEWW<br>4500 PD                   | 0,02         | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Nitrato (como N)              | mg/L  | SMEWW<br>4500 NO <sub>3</sub><br>E | 0,10         | 10             | 90                   | -         | 10        | 0,3  |
| Nitrito (como N)              | mg/L  | SMEWW<br>4500 NO <sub>2</sub><br>B | 0,02         | 1,0            | 10                   | 1,0       | 1,0       | 0,02 |
| Nitrogênio amoniacal total    | mg/L  | SMEWW<br>4500 NH <sub>3</sub><br>B | 0,10         | -              | -                    | -         | -         | -    |
| Nitrogênio orgânico total (a) | mg/L  | Cálculo                            | 0,10         | -              | -                    | -         | -         | -    |



| Parâmetros                           | Und.      | Método              | LQ/<br>Faixa | VMP Conama 396 |                      |           |             |     |
|--------------------------------------|-----------|---------------------|--------------|----------------|----------------------|-----------|-------------|-----|
|                                      |           |                     |              | Consumo humano | Dessedentação Animal | Irrigação | Recreação   | LQP |
| Nitrogênio total Kjeldahl            | mg/L      | SMEWW 4500 Nag C    | 0,10         | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Nitrogênio total                     | mg/L      | Cálculo             | 0,10         | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Orto-fosfato (como PO <sub>4</sub> ) | mg/L      | SMEWW 4500 PD       | 0,02         | -              | -                    | -         | -           | -   |
| pH                                   | -         | SMEWW 4500 H*B      | 0 a 12       | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Sólidos dissolvidos totais           | mg/L      | SM 2540 B, C, D e E | 5            | 1.000          | -                    | -         | -           | 2   |
| Sólidos suspensos totais             | mg/L      | SM 2540 B, C, D e E | 5            | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Sólidos totais                       | mg/L      | SM 2540 B, C, D e E | 28           | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Turbidez                             | UNT       | SM 2130 B           | 0,3          | -              | -                    | -         | -           | -   |
| Coliformes totais                    | NMP/100mL | SM9223 B            | 1,0          | Ausência       | 200/100 ml           | -         | 1000/100 ml | -   |
| <i>Escherichia coli</i>              | NMP/100mL | SMEWW 9223 B        | 1,0          | Ausência       | 200/100 ml           | -         | 800/100 ml  | -   |

#### 4. RESULTADOS

O ANEXO 2 apresenta os resultados cumulativos dos parâmetros avaliados nas campanhas de monitoramento, realizadas em setembro e novembro de 2016, março, junho, setembro e novembro de 2017, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2018 quanto o monitoramento das águas provenientes do lençol freático, fases de instalação e operação da PCH Verde 4A. Os valores destacados em vermelho indicam situações em desacordo com as Resoluções CONAMA Nº 396/2008 no contexto dos usos preponderantes previstos nesta e nº 420/2009.

Nos períodos de novembro e dezembro de 2018 além do poço subterrâneo P6 que apresenta água desde a 1ª campanha realizada no empreendimento (etapa implantação), o P4 também possibilitou a coleta, este poço apresentou água somente

no período de março de 2018, nas demais coletas, o poço apresentou-se seco. Cabe lembrar que o P6 se localiza próximo a barragem enquanto que o P4 se encontra no final do reservatório, ambos na margem esquerda.

O P2 e P5, por exemplo, em todas as campanhas de monitoramento realizadas estavam secos. O P2 se encontra afastado do reservatório cerca de 1,7 quilômetros, no interior de uma propriedade adjacente, enquanto que o P5 se localiza na parte mediana do reservatório, na margem esquerda. Os demais poços apresentaram comportamentos diferentes no decorrer das campanhas, ou seja, em determinados períodos apresentaram água e em outros não.

Nos períodos de novembro e dezembro, as precipitações totais foram de 96 mm e 127,20 mm respectivamente. A diferença destes períodos com os demais foi a presença de água no poço 4, o qual estava seco há sete meses, compreendendo os períodos de baixa precipitação, com exceção entre setembro e outubro de 2018, cuja precipitação foi de 147,4 mm e 232 mm, porém, o único poço que apresentou água foi o P6. Ainda não há dados suficientes para confirmar que a alta precipitação, tem influência na presença de água nos piezômetros. Os dados de precipitação foram coletados na estação monitorada localizada no município de Água Clara/MS disponibilizados na internet (Inmet/Semagro/Cemtec-MS, 2018).

Avaliando-se os resultados dos parâmetros apresentados nos laudos laboratoriais, verificou-se que o parâmetro *Escherichia coli*, nos períodos de coleta estavam em desacordo com a Resolução Conama nº 396 no poço subterrâneo P4 e no P6, conforme observa-se nos Laudos Laboratoriais.

Segundo Amaral (1996), os principais indicadores de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e fecais, expressas em número de organismos por 100 mL de água. A presença deles na água não representa por si só um perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde. Por exemplo, as bactérias do grupo coliforme, em especial a *Escherichia coli*, representa contaminação fecal recente e indica a possível presença de bactérias patogênicas, vírus entéricos ou parasitas intestinais. Todavia, a maioria das doenças de veiculação hídrica pode ser reduzida, controlada, desde que se possibilite o acesso à água potável. Entretanto, um dos maiores problemas das fontes de água é a ausência ou a irregularidade de monitoramento da qualidade.

Dada a localização desses poços, em área de pastagem para criação de gado bovino, a dinâmica de rotatividade do pasto pode implicar na volta destes

animais às proximidades dos poços, e presume-se que as suas fezes, lixiviadas até o contato com o lençol freático, venham a contaminar a água acumulada nestes.

No período de novembro, chamou atenção o parâmetro turbidez no poço 6, com o valor de 101,4 UNT. A turbidez da água é atribuída às partículas sólidas em suspensão que diminuem a sua transparência e pode ocorrer a partir de processos erosivos, presença de detritos orgânicos ou de forma antrópica pelo contato com os esgotos domésticos (BRASIL, 2014). Já no período de dezembro, a turbidez baixou para 39,3 UNT, possivelmente o sedimento orgânico tenha sedimentado no fundo do poço, diminuindo o valor da turbidez novamente. Também pode-se sugerir, que no momento da coleta, o sedimento depositado no fundo do poço tenha sido agitado, deixando a água mais turva.

No poço 4 a condutividade elétrica apresentou valores acima de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , deferente do poço 6 que apresentou valores abaixo de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na maioria das campanhas. Contudo, ambos os poços apresentam qualidade da água “excelente”. A água subterrânea deixa de ser classificada como excelente quando os valores são acima de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A condutividade elétrica é a capacidade de transmitir corrente elétrica através de substâncias dissolvidas. É influenciada pelo tipo de concentração, valência e mobilidade da espécie iônica e temperatura (MESTRINHO, 2013).

Comparando os resultados obtidos para as amostras dos pontos onde houve coleta de água subterrânea, os valores de investigação estabelecidos pela Resolução Conama 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, satisfazem os limites permitidos.

## **1. CONCLUSÕES**

Neste relatório foram apresentados e discutidos os dados da **9ª e 10ª campanha mensal** de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas na fase de operação do empreendimento, tendo-se a resolução CONAMA N° 396/2008 como elemento balizador, bem como a Conama 420/2009.

Tanto na campanha realizada em novembro, como na campanha de dezembro, não foi possível a medição do nível piezométrico em quatro (4) casos. Nos períodos os poços P4 e P6 apresentaram um nível de água que permitiu a coleta de amostra para análise. Vale ressaltar que, para atendimento dos objetivos propostos no Programa, para o monitoramento do lençol freático e a implantação dos poços realizou-se perfuração até a rocha, de modo a evitar a influência dos sistemas aquíferos.

Conforme visto nos primeiros relatórios mensais na fase de operação, a formação do reservatório pode ter contribuído para o aparecimento de água em poços que não apresentavam água em campanhas anteriores, como é o caso do P1 e P3, em razão da elevação do nível do lençol freático, no entanto, com a baixa precipitação monitorada nos períodos de abril, maio, junho, julho e agosto, os poços tornaram a secar. Outro fator que possibilita avaliar a elevação do nível do lençol freático, são os dados do parâmetro “nível estático” encontrados na planilha (Anexo 2), em todos os pontos que houve coleta no decorrer das fases de implantação e operação, o nível estático aumentou ou estabilizou em determinado período, após a formação do reservatório. O P6 é o único ponto que elucida bem os dados, pois apresentou-se com água em todas as campanhas.

Com a alta precipitação verificada nos períodos de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2018 o número de piezômetros com água se manteve, sendo que o P6 apresentou água em todos os períodos e o P4 nos períodos de novembro e dezembro.

Uma vez que foram executadas **16 campanhas** de monitoramento dos níveis piezométricos e qualidade da água desde o início da construção da PCH, verifica-se que os parâmetros mensurados de qualidade da água são uma constante e provém de eventos isolados, pois desde o 1º monitoramento, as avaliações não tem sofrido alterações significativas.

## **2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.495-1**. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados – Parte 1: Projeto e Construção. Rio de Janeiro, ABNT, 2007.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.495-2**. Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados – Parte 2: Desenvolvimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2008.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.847**. Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento — Métodos de purga. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- AMARAL, L. A. Controle da qualidade microbiológica da água utilizada em avicultura. In: Marcos Macari, Água na avicultura Industrial. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996. Cap. 7.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 396/2008**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2008\\_396.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_396.pdf)>. Último acesso: outubro/2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: FUNASA, 2014.
- CONCEIÇÃO, F. T. da; CUNHA, R.; SARDINHA, D. de S.; SOUZA, A. D. G.; SINELLI, O. Hidrogeoquímica do Aquífero Guarani na área urbana de Ribeirão Preto (SP). **Revista Geociências**. São Paulo. v. 28, n 1, 2009.
- MESTRINHO, Suely Schuartz Pacheco. Qualidade e classificação das águas subterrâneas. In: GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano (Org.). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Cap. 14. p. 18-496.

ANEXOS

Anexo 1 – Laudo Analítico e Metodologias de Coleta e Análise da qualidade das águas subterrâneas utilizadas pelo Laboratório.

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                            | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|------------------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                          | 1,0       | -  | -                              | 10,5 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B          | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 28/11/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | -                              | 7,3 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                          | 1,0       | -  | -                              | 27,8 µS/cm                      | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                          | 5,0       | -  | -                              | 191,0 mg/L                      | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 28/11/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                          | 1,5       | -  | -                              | 1,5 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                          | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | Ausência                       | 2,4 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | 0,04 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E          | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,40 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B          | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B          | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 0,42 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 0,95 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                     | 0,10      | -  | -                              | 0,55 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nível estático             | In loco                            | -         | -  | -                              | 5,00 m                          | 27/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 28/11/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | -  | -                              | 6,12                            | 27/11/2018        |
| Profundidade               | In loco                            | -         | -  | -                              | 8,30 m                          | 27/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 76,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | -                              | 15,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                | 28,0      | -  | -                              | 91,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 31,8 °C                         | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 27,3 °C                         | 27/11/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                          | 0,3       | -  | -                              | 101,4 NTU                       | 28/11/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em **negrito** faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 5728-1/2018.3 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 11:00**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 09:55**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados           | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>31,8 °C</b>       | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>27,3 °C</b>       | 27/11/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>27,8 µS/cm</b>    | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 28/11/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>101,4 NTU</b>     | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>191,0 mg/L</b>    | 28/11/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>1,5 mg/L</b>      | 28/11/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,12</b>          | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

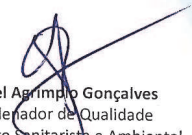
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim


Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: f5b5c53d3429421096ad6cbe5a502b3e

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 5728-1/2018.3 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 11:00**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 09:55**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>10,5 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>16,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,04 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,40 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,42 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,55 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,95 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>2,4 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>91,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>15,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>76,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>7,3 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>8,30 m</b>                         | 27/11/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>5,00 m</b>                         | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves


Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas


## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimão Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: f5b5c53d3429421096ad6cbe5a502b3e

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                                | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                        | Datas de Análises |
|----------------------------|--|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                              | 1,0       | -  | -                              | 11,6 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B              | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | -                              | > 2,4 x 10 <sup>3</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                              | 1,0       | -  | -                              | 148,5 µS/cm                       | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                              | 5,0       | -  | -                              | 35,0 mg/L                         | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C             | 1,5       | -  | -                              | 5,9 mg/L                          | 28/11/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                              | 1,5       | -  | -                              | 26,6 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                              | 5,0       | -  | -                              | 77,8 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | Ausência                       | 1,7 x 10 <sup>3</sup> NMP/100mL   | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | 0,03 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,20 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B              | 0,10      | -  | -                              | 0,22 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,70 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 1,12 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                         | 0,10      | -  | -                              | 0,92 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nível estático             | In loco                                | -         | -  | -                              | 3,00 m                            | 27/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | 0,02 mg/L                         | 28/11/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)     | 2 a 12    | -  | -                              | 6,59                              | 27/11/2018        |
| Profundidade               | In loco                                | -         | -  | -                              | 4,00 m                            | 27/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 148,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                    | 28,0      | -  | -                              | 164,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 29,3 °C                           | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 29,0 °C                           | 27/11/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                              | 0,3       | -  | -                              | 67,3 NTU                          | 28/11/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 5724-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 09:08**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 08:59**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados         | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>29,3 °C</b>     | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>29,0 °C</b>     | 27/11/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>148,5 µS/cm</b> | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>5,9 mg/L</b>    | 28/11/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>67,3 NTU</b>    | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>35,0 mg/L</b>   | 28/11/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>26,6 mg/L</b>   | 28/11/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,59</b>        | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

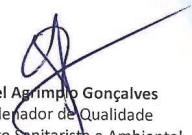
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim


Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 44568bc981a24d2d90d43013f00770e0

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 5724-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 09:08**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 08:59**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>11,6 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>77,8 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,03 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,20 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,22 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,70 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,92 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>1,12 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,02 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>1,7 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>164,0 mg/L</b>                     | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>16,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>148,0 mg/L</b>                     | 28/11/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                       | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | $> 2,4 \times 10^3$<br>NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | 4,00 m                           | 27/11/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | 3,00 m                           | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

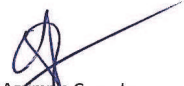
Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas

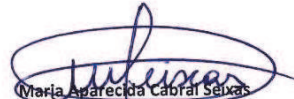
## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimão Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 44568bc981a24d2d90d43013f00770e0

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                            | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|------------------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                          | 1,0       | -  | -                              | 53,6 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B          | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | -                              | 3,7 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                          | 1,0       | -  | -                              | 122,4 µS/cm                     | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                          | 5,0       | -  | -                              | 31,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | -  | -                              | 2,6 mg/L                        | 19/12/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                          | 1,5       | -  | -                              | 6,6 mg/L                        | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                          | 5,0       | -  | -                              | 60,2 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | Ausência                       | 2,5 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E          | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | < 0,10 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B          | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B          | 0,10      | -  | -                              | 0,17 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 0,18 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 0,35 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                     | 0,10      | -  | -                              | 0,35 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nível estático             | In loco                            | -         | -  | -                              | 3,00 m                          | 18/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | -  | -                              | 6,73                            | 18/12/2018        |
| Profundidade               | In loco                            | -         | -  | -                              | 4,00 m                          | 18/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 19,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | -                              | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                | 28,0      | -  | -                              | < 28,0 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 28,3 °C                         | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 27,4 °C                         | 18/12/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                          | 0,3       | -  | -                              | 27,6 NTU                        | 19/12/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em **negrito** faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 6343-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Nublado**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 15:25**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:11**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados         | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>28,3 °C</b>     | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>27,4 °C</b>     | 18/12/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>122,4 µS/cm</b> | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>2,6 mg/L</b>    | 19/12/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>27,6 NTU</b>    | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>31,0 mg/L</b>   | 19/12/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>6,6 mg/L</b>    | 19/12/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,73</b>        | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

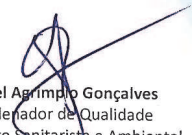
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

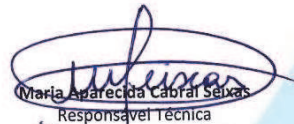
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 7b606984fb1040e2b01208fbb45c086



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 6343-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Nublado**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 15:25**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:11**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>53,6 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>60,2 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>&lt; 0,10 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,17 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,18 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,35 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,35 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>2,5 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>&lt; 28,0 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>19,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>3,7 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>4,00 m</b>                         | 18/12/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>3,00 m</b>                         | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves


Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas

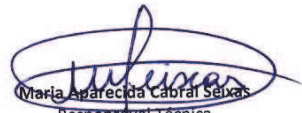
## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimão Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 7b606984fb1040e2b01208fbb45c086

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                                | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|--|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                              | 1,0       | -  | -                              | 16,8 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B              | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | -                              | 2,5 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                              | 1,0       | -  | -                              | 36,7 µS/cm                      | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                              | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C             | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 19/12/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                              | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                              | 5,0       | -  | -                              | 19,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | Ausência                       | 1,8 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,10 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B              | 0,10      | -  | -                              | < 0,10 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,23 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                         | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nível estático             | In loco                                | -         | -  | -                              | 5,00 m                          | 18/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | 0,10 mg/L                       | 19/12/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)     | 2 a 12    | -  | -                              | 5,94                            | 18/12/2018        |
| Profundidade               | In loco                                | -         | -  | -                              | 8,30 m                          | 18/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 66,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | -                              | 8,0 mg/L                        | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                    | 28,0      | -  | -                              | 74,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 22,9 °C                         | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 26,1 °C                         | 18/12/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                              | 0,3       | -  | -                              | 39,3 NTU                        | 19/12/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 6344-1/2018.2 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Chuvoso**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 17:10**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:12**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados           | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>22,9 °C</b>       | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>26,1 °C</b>       | 18/12/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>36,7 µS/cm</b>    | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 19/12/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>39,3 NTU</b>      | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>16,0 mg/L</b>     | 19/12/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 19/12/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>5,94</b>          | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

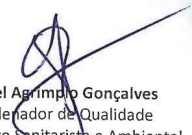
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim


Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 8e02c3fc45e247a2bc7efecd0093443d

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 6344-1/2018.2 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Chuvoso**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 17:10**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:12**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>16,8 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>19,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,10 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>&lt; 0,10 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,23 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,10 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>1,8 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>74,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>8,0 mg/L</b>                       | 19/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>66,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |



## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>2,5 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>8,30 m</b>                         | 18/12/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>5,00 m</b>                         | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves


Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas

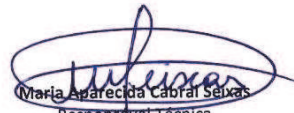
## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimpo Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 8e02c3fc45e247a2bc7efecd0093443d

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                            | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                        | Datas de Análises |
|----------------------------|------------------------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                          | 1,0       | -  | -                              | 11,6 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B          | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | -                              | > 2,4 x 10 <sup>3</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                          | 1,0       | -  | -                              | 148,5 µS/cm                       | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                          | 5,0       | -  | -                              | 35,0 mg/L                         | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | -  | -                              | 5,9 mg/L                          | 28/11/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                          | 1,5       | -  | -                              | 26,6 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                          | 5,0       | -  | -                              | 77,8 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                          | 1,0       | -  | Ausência                       | 1,7 x 10 <sup>3</sup> NMP/100mL   | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | 0,03 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E          | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,20 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B          | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B          | 0,10      | -  | -                              | 0,22 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 0,70 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                            | 0,10      | -  | -                              | 1,12 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                     | 0,10      | -  | -                              | 0,92 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Nível estático             | In loco                            | -         | -  | -                              | 3,00 m                            | 27/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                        | 0,02      | -  | -                              | 0,02 mg/L                         | 28/11/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | -  | -                              | 6,59                              | 27/11/2018        |
| Profundidade               | In loco                            | -         | -  | -                              | 4,00 m                            | 27/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 148,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                         | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                | 28,0      | -  | -                              | 164,0 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 29,3 °C                           | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                            | 2 - 95    | -  | -                              | 29,0 °C                           | 27/11/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                          | 0,3       | -  | -                              | 67,3 NTU                          | 28/11/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 5724-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 09:08**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 08:59**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados         | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>29,3 °C</b>     | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>29,0 °C</b>     | 27/11/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>148,5 µS/cm</b> | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>5,9 mg/L</b>    | 28/11/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>67,3 NTU</b>    | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>35,0 mg/L</b>   | 28/11/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>26,6 mg/L</b>   | 28/11/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,59</b>        | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

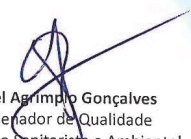
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

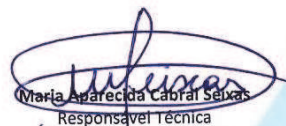
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 44568bc981a24d2d90d43013f00770e0

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 5724-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 09:08**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 08:59**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>11,6 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>77,8 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,03 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,20 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,22 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,70 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,92 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>1,12 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,02 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>1,7 x 10<sup>3</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>164,0 mg/L</b>                     | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>16,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>148,0 mg/L</b>                     | 28/11/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                       | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | $> 2,4 \times 10^3$<br>NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | 4,00 m                           | 27/11/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | 3,00 m                           | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

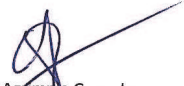
Maria Aparecida Cabral Seixas



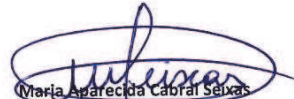
## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5724/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5724/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimpo Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 44568bc981a24d2d90d43013f00770e0

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                                | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|--|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                              | 1,0       | -  | -                              | 10,5 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B              | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 28/11/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | -                              | 7,3 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                              | 1,0       | -  | -                              | 27,8 µS/cm                      | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                              | 5,0       | -  | -                              | 191,0 mg/L                      | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C             | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 28/11/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                              | 1,5       | -  | -                              | 1,5 mg/L                        | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                              | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | Ausência                       | 2,4 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | 0,04 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,40 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B              | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,42 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,95 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                         | 0,10      | -  | -                              | 0,55 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Nível estático             | In loco                                | -         | -  | -                              | 5,00 m                          | 27/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 28/11/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)     | 2 a 12    | -  | -                              | 6,12                            | 27/11/2018        |
| Profundidade               | In loco                                | -         | -  | -                              | 8,30 m                          | 27/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 76,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | -                              | 15,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                    | 28,0      | -  | -                              | 91,0 mg/L                       | 28/11/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 31,8 °C                         | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 27,3 °C                         | 27/11/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                              | 0,3       | -  | -                              | 101,4 NTU                       | 28/11/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 5728-1/2018.3 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 11:00**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 09:55**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados           | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>31,8 °C</b>       | 27/11/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>27,3 °C</b>       | 27/11/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>27,8 µS/cm</b>    | 28/11/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 28/11/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>101,4 NTU</b>     | 28/11/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>191,0 mg/L</b>    | 28/11/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>1,5 mg/L</b>      | 28/11/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,12</b>          | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

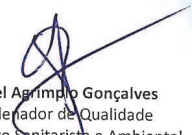
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

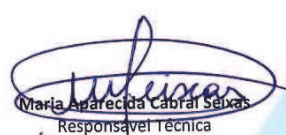
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: f5b5c53d3429421096ad6cbe5a502b3e

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:18

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 5728-1/2018.3 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Jorge Antonio Gonçalves - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Bom com sol**

Data | Hora da coleta: **27/11/2018 11:00**

Data | Hora do recebimento: **28/11/2018 09:55**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>10,5 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 28/11/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>16,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,04 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,40 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,42 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,55 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,95 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 28/11/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>2,4 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>91,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>15,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>76,0 mg/L</b>                      | 28/11/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>7,3 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 28/11/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>8,30 m</b>                         | 27/11/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>5,00 m</b>                         | 27/11/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

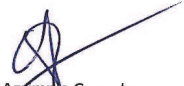
Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas


## RELATÓRIO DE ANÁLISES 5728/2018.3

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 5728/2018.2

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimão Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: f5b5c53d3429421096ad6cbe5a502b3e



## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                                | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|--|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                              | 1,0       | -  | -                              | 16,8 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B              | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | -                              | 2,5 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                              | 1,0       | -  | -                              | 36,7 µS/cm                      | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                              | 5,0       | -  | -                              | 16,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C             | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 19/12/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                              | 1,5       | -  | -                              | < 1,5 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                              | 5,0       | -  | -                              | 19,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | Ausência                       | 1,8 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | 0,10 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B              | 0,10      | -  | -                              | < 0,10 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,23 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                         | 0,10      | -  | -                              | 0,13 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nível estático             | In loco                                | -         | -  | -                              | 5,00 m                          | 18/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | 0,10 mg/L                       | 19/12/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)     | 2 a 12    | -  | -                              | 5,94                            | 18/12/2018        |
| Profundidade               | In loco                                | -         | -  | -                              | 8,30 m                          | 18/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 66,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | -                              | 8,0 mg/L                        | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                    | 28,0      | -  | -                              | 74,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 22,9 °C                         | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 26,1 °C                         | 18/12/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                              | 0,3       | -  | -                              | 39,3 NTU                        | 19/12/2018        |

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 6344-1/2018.2 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Chuvoso**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 17:10**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:12**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados           | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|----------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>22,9 °C</b>       | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>26,1 °C</b>       | 18/12/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>36,7 µS/cm</b>    | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 19/12/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>39,3 NTU</b>      | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>16,0 mg/L</b>     | 19/12/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>&lt; 1,5 mg/L</b> | 19/12/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>5,94</b>          | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

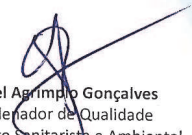
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

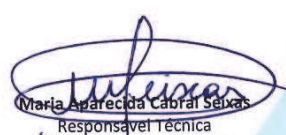
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 8e02c3fc45e247a2bc7efecd0093443d

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 13:19

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

#### Identificação da Amostra: 6344-1/2018.2 - PM 06 - Próximo à PCH Verde 4A, ao lado do reservatório

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Chuvoso**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 17:10**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:12**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>16,8 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>19,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>0,10 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>&lt; 0,10 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,13 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,23 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>0,10 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>1,8 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>74,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>8,0 mg/L</b>                       | 19/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>66,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>2,5 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>8,30 m</b>                         | 18/12/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>5,00 m</b>                         | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves

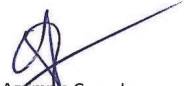
Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas

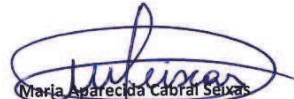
## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6344/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6344/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimpo Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 8e02c3fc45e247a2bc7efecd0093443d

## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### RESUMO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

| Análises                   | Métodos                                | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                      | Datas de Análises |
|----------------------------|--|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                              | 1,0       | -  | -                              | 53,6 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B              | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Coliformes totais          | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | -                              | 3,7 x 10 <sup>2</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Condutividade elétrica     | SM 2510 B                              | 1,0       | -  | -                              | 122,4 µS/cm                     | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira             | HACH 8025                              | 5,0       | -  | -                              | 31,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)               | SM 5210 B / ASTM D888-09 C             | 1,5       | -  | -                              | 2,6 mg/L                        | 19/12/2018        |
| DQO                        | HACH 8000                              | 1,5       | -  | -                              | 6,6 mg/L                        | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                              | 5,0       | -  | -                              | 60,2 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                              | 1,0       | -  | Ausência                       | 2,5 x 10 <sup>1</sup> NMP/100mL | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | < 0,10 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B              | 0,10      | -  | -                              | 0,17 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,18 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                                | 0,10      | -  | -                              | 0,35 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C                         | 0,10      | -  | -                              | 0,35 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Nível estático             | In loco                                | -         | -  | -                              | 3,00 m                          | 18/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D                            | 0,02      | -  | -                              | < 0,02 mg/L                     | 19/12/2018        |
| pH                         | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco)     | 2 a 12    | -  | -                              | 6,73                            | 18/12/2018        |
| Profundidade               | In loco                                | -         | -  | -                              | 4,00 m                          | 18/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | 19,0 mg/L                       | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E                    | 5,0       | -  | -                              | < 5,0 mg/L                      | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E                    | 28,0      | -  | -                              | < 28,0 mg/L                     | 19/12/2018        |
| Temperatura ambiente       | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 28,3 °C                         | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra     | SM 2550                                | 2 - 95    | -  | -                              | 27,4 °C                         | 18/12/2018        |
| Turbidez                   | SM 2130 B                              | 0,3       | -  | -                              | 27,6 NTU                        | 19/12/2018        |



## RESUMO DO RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

LQ/Faixas: Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

ASTM: American Society for Testing and Material.

EPA: Environmental Protection Agency.

HACH: Hach Company.

POP: Procedimento operacional padrão.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

CU (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

UNT é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

Análise(s) destacada(s) em negrito faz(em) parte do escopo acreditado.

Nitrogênio total: (Soma de NTK, Nitrato e Nitrito).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 6343-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Nublado**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 15:25**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:11**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises               | Métodos                            | LQ/Faixas | Resultados         | Datas de Análises |
|------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| Temperatura ambiente   | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>28,3 °C</b>     | 18/12/2018        |
| Temperatura da amostra | SM 2550                            | 2 - 95    | <b>27,4 °C</b>     | 18/12/2018        |
| Condutividade elétrica | SM 2510 B                          | 1,0       | <b>122,4 µS/cm</b> | 19/12/2018        |
| DBO (5 dias)           | SM 5210 B / ASTM D888-09 C         | 1,5       | <b>2,6 mg/L</b>    | 19/12/2018        |
| Turbidez               | SM 2130 B                          | 0,3       | <b>27,6 NTU</b>    | 19/12/2018        |
| Cor verdadeira         | HACH 8025                          | 5,0       | <b>31,0 mg/L</b>   | 19/12/2018        |
| DQO                    | HACH 8000                          | 1,5       | <b>6,6 mg/L</b>    | 19/12/2018        |
| pH                     | SM 4500 H <sup>+</sup> B (In loco) | 2 a 12    | <b>6,73</b>        | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2.A

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

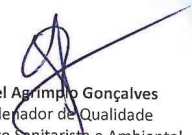
#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

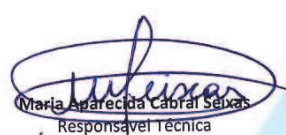
Gabriel Agrimpio Gonçalves

Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas



Gabriel Agrimpio Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 7b606984fb1040e2b01208fbb45c086

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

Data de Publicação: 21/03/2019 11:25

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

Interessado: **PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A**

Endereço: **Rodovia MS 245, Km 57, Fazenda Santa Tereza, Distrito São Domingos, Água Clara, Mato Grosso do Sul, Brasil**

CNPJ/CPF: **11.150.969/0002-46**

Pessoa solicitante: **Renato Seiji Horota - Compras**

**Identificação da Amostra: 6343-1/2018.2 - PM 04 - Saindo do ponto 3, próximo a ponte nova, após primeira curva**

Tipo de amostra: **Água subterrânea**

Responsável pela coleta: **BIOLAQUA - Cleberson Alexandre Marques - Técnico de Campo**

Condições do tempo: **Nublado**

Data | Hora da coleta: **18/12/2018 15:25**

Data | Hora do recebimento: **19/12/2018 09:11**

Observações:

#### RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA

| Análises                   | Métodos                   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|----------------------------|---------------------------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Alcalinidade total         | SM 2320 B                 | 1,0       | -  | -                              | <b>53,6 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Cloreto                    | SM 4500 Cl <sup>-</sup> B | 5,0       | -  | 250 mg/L                       | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Dureza                     | SM 2340 C                 | 5,0       | -  | -                              | <b>60,2 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Fósforo total (como P)     | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrato (como N)           | SM 4500 NO <sub>3</sub> E | 0,10      | 10 mg/L  | 10 mg/L                        | <b>&lt; 0,10 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrito (como N)           | SM 4500 NO <sub>2</sub> B | 0,02      | -  | 1 mg/L                         | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Nitrogênio amoniacal total | SM 4500 NH <sub>3</sub> B | 0,10      | -  | -                              | <b>0,17 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio Orgânico        | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,18 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total Kjeldahl  | SM 4500 Norg C            | 0,10      | -  | -                              | <b>0,35 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Nitrogênio total           | CÁLCULO                   | 0,10      | -  | -                              | <b>0,35 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |
| Ortofosfato (como P)       | SM 4500 P D               | 0,02      | -  | -                              | <b>&lt; 0,02 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Escherichia coli           | SM 9223 B                 | 1,0       | -  | Ausência                       | <b>2,5 x 10<sup>1</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Sólidos totais             | SM 2540 B, C, D e E       | 28,0      | -  | -                              | <b>&lt; 28,0 mg/L</b>                 | 19/12/2018        |
| Sólidos suspensos totais   | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | -                              | <b>&lt; 5,0 mg/L</b>                  | 19/12/2018        |
| Sólidos dissolvidos totais | SM 2540 B, C, D e E       | 5,0       | -  | 1000 mg/L                      | <b>19,0 mg/L</b>                      | 19/12/2018        |

## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1

| Análises          | Métodos   | LQ/Faixas | 420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação | 396 - Anexo I - Consumo humano | Resultados                            | Datas de Análises |
|-------------------|-----------|-----------|--|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Coliformes totais | SM 9223 B | 1,0       | -  | -                              | <b>3,7 x 10<sup>2</sup> NMP/100mL</b> | 19/12/2018        |
| Profundidade      | In loco   | -         | -  | -                              | <b>4,00 m</b>                         | 18/12/2018        |
| Nível estático    | In loco   | -         | -  | -                              | <b>3,00 m</b>                         | 18/12/2018        |

#### ESPECIFICAÇÕES

420 - Anexo II - Água Subterrânea Investigação: VMP - Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas.

396 - Anexo I - Consumo humano: VMP - Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano.

#### INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores Máximos Permitidos pela Resolução CONAMA 396, de 03 de Abril de 2008, Anexo I, para águas subterrâneas, uso preponderante de consumo humano, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) Escherichia coli não satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

Comparando-se os resultados obtidos para a amostra com os Valores de Investigação estabelecidos pela Resolução CONAMA 420, Anexo II, de 28 de dezembro de 2009, para águas subterrâneas, e levando em consideração as incertezas estimadas dos métodos utilizados, pode-se observar que o(s) parâmetro(s) satisfaz(em) o(s) limite(s) permitido(s).

#### NOTAS

**LQ/Faixas:** Limites de quantificação ou faixas de trabalho, quando aplicável.

**ASTM:** American Society for Testing and Material.

**EPA:** Environmental Protection Agency.

**HACH:** Hach Company.

**POP:** Procedimento operacional padrão.

**SM:** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**CU** (color unit) é equivalente a uH (unidade Hazen) e mg PtCo/L de acordo com o padronizado em cada legislação.

**UNT** é equivalente a NTU e uT de acordo com o padronizado em cada legislação.

#### ABRANGÊNCIA

Os resultados deste Relatório de Análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra analisada.

Proibida a reprodução parcial deste documento, salvo autorização expressa do Laboratório BIOLAQUA.

#### DATA DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

Diante da responsabilidade de coleta pelo Laboratório BIOLAQUA, garantimos que todas as análises são executadas dentro do prazo de validade de cada parâmetro de acordo com o prescrito na Tabela 1060 I - Collection and Preservation of Samples contida no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM), 22nd Edition, quando a coleta for de responsabilidade do cliente, caso ocorra o vencimento da validade das amostras, o cliente é comunicado e concedido um prazo de 1 (um) dia para sua resposta, caso não ocorra, as amostras são analisadas normalmente.

#### REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com a última versão do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition - AWWA-APHA-WEF; American Society for Testing and Material (ASTM); EPA e Normas NBR da ABNT referentes.

As metodologias de coletas realizadas pelo laboratório são acreditadas pelo Inmetro e foram realizadas em conformidade com Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão... [et al.]. --- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. TC-PS-003: Coletas de amostras de águas, efluentes e resíduos líquidos; SM - Método 1060, 9060:2012 e ABNT NBR 15847:2010

#### REVISORES

Elizandra Maiki Martim

Gabriel Agrimpio Gonçalves


Leila Marques Imolene de Sousa

Maria Aparecida Cabral Seixas


## RELATÓRIO DE ANÁLISES 6343/2018.2

Este relatório de análises cancela e substitui o relatório 6343/2018.1

### Proposta Comercial PC406/2018.1



Gabriel Arrimão Gonçalves  
Coordenador de Qualidade  
Engenheiro Sanitarista e Ambiental  
Especialização em Saneamento Ambiental



Maria Aparecida Cabral Seixas  
Responsável Técnica  
Bióloga - CRBio 33267/01-D  
Mestre em Saneamento Ambiental  
e Recursos Hídricos

Chave de Validação: 7b606984fb1040e2b01208fbb45c086

Anexo 2 – Tabela de parâmetros das campanhas realizadas.



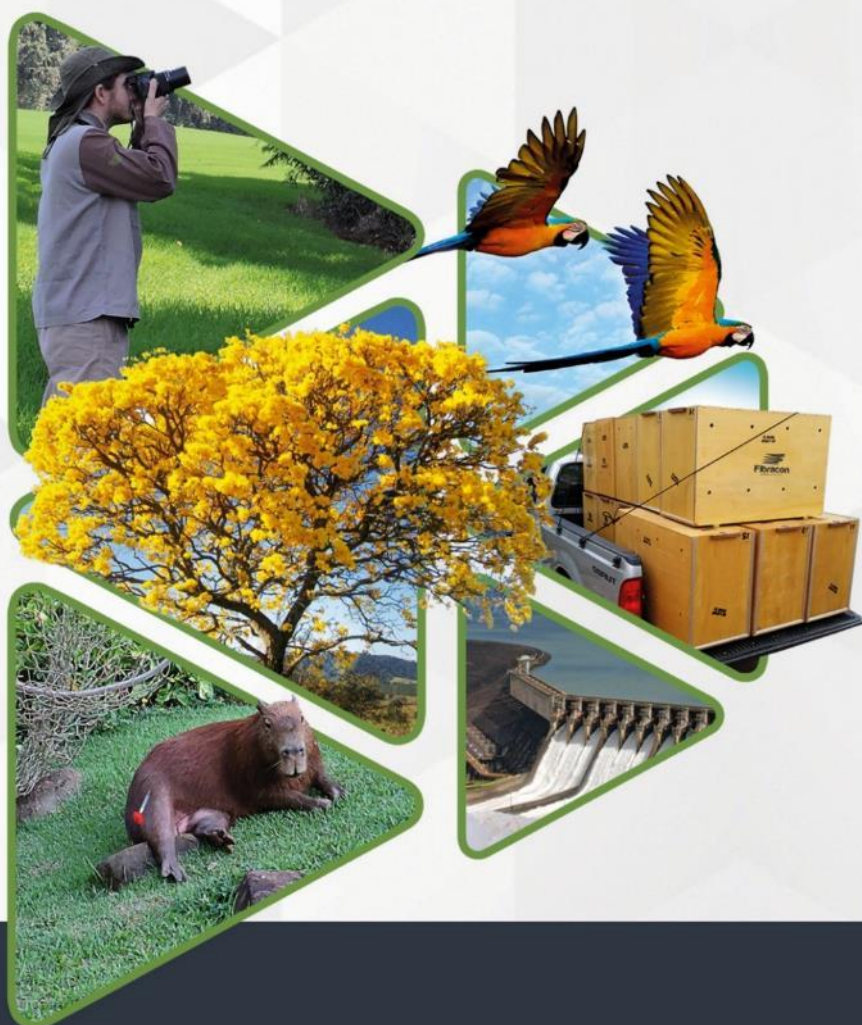


# MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS

ZOOPLÂNCTON, FITOPLÂNCTON, BENTOS E PERIFÍTON

PCH VERDE 4A

## RELATÓRIO TÉCNICO



**PHOENIX**  
Geração de Energia S.A.

**Fibracon**  
AMBIENTAL

ÁGUA CLARA - MS  
Fevereiro de 2019

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE**

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: AV. Julio de Sa Bierrenbach Alm, 200,

BL 02 Salas 201 a 204 e 401 a 404

Bairro: Jacarepaguá

Município: Rio de Janeiro /RJ – CEP: 22.775-028

Telefone para contato: (21) 3543-2226

### **DADOS DA EMPRESA CONSULTORA**

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### **TÉCNICOS RESPONSÁVEIS**

José Milton Longo (Coordenador)

CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador)

CRBio: 18.769/01-D

Fábio Ricardo da Rosa (Zooplâncton e Bentos)

CRBio: 40.701/01-D

Iola Reis Lopes (Fitoplâncton e Perifíton)

CRBio: 064020/01-D

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Apresentação .....                                     | 5  |
| 1.1. Localização do empreendimento.....                   | 5  |
| 2. Grupos taxonômicos monitorados.....                    | 7  |
| 2.1. Zooplâncton .....                                    | 7  |
| 2.2. Fitoplâncton.....                                    | 7  |
| 2.3. Bentos.....  | 8  |
| 2.4. Perifíton.....                                       | 9  |
| 3. Metodologia.....                                       | 10 |
| 3.1. Descrição da Área de Amostragem .....                | 10 |
| 3.2. Coleta de dados .....                                | 13 |
| 3.2.1. Zooplâncton .....                                  | 13 |
| Fitoplâncton.....   | 15 |
| Bentos .....  | 17 |
| Perifíton .....   | 19 |
| 4. Resultados e Discussão.....                            | 20 |
| 4.1. Zooplâncton .....                                    | 20 |
| 4.1.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade ..... | 20 |
| 4.1.2. Espécies e grupos bioindicadores .....             | 24 |
| 4.2. Fitoplâncton.....                                    | 25 |
| 4.2.1. Registros de riqueza e abundância.....             | 25 |
| 4.2.2. Legislação e espécies relevantes .....             | 31 |
| 4.3. Bentos.....  | 33 |
| 4.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade ..... | 33 |
| 4.3.2. Espécies e grupos bioindicadores .....             | 36 |
| 4.4. Perifíton.....                                       | 36 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4.1. Registros de riqueza e abundância..... | 36 |
| 5. Considerações e Recomendações.....         | 41 |
| 5.1. Zooplâncton .....                        | 41 |
| 5.2. Fitoplâncton.....                        | 41 |
| 5.3. Bentos.....                              | 42 |
| 5.4. Perifíton.....                           | 42 |
| 6. Referências Bibliográficas .....           | 44 |
| 7. Anexos.....                                | 49 |

## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente documento descreve as atividades realizadas durante a campanha de monitoramento das comunidades aquáticas, que inclui os grupos de zooplâncton, fitoplâncton, bentos e perifíton.

### **1.1. Localização do empreendimento**

A PCH Verde 4A está localizada a uma distância aproximada de 233 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, inserida no município de Água Clara, margem esquerda do Rio Verde, e pode ser acessada a partir de Campo Grande seguindo a BR-262 por 97,4 km até Ribas do Rio Pardo/MS. A partir do município de Ribas do Rio Pardo na MS-357, percorrem-se cerca de 70 Km, até o entroncamento, onde convertendo à direita, segue-se 11 Km até a entrada do empreendimento.

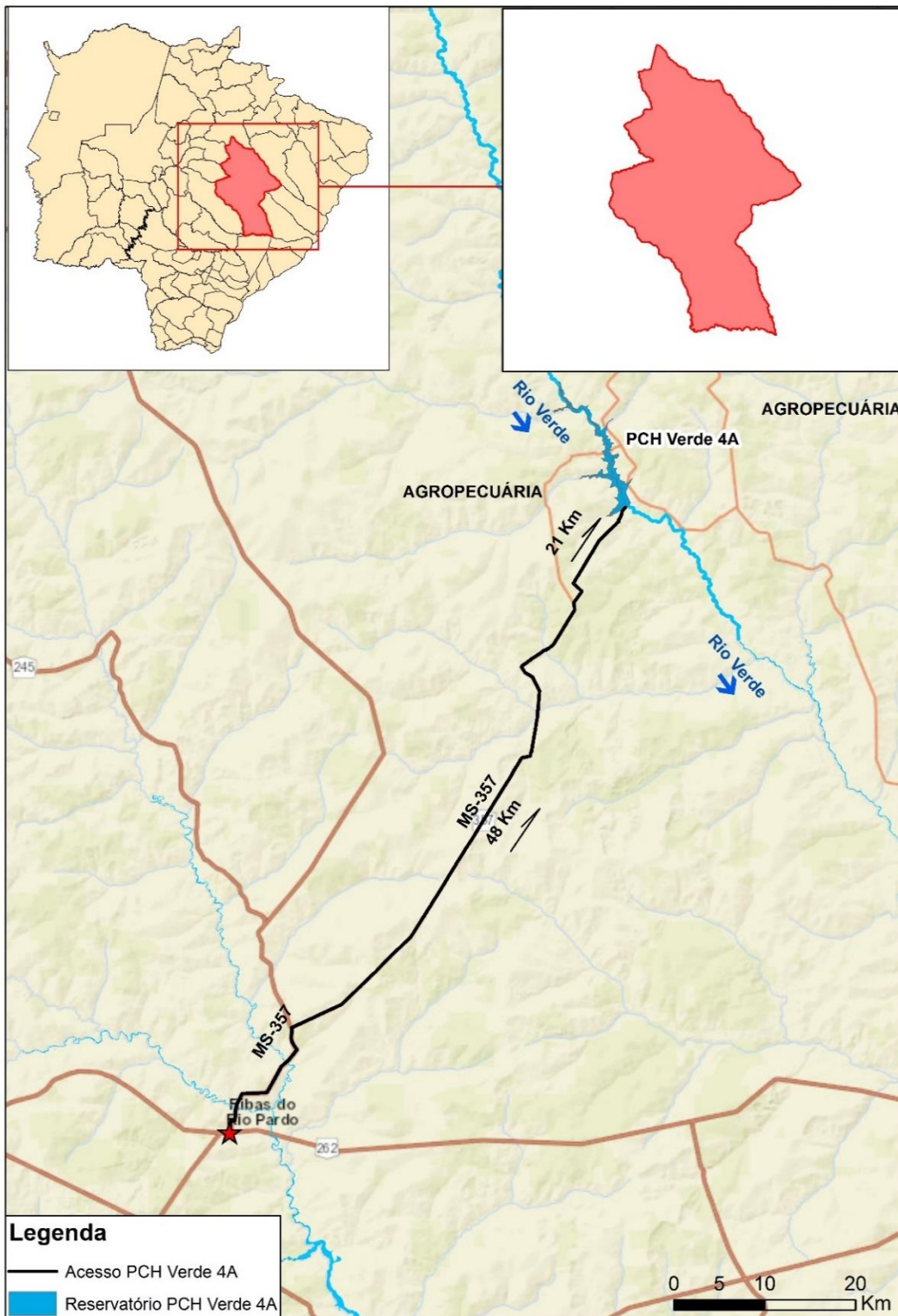


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## 2. GRUPOS TAXONÔMICOS MONITORADOS

### 2.1. Zooplâncton

O zooplâncton é formado por animais microscópicos que vivem à deriva na coluna de água em ambientes dulcícolas de água doce, incluindo protozoários unicelulares, pequenos rotíferos multicelulares, até microcrustáceos e pequenas larvas de insetos. As tecamebas são os protozoários mais comuns em água doce, recobertos por uma carapaça, e que apresentam registros de pelo menos 138 táxons em MS (ROSA *et al.* 2017). Rotíferos são um filo de pequenos animais com cílios móveis que serve para natação e abduzir alimento até a boca, com pelo menos 364 espécies em MS (ROCHE & SILVA, 2017). Há três grupos de microcrustáceos: Conchostraca (uma espécie em MS), Copepoda e Cladocera. Copépodos têm corpo segmentado, pernas, antenas e outros apêndices semelhantes a camarões, mas com tamanho milimétrico e pelo menos 50 espécies de copépodos em MS (ROSA & SILVA, 2017). Os cladóceros são parecidos com copépodos, mas menores, recobertos por uma carapaça flexível e usam as pernas para fazer circular água e filtrar partículas de alimento. Há pelo menos 114 espécies de cladóceros no Brasil (ZANATA *et al.*, 2017).

Organismos zooplanctônicos dulcícolas são bioindicadores das condições de ambientes aquáticos (FERDOUS & MUKTADIR, 2009; SILVA, 2011), pois têm ciclos de vida curtos e dependem do fitoplâncton, detritos e outros recursos, respondem rapidamente a mudanças ambientais. O zooplâncton é reconhecido como indicador da qualidade da água em reservatórios (CETESB, 2006).

Os objetivos desta etapa do monitoramento do zooplâncton são:

- Fazer o levantamento das espécies presentes no período da campanha;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Apresentar espécies ou grupos bioindicadores e discutir os fatores ambientais relacionados.

### 2.2. Fitoplâncton

O estado biológico de um ambiente aquático é característico para cada grau de contaminação e a avaliação da composição e abundância das biocenoses de um dado hidrossistema possibilita avaliar o seu grau de pureza ou poluição (SCHWOERBEL,

1975 *apud*. BASTOS *et al.*, 2006). O uso de parâmetros biológicos para medir a qualidade da água baseia-se nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os sistemas hídricos estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos (BASTOS *et al.*, 2006).

A simples mensuração dos níveis de substâncias químicas presentes no ambiente não é suficiente para revelar os reais efeitos adversos da contaminação, tornando-se necessário a avaliação dos efeitos biológicos da contaminação em diversos níveis hierárquicos (ARIAS, 2007).

O enriquecimento de corpos aquáticos com nutrientes essenciais para fotossíntese e metabolismo disponibiliza os elementos necessários para a aceleração do crescimento destes produtores primários. Os efeitos deletérios da eutrofização não são causados diretamente pelas substâncias químicas por si, mas pela resposta dos organismos aquáticos (particularmente algas) a esses químicos. (KELLY, 2002). Mesmo tendo importante papel no fornecimento de biomassa para a cadeia alimentar, o seu excesso torna-se prejudicial ao ambiente, levando aos problemas relacionados à eutrofização. A alta densidade de algumas espécies pode tornar a água imprópria para diferentes usos ou dificultar seu tratamento prévio. Cianobactérias é um grupo de espécies com maior destaque por sua potencialidade tóxica e letal a animais e ao homem, mas muitos outros prejuízos causados por outras classes fitoplanctônicas são relatados na literatura.

### 2.3. Bentos

Macroinvertebrados bentônicos, ou zoobentos é um conjunto de diferentes filos de animais invertebrados que vivem junto ou dentro dos substratos dos corpos de água. Incluem desde organismos diminutos, quase invisíveis a olho nu, como pequenos vermes Nematoda, até organismos com alguns centímetros de tamanho corporal como bivalves (Mollusca), com maior representatividade de larvas de insetos e outros Arthropoda.

Para exemplificar a diversidade de invertebrados bentônicos em Mato Grosso do Sul, pode-se citar compilações de 41 espécies de Oligochaeta (TAKEDA *et al.*, 2017), 13 espécies de Gastrotricha (GARRAFFONI, 2017), 35 de Ostracoda (HIGUTI *et al.*, 2017), seis espécies de Collembola (Arthropoda, ZEPPELINI & BELLINI, 2017), 18 espécies de Simuliidae (Diptera, Insecta, ZAMPIVA & PIPINELLI, 2017), 25 espécies



de Chironimidae (Diptera, Insecta, FUSARI *et al.*, 2017), 13 espécies de Ephemeroptera (Insecta, SILVA & SALLES, 2017), 10 espécies de Plecoptera (Insecta, LECCI & RIGHI-CAVALLARO, 2017), 16 espécies de Trichoptera (Insecta, CALOR & QUINTEIRO, 2017) e 198 espécies de Odonata (Insecta, RODRIGUES & ROQUE, 2017), mas todos os autores indicam que estes números devem estar subestimados.

A bioindicação com zoobentos apresenta como vantagens: (1) o relativamente longo tempo de vida dos organismos, com consequente maior limiar na detecção de impactos anteriores; (2) índices de qualidade ambientais que utilizam, predominantemente, bioindicação por famílias e ordens taxonômicas (CALLISTO, *et al.*, 2001). Em conjunto com a elevada sensibilidade às mudanças no hábitat aquático, tais fatores fazem dos zoobentos o grupo funcional mais utilizado em indicação de qualidade de ambientes aquáticos (KARR, 1991).

Os objetivos desta etapa do monitoramento de zoobentos são:

- Fazer o levantamento das espécies presentes no período da campanha;
- Calcular os principais atributos das comunidades aquáticas dos pontos monitorados, tais quais abundância total e relativa, riqueza total e relativa, índice de diversidade de Shannon e equidade;
- Apresentar índices de bioindicação de qualidade da água baseados nos grupos registrados e discutir os fatores ambientais relacionados.

#### 2.4. Perifíton

A comunidade perifítica é definida por uma complexa comunidade de organismos formada por bactérias, algas, protozoários, microcrustáceos, fungos e outros, além de detritos orgânicos e inorgânicos, que estiverem aderidos ou associados a um substrato qualquer, sejam vivo ou morto (WETZEL, 1983 *apud*. FERNANDES, 2005).

Esta comunidade desempenha um papel importante no metabolismo dos ambientes aquáticos continentais e para melhor compreensão de sua estrutura e dinâmica torna-se necessário o estudo também de seus componentes heterotróficos (PELD, 2008). Correspondem a uma importante fração dos produtores primários, são fonte autóctone de matéria orgânica, fonte de alimento para muitos consumidores, além de propiciarem abrigo para fases larvais e juvenis de invertebrados e peixes.

Devido ao curto ciclo de vida das espécies que compõem o perifíton e pelas suas alterações ambientais, funcionam como sensores sensíveis e confiáveis, das alterações na qualidade da água que podem ser avaliadas de acordo com as mudanças na composição da comunidade perifítica (PELD, 2008).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Descrição da Área de Amostragem

O monitoramento de comunidades aquáticas é realizado em quatro estações de amostragens, sendo duas no reservatório da PCH Verde 4A e duas no rio Verde, uma a montante, outra a jusante do empreendimento, considerando até seis amostras para cada grupo funcional de organismos aquáticos (Tabela 1).

Nas estações localizadas a montante e a jusante do reservatório, são realizadas amostragens semestrais de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, perifíton e ictiofauna, além de amostragens de ictioplâncton no período da piracema, estas concentradas nos meses de novembro a março. A estação a montante representa a estimativa dos parâmetros de controle, sem o efeito do empreendimento, enquanto que a estação a jusante representa as condições limnológicas após a influência do empreendimento.

Além das estações montante e jusante, duas outras estações foram estabelecidas na região mediana do reservatório e próximo ao barramento, no trecho final e profundo do reservatório. Cada uma dessas estações contém dois pontos de amostragens, sendo um litorâneo, outro central, na parte mais profunda do perfil do lago, para amostragem das condições limnéticas à meia-água. Cada uma dessas estações recebe amostragens de fitoplâncton e zooplâncton, além de amostragens macroinvertebrados bentônicos de perifíton no ponto litorâneo.

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas centrais das estações de amostragem no monitoramento das comunidades aquáticas na área da PCH Verde 4A.

| Local                      | Coordenadas geodésicas | Coordenadas UTM        |
|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Montante                   | 19°44'31"S 53°27'05"O  | 22K 243096mE 7815217mS |
| Reservatório intermediário | 19°49'40"S 53°23'15"O  | 22K 249928mE 7805803mS |
| Reservatório profundo      | 19°52'09"S 53°22'08"O  | 22K 251948mE 7801249mS |
| Jusante                    | 19°53'00"S 53°21'34"O  | 22K 252953mE 7799697mS |

**Montante:** O trecho selecionado está próximo à ponte de uma estrada vicinal, apresenta praias em ambas as margens (Figura 2), com canais laterais nas várzeas. O rio apresenta correnteza moderada e é relativamente profundo nesse trecho. A vegetação ripária está relativamente bem conservada. Macrófitas emergentes na margem foram utilizadas para a obtenção de amostra de perifíton e a amostra de fitoplâncton foi obtida na sub-superfície do fluxo principal do rio Verde.



**Figura 2.** Trecho do rio Verde amostrado em fevereiro de 2019 no monitoramento de comunidades aquáticas a montante da PCH Verde 4A, no Rio Verde.

**Reservatório intermediário:** O trecho selecionado está localizado na porção mediana do reservatório da PCH Verde 4A (Figura 3), próximo ao antigo traçado e antiga ponte da MS-357. Nessa estação a amostra de perifíton foi obtida em vegetação inundada junto à margem do reservatório, enquanto que as amostras de fitoplâncton sub-superficial e em meia profundidade foram obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório.



**Figura 3.** Área mediana do reservatório da PCH Verde 4A em fevereiro de 2019 no monitoramento de comunidades aquáticas a montante da PCH Verde 4A, no Rio Verde.

**Reservatório intermediário:** O trecho selecionado está localizado a cerca de 1000 metros a montante do barramento da PCH Verde 4A, na porção mais profunda do reservatório (Figura 4). Nessa estação a amostra de perifíton também foi obtida em vegetação inundada junto à margem do reservatório e as amostras de fitoplâncton sub-superficial e em meia profundidade foram obtidas com auxílio de barco na linha mediana do reservatório.



**Figura 4.** Área profunda do reservatório da PCH Verde 4A em setembro de 2018 no monitoramento de comunidades aquáticas a montante da PCH Verde 4A, no Rio Verde.

**Jusante:** O trecho selecionado está localizado cerca de um quilômetro a jusante do barramento da PCH Verde 4A, em um trecho do rio Verde que corre sobre leito natural (Figura 5) entre as PCHs Verde 4 e Verde 4A. Ambas as amostras de perifíton e fitoplâncton foram obtidas da margem.



**Figura 5.** Trecho a jusante do barramento na campanha de setembro de 2018 no monitoramento de comunidades aquáticas na PCH Verde 4A, no Rio Verde.

### 3.2. Coleta de dados

A metodologia utilizada para cada grupo amostrado e o esforço amostral empregado durante a campanha estão descritos abaixo:

#### 3.2.1. Zooplâncton

Para amostragem da biocenose zooplanctônica são obtidas amostras sub-superficiais nos pontos 1, 6, 2 e 4, além e amostras à meia-água nos pontos 3 e 5 em cada campanha.

Em cada ponto de monitoramento, a cada campanha, 100 litros de água são filtrados em rede de plâncton com 68  $\mu\text{m}$  de abertura da malha, para obter amostras concentradas. O concentrado pela rede é misturado, na proporção de 1:1 com solução de formaldeído 8%, resultando em concentração final de 4%, para preservação e conservação do material biológico.

Em laboratório as amostras passam por análises quantitativas e qualitativas. Para as análises quantitativas, a amostra é homogeneizada e são retiradas pelo menos duas sub-amostras de 1ml para análise sob microscópio em câmara quadriculada de Sedgewick-Rafter. Para as análises qualitativas também é utilizada câmara de Sedgewick-Rafter, porém a sub-amostra é obtida sem homogeneização, pipetando o fundo do recipiente da amostra, obtendo um concentrado decantado das partículas e animais, depois de realizadas as análises qualitativas.

Organismos tipicamente zooplanctônicos são identificados até o nível de espécie sempre que possível. Para a identificação, estão disponíveis chaves taxonômicas específicas e bibliografia de caráter taxonômico tais como Koste (1978), Reid (1985), Segers (1995), Elmoor-Loureiro (1997), Silva (2003) e Alves *et al.* (2007). Organismos acidentais na coluna de água, como larvas bentônicas de insetos são identificados em nível de família ou ordem.

A densidade dos organismos zooplanctônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m<sup>3</sup>, segundo a fórmula:

$$D \text{ (ind/m}^3\text{)} = (n \cdot V_{\text{frasco}} \cdot 1000) / (V_{\text{filtrado}} \cdot V_{\text{analisado}})$$

Onde:

- "n" é o número indivíduos da espécie contados nas análises quantitativas;
- "Vfrasco" é o volume da amostra preservada em formaldeído 4 %;
- "Vfiltrado" é o volume de água filtrado em rede de 68 µm a campo (360 l);
- "Vanalisado" é o volume de sub-amostras qualitativas analisado sob microscópio (1ml por câmara de Sedgewick-Rafter).

A riqueza de espécies considera o número total de espécies detectadas nas análises qualitativas e quantitativas.

Os Índices de diversidade de Shannon e de Equidade de Pielou são comuns na literatura técnico/científica, assim podem ser úteis para fornecer parâmetros comparáveis ao longo do monitoramento ou com outras bacias fora da área do empreendimento. O índice de Shannon (SHANNON, 1948) deve ser calculado segundo a fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

onde  $p_i = n_i/N$ , sendo  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  = número total de indivíduos da amostra, ou seja, proporção relativa de cada espécie pelo total de indivíduos da amostra.

A equidade de *Pielou* para a amostra foi calculada pela fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

onde  $H'$  é o índice de *Shannon* e  $\ln S$  é o logaritmo natural do número de espécies registradas (MAGURRAN, 1988).

Além dos índices de diversidade, equidade, da riqueza de espécies e da densidade taxonômica, a composição do zooplâncton é importante para bioindicação, especialmente a proporção entre alguns grupos. A proporção mais importante no biomonitoramento de zooplâncton em reservatórios é a relação entre densidade de microcrustáceos do grupo Calanoida e do grupo Cyclopoida (CETESB, 2006). Essa proporção gera o índice parcial da comunidade zooplanctônica, que ainda depende de variáveis como Clorofila-a para, presença de Rotífera e abundância relativa de Cladocera para seu cálculo final. O índice parcial é calculado pela seguinte fórmula:

$$ICZ_{parcial} = N_{Cal} / N_{Cyc}$$

Onde:

$ICZ_{parcial}$  é o índice parcial da comunidade zooplanctônica;

$N_{Cal}$  é o número de registros de microcrustáceos Calanoida;

$N_{Cyc}$  é o número de registros de microcrustáceos Cyclopoida.

## Fitoplâncton

As amostragens qualitativas foram feitas pela filtragem de água dos pontos amostrados utilizando-se de um balde e de rede de plâncton com malha 20 $\mu$ m. Estas amostras foram preservadas com solução Transeau e analisadas em microscópio com uso de lâmina e lamínula até se esgotarem os registros de novas espécies presentes em cada amostra. Para identificação da *taxa* foram utilizadas literaturas especializadas, tais como Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly (1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), González (1996), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), John *et al.*, (2003), Sant'Anna *et al.* (2006), Castro & Bicudo (2007) além de artigos científicos de caráter taxonômico.

As amostragens quantitativas foram feitas pelo preenchimento de um frasco de polietileno com água da subsuperfície dos pontos amostrados (Figura 6) enquanto amostras de profundidade foram coletadas com garrafa de Van Dorn. Ambas foram preservadas com lugol acético forte. A densidade fitoplanctônica foi estimada em microscópio invertido, após prévia sedimentação em câmaras de Utermöhl. A contagem foi feita em 50 a 200 campos aleatórios (dependendo da concentração de

partículas e organismos da amostra) da câmara e a densidade foi calculada segundo APHA (1985), com utilização da fórmula:

$$D = \frac{C \cdot AT}{Af \cdot F \cdot V}$$

Onde:

D = Densidade em indivíduos por mililitro

C = Número de indivíduos contados

AT = Área do total do fundo da câmara de sedimentação

Af = Área do campo de contagem do microscópio

F = Número de campos contados

V = Volume da amostra sedimentada

O volume celular (biovolume) das espécies de cianobactéria foi calculado através da comparação da forma celular das espécies com figuras geométricas, de acordo com os trabalhos de Sun & Liu (2003) e Olenina *et al.* (2006). Para estimativa de biomassa específica, o biovolume dos indivíduos foi multiplicado pela densidade das espécies de cianobactérias contabilizadas.



**Figura 6.** Coleta de água superficial para o monitoramento de fitoplâncton no reservatório intermediário, PCH Verde 4A, rio Verde, Água Clara, MS.

Os índices de Shannon e equidade foram calculados e gerados com uso do programa Biodiversity Pro utilizando log natural.

Foram consideradas espécies abundantes aquelas com ocorrência numérica maior que o valor médio do número total de indivíduos das espécies em uma amostra e



dominantes aquelas com ocorrência numérica maior que 50% do número total de indivíduos das espécies de uma amostra (LOBO & LEIGHTON, 1986).

Os dados de biovolume de cianobactérias foram utilizados para enquadrar os locais de amostragem na Resolução CONAMA 357/2005 e Portaria MS 518/2004 e a densidade e composição para enquadrar no Índice de Comunidade Fitoplanctônica da CETESB.

## Bentos

Para amostragem da biocenose de macroinvertebrados bentônicos, ou zoobentos são obtidas amostras com amostrador surber nos pontos 1, 2, 3 e 4 em cada campanha. O amostrador do tipo Surber é uma rede de deriva com malha de 250 µm apoiada sobre uma base com área de 0,13 m<sup>2</sup>, na qual o sedimento de fundo é manualmente revolvido, para capturar os organismos, em locais com até 1 metro de profundidade.

O material coletado por ambos os petrechos é acondicionado em recipientes plásticos e fixado em álcool 70%. Em laboratório, caso as amostras contenham muita argila, pode-se lavar o excesso de sedimento em rede de 250 µm e/ou utilizar a técnica de flotação com sacarose. Eventualmente, em amostras com grande densidade de organismos pequenos e excesso de restos vegetais, pode-se utilizar corante rosa de Bengala para evidenciar os animais.

A triagem e identificação dos organismos pode ser realizada em placas de Petri ou câmara de Bogorov, sob estereomicroscópio. A identificação será realizada em nível de ordem e família para a maioria dos grupos, com base em Moretti (2004), Froehlich *et al.* (2007) e Mugnai *et al.* (2010). Possíveis exceções para Chironomidae (Diptera), que pode depender de identificação em nível de sub-família ou mesmo de gênero, com base em Trivino-Strixino & Strixino (1995) para a acurácia como bioindicadores.

Para caracterizar a biocenose são calculados valores de densidade (organismos por m<sup>2</sup>), riqueza taxonômica (táxons por amostra), o índice de diversidade de Shannon (H') e índice de equidade de Pielou.

A densidade dos organismos zoobentônicos é obtida apenas através das análises quantitativas e apresentada para cada espécie em ind/m<sup>2</sup>, segundo a fórmula:

$$D \text{ (ind/m}^2\text{)} = \text{registros} / (\text{área amostrada})$$

A riqueza de espécies considera o número total de táxons registrados. Os Índices de diversidade de Shannon e de Equidade de Pielou são comuns na literatura técnico/científica, assim podem ser úteis para fornecer parâmetros comparáveis ao longo do monitoramento ou com outras bacias fora da área do empreendimento. O índice de Shannon (SHANNON, 1948) deve ser calculado segundo a fórmula (MAGURRAN, 1988):

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

onde  $p_i = n_i/N$ , sendo  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  = número total de indivíduos da amostra, ou seja, proporção relativa de cada espécie pelo total de indivíduos da amostra

A equidade de *Pielou* para a amostra foi calculada pela fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

onde  $H'$  é o índice de *Shannon* e  $\ln S$  é o logaritmo natural do número de espécies registradas (MAGURRAN, 1988).

Para a bioindicação da qualidade da água utilizando a biocenose zoobentônica, são calculados o índice BMWP (HELLAWELL, 1989) adaptado por JUNQUEIRA & CAMPOS (1998) e em seguida o índice ASPT (MANDAVILLE, 2002).

O índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) utiliza a presença de determinada família ou grupo de macroinvertebrados bentônicos para fornecer um *score*, com valores entre 1 e 10, baseados na sensibilidade à poluição. Famílias sensíveis recebem valores altos, enquanto famílias tolerantes recebem valores baixos. A somatória dos *scores* de sensibilidade à poluição indica a integridade do ambiente aquático pelo índice BMWP (Tabela 2).

O ASPT (*Average Score Per Taxon*) representa simplesmente a média dos *scores* dos diferentes grupos, sendo que maior que 6 indica águas limpas, entre 5 a 6 indica qualidade duvidosa, entre 4 a 5 indica provável poluição moderada e menor que 4 indica provável poluição severa.

**Tabela 2.** Relação entre classes de uso da água, índice biótico BMWP adaptado por Junqueira *et al.* (2000) e indicação de qualidade da água.

| Classes dos corpos de água | Somatórias de “Scores” | Qualidade da água |
|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 1                          | 81                     | Excelente         |
| 2                          | 80 – 61                | Boa               |
| 3                          | 60 – 41                | Regular           |
| 4                          | 40 – 26                | Ruim              |
| 5                          | ≤25                    | Péssima           |

### Perifíton

Foram buscadas plantas aquáticas que estivessem totalmente submersas nos ambientes amostrados e destas foram retirados fragmentos, como folhas ou talos. O material coletado foi preservado em volume conhecido de solução Transeau diluído com água na proporção de 1:1 (Figura 7). Os talos ou folhas foram raspados e depois foram medidos com paquímetro de precisão de 0,05mm e/ou papel milimetrado para conhecimento da superfície raspada.

Para a contagem das algas e estimativa de densidade, foi utilizado o procedimento de sedimentação em câmara de Utermöhl, contagem em microscópio invertido com 400 vezes de ampliação seguindo metodologia da APHA (1985) e para os grupos animais foram contados em câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio óptico com ampliação de 100 vezes. A relação área raspada/volume da amostra gerou um fator para conversão de unidades e os resultados de abundância foram expressos em ind/cm<sup>2</sup>.

As análises qualitativas foram feitas com uso de lâmina e lamínula em microscópio para levantamento da composição da comunidade. Como riqueza taxonômica foi considerada o número de espécies presente em cada amostra, encontrada nas análises qualitativa e quantitativa.

Para identificação das algas e cianobactérias foram utilizadas literaturas especializada, tais como Tell & Conforti (1986), Bicudo & Menezes (2006), Bourrelly (1981, 1985, 1988), Komárek & Fott (1983), Gonzales (1996), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), Franceschini (2003), Ludwig & Tremarin (2003), Sant’Anna *et al.* (2006), Castro & Bicudo (2007) além de artigos científicos de caráter taxonômico. A identificação dos animais perifíticos foi realizada com base em Koste (1978), Reid

(1985), Segers (1995), Elmoor-Loureiro (1997), Silva (2003), Alves (2007), Silva & Matsumura-Tudinsi (2011) dentre outros.



**Figura 7.** Reservatório intermediário no monitoramento de comunidades aquáticas na PCH Verde 4A no Rio Verde, Água Clara, MS.

O Índice de Shannon e a equidade foram calculados com uso do programa Biodiversity Pro, com uso de logaritmo natural. Também foi usada uma análise de Bray-Curtis para quantificação da similaridade entre as comunidades dos pontos amostrados, considerando abundância e presença/ausência de espécies.

Foram consideradas espécies abundantes aquelas com ocorrência numérica maior que o valor médio do número total de indivíduos das espécies em uma amostra e dominantes aquelas com ocorrência numérica maior que 50% do número total de indivíduos das espécies de uma amostra (LOBO & LEIGHTON, 1986).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Zooplâncton**

#### **4.1.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade**

Durante a campanha realizada em fevereiro de 2019 registramos 16 táxons ou formas de organismos no conjunto das amostras, com densidade de 32.462 indivíduos por metro cúbico de água. Destes, 14 são organismos planctônicos, enquanto que dois táxons são bentônicos, acidentais nas amostras de plâncton (Tabela 3).

No conjunto das amostras foram registrados todos os grupos esperados na composição do zooplâncton dulcícola, com algumas considerações. Primeiro, a densidade de Rotifera foi menor que o esperado, com registro apenas a montante do empreendimento e no trecho superior do reservatório. Tecamebas (protozoários) também foram registrados apenas a montante do empreendimento (Ponto 1). Microcrustáceos Cladocera estiveram presentes a montante e reservatório, mas não a jusante e microcrustáceos Calanoida aparecem apenas a partir do reservatório (Tabela 3).

Além disso, as amostras obtidas à meia-água apresentaram baixa representatividade zooplânctônica, indicando concentração da produtividade zooplânctônica nos metros mais superficiais do reservatório.

O grupo dominante nas amostras nesta campanha foi microcrustáceos Calanoida (Figura 8) com 70,7% da abundância relativa (Tabela 3), sendo que as formas imaturas náuplios representaram 55,6% da densidade de todos os organismos nas amostras. A seguir apareceram microcrustáceos Cyclopoida com 15,6% da abundância, microcrustáceos Cladocera (Figura 9) com 7,2% da abundância, Rotifera (Figura 10) com 3,4% da abundância e organismos bentônicos, com 3,1%.

A presença de espécie dominante e concentração da densidade por formas de organismos Calanoida resultaram em baixo valor de equidade, cujo índice de Pielou foi de 0,60, numa escala de zero a um. A equidade é um dos componentes do índice de diversidade de Shannon, que teve valor 1,58, relativamente baixo, apesar da razoável riqueza de espécies registrada.



**Figura 8.** Fêmea de *Notodiaptomus* sp. (microcrustáceo Calanoida) registrada em fevereiro de 2019 a jusante da PCH Verde 4A. Fotografia em microscópio com ampliação de 40 vezes e iluminação por campo escuro.



**Figura 9.** Exemplo de *Bosminiopsis deitersi* (microcrustáceo Cladocera) registrado em fevereiro de 2019 no reservatório da PCH Verde 4A. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes e iluminação por campo escuro.



**Figura 10.** Exemplar de *Filinia longiseta* (Rotifera) registrado em fevereiro de 2019 no reservatório da PCH Verde 4A. Fotografia em microscópio com ampliação de 200 vezes e iluminação por campo escuro.

**Tabela 3.** Táxons registrados e suas densidades (organismos por metro cúbico) em cada ponto de amostragem, além de densidade média e abundância relativa na campanha de fevereiro de 2019 de monitoramento do zooplâncton na área da PCH Verde4A.

| Táxons                        | Fevereiro de 2019 |       |       |       |       |      | médias       | Abundância relativa (%) |
|-------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|--------------|-------------------------|
|                               | P1                | P2sup | P2med | P3sup | P3med | P4   |              |                         |
| <b>ROTIFERA</b>               |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| Ovo Rotifera                  | 1510              |       |       |       |       |      | <b>252</b>   | 0,8                     |
| <b>Hexarthridae</b>           |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| <i>Hexarthra mira</i>         |                   | 3360  |       |       |       |      | <b>560</b>   | 1,7                     |
| <b>Trochosphaeridae</b>       |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| <i>Filinia longiseta</i>      |                   | 1680  |       |       |       |      | <b>280</b>   | 0,9                     |
| <b>COPEPODA</b>               |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| <b>Cyclopoida</b>             |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| Copepodito Cyclopoida         |                   |       |       | 1960  |       | 3380 | <b>890</b>   | 2,7                     |
| Nauplio Cyclopoida            |                   | 5040  |       | 7840  |       | 5070 | <b>2992</b>  | 9,2                     |
| <i>Microcyclops anceps</i>    |                   | 3360  |       | 1960  |       | 1690 | <b>1168</b>  | 3,6                     |
| <b>Calanoida</b>              |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| Copepodito Calanoida          |                   | 23520 |       | 5880  |       |      | <b>4900</b>  | 15,1                    |
| Nauplio Calanoida             |                   | 65520 |       | 41160 |       | 1690 | <b>18062</b> | 55,6                    |
| <i>Notodiaptomus</i> sp.      |                   |       |       |       |       | X    |              |                         |
| <b>CLADOCERA</b>              |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| Ovo Cladocera                 | 1510              |       |       |       |       |      | <b>252</b>   | 0,8                     |
| <b>Bosminidae</b>             |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| <i>Bosminiopsis deitersi</i>  |                   | 3360  |       |       | X     |      | <b>560</b>   | 1,7                     |
| <b>Sididae</b>                |                   |       |       |       |       |      |              |                         |
| <i>Diaphanosoma brevireme</i> |                   | 3360  |       | 5880  |       |      | <b>1540</b>  | 4,7                     |

|                                      |             |               |          |              |          |              |              |            |
|--------------------------------------|-------------|---------------|----------|--------------|----------|--------------|--------------|------------|
| <b>PROTOZOÁRIO -</b>                 |             |               |          |              |          |              |              |            |
| <b>Tecamebas</b>                     |             |               |          |              |          |              |              |            |
| <b>Arcellidae</b>                    |             |               |          |              |          |              |              |            |
| <i>Arcella gibbosa</i>               |             |               |          |              |          |              | X            |            |
| <b>Centropyxidae</b>                 |             |               |          |              |          |              |              |            |
| <i>Centropyxis aculeata</i>          |             |               |          |              |          |              | X            |            |
| <b>Diffugiidae</b>                   |             |               |          |              |          |              |              |            |
| <i>Diffugia</i> sp.                  |             |               |          |              |          |              | X            |            |
| <b>BENTÔNICOS</b>                    |             |               |          |              |          |              |              |            |
| Ovos de insetos                      |             | 1510          |          |              |          |              | 252          | 0,8        |
| Nematoda                             |             | 4530          |          |              |          |              | 755          | 2,3        |
| <b>Densidade (ind/m<sup>3</sup>)</b> | <b>9060</b> | <b>109200</b> | <b>0</b> | <b>64680</b> | <b>0</b> | <b>11830</b> | <b>32462</b> | <b>100</b> |
| <b>Riqueza (taxa/amostra)</b>        | <b>7</b>    | <b>8</b>      | <b>0</b> | <b>6</b>     | <b>1</b> | <b>5</b>     | <b>16</b>    |            |

#### 4.1.2. Espécies e grupos bioindicadores

Poucas espécies do zooplâncton de água doce são reconhecidas, individualmente, como bioindicadores. Contudo, as proporções entre os grupos componentes são amplamente utilizada para compor índice da comunidade zooplanctônica (CETESB, 2006), especialmente em reservatórios.

Nesta campanha foram registrados todos os principais grupos de organismos esperados, porém, com baixa representatividade de Rotifera e protozoários Tecamebas. Enquanto que a baixa representatividade de Rotifera não é indicadora de boa qualidade ambiental, a baixa representatividade de tecamebas pode ser favorável, pois este grupo é beneficiado pela sedimentação dos ambientes, como ocorre no assoreamento.

A proporção entre a abundância de Calanoida/Cyclopoida, principal componente do índice da comunidade zooplanctônica (CETESB, 2006), foi 4,53, bastante alta, sendo o ideal entre 1 a 2. Esse índice apresentou grandes variações ao longo da área de estudos, sendo 10,6 a montante, 4,0 no trecho intermediário do reservatório, 0,17 no trecho profundo do reservatório e 4,5 a jusante do empreendimento. Isso indica condições de produtividade entre oligotróficas e mesotróficas no rio Verde.

O trecho intermediário do reservatório também apresentou importante representatividade de *Bosminiopsis deitersi*, espécie de microcrustáceo Cladocera comum em reservatórios meso-eutróficos.

Os dados obtidos nesta campanha indicam, preliminarmente, ambientes mesotróficos com qualidade da água boa a regular, porém, para maior capacidade de inferência, é necessário cruzar estas observações com outros indicadores, como clorofila-a



(parâmetro de análises físico-químicas de qualidade da água) ou, alternativamente, com indicadores de produtividade do fitoplâncton.

## 4.2. Fitoplâncton

### 4.2.1. Registros de riqueza e abundância

Foram encontrados 82 táxons fitoplanctônicos no trecho monitorado do rio Verde sob influência da PCH Verde 4A. As classes mais ricas foram Chlorophyceae e Cyanobacteria, seguidas por Bacillariophyceae e Zygnemaphyceae. Ainda estiveram presentes espécies das classes Cryptophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae e Euglenophyceae. A Tabela 4 traz a lista dos táxons por ponto, desta campanha de monitoramento.

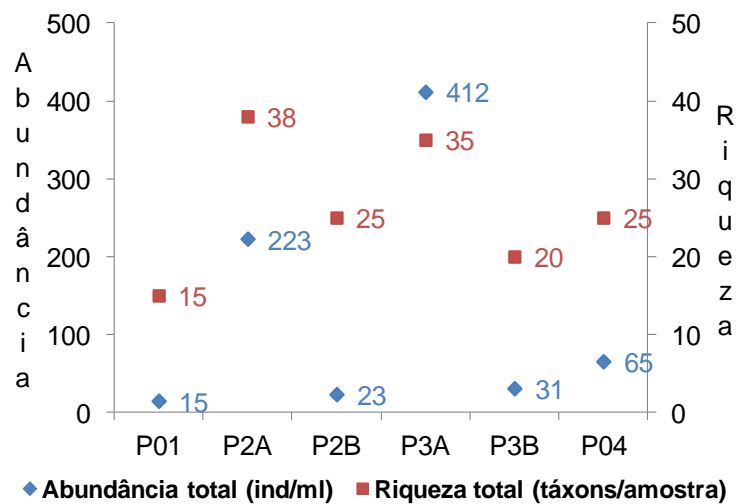
**Tabela 4.** Abundância (ind/ml) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes fitoplanctônicas e biovolume de cianobactérias nos pontos na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara/MS. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

|   | P01      | P2A      | P2B      | P3A      | P3B      | P04      |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>BACILLARIOPHYCEAE</b>                              |          |          |          |          |          |          |
| <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> |          |          |          |          | x        |          |
| <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i>    |          |          | x        |          |          |          |
| <i>Eunotia didyma</i>                                 |          |          |          |          | x        |          |
| <i>Eunotia</i> sp.                                    |          | 2        |          |          |          |          |
| <i>Fragilaria</i> spp.                                |          | x        |          |          | x        | x        |
| <i>Navicula</i> sp.                                   |          |          |          |          |          | x        |
| <i>Nitzschia</i> spp.                                 |          |          | x        |          | x        | x        |
| <i>Stenopterobia intermedia</i>                       |          |          |          |          | x        |          |
| Pennales NI   | x        |          |          |          |          | x        |
| <b>Abundância</b>                                     | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |
| <b>Riqueza</b>  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>5</b> | <b>4</b> |
|   | P01      | P2A      | P2B      | P3A      | P3B      | P04      |
| <b>CHLOROPHYCEAE</b>                                  |          |          |          |          |          |          |
| <i>Actinastrum hantzschii</i>                         |          | 4        | 2        |          |          |          |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i>                        |          |          |          | x        |          |          |
| <i>Ankistrodesmus gracile</i>                         |          |          |          |          |          | 2        |
| <i>Ankyra juday</i>                                   |          | 4        |          | 65       |          | 6        |
| <i>Chlamydomonas</i> sp.                              |          | 6        | 1        |          |          |          |
| <i>Chlorella</i> sp.                                  | 1        | 6        |          | 4        | 2        | x        |
| <i>Chlorococcum</i> sp.                               |          |          |          | x        |          |          |
| <i>Closteriopsis acicularis</i>                       |          |          | x        |          |          |          |
| <i>Closteriopsis scolii</i>                           |          | 2        |          | x        |          |          |
| <i>Coenocystis subcylindrica</i>                      |          |          |          | 8        |          |          |
| <i>Coenochloris</i> sp.                               |          | 4        |          |          |          |          |

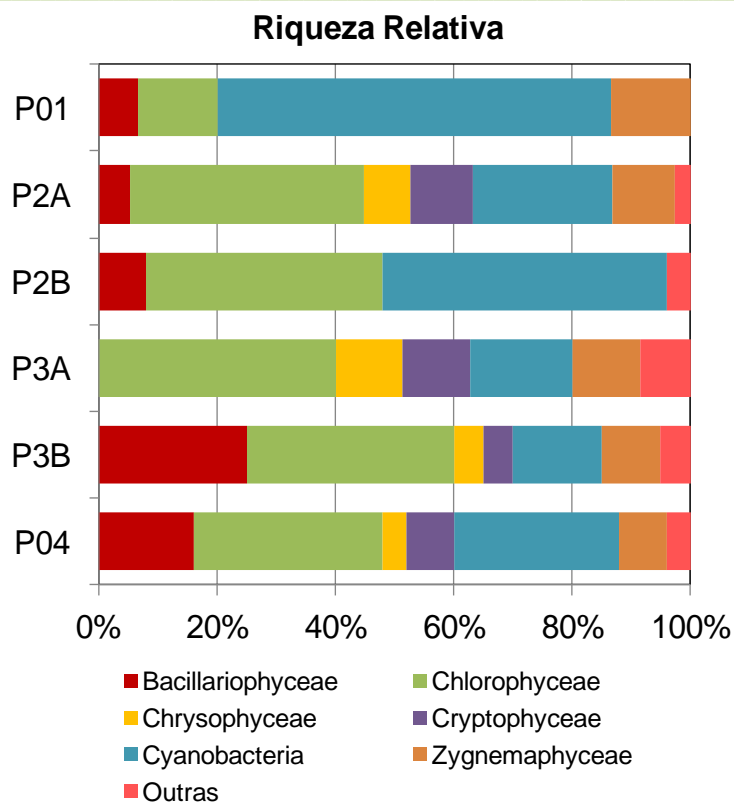
|                                  |          |            |            |            |            |            |
|----------------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <i>Crucigenia tetrapedia</i>     |          | 2          |            | 4          |            |            |
| <i>Desmodesmus communis</i>      |          |            |            |            |            | 2          |
| <i>Desmodesmus intermedius</i>   |          |            |            |            |            | 2          |
| <i>Dichotomococcus curvatus</i>  |          | 6          | 1          |            |            |            |
| <i>Elakatothrix acuta</i>        |          | x          | 2          | x          |            | x          |
| <i>Elakatothrix genevensis</i>   |          |            |            | 8          |            |            |
| <i>Eutetramorus</i> sp.          |          | 15         | 1          | 8          | x          | 2          |
| <i>Monoraphidium circinalis</i>  |          |            |            | 4          |            |            |
| <i>Monoraphidium contortum</i>   | 2        | 6          | 4          |            | 3          |            |
| <i>Monoraphidium convolutum</i>  |          |            |            | 36         | 3          |            |
| <i>Monoraphidium griffithii</i>  |          |            | 1          |            |            |            |
| <i>Monoraphidium komarkovae</i>  |          | x          |            |            |            |            |
| <i>Monoraphidium tortile</i>     |          | 6          |            | 8          |            |            |
| <i>Oocystis</i> spp.             |          | 6          |            |            | 2          |            |
| <i>Ulothrix</i> sp.              |          |            | x          |            |            |            |
| <i>Scenedesmus linearis</i>      |          |            |            |            | 2          |            |
| <i>Schroederia setigera</i>      |          | 42         | 1          | 40         | 5          | 13         |
| <b>Abundância</b>                | <b>3</b> | <b>113</b> | <b>14</b>  | <b>186</b> | <b>16</b>  | <b>27</b>  |
| <b>Riqueza</b>                   | <b>2</b> | <b>15</b>  | <b>10</b>  | <b>14</b>  | <b>7</b>   | <b>8</b>   |
| <b>CHRYSOPHYCEAE</b>             |          |            |            |            |            |            |
| <i>Chromulina</i> sp.            |          | 6          |            | 36         | 6          |            |
| <i>Chrysococcus rufensis</i> .   |          |            |            | 16         |            |            |
| <i>Mallomonas</i> spp.           |          | 11         |            | 8          |            | 2          |
| <i>Spiniferomonas</i> sp.        |          | x          |            | x          |            |            |
| <b>Abundância</b>                | <b>0</b> | <b>17</b>  | <b>0</b>   | <b>61</b>  | <b>6</b>   | <b>2</b>   |
| <b>Riqueza</b>                   | <b>0</b> | <b>3</b>   | <b>0</b>   | <b>4</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   |
| <b>CRYPTOPHYCEAE</b>             |          |            |            |            |            |            |
| <i>Chroomonas acuta</i>          |          | 8          |            | 4          |            |            |
| <i>Cryptomonas brasiliensis</i>  |          | 2          |            | 8          |            |            |
| <i>Cryptomonas curvata</i>       |          | 6          |            | 16         | 3          |            |
| <i>Cryptomonas marssoni</i>      |          | 15         |            | 8          |            | 2          |
| <i>Cryptomonas obovata</i>       |          |            |            |            |            | 23         |
|                                  |          | <b>P01</b> | <b>P2A</b> | <b>P2B</b> | <b>P3A</b> | <b>P3B</b> |
| <b>Abundância</b>                | <b>0</b> | <b>32</b>  | <b>0</b>   | <b>36</b>  | <b>3</b>   | <b>25</b>  |
| <b>Riqueza</b>                   | <b>0</b> | <b>4</b>   | <b>0</b>   | <b>4</b>   | <b>1</b>   | <b>2</b>   |
| <b>CYANOBACTERIA</b>             |          |            |            |            |            |            |
| <i>Anabaena</i> sp.              |          |            | x          |            |            |            |
| <i>Aphanocapsa delicatissima</i> |          | 25         | 1          | 73         |            |            |
| <i>Chroococcus minor</i>         |          | 2          |            | 4          |            |            |
| <i>Cyanodictyon</i> sp.          |          | 2          |            |            |            |            |
| <i>Cylindrospermopsis</i> sp.    | x        |            | x          |            | x          | x          |
| <i>Geitlerinema acuminatum</i>   |          | 2          |            |            |            |            |
| <i>Geitlerinema splendidum</i>   |          |            | x          | x          |            |            |
| <i>Homeothrix</i> sp.            | x        |            |            |            |            |            |
| <i>Jaaginema</i> sp.             |          |            | 1          | x          |            |            |

|  |              |              |              |              |            |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|
| <i>Konvophoron shimidlei</i>               |              |              | x            |              |            |              |
| <i>Leptolyngbya</i> sp.                    |              |              |              |              | x          | x            |
| <i>Planktolyngbya limnetica</i>            | x            |              | x            |              |            |              |
| <i>Pseudanabaena galeata</i>               |              | 2            |              | x            |            |              |
| <i>Pseudanabaena limnetica</i>             | x            | 6            | 3            |              |            | 2            |
| <i>Raphidiopsis curvata</i>                | x            |              |              |              |            |              |
| <i>Raphidiopsis mediterranea</i>           | x            | x            | x            | x            | x          |              |
| <i>Romeria gracilis</i>                    | 3            |              | x            |              |            | 2            |
| <i>Synechococcus</i> aff. <i>elongatus</i> |              |              |              |              |            | x            |
| <i>Synechococcus nidulans</i>              | 1            |              |              |              |            |              |
| <i>Synechococcus sigmoideus</i>            | 2            |              | 2            |              |            | 2            |
| <i>Synechocystis aquatilis</i>             |              | 2            | 1            |              |            |              |
| Pseudanabaenaceae NI                       | 3            | 4            |              |              |            | x            |
| <b>Abundância</b>                          | <b>9</b>     | <b>47</b>    | <b>8</b>     | <b>77</b>    | <b>0</b>   | <b>6</b>     |
| <b>Riqueza</b>                             | <b>10</b>    | <b>9</b>     | <b>12</b>    | <b>6</b>     | <b>3</b>   | <b>7</b>     |
| <b>Biovolume</b>                           | <b>0,001</b> | <b>0,006</b> | <b>0,003</b> | <b>0,007</b> | <b>0</b>   | <b>0,001</b> |
| <b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>                      |              |              |              |              |            |              |
| <i>Actinoatenium perminutum</i>            |              | 2            |              |              |            |              |
| <i>Closterium parvulum</i>                 | x            |              |              |              |            |              |
| <i>Closterium venus</i>                    |              |              |              | x            |            |              |
| <i>Cosmarium</i> aff. <i>asterosporum</i>  | 2            | 4            |              | 16           | 2          |              |
| <i>Cosmarium</i> spp.                      |              |              |              |              |            | x            |
| <i>Mougeotia</i> sp.                       |              | x            |              |              | 2          | 2            |
| <i>Staurastrum margaritatum</i>            |              |              |              | x            |            |              |
| <i>Staurastrum sebaldi</i>                 |              | x            |              |              |            |              |
| <i>Staurastrum setigerum</i>               |              |              |              | x            |            |              |
| <b>Abundância</b>                          | <b>2</b>     | <b>6</b>     | <b>0</b>     | <b>16</b>    | <b>3</b>   | <b>2</b>     |
| <b>Riqueza</b>                             | <b>2</b>     | <b>4</b>     | <b>0</b>     | <b>4</b>     | <b>2</b>   | <b>2</b>     |
| <b>OUTRAS</b>                              |              |              |              |              |            |              |
| <b>Dinophyceae</b>                         |              |              |              |              |            |              |
| <i>Gymnodinium</i> spp.                    |              |              |              | 4            |            |              |
| <i>Peridinium</i> spp.                     |              | 6            |              | 24           |            |              |
|  | <b>P01</b>   | <b>P2A</b>   | <b>P2B</b>   | <b>P3A</b>   | <b>P3B</b> | <b>P04</b>   |
| <b>Euglenophyceae</b>                      |              |              |              |              |            |              |
| <i>Euglena gaumei</i>                      |              |              |              | 8            |            |              |
| <i>Phacus agilis</i>                       |              |              |              |              | 2          |              |
| <i>Trachelomonas curta</i>                 |              |              |              |              |            | 2            |
| <b>Não identificado</b>                    |              |              |              |              |            |              |
| Flagelados                                 |              |              | 1            |              |            |              |
| <b>Abundância</b>                          | <b>0</b>     | <b>6</b>     | <b>1</b>     | <b>36</b>    | <b>2</b>   | <b>2</b>     |
| <b>Riqueza</b>                             | <b>0</b>     | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>3</b>     | <b>1</b>   | <b>1</b>     |

Nos pontos de coleta, a riqueza taxonômica variou entre 15 a 38 táxons/amostra, o que podem ser considerados baixos valores para esse atributo (Gráfico 1). A classe Chlorophyceae foi a mais rica na camada superficial da coluna de água do trecho de transição rio-reservatório (P2A) e no reservatório (P3A) (Gráfico 2). No trecho a montante do sistema (P01), a riqueza concentrou-se na classe Cyanobacteria. Essas duas classes foram ainda as principais componentes da comunidade na camada profunda da transição rio-reservatório (P2B). No reservatório em si, na camada profunda (P3B) e no trecho a jusante do reservatório (P04), a comunidade foi um pouco mais equilibrada, com presença de várias classes.



◆ Abundância total (ind/ml) ■ Riqueza total (táxons/amostra)  
**Gráfico 1.** Valores de abundância e riqueza totais dos pontos amostrados na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.



**Gráfico 2.** Valores de riqueza relativa das classes fitoplanctônicas na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

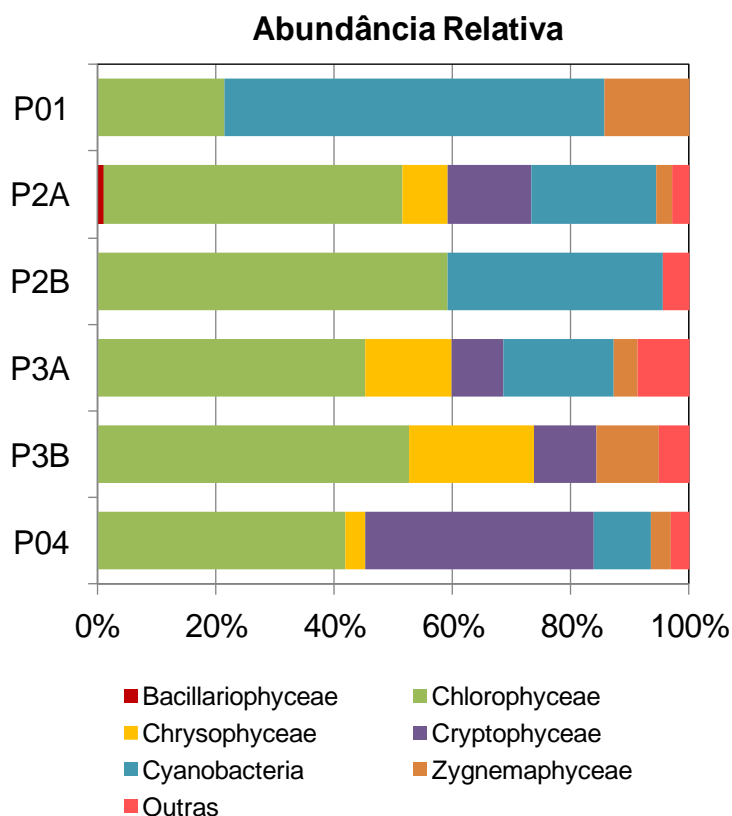
A abundância de organismos teve variação entre 15 a 412 ind/ml (Gráfico 1). Os pontos a montante e jusante do reservatório (P01 e P04) e os dois de profundidade dentro do reservatório (2B e 3B) foram os com valores mais baixos, enquanto os dois pontos de superfície (P2A e P3A) foram os com maior densidade de organismos. Os trechos lóticos também diferiram na estrutura da comunidade (Tabela 4, Gráfico 2). Enquanto a montante (P01) a classe mais numerosa foi a Cyanobacteria, no de jusante (P04) abundaram as classes Chlorophyceae e Cryptophyceae. Em todo o reservatório, incluindo o trecho de transição (P2A, P2B, P3A e P3B), a densidade de organismos se concentrou na classe Chlorophyceae. As diatomáceas (Bacillariophyceae) e desmídias (Zygnemaphyceae) apesar de fazerem parte da composição da comunidade tiveram valores de abundância menos expressivos que Cryptophyceae e Chrysophyceae nestes ambientes.

Comparando-se as campanhas de setembro de 2018 com a atual de janeiro de 2019, pode-se observar que a classe Chlorophyceae aumentou sua representatividade na comunidade em todo o trecho do rio Verde, enquanto Cryptophyceae teve um recuo

da abundância relativa. Os valores absolutos de riqueza diferiram pouco entre as duas campanhas. Em relação à abundância, apesar de manterem-se na mesma ordem de grandeza, os valores absolutos tiveram uma pequena redução em praticamente todos os pontos.

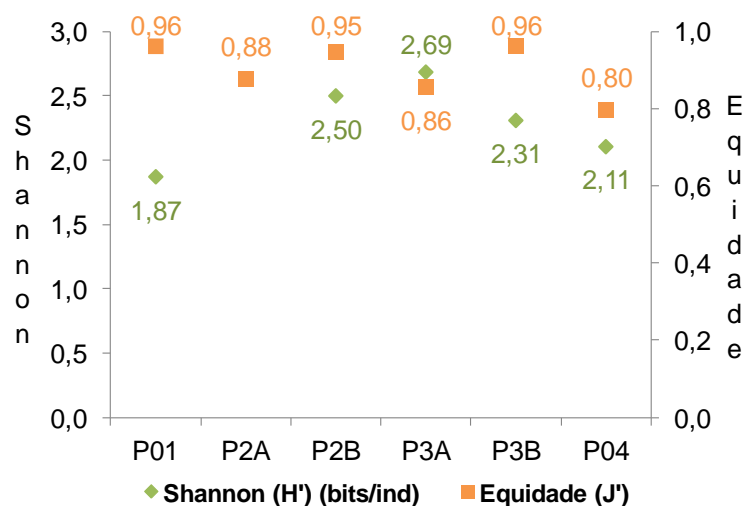
Em nenhuma das comunidades analisadas foi diagnosticado dominância de espécies, mas todos os pontos apresentaram espécies co-abundantes (Tabela 5). Apesar de serem considerados abundantes por causa do maior valor relativo de densidade, os valores absolutos de todos os organismos encontrados foram muito baixos, não sendo esta classificação um sinal de alteração da comunidade ou do ambiente.

Os valores de diversidade de Shannon calculados para os ambientes amostrados variou entre 1,87 bits/ind no trecho a montante do sistema, onde a riqueza foi baixa, até 3,01 bits/ind na camada superficial da coluna de água do trecho de transição do reservatório (P2A), onde a riqueza também foi mais elevada (Gráfico 4). A equidade foi alta em todos os locais, indicando equilíbrio na estrutura da comunidade fitoplanctônica.



**Tabela 5.** Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4A, Água Clara/MS.

|                                  | P01 | P2A | P2B | P3A | P3B | P04 |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Ankyra juday</i>              |     |     |     | A   |     | A   |
| <i>Eutetramorus</i> sp.          |     | A   |     |     |     |     |
| <i>Monoraphidium contortum</i>   |     |     | A   |     |     |     |
| <i>Monoraphidium convolutum</i>  |     |     |     | A   |     |     |
| <i>Schroederia setigera</i>      |     | A   |     | A   | A   | A   |
| <i>Chromulina</i> sp.            |     |     |     | A   | A   |     |
| <i>Mallomonas</i> spp.           |     | A   |     |     |     |     |
| <i>Chroomonas acuta</i>          |     | A   |     |     |     |     |
| <i>Cryptomonas marssoni</i>      |     | A   |     |     |     |     |
| <i>Cryptomonas obovata</i>       |     |     |     |     |     | A   |
| <i>Aphanocapsa delicatissima</i> |     | A   |     | A   |     |     |
| <i>Pseudanabaena limnetica</i>   |     |     | A   |     |     |     |
| <i>Romeria gracilis</i>          | A   |     |     |     |     |     |
| Pseudanabaenaceae NI             | A   |     |     |     |     |     |
| <i>Peridinium</i> spp.           |     |     |     | A   |     |     |



**Gráfico 4.** Valores dos índices de diversidade na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara/MS.

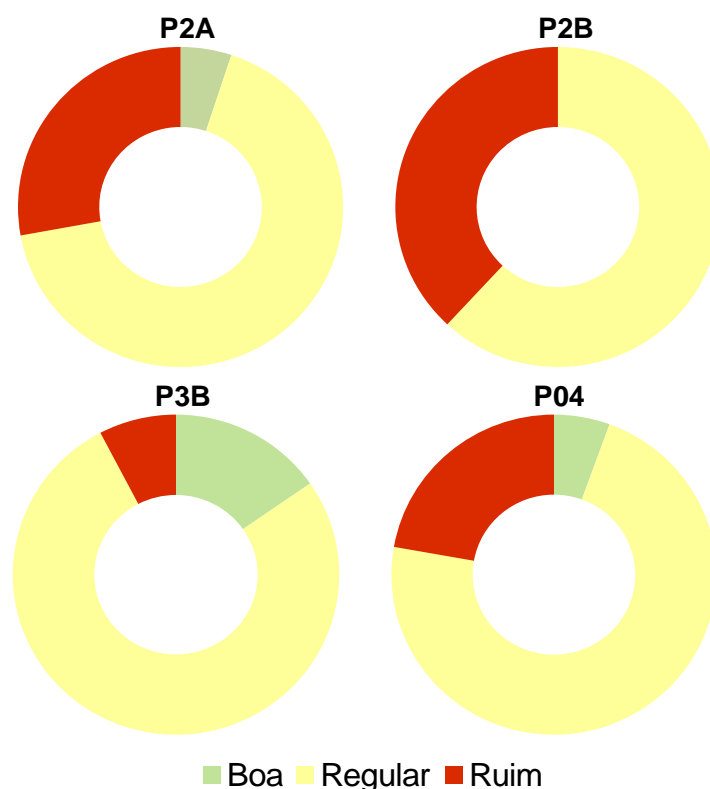
#### 4.2.2. Legislação e espécies relevantes

Seguindo o índice de comunidade fitoplanctônica (ICF) da CETESB desenvolvido para reservatórios, os valores de abundância de organismos enquadraram os pontos amostrados como qualidade boa, com densidade menor que 1000 ind/ml. Porém, a composição que prevalece sugere qualidade regular (Gráfico 5)

Os limites para a concentração do biovolume de cianobactérias da Resolução CONAMA nº 357/2005 e Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 não foram

alcançados em nenhum dos trechos amostrados, tendo sido encontrados valores entre 0 e 0,007 mm<sup>3</sup>/l (Tabela 4), permitindo o enquadramento na classe I, seguindo a primeira legislação.

Fizeram-se presentes gêneros de cianobactérias com potencial de formar florações e de produzirem cianotoxinas em caso de alteração do estado trófico dos corpos de água, tais quais *Anabaena*, *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Cylindrospermopsis*, *Geitlerinema*, *Jaaginema*, *Leptolyngbya*, *Planktolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Raphidiopsis*, *Romeria*, *Synechocystis* e *Synechococcus* (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003; SANT'ANNA *et al.*, 2006) (Tabela 5). Contudo todas as espécies de cianobactéria encontradas apresentaram baixos valores de densidade absoluta, não sendo considerado impacto ou alteração ambiental.



**Gráfico 5.** Abundância relativa dos grupos fitoplanctônicos para enquadramento da qualidade da água dos pontos do rio Verde 4 na área da PCH Verde 4A, Água Clara, MS, segundo o Índice de Comunidade Fitoplanctônica da CETESB



### 4.3. Bentos

#### 4.3.1. Riqueza de espécies, densidade e diversidade

Durante a campanha realizada em fevereiro de 2019 foram registrados 11 táxons no conjunto das amostras, com densidade média de 38 indivíduos por metro quadrado de substrato (Tabela 6). Esses valores são relativamente baixos, o que será reavaliado com os dados das próximas campanhas, porém, vários grupos importantes para a biocenose bentônica e bioindicação já foram registrados, como será discutido nos próximos tópicos.

Não houve grupo dominante, insetos aquáticos (Figura 11) reuniram cerca de 44% da abundância, a seguir 36% de ácaros aquáticos (Figura 12), 16% de microcrustáceos (Figura 13) e 4% de bivalves (Tabela 6). A boa distribuição da abundância relativa entre os táxons representa boa equidade, o que resultou em índice de equidade de Pielou de 0,84, bastante elevado, numa escala de zero a um. Como a equidade é um dos componentes da diversidade, o índice de diversidade de Shannon foi 2,02 também elevado no contexto da baixa riqueza taxonômica registrada.



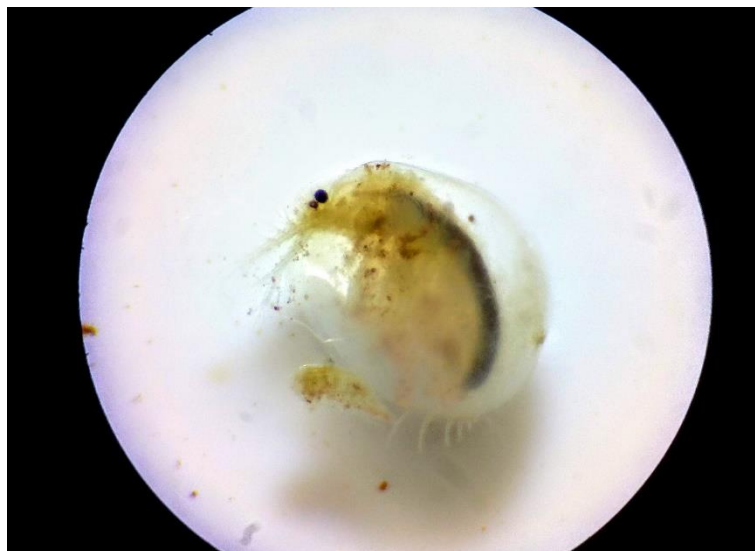
**Figura 11.** Exemplar de *Huleechius* sp. (Insecta, Coleptera) registrado em fevereiro de 2019 a montante da PCH Verde 4A. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 10 vezes.

A ausência de registros no ponto a jusante do empreendimento provavelmente está relacionada ao revolvimento do substrato de fundo em função das mudanças hidrológicas após o início da operação do empreendimento. Houve mudanças na

formação de correntes, remansos e turbulências após a instalação do barramento, assim alguns trechos de substrato estão em constante erosão e assoreamento, até a estabilização do sedimento.



**Figura 12.** Exemplar de Hydracarina, ácaro aquático (Arthropoda, Arachnida) registrado em fevereiro de 2019 no reservatório da PCH Verde 4A. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 20 vezes.



**Figura 13.** Exemplar de *Cyclestheria gr. hislopi* (Crustacea, Diplostraca) registrado em fevereiro de 2019 no reservatório da PCH Verde 4A. Fotografia em estereomicroscópio com ampliação de 10 vezes.

**Tabela 6.** Táxons registrados e suas densidades (organismos por metro quadrado) em cada ponto de amostragens, além de densidade média e abundância relativa na campanha de fevereiro de 2019 de monitoramento de zoobentos na área da PCH Verde4A.

| Táxon                           | Montante  | Reservatório Intermediário | Reservatório profundo | Jusante  | Média     | Abundância relativa | Score BMWP  |
|---------------------------------|-----------|----------------------------|-----------------------|----------|-----------|---------------------|-------------|
| <b>MOLLUSCA</b>                 |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Bivalvia                        |           | 8                          |                       |          | 1,9       | 0,04                |             |
| <b>ARTHOPODA - Crustacea</b>    |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| <b>Diplostraca</b>              |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| <i>Cyclestheria gr. hislopi</i> |           | 31                         |                       |          | 7,7       | 0,16                |             |
| <b>ARTHOPODA - Arachnida</b>    |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Acari sp.                       |           | 31                         | 38                    |          | 17,3      | 0,36                |             |
| <b>ARTHOPODA - Insecta</b>      |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| <b>Plecoptera</b>               |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Perlidae                        |           |                            |                       |          |           |                     | 8           |
| Anacroneuria                    | 8         |                            |                       |          | 1,9       | 0,04                |             |
| <b>Ephemeroptera</b>            |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Baetidae                        |           | 8                          |                       |          | 1,9       | 0,04                | 4           |
| Leptophlebiidae                 |           | 8                          |                       |          | 1,9       | 0,04                | 8           |
| Oligoneuridae                   | 8         |                            |                       |          | 1,9       | 0,04                |             |
| <b>Coleoptera</b>               |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Elmidae                         |           |                            |                       |          |           |                     | 4           |
| <i>Huleechius sp.</i>           | 8         |                            |                       |          | 1,9       | 0,04                |             |
| <b>Diptera</b>                  |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Chironominae                    |           | 15                         |                       |          | 3,8       | 0,08                | 2           |
| <b>Hemiptera - Heteroptera</b>  |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Corixidae                       |           |                            |                       |          |           |                     | 5           |
| <i>Tenagobia sp.</i>            |           | 23                         |                       |          | 5,8       | 0,12                |             |
| <b>Odonata - Anisoptera</b>     |           |                            |                       |          |           |                     |             |
| Gomphidae                       |           | 8                          |                       |          | 1,9       | 0,04                | 5           |
| <b>Totais</b>                   | <b>23</b> | <b>131</b>                 | <b>38</b>             | <b>0</b> | <b>48</b> | <b>1</b>            |             |
| <b>Riqueza taxonômica</b>       |           |                            |                       |          | <b>11</b> |                     |             |
| <b>Equidade de Pielou</b>       |           |                            |                       |          |           | <b>0,84</b>         |             |
| <b>Diversidade de Shannon</b>   |           |                            |                       |          |           | <b>2,02</b>         |             |
| <b>Índice BMWP</b>              |           |                            |                       |          |           |                     | <b>36</b>   |
| <b>Índice ASPT</b>              |           |                            |                       |          |           |                     | <b>5,14</b> |

### 4.3.2. Espécies e grupos bioindicadores

O índice BMWP foi de 36, indicando qualidade da água ruim, enquanto que o índice ASPT foi 5,14 indicando qualidade da água duvidosa.

Dentre esses indicadores, pode-se considerar prioritariamente o índice ASPT, pois o BMWP é influenciado pela representatividade nas amostragens (GUTIÉRREZ-FONSECA & LORION, 2014), portanto pode ter sido afetado pelas baixas densidade e representatividade registradas nesta campanha.

Os dados obtidos nesta campanha indicam, preliminarmente, ambientes mesotróficos com qualidade da água regular, porém, para maior capacidade de inferência, é importante comparar estas observações com outros indicadores, como indicadores de produtividade do zooplâncton e principalmente do fitoplâncton.

## 4.4. Perifíton

### 4.4.1. Registros de riqueza e abundância

Tanto para abundância quanto para riqueza, as comunidades amostradas foram compostas principalmente por algas, que compõe o perifíton real, intimamente aderidos à superfície, tendo sido encontrados muito poucos organismos animais, que compõe o metafíton, organismos não aderidos, mas associados a comunidade perifítica.

No total, foram encontrados 62 táxons perifíticos no trecho monitorado do Rio Verde sob influência da PCH Verde4A. As classes mais ricas foram Cyanobacteria e Zygnemaphyceae, seguidas por Chlorophyceae e Bacillariophyceae. Ainda estiveram presentes espécies das classes Chrysophyceae, Oedogoniophyceae e Rhodophyceae, além de protozoários. A Tabela 7 traz a lista dos táxons por ponto, desta campanha de monitoramento.

**Tabela 7.** Abundância (ind/cm<sup>2</sup>) e riqueza (táxons/amostra) das espécies e das classes perifíticas nos pontos na área da PCH Verde 4A, Água Clara/MS, na campanha de setembro de 2019. NI = não identificado. ? – identificação requer confirmação.

|                       | Montante<br>(P01) | Intermediário<br>(P2A) | Reservatório<br>(P3A) | Jusante<br>(P04) |
|-----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------|
| <b>GRUPOS ANIMAIS</b> |                   |                        |                       |                  |
| Protozoários          |                   | 497                    |                       |                  |
| Cistos Protozoários   |                   | 1.366                  | 586                   | 155              |
| Ovo Rotífera          |                   | 124                    |                       |                  |
| <b>Abundância</b>     | <b>0</b>          | <b>1.987</b>           | <b>586</b>            | <b>155</b>       |

| Riqueza                        | 0             | 3             | 1            | 1            |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| <b>BACILLARIOPHYCEAE</b>       |               |               |              |              |
| <i>Craticula</i> sp.           |               | 124           |              |              |
| <i>Encyonema</i> sp.           |               | 124           |              |              |
| <i>Eunotia</i> spp.            | 315           | 497           |              |              |
| <i>Gomphonema parvulum</i>     |               |               | 235          |              |
| <i>Gomphonema</i> spp.         | 315           | 2.235         | 117          |              |
| <i>Navicula</i> spp.           |               | 621           |              |              |
| Pennales NI                    | 315           | 2.235         | 821          |              |
| <b>Abundância</b>              | <b>946</b>    | <b>5.836</b>  | <b>1.173</b> | <b>0</b>     |
| <b>Riqueza</b>                 | <b>3</b>      | <b>6</b>      | <b>3</b>     | <b>0</b>     |
| <b>CHLOROPHYCEAE</b>           |               |               |              |              |
| <i>Characium</i> spp.          |               | 372           | 117          |              |
| <i>Chlorella</i> sp.           |               | 869           |              |              |
| <i>Chlorococcum</i> sp.        |               | 1.738         |              |              |
| <i>Monoraphidium contortum</i> |               | 124           |              |              |
| <i>Schroetheria setigera</i>   |               | 124           |              |              |
| <i>Ulothrix</i> sp.            |               | 372           | 117          |              |
| <b>Abundância</b>              | <b>0</b>      | <b>3.601</b>  | <b>235</b>   | <b>0</b>     |
| <b>Riqueza</b>                 | <b>0</b>      | <b>6</b>      | <b>2</b>     | <b>0</b>     |
| <b>CYANOBACTERIA</b>           |               |               |              |              |
| <i>Aphanocapsa kordersii</i>   |               | 124           |              |              |
| <i>Chroococcus minor</i>       |               |               | 117          |              |
| <i>Coelomoron tropicalis</i>   |               |               | 235          |              |
| <i>Geitlerinema acuminatum</i> | 158           |               |              | 78           |
| <i>Geitlerinema amphibium</i>  |               |               | 235          |              |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> |               | 248           |              |              |
| <i>Heteroleibeinia</i> sp.     |               |               |              | 3.880        |
| <i>Homeothrix</i> sp.          | 158           | 993           |              | 466          |
| <i>Jaaginema subtilissimum</i> | 315           |               |              |              |
| <i>Komvophoron crassum</i>     |               | 124           |              |              |
| <i>Komvophoron schimidlei</i>  |               | 124           |              |              |
| <i>Komvophoron</i> sp.         | 158           |               |              |              |
| <i>Leptolyngbya tenuis</i>     |               | 124           |              |              |
| <i>Lyngbya</i> sp.             | 14.973        | 124           |              |              |
| <i>Phormidium</i> sp.          |               | 124           | 117          | 78           |
| <i>Planktolyngbya</i> sp.      | 946           | 2.607         | 704          |              |
| <i>Pseudanabaena catenata</i>  |               |               | 117          |              |
| <i>Pseudanabaena galeata</i>   |               | 372           | 235          |              |
| <i>Pseudanabaena limnetica</i> | 158           | 5.339         | 352          | 155          |
| <i>Romeria gracilis</i>        |               | 745           | 352          |              |
| <i>Romeria victoriae</i>       |               | 3.477         | 352          | 310          |
| <i>Synechococcus nidulans</i>  |               |               |              | 78           |
| <i>Synechococcus sigmoides</i> | 788           | 372           |              |              |
| <i>Synechocystis</i> sp.       |               |               | 117          |              |
| Pseudanabaenaceae NI           |               |               | 821          |              |
| Oscillatoriales NI             |               |               | 235          |              |
| <b>Abundância</b>              | <b>17.652</b> | <b>14.900</b> | <b>3.987</b> | <b>5.043</b> |

| Riqueza                                   | 8        | 14           | 13           | 7          |
|---|----------|--------------|--------------|------------|
| <b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>                     |          |              |              |            |
| <i>Actinotaenium curcubita</i>            |          |              | 235          |            |
| <i>Actinotaenium</i> spp                  |          | 248          |              |            |
| <i>Closterium navicula</i>                |          | 124          |              |            |
| <i>Closterium venus</i>                   |          | 248          |              |            |
| <i>Cosmarium</i> aff. <i>asteroposrum</i> |          |              | 469          |            |
| <i>Cosmarium comissurale</i>              |          |              | 352          |            |
| <i>Cosmarium laeve</i>                    |          | 497          |              |            |
| <i>Cosmarium pseudoconnatum</i>           |          |              | 469          |            |
| <i>Cosmarium</i> spp.                     |          | 2.856        | 2.228        |            |
| <i>Euastrum denticulatum</i>              |          |              | 117          |            |
| <i>Euastrum</i> sp.                       |          | 248          |              |            |
| <i>Gonatozygon monotaenium</i>            |          | 124          |              |            |
| <i>Staurastrum dilatatum</i>              |          | 124          |              |            |
| <i>Staurastrum muticum</i>                |          |              | 117          |            |
| <i>Staurastrum quadrangulare</i>          |          |              | 235          |            |
| <i>Staurastrum</i> spp.                   |          |              | 469          |            |
| <i>Staurodesmus cuspidatus</i>            |          |              | 235          |            |
| <i>Zygnema</i> sp.                        |          | 1.614        |              |            |
| <b>Abundância</b>                         | <b>0</b> | <b>6.084</b> | <b>4.925</b> | <b>0</b>   |
| <b>Riqueza</b>                            | <b>0</b> | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>0</b>   |
| <b>OUTRAS ALGAS</b>                       |          |              |              |            |
| <b>Chrysophyceae</b>                      |          |              |              |            |
| <i>Chrysococcus rufensis</i>              |          |              | 117          |            |
| <b>Oedogoniophyceae</b>                   |          |              |              |            |
| <i>Oedogonium</i> sp.                     |          | 1.490        |              |            |
| <b>Rhodophyceae</b>                       |          |              |              |            |
| <i>Adouinella</i> sp.                     |          |              |              | 155        |
| <b>Abundância</b>                         | <b>0</b> | <b>1.490</b> | <b>117</b>   | <b>155</b> |
| <b>Riqueza</b>                            | <b>0</b> | <b>1</b>     | <b>1</b>     | <b>1</b>   |

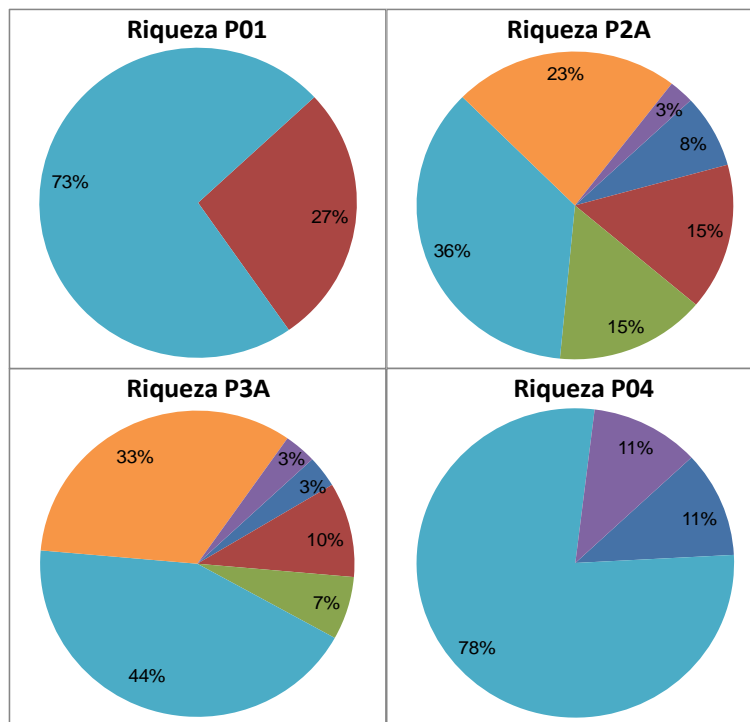
A riqueza taxonômica variou entre 9 a 39 táxons/amostra, o que podem ser considerados baixos valores para esse atributo (Tabela 8). A abundância de organismos teve variação entre 5.354 a 33.897 ind/cm<sup>2</sup> e também foram valores muito baixos para a comunidade perifítica. O trecho intermediário do reservatório (P2A) foi o local com maior abundância e riqueza, enquanto a jusante foi o local com os menores valores de ambos os atributos.

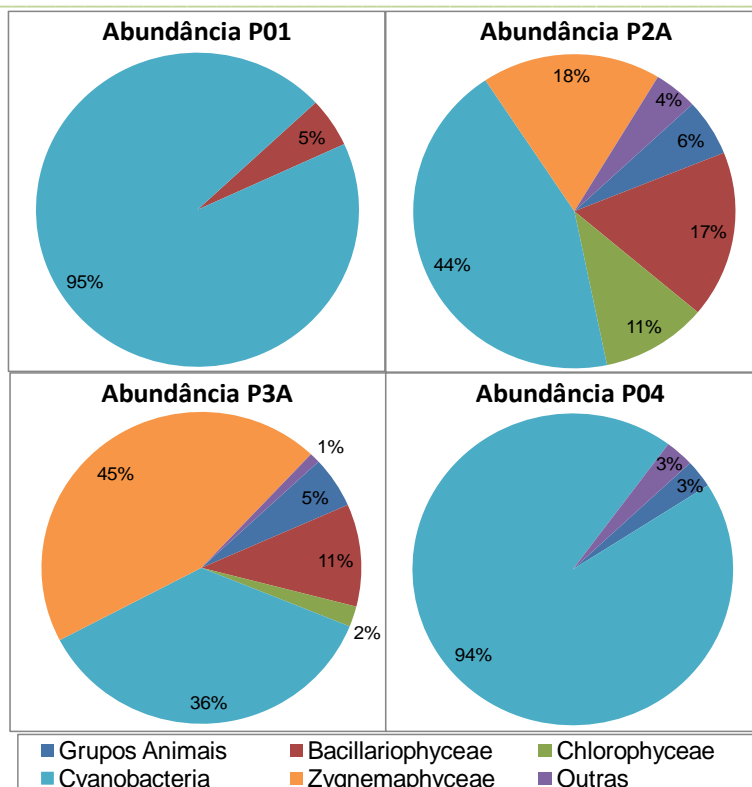
Nos dois pontos lóticos a comunidade perifítica foi dominada pela classe Cyanobacteria, a montante (P01) por *Lyngbya* sp. e a jusante (P04) por *Heteroleibeinia* sp. (Tabela 9, Gráfico 6). Já dentro do reservatório, incluindo a transição (P2A e P3A), ocorreu comunidades mais variadas, com presença de várias classes. Numericamente, Cyanobacteria também foi destaque, mas as classes

Zygnemaphyceae e Bacillariophyceae tiveram abundância expressiva (Gráfico 6). Em ambos os locais do reservatório ocorreu co-abundância de várias espécies (Tabela 9).

Em comparação a campanha anterior de monitoramento realizada em setembro de 2018, foi possível observar uma grande queda nos valores de riqueza dos pontos de montante (P01) e jusante (P04), locais que tiveram uma forte simplificação da comunidade. Os pontos do reservatório (P2A e P3A) mantiveram valores aproximados. O trecho a jusante (P04) teve uma grande redução também de abundância de organismos, enquanto o trecho intermediário do reservatório (P2A) foi o contrário, com redução no número de organismos.

Os valores calculados para os índices de Shannon e equidade foram mais elevados dentro do reservatório (P2A e P3A) e bem reduzidos nos pontos lóticos a montante e jusante (P01 e P04) (Tabela 8).





**Gráfico 6.** Valores de abundância e riqueza relativos das principais classes dos pontos amostrados na área da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

**Tabela 8.** Atributos encontrados para a comunidade perifítica nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

|                                   | Montante (P01) | Intermediário (P2A) | Reservatório (P3A) | Jusante (P04) |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Abundância (ind/cm <sup>2</sup> ) | 18.597         | 33.897              | 11.023             | 5.354         |
| Riqueza (táxons/amostra)          | 11             | 39                  | 30                 | 9             |
| Shannon (bits/ind)                | 0,90           | 3,02                | 3,02               | 1,10          |
| Equidade (J')                     | 0,38           | 0,83                | 0,89               | 0,50          |

**Tabela 9.** Táxons considerados abundantes (A) e dominantes (D) segundo critério de Lobo & Leighton (1986) nos pontos amostrados na área da PCH Verde 4A, Água Clara/MS.

|                            | Montante (P01) | Intermediário (P2A) | Reservatório (P3A) | Jusante (P04) |
|----------------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Cistos Protozoários        |                | A                   | A                  |               |
| <i>Gomphonema</i> spp.     |                | A                   |                    |               |
| Pennales NI                |                | A                   | A                  |               |
| <i>Chlorococcum</i> sp.    |                | A                   |                    |               |
| <i>Heteroleibeinia</i> sp. |                |                     |                    | D             |
| <i>Homeothrix</i> sp.      |                | A                   |                    |               |
| <i>Lyngbya</i> sp.         | D              |                     |                    |               |
| <i>Planktolyngbya</i> sp.  |                | A                   | A                  |               |



|  |   |   |
|--|---|---|
| <i>Pseudanabaena limnetica</i>           | A |   |
| <i>Romeria victoriana</i>                | A |   |
| Pseudanabaenaceae NI                     |   | A |
| <i>Oedogonium</i> sp.                    | A |   |
| <i>Cosmarium</i> aff. <i>asteroporum</i> |   | A |
| <i>Cosmarium pseudoconnatum</i>          |   | A |
| <i>Cosmarium</i> spp.                    | A | A |
| <i>Staurastrum</i> spp.                  |   | A |
| <i>Zygnema</i> sp.                       | A |   |

## 5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. Zooplâncton

O registro de todos os principais grupos de organismos esperados, com alto valor de proporção entre Calanoida/Cyclopoida são bons indicadores iniciais sobre a qualidade ambiental para o zooplâncton.

Contudo, a presença de táxon dominante, os relativamente baixos índices de equidade e diversidade, a presença de táxons comuns em reservatórios meso-eutróficos e a baixa representatividade de Rotifera são indicadores importantes para focar neste monitoramento. O conjunto desses parâmetros indica, preliminarmente, condições oligotróficas a eutróficas, com qualidade da água entre boa e regular.

Os dados desta campanha representam um retrato da biocenose zooplanctônica no período das amostragens, o qual poderá ser comparado a outras campanhas numa série histórica dos parâmetros supracitados.

### 5.2. Fitoplâncton

A abundância mediana encontrada no trecho do reservatório do rio Verde sob influência da PCH Verde 4A, indica que o ambiente pode ser considerado oligo-mesotrófico. Segundo o índice da CETESB para reservatórios o ambiente teria qualidade da água entre regular considerando-se a composição. Porém, se considerada a densidade de organismos, a qualidade ainda estaria enquadrada como ótima.

Por sua vez, os trechos lóticos amostrados apresentaram condição oligotrófica, com baixa densidade e equilíbrio da composição da comunidade. A estrutura da comunidade foi compatível ao comumente encontrado em sistemas lóticos tropicais (ROJO *et al.* 1994)

---

### 5.3. Bentos

Foram registrados vários grupos taxonômicos integrantes da biocenose de macroinvertebrados bentônicos, com baixos valores de riqueza taxonômica e densidade, porém altos valores dos índices de equidade de Pielou e de diversidade de Shannon.

A baixa representatividade de “bentos” nesta campanha pode ter influenciado negativamente o índice BMWP (valor 36), o qual indicou qualidade da água ruim no conjunto das amostras. Nesse contexto, pode-se considerar prioritariamente o índice ASPT, que foi de 5,14 indicando qualidade da água “duvidosa” ou regular.

Os dados desta campanha representam apenas um retrato da biocenose zooplanctônica nas semanas anteriores às amostragens, o qual requer dados de outras campanhas numa série histórica para comparações e deduções.

### 5.4. Perifíton

As matrizes perifíticas encontradas nos pontos amostrados mostraram-se simplificadas em razão da baixa densidade de organismos e riqueza de espécies. Também evidenciam isso a baixa proporção de organismos metazoários, associados ao perifíton, e a pequena espessura dos filmes que cobriam o substrato coletado e raspado.

Uma provável causa desta simplificação é a falta de complexidade das estruturas dos substratos nos quais as comunidades estão instaladas nos micro-ambientes amostrados. A fisiologia e o crescimento da microbiota aderida estão intimamente acoplados à dinâmica física e fisiológica do substrato vivo sobre o qual se desenvolve (RODRIGUES *et al.* 2003). Como os substratos encontrados nos pontos amostrados são compostos principalmente de talos, sem folhas ou ramificações (no trecho de reservatório são compostos principalmente por vegetação terrestre alagada e morta) eles não fornecem um microcosmo propício ao perifíton, como a redução da velocidade da água por exemplo.

Contudo, apesar da baixa densidade, a produtividade do perifíton não deve ser subestimada, uma vez que a superfície total coberta pelas matrizes perifíticas de todos os troncos e galhos submersos ao longo do trecho alagado podem compor, no seu total, uma comunidade de alta produtividade. Dessa forma, como fonte alimentar de pequenos vertebrados e invertebrados, a comunidade perifítica será sempre funcional.

---

Além disso, a parcela bacteriana e fúngica do perifíton auxilia na decomposição da vegetação submersa.

Ocorreram muitas espécies de cianobactérias principalmente nos trechos lóticos de montante e jusante. Em razão do perifíton ser reconhecido como fonte de inóculos e organismos para a água (RODRIGUES *et al.* 2003), existe a possibilidade de que o fitoplâncton ao redor das plantas sofra influência na composição e densidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G.M., LANSAC-TÔHA, F.A., VELHO, L.F.M., JOKO, C.Y. & COSTA, D.M. 2007. New records of testate lobose amoebae (Protozoa, Arcellinida) for the Upper Paraná River floodplain. *Acta Limnol. Bras.* 19(2). pp. 175-195.

APHA - AWWWA - WPCF. Standard methods for examination of water and wastewater. 16 ed. Washington: Byrd prepress Springfield, 1985. 1134p.

ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C. de; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva.* 12(1): 61-72.

BASTOS, I.C.O.; LOVO, I.C.; ESTANISLAU, C. A.M.; SCOSS, L.M. 2006. Utilização de Bioindicadores em Diferentes Hidrossistemas de uma Indústria de Papeis Reciclados em Governador Valadares – MG. *Eng. Sanit. Ambient.* 11(3): 203-211

BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil. 2ª ed., São Carlos: RIMA. 502p.

BOURRELLY, P. 1981. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé.

BOURRELLY, P. 1985. Lês algues d'eau douce: alques bleues et rouges. Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé. 606p.

BOURRELLY, P. 1988. Lês algues d'eau douce complements tome I: alques vertes, Paris: Société nouvelle dès éditions Boubéé.. 183p.

CALLISTO, M., MORETTI, M., & GOULART, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82.

CALOR, A. R., & QUINTEIRO, F. B. 2017. Checklist of Caddisflies (Insecta, Trichoptera) from Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

CASTRO, A.A.J. & BICUDO, C.E.M. 2007. Flora Ficológica do Estado de São Paulo – Cryptophyceae. Volume 11. São Paulo: RiMa Editora; FAPESP.144p.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. 2006. Decisão de Diretoria N.º 232/2006/E. Dispõe sobre a instituição dos Índices de Comunidades Biológicas, para fins de avaliação da qualidade das águas com vistas à preservação da vida aquática, e dá outras providências. 14 de novembro de 2006. 14 pp.

CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring, and Management. WHO by: F & FN Spon 11 New Fetter Lane London EC4. 4EE

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 – Classificação dos Corpos de Água. Março de 2005, Brasília, SEMA, 2005.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Editora Universa, UCB, Brasília. 156p.

FERDOUS, Z. & MUKTADIR, A.K.M. 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. American Journal of Applied Sciences, v. 6, n. 10, p. 1815-1819.

FERNANDES, V. O. 2005. Perifíton: Conceitos e Aplicações da Limnologia à Engenharia. In: Roland, F. *et al.* Lições de Limnologia. São Carlos: RiMa. p: 351-370.

FRANCESCHINI, I.M. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Algas (exceto Bacillariophyceae) mais Comumente Encontrados no Perifíton e Metafíton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. Ecologia do Perifíton. São Carlos: RiMa Editora. 245-265.

FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: [http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia\\_online/](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Guia_online/)

FUSARI, L. M., ROQUE, F. D. O., & LAMAS, C. J. E. 2017. Checklist of Chironomidae from Mato Grosso do Sul state. Iheringia. Série Zoologia, 107.

GARRAFFONI, A. R. S. 2017. Checklist of Gastrotricha from Mato Grosso do Sul state, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

GONZÁLES, A.C. 1996. Las Chlocooccales dulciacuícolas de Cuba. Berlim:J Cramer. 192p.

GUTIÉRREZ-FONSECA, P. E., & LORION, C. M. 2014. Application of the BMWP-Costa Rica biotic index in aquatic biomonitoring: sensitivity to collection method and sampling intensity. Revista de Biología Tropical, 62, 275-289.

HELLAWELL, J. M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental Management. Elsevier Science Publishers, London.

HIGUTI, J., ROCHE, K. F., & MARTENS, K. 2017. Checklist of freshwater ostracods (Crustacea, Ostracoda) of the Pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

JOHN, D.M.; WHITTON, B.A. & BROOK, A.J. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge: University Press. 702p. 2003.

JUNQUEIRA, V. M., & CAMPOS, S. C. M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia, 10(2), 125-135.

KARR, J. R. (1991). Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management. *Ecological applications*, 1(1), 66-84.

KELLY, M. 2002. Water Quality Assessment by Algal Monitoring. IN: Burden, F.R.; McKelvie, I.; Forstner, U; Guenther, A. *Environmental Monitoring Handbook*. Ed MacGraw-Hills Access Engineering. 4.1-4.19p.

KOMAREK, J. & AGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokaryota (1.Teil: Chroococcales). Bd. 19/1. In: Ettl, H; Gärtner, G.; Heynig, H.; Mollenhauer, D. (org). *SuBwasserflora von Mitteleuropa*. Jena: Gustav Fischer Verlag

KOMAREK, J. & AGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokariota (2.Teil: Oscillatoriales). Bd 19/2 In: Büdel, B.; Gärtner, G.; Krienitz, L.; Schagerl, M. (org.) *SuBwasserflora von Mitteleuropa* München: Elsevier GmbH.

KOMÁREK, J. & FOTT, B. 1983. Das phytoplankton des Süßwassers. 7.Teil – Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. In Huber-Pestalozzi, G. (Ed). Stuttgart. E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044p.

KOSTE W. 1978. Rotatoria - Die rädertiere Mitteleuropas. In: Voig, M. *Überrordnung Monogononta*. Stuttgart: Gebrüder Bosntraeget.

LECCI, L. S., & RIGHI-CAVALLARO, K. O. 2017. Checklist of Plecoptera (Insecta) from Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 107.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso* 22(1): 1-29

LUDWIG, T.A.V & TREMARIN, P.I. 2003. Chave de Identificação dos Gêneros de Diatomáceas (Diatomae – Ochrophyta) mais Comumente Encontradas no Perititon e Metafíton de Ambientes Aquáticos Continentais. In: Schwarzbald, A.; Burliga, A.L. & Torgan, L.C. *Ecologia do Perifíton*. São Carlos: RiMa Editora. EDUEM. 267-329

MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 p.

MANDAVILLE, S. M. 2002. Benthic macroinvertebrates in freshwaters – taxa tolerance values, metrics, and protocols. *In.*: Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, 120 pp.

MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J.G. 2003. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia*, 504. Pp. 215-222.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA N.º 518 – Padrões de Potabilidade. 25 de março de 2004. Brasília.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: Fundação Nacional de Saúde, 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Brasília: 56 pg.

MORETTI, M. S. 2004. Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos. Laboratório de ecologia de bentos da UFMG, Belo Horizonte, MG. Disponível em: [www.icb.ufmg.br/big/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/AtlasBenthos.pdf](http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/AtlasBenthos.pdf)

MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora, 1a ed., 176p.

OLENINA, I., Hajdu, S., Edler, L., Andersson, A., Wasmund, N., Busch, S., Göbel, J., Gromisz, S., Huseby, S., Huttunen, M., Jaanus, A., Kokkonen, P., Ledaine, I. and Niemkiewicz, E. 2006. Biovolumes and size-classes of phytoplankton in the Baltic Sea. HELCOM Balt.Sea Environ. Proc. No. 106, 144pp.

PELD, 2008. Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. Relatório Anual: Capítulo 4 – Planície alagável do alto rio Paraná. UEM Maringá. p 115-122.

REID J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea Copepoda). Boletim de Zoologia, v. 9, p.17-143.

ROCHE, K.F. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Rotifera (Animalia) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017105, 2017. 10pp.

RODRIGUES, L; BICUDO, D.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. 2003. O papel do perifíton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: Thomaz, S.M.; Bini, L.M. (ed.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá : EDUEM. 211-229.

RODRIGUES, M. E., & ROQUE, F. D. O. (2017). Odonata checklist of Mato Grosso do Sul state, Brasil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

ROJO, C.; COBELAS, M.A. & ARAUZO, M. 1994. An elementary, structural analysis of river phytoplankton. Hydrobiologia 289: 43-55

ROSA, F.R. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Copepoda (Crustacea) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017105, 2017. 6pp.

ROSA, F.R., ORIKASSA, T.N.F., LOPES, I.R. & SILVA, W. M. 2017. Checklist de tecamebas (Testacea) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017101, 2017. 9pp.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; AGUJARO, L.F.; CARVALHO, M.C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. 2006. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Rio de Janeiro: Ed. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia. 58p.

SEGERS H. 1995: Rotifera. Vol. 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. SPB Academic Publishing bv., Hague.

SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication". Bell System Technical Journal, 27, pp. 379-423/623-656.

SILVA, F. H., & SALLES, F. F. 2017. Checklist of Ephemeroptera of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. IHERINGIA SERIE ZOOLOGIA, 107.

SILVA, W. M. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2011. Checklist of fresh-water living Copepoda Cyclopoida from São Paulo State, Brazil. Biota Neotr. 11(1). p. 1-11.

SILVA, W. M. 2003. Diversidade dos Cyclopoida (Copepoda, Crustacea) de água doce do estado de São Paulo: Taxonomia, ecologia e genética. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

SILVA, W. M. 2011. Potencial use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. Oecologia australis v. 15, n.3, p. 511 - 521.

SUN, J. & LIU, D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. Journal of Plankton Research 25(11): 1331–1346.

TAKEDA, A. M., FUJITA, D. S., RAGONHA, F. H., PETSCH, D. K., & MONTANHOLI-MARTINS, M. C. 2017. Oligochaeta (Annelida) of continental aquatic environments from Mato Grosso do Sul (Brazil). Iheringia. Série Zoologia, 107.

TELL, G. & CONFORTI, V. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. Bibliotheca Phycologica. Band 75. Berlin-Stuttgart: Ed. J. Cramer. 301p.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros. São Carlos, PPG-ERN/UFSCar, 229p.

ZAMPIVA, N. K., & PEPINELLI, M. 2017. Checklist of Simuliidae (Insecta, Diptera) of state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Iheringia. Série Zoologia, 107.

ZANATA, L.H., GÜNTZEL, A.M., RODRIGUES, T.A.R., SOARES, M.P.S. & SILVA, W.M. 2017. Checklist dos Cladocera (Crustacea, Branquiopoda) do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 107(supl.): e2017113, 2017. 9pp.

ZEPPELINI, D., & BELLINI, B. C. 2017. Checklist of Collembola (Arthropoda, Hexapoda) from Mato Grosso do Sul state. Iheringia. Série Zoologia, 107.



## 7. ANEXOS

**Anexo I** –Anotações de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do Programa de Monitoramento de Comunidades Aquáticas da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica


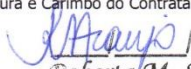
| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                      |  |                                     |
|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |                                      |  |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                      |  | 1-ART Nº:<br><b>2019/03872</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                      |  |                                     |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS  |                                      | 3.Registro no CRBio: 018769/01-D   |                                     |
| 4.CPF: 294.004.141-53  | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br |  | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DR MICHEL SCAFF 105  |                                      | 8.Compl.: SALA 09  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE              | 11.UF: MS  | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                      |  |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A  |                                      |  |                                     |
| 14.Registro Profissional:  |                                      | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46  |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N  |                                      |  |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1  |                                      | 18.Bairro: ZONA RURAL  | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79680-000                    | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br  |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                      |  |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |                                      |  |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.   |                                      |  |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                      |  | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                      | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR  |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;   |                                      | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente   |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOAREAMENTO DO RESERVATÓRIO -MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                      |  |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00   | 33.Total de horas: 60                | 34.Início: MAI/2019  | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                      |  | <b>37. LOGO DO CRBIO</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                      |  |                                     |
| Data: 30/05/19<br>Assinatura do Profissional<br><br>José Carlos Chaves dos Santos<br>CRBio 018769/01-D  |                                      | Data: 30/05/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO<br>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                      | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO  |                                     |
|  |                                      |  |                                     |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 4574.6143.7084.8025**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                     |   |                                     |
|--|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |                                     |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/03871</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO  |                                     | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 085.222.128-21  | 5.E-mail: milton@fibracon.com.br    |   | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     | 8.Compl.: SALA 9  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE             | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A  |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:  |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46   |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N  |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1  |                                     | 18.Bairro: ZONA RURAL   | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79680-000                   | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.   |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                     |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;   |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO - MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00   | 33.Total de horas: 60               | 34.Início: MAI/2019   | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBIO</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                     |   |                                     |
| Data: 30/05/19<br>Assinatura do Profissional<br>  |                                     | Data: 30/05/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
|   |                                     |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     |   |                                     |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 2311.4194.4821.6076**


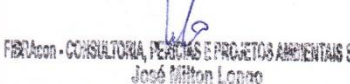

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

04/07/2019

ART VERDE4A bentos plancton assinada.png

04/07/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                     |   |                                     |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |                                     |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/04932</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA   |                                     | 3.Registro no CRBio: 040701/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 891.889.771-53   | 5.E-mail: netz.fabio@gmail.com      |   | 6.Tel: (44)3235-1192                |
| 7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296  |                                     | 8.Compl.:   |                                     |
| 9.Bairro: CENTRO  | 10.Cidade: AQUIDABAN                | 11.UF: PR   | 12.CEP: 86995-000                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |                                     |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.: SALA 09  | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA        | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |                                     |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site:   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;   |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : ICTIOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (ZOOBENTOS) - MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS NA ÁREA DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, EM ÁGUA CLARA, MS.   |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                     |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: INDIVIDUAL  |                                     | 28.Perfil da equipe:  |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : SERÁ REALIZADO O MONITORAMENTO DAS BIOCENOSSES AQUÁTICAS ICTIOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (ZOOBENTOS) - EM PONTOS DE COLETA A MONTANTE, JUSANTE E RESERVATÓRIO DA PCH VERDE 4A, NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, MS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 4.300,00  | 33.Total de horas: 70               | 34.Início: FEV/2019   | 35.Término: FEV/2023                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBIO</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |                                     |
| Data: 15/02/19<br>Assinatura do Profissional  |                                     | Data: 15/02/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante   |                                     |
|    |                                     |               |                                     |
|   |                                     | <br>CRBio-01 |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                     |   |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 6859.8741.9683.1625**

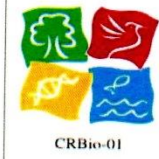


OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<https://portal.crbio01.gov.br/scripts/art.dll/login>

1/5

<https://mail.google.com/mail/u/0/?pli=1#inbox/FMfcgxwChchSPPMWQmbZhtxxFvwHBKp?projector=1&messagePartId=0.2>

1/1

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA  |                                     |  |   |
|--|-------------------------------------|--|---|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                     |  | 1-ART Nº:<br><b>2018/07146</b>  |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                     |  |   |
| 2.Nome: IOLA REIS LOPES  |                                     | 3.Registro no CRBio: 064020/01-D   |   |
| 4.CPF: 847.712.401-91  | 5.E-mail: iolarl@hotmail.com        |  | 6.Tel: (44)9946-7305  |
| 7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296   |                                     | 8.Compl.: DISTRITO AQUIDABAN   |   |
| 9.Bairro: CENTRO   | 10.Cidade: AQUIDABAN                | 11.UF: PR  | 12.CEP: 86995-000   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                     |  |   |
| 13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS  |                                     |  |   |
| 14.Registro Profissional:  |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53  |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                     |  |   |
| 17.Compl.:   |                                     | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site:  |   |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                     |  |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;  |                                     |  |   |
| 24.Identificação : PROGRAMA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICA E PERIFÍTICA NA PCH VERDE 4A, NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, MS.  |                                     |  |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                     |  | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                     | 28.Perfil da equipe: BIÓLOGO   |   |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;   |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente   |   |
| 31.Descrição sumária : MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES FITOPLANCTÔNICA E PERIFÍTICA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE ESPÉCIES LOCAIS. |                                     |  |   |
| 32.Valor: R\$ 3.800,00   | 33.Total de horas: 80               | 34.Início: SET/2018  | 35.Término: SET/2020  |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                     |  | <b>37. LOGO DO CRBIO</b><br><br>CRBio-01 |
| Declaro serem verdadeiras as informações acima   |                                     |  |   |
| Data: 04/09/18<br>Assinatura do Profissional<br><br>Iola Reis Lopes<br>CRBio 064020/01-D  |                                     | Data: 04/09/18<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br> |   |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>   |   |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     |  |   |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional          | Data: / /  | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 7758.8072.8072.8386**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

# MONITORAMENTO DE ESPÉCIES HIGRÓFITAS PCH VERDE 4A

## RELATÓRIO TÉCNICO



  
**Fibracon**  
AMBIENTAL

---

## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: Al. Dr. Carlos de Carvalho, 555, 21º andar, Bairro Centro

Município: Curitiba/PR – CEP: 80.430-180

Telefone para contato: (41) 3321-7100

### DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador e Flora Higrófitas)

CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador)

CRBio: 18.769/01-D

### BIÓLOGA ASSISTENTE

Daniele Louise Cesquin Campos

CRBio: 100.877/01-D

---

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                            | 4  |
| 2. METODOLOGIA .....                          | 5  |
| 2.1. Localização do empreendimento .....      | 5  |
| 2.2. Descrição das áreas amostrais.....       | 7  |
| 2.3. Coleta de dados.....                     | 9  |
| Análise quantitativa .....                    | 9  |
| Análise qualitativa .....                     | 10 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                | 13 |
| 3.1. Riqueza e abundância .....               | 13 |
| 3.3. Resultados Consolidados .....            | 22 |
| 3.4. Curva do coletor .....                   | 22 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES ..... | 24 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....           | 26 |
| 6. ANEXOS.....                                | 30 |
| ANEXO I .....                                 | 31 |
| ANEXO II .....                                | 34 |



## 1. INTRODUÇÃO

A PCH Verde 4A está inserida no bioma Cerrado, que como a maioria das Savanas, não é um habitat homogêneo, e sim um mosaico de tipos fisionômicos vegetais que variam de áreas abertas, campos, pastagens antrópicas e agricultura, a áreas florestadas como o Cerradão. Este Sistema Biogeográfico é composto por seis subsistemas: Campos, Cerrado (*sensu stricto*), Cerradão, Matas Ciliares e Veredas.

O Cerrado é, depois da Mata Atlântica, o bioma brasileiro que mais sofreu e sofre alterações, devido à ocupação humana. A ausência de planejamento levou à destruição e baixo aproveitamento de muitos recursos naturais e a cobertura florestal nativa foi sendo fragmentada, cedendo lugar a outras formas de uso do solo, principalmente a expansão da agricultura e pecuária nos últimos anos. Como consequência, muitas áreas do estado do Mato Grosso do Sul destinadas atualmente à agricultura e pecuária abrangem regiões cujas distintas fitofisionomias frequentemente estavam integradas. Devido a estas ações antrópicas, esses complexos ambientes naturais foram reduzidos e transformados em habitats insulares (VELOSO *et al.*, 1991).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são alternativas preferenciais de geração de energia no Brasil e os reservatórios para produção de energia elétrica estão sujeitos à colonização por macrófitas aquáticas, apresentando problemas operacionais e de usos múltiplos em decorrência do desenvolvimento excessivo da vegetação aquática (THOMAZ, 2002).

As espécies higrófitas, também conhecidas como macrófitas aquáticas, terminação proposta por Cook (1974), são usualmente divididas em tipos ou formas biológicas de acordo com a posição que as mesmas ocupam na coluna d'água (ESTEVES, 1998; WETZEL, 2001). As mais comuns são as flutuantes livres, cujas raízes não são mantidas fixas em nenhum substrato, as submersas fixas, que permanecem totalmente em baixo da água (exceto flores, que em geral são emergentes), as fixas de folhas flutuantes, com folhas na superfície e raízes ancoradas no sedimento e as emergentes, que possuem todos seus órgãos, exceto raízes e rizomas, acima da superfície (PEDRALLI, 1990).

A despeito da reconhecida importância ecológica das macrófitas, essas plantas podem causar problemas para os usos múltiplos de vários ecossistemas aquáticos quando as mesmas se desenvolvem de forma desordenada. No caso específico dos reservatórios brasileiros, os problemas passaram a ser registrados de forma mais frequente nas últimas décadas em diversas bacias hidrográficas (p.ex., BRAGA *et al.*,

1999; CARVALHO *et al.*, 2003; CAVENAGHI *et al.*, 2003; MARCONDES *et al.*, 2003). Esses problemas se acentuaram na década de 1990, quando a maioria dos grandes reservatórios atingiu um estágio de evolução caracterizado pela presença de uma comunidade bem desenvolvida de plantas aquáticas.

Em decorrência do desenvolvimento excessivo as macrófitas podem afetar vários usos dos ecossistemas, tais como a navegação, pesca, recreação e o próprio acesso à água. Esses problemas podem ocorrer em diferentes escalas, afetando os ecossistemas inteiros ou locais específicos. No entanto, a maior preocupação em reservatórios brasileiros está voltada para interrupções no fornecimento de energia, decorrentes do entupimento de unidades de geração (MARCONDES *et al.*, 2003).

Neste contexto, o levantamento e monitoramento periódico das macrófitas aquáticas permitem avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações e à geração de energia elétrica. A identificação de focos iniciais de plantas de alto risco para a produção de energia elétrica é muito importante na tomada de decisões quanto ao controle ou não desses focos.

As atividades do programa de monitoramento de espécies higrófitas têm por objetivo o levantamento das espécies de macrófitas na região da PCH Verde 4A e monitoramento dos possíveis impactos ou interferências na comunidade de plantas aquáticas, visando o desenvolvimento e aplicação de estratégias que permitam o estabelecimento do equilíbrio do sistema, impedindo a proliferação descontrolada de espécies que possam colocar em risco a integridade dos reservatórios e o uso múltiplo dos recursos hídricos. Este relatório apresenta os resultados da campanha de monitoramento de macrófitas aquáticas da PCH Verde 4A, realizada entre os dias 20 a 23 de fevereiro de 2019, período referente a estação chuvosa.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

A PCH Verde 4A está localizada a uma distância aproximada de 233 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, seguindo 85 km pela BR – 163 e logo após 73 km pela BR – 060 em direção do município de Camapuã. Passando por Camapuã, na MS - 438, percorrem-se cerca de 75 Km até a entrada do empreendimento.

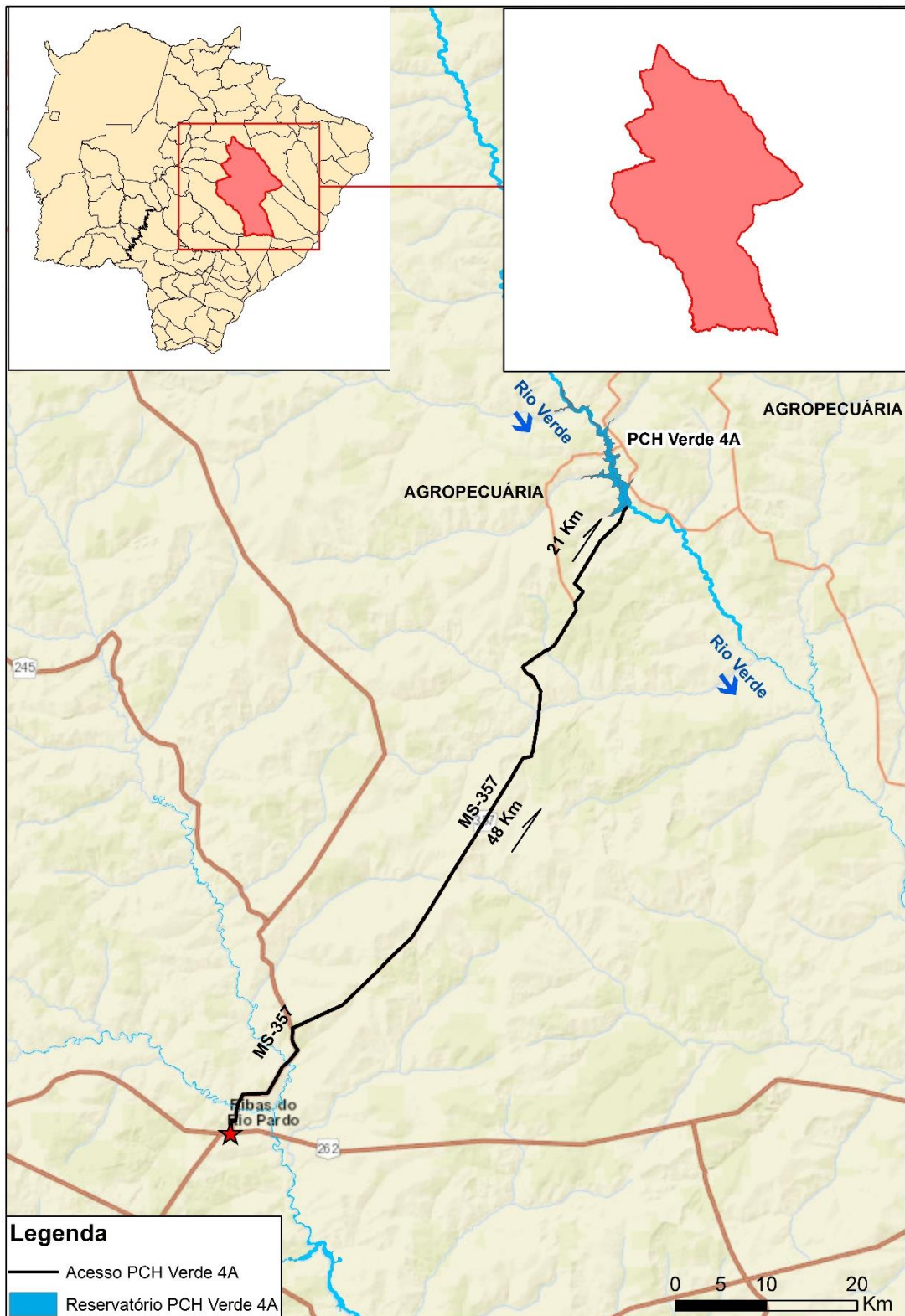


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

---

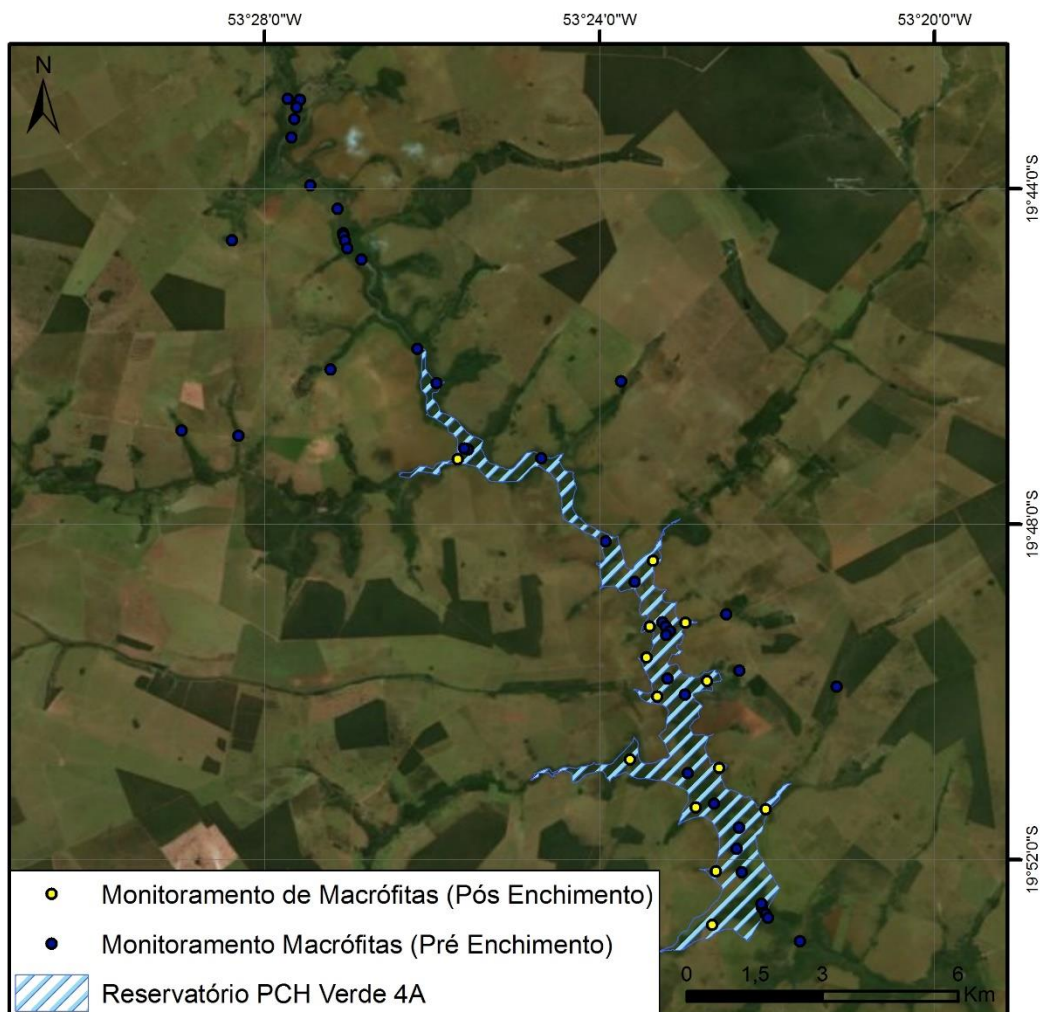
## 2.2. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

Na área de influência do empreendimento foram determinadas por semelhança, três áreas amostrais que contemplam as principais fitofisionomias locais. A seleção dos pontos de amostragem foi delimitada no intuito de amostrar representativamente as macrófitas aquáticas em três grandes sítios chave para o monitoramento: 1) a montante do futuro reservatório da PCH Verde 4A, 2) na região do reservatório, e 3) a jusante da região do reservatório. As áreas amostrais utilizadas no monitoramento estão descritas abaixo (Figura 2).

**1) ÁREA AMOSTRAL MO (MONTANTE):** 19°44'25.24"S; 53°27'2.59"O. Localizada imediatamente à montante do reservatório da PCH Verde 4A, fora de sua área de inundação, abrangendo uma área de Floresta Estacional Semidecidual e faixa estreita de mata ciliar às margens do rio Verde, além de áreas brejosas também em suas margens e trechos de corredeiras. A área ainda apresenta córregos e campos de agropecuária. O tamanho estimado da área amostral Montante (MO) é de 2.096 hectares.

**2) ÁREA AMOSTRAL RE (RESERVATÓRIO):** 19°48'4.16"S; 53°23'5.27"O. Localizada ao longo do reservatório da PCH Verde 4A, abrange vários fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e faixa de mata ciliar às margens do rio Verde, além de matas ciliares e de galeria dos córregos Brejão e Bertolino. Esta área amostral também apresenta nascentes brejosas, açudes, corredeiras e campos de agropecuária. O tamanho estimado da área amostral Reservatório (RE) é de 2.589 hectares.

**3) ÁREA AMOSTRAL JU (JUSANTE):** 19°52'49.17"S; 53°21'23.67"O. Localizada à jusante do barramento da PCH Verde 4A, abrange uma área de Floresta Estacional Semidecidual, fitofisionomia predominante, e faixa de mata ciliar às margens do rio Verde, com presença de pontos alagáveis em seu interior, além de trechos de corredeiras. A área ainda apresenta uma lagoa marginal além de campos utilizados para agropecuária. A escolha desta área próxima ao barramento da PCH Verde 4A se deu por se tratar de área livre de inundação do reservatório localizada imediatamente à jusante do barramento. O tamanho estimado da área amostral Jusante (JU) é de 874 hectares.



**Figura 2.** Mapa dos pontos amostrados no monitoramento de macrófitas da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. A partir do início do enchimento do lago, foram mantidos apenas os pontos na área do reservatório, em amarelo no mapa.

## 2.3. COLETA DE DADOS

### ANÁLISE QUANTITATIVA

Dentro de cada uma dessas grandes áreas amostrais MO – Montante, RE- Reservatório e JU - Jusante, foram distribuídas as parcelas para o monitoramento das macrófitas aquáticas. A escolha dos pontos amostrais levou em consideração a presença de campos úmidos e brejos, remansos, regiões com maior aporte de nutrientes, corredeiras e corpos d'água associados ao rio Verde (Figura 3). As áreas amostrais Jusante e Montante foram monitoradas até o início do enchimento do reservatório, para levantamento das espécies que ocorrem na região e que possivelmente irão colonizar o reservatório da PCH Verde 4A. A partir de agosto de 2017 (início do enchimento) apenas a área Reservatório continuou a ser amostrada, com o objetivo de monitorar o estabelecimento de macrófitas aquáticas na área do reservatório e propor medidas para controlar seu desenvolvimento caso necessário. Os pontos anteriormente marcados na área reservatório foram realocados para áreas potenciais de acúmulo de macrófitas, após a análise do reservatório cheio.



**Figura 3.** Área do reservatório da PCH Verde 4A amostrada no monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Dentre os principais métodos empregados para estudos quantitativos com o estrato herbáceo está o método de parcelas. Este método tem sido amplamente utilizado em levantamentos de ecossistemas brasileiros (MUNHOZ & FELFILI, 2006) e não brasileiros (LEHN *et al.*, 2011).

A amostragem através do método das parcelas se dá utilizando um quadrado de 1m<sup>2</sup> (1,00m X 1,00m) de área confeccionado com canos de PVC rígido, onde cada quadrado constitui uma unidade. A densidade de cada espécie nas parcelas é obtida através de estimativa visual do percentual de cobertura.

A caracterização da densidade de cada espécie de macrófita encontrada é realizada através de um sistema de notas que classificam o nível de infestação (PITELLI, 1998), onde: (i) nota 0 – ausência da espécie na área amostral; (ii) nota 1 – densidade muito baixa, com a ocupação menor que 25% da área amostral; (iii) nota 2 – densidade baixa, quando a espécie foi observada entre 25% e 50% da área amostral; (iv) nota 3 – densidade média, quando a espécie foi observada entre 50 e 75% da área amostral; e (v) nota 4 – densidade alta, quando a espécie foi observada em mais de 75% da área amostral.

A metodologia pelo método de parcelas será utilizada nas amostragens realizadas após o término do enchimento do reservatório e formação do lago.

As espécies foram identificadas em campo com o auxílio de bibliografia especializada e os indivíduos não identificados foram coletados e herborizados para posterior determinação taxonômica. As formas biológicas das espécies seguiram o adotado por Pott & Pott (2000).

As espécies flutuantes e as fixas com folhas flutuantes foram coletadas manualmente, sem o auxílio de equipamentos, enquanto que para a coleta de espécies submersas, foi utilizado ganchos (garatêia), metodologia empregada em todas as estações de amostragem com a tentativa de investigar a presença de espécies submersas.

Deve-se ressaltar que são classificadas como macrófitas aquáticas todas aquelas herbáceas submersas, bem como aquelas encontradas na zona ecotonal água-terra, além de espécies aderidas às rochas no leito e margens de rios associadas a corredeiras e cachoeiras.

#### Análise qualitativa

O levantamento de espécies da flora higrófitas na área de influência direta PCH Verde 4A no período de novembro de 2014 a agosto de 2017 foi realizado através de percurso de carro e por meio de percurso com barco ao longo do rio Verde e corpos d'água adjacentes presentes na área possibilitando o registro de espécies ao longo do curso do rio e em áreas do entorno, regiões que são consideradas, *locais-fonte* de diásporos e propágulos de espécies potencialmente invasoras com o intuito de

identificar a presença de espécies com potencial colonizador para o futuro reservatório (Tabela 1). Após o enchimento do reservatório da PCH Verde 4A, concluído em novembro de 2017, os pontos de amostragem foram realocados e mantidos apenas no reservatório, o monitoramento passou a ser realizado apenas por meio de barco percorrendo os pontos ao longo do reservatório (Tabela 2).

As plantas não identificadas em campo serão coletadas e herborizadas para futura determinação taxonômica das mesmas.

**Tabela 1.** Áreas amostrais e pontos de coleta de macrófitas aquáticas antes do enchimento do reservatório, com as respectivas localizações geográficas e características na PCH Verde 4A, Água Clara/MS, sendo: **A** = Alagados ou enseadas, **Br** = Brejos e campos úmidos, **C** = Corredeiras e **T** = Tributários.

| Área amostral | Ponto        | Coordenadas   |               | Características | Localização |
|---------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
| Montante      | 1            | 19°42'55.75"S | 53°27'42.98"O | C               | MD          |
|               | 2            | 19°42'56.42"S | 53°27'34.38"O | Br              | ME          |
|               | 3            | 19°43'1.82"S  | 53°27'36.60"O | Br              | MD          |
|               | 4            | 19°43'9.94"S  | 53°27'38.41"O | Br              | MD          |
|               | 5            | 19°43'23.23"S | 53°27'40.30"O | C               | ME          |
|               | 6            | 19°43'57.35"S | 53°27'27.04"O | Br              | MD          |
|               | 7            | 19°44'13.76"S | 53°27'6.55"O  | C               | MD          |
|               | 14           | 19°44'31.76"S | 53°27'3.52"O  | Re              | ME          |
|               | 15           | 19°44'33.61"S | 53°27'3.22"O  | Re              | ME          |
|               | 16           | 19°44'37.35"S | 53°27'2.04"O  | T               | ME          |
|               | 17           | 19°44'42.52"S | 53°27'0.38"O  | Br              | ME          |
|               | 18           | 19°44'50.51"S | 53°26'50.14"O | C               | ME          |
|               | 41           | 19°44'36.8"S  | 53°28'23.2"O  | Br              | MD          |
|               | Reservatório | 8             | 19°49'4.69"S  | 53°22'28.94"O   | T           |
| 9             |              | 19°49'44.87"S | 53°22'19.44"O | T               | ME          |
| 19            |              | 19°48'12.32"S | 53°23'55.34"O | C               | MD          |
| 20            |              | 19°46'19.23"S | 53°25'56.48"O | T               | ME          |
| 21            |              | 19°47'6.36"S  | 53°25'33.91"O | T               | MD          |
| 22            |              | 19°48'41.21"S | 53°23'34.47"O | C               | MD          |
| 23            |              | 19°49'10.19"S | 53°23'14.64"O | An              | ME          |
| 24            |              | 19°49'13.31"S | 53°23'12.34"O | Br              | ME          |
| 25            |              | 19°49'16.55"S | 53°23'9.46"O  | T               | ME          |
| 26            |              | 19°49'19.38"S | 53°23'12.01"O | C               | MD          |
| 27            |              | 19°49'50.50"S | 53°23'10.88"O | T               | MD          |
| 28            |              | 19°50'2.16"S  | 53°22'58.57"O | Br              | MD          |
| 29            |              | 19°50'58.34"S | 53°22'56.68"O | T               | MD          |
| 30            |              | 19°51'20.18"S | 53°22'37.61"O | Br              | ME          |
| 31            |              | 19°51'37.39"S | 53°22'20.02"O | T               | ME          |



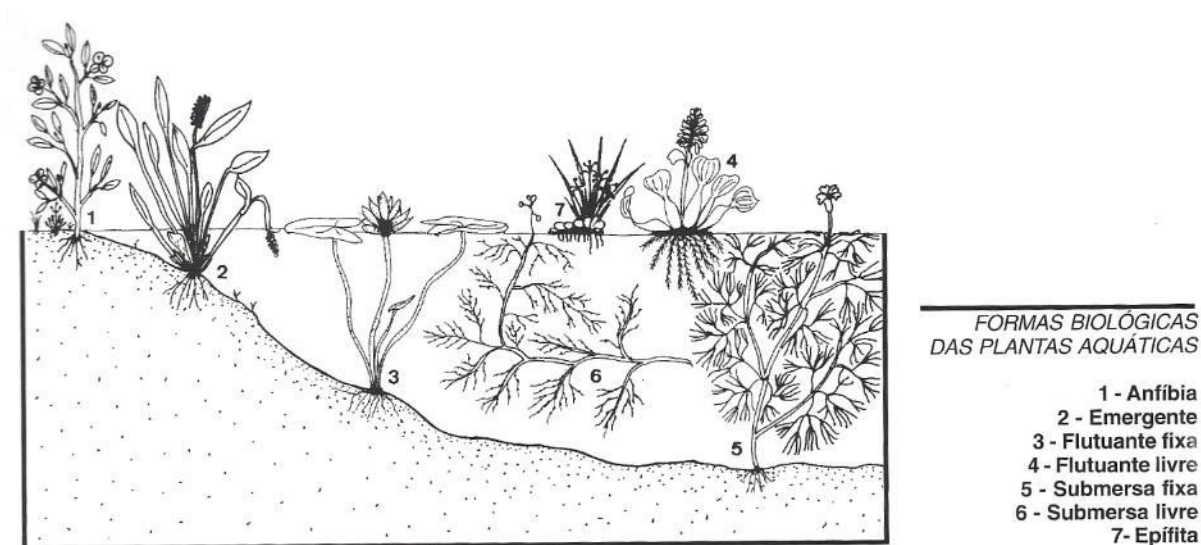
| Área amostral | Ponto        | Coordenadas                 | Características             | Localização |
|---------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
|               | 32           | 19°51'52.27"S 53°22'21.60"O | C                           | MD          |
|               | 33           | 19°52'9.13"S 53°22'17.87"O  | C                           | MD          |
|               | 34           | 19°45'54.7"S 53°26'10.2"O   | C                           | MD          |
|               | 35           | 19°47'12.96"S 53°24'41.40"O | Br                          | MD          |
|               | 36           | 19°47'5.71"S 53°25'36.64"O  | An                          | MD          |
|               | Reservatório | 37                          | 19°46'17.90"S 53°23'44.21"O | Br          |
| 38            |              | 19°46'06.2"S 53°27'20.3"O   | Br                          | MD          |
| 39            |              | 19°46'56.8"S 53°28'14.2"O   | Br                          | MD          |
| 40            |              | 19°49'56.2"S 53°21'09.8"O   | Br                          | ME          |
| 42            |              | 19°46'53.0"S 53°28'59.1"O   | Br                          | MD          |
| Jusante       | 10           | 19°52'34.54"S 53°22'3.26"O  | C                           | ME          |
|               | 11           | 19°52'38.98"S 53°22'0.86"O  | C                           | ME          |
|               | 12           | 19°52'41.96"S 53°21'59.14"O | C                           | MD          |
|               | 13           | 19°52'31.75"S 53°22'3.87"O  | C                           | MD          |
|               | 43           | 19°52'58.67"S 53°22'3.87"O  | An                          | ME          |

**Tabela 2.** Pontos de coleta de macrófitas aquáticas após o enchimento do reservatório, com as respectivas localizações geográficas e localização na PCH Verde 4A, Água Clara/MS, sendo MD=Margem direita e ME=Margem esquerda.

| Ponto | Coordenadas                 | Localização |
|-------|-----------------------------|-------------|
| 1     | 19°52'46.84"S 53°22'38.94"O | MD          |
| 2     | 19°52'8.37"S 53°22'36.35"O  | MD          |
| 3     | 19°51'22.92"S 53°22'50.86"O | MD          |
| 4     | 19°50'48.46"S 53°23'37.87"O | MD          |
| 5     | 19°50'3.29"S 53°23'18.57"O  | MD          |
| 6     | 19°49'35.38"S 53°23'25.99"O | MD          |
| 7     | 19°49'13.42"S 53°23'23.78"O | MD          |
| 8     | 19°47'13.60"S 53°25'41.50"O | MD          |
| 9     | 19°48'26.26"S 53°23'21.31"O | ME          |
| 10    | 19°49'10.51"S 53°22'58.10"O | ME          |
| 11    | 19°49'52.45"S 53°22'42.72"O | ME          |
| 12    | 19°50'54.45"S 53°22'34.01"O | ME          |
| 13    | 19°51'24.19"S 53°22'0.62"O  | ME          |

A lista das espécies seguiu a proposta de classificação das famílias reconhecidas pelo APG III (SOUZA & LORENZI, 2012) para as angiospermas, por Smith *et al.* (2006) para as Pteridófitas, e Buck & Goffinet (2000) para as Briófitas.

Para cada ponto de amostragem foi anotado o tipo de ambiente, sendo registradas as espécies aquáticas e observadas as respectivas formas biológicas (Figura 4).



**Figura 4.** Formas biológicas de espécies aquáticas proposta por Pott & Pott (2000).

Com base nas características ecológicas e referências bibliográficas, as espécies encontradas são classificadas quanto ao seu potencial invasor, onde: (1): Potencial de infestação baixo; (2): Potencial de infestação leve; (3): Potencial infestação média e (4): Potencial de infestação grave (LORENZI, 2008; POTT & POTT, 2000).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

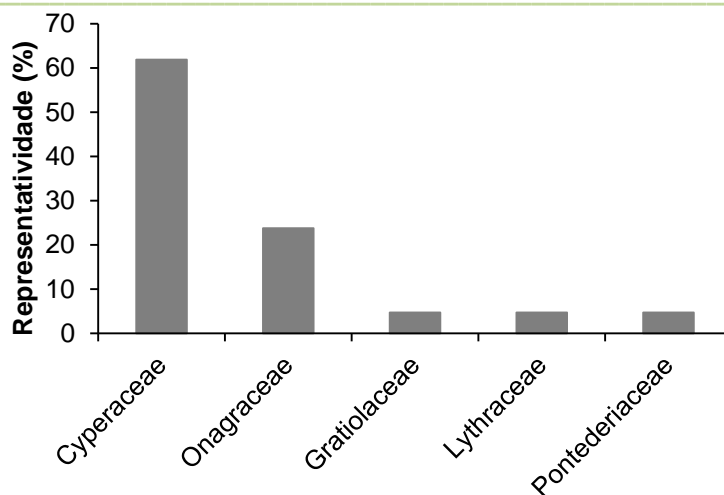
#### 3.1. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

No período correspondente a esta campanha, foi registrada a presença de 21 espécies de macrófitas no reservatório, distribuídas em cinco famílias e 10 gêneros. Com o acréscimo de quatro novas espécies registradas na área, totalizando 83 espécies, 29 famílias e 47 gêneros registrados na área de influência da PCH Verde 4A.

**Tabela 3.** Espécies registradas durante a campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. **Legenda:** **F.B** = Formas Biológicas **Em** = emergente, **An**=anfíbia; **Sf**=submersa-fixa; **Ff**=flutuante-fixa e **Ep**=epífita. Potencial de Infestação – **1**: ocorre apenas a presença; **2**: Potencial de infestação leve; **3**: Potencial infestação média e **4**: Potencial de infestação grave. Fevereiro de 2019. Em azul novos registros para a área.

| Família               | Espécie                       | F.B. | Potencial de Infestação |
|-----------------------|-------------------------------|------|-------------------------|
| <b>Cyperaceae</b>     | <i>Ascolepis brasiliensis</i> | Em   | 2                       |
|                       | <i>Bulbostylis capillaris</i> | Em   | 2                       |
|                       | <i>Cyperus esculentus</i>     | An   | 1                       |
|                       | <i>Cyperus iria</i>           | Em   | 1                       |
|                       | <i>Cyperus luzulae</i>        | Em   | 2                       |
|                       | <i>Cyperus odoratus</i>       | An   | 2                       |
|                       | <i>Cyperus sesquiflorus</i>   | Em   | 2                       |
|                       | <i>Cyperus surinamensis</i>   | An   | 1                       |
|                       | <i>Eleocharis minima</i>      | Sf   | 4                       |
|                       | <i>Eleocharis sellowiana</i>  | Em   | 2                       |
|                       | <i>Oxycaryum cubense</i>      | Ep   | 2                       |
|                       | <i>Pycneus decumbens</i>      | An   | 1                       |
|                       | <i>Pycneus lanceolatus</i>    | Em   | 2                       |
| <b>Gratiolaceae</b>   | <i>Bacopa salzmännii</i>      | Em   | 1                       |
| <b>Lythraceae</b>     | <i>Cuphea</i> sp.             | Em   | 1                       |
| <b>Onagraceae</b>     | <i>Ludwigia inclinata</i>     | Sf   | 3                       |
|                       | <i>Ludwigia leptocarpa</i>    | An   | 1                       |
|                       | <i>Ludwigia octovalvis</i>    | An   | 1                       |
|                       | <i>Ludwigia</i> sp.           | Em   | 1                       |
|                       | <i>Ludwigia tomentosa</i>     | An   | 1                       |
| <b>Pontederiaceae</b> | <i>Pontederia parviflora</i>  | Em   | 3                       |

A família Cyperaceae foi a mais representativa em número de espécies (62%; n=13), seguida de Onagraceae (23%, n=5) (Gráfico 1). A representatividade diz respeito à quantidade de espécies em cada família, e está expressa em porcentagem.



#### Famílias

**Gráfico 1.** Representatividade das famílias de macrófitas registradas na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

A presença de espécies da família Cyperaceae é considerada comum no Brasil. Essa família é frequentemente registrada em levantamentos realizados em reservatórios, sendo que suas espécies são frequentes em lagoas, brejos e campo alagáveis. Algumas espécies pertencentes a esta família são consideradas invasoras agressivas de culturas, como por exemplo, a tiririca (*Cyperus* spp.).

*Eleocharis* (Figura 5) é um dos gêneros pertencentes à família Cyperaceae de ampla distribuição nos ecossistemas aquáticos, pois pode ocorrer em brejos, cachoeiras, lagoas, lagos, margens de rios, pântanos, restingas e solos úmidos de locais abertos (GIL & BOVE, 2007; CAMARGO & FERRAGUT, 2014). As espécies desse gênero são de fácil propagação podendo se comportar como invasoras, como a *Eleocharis minima* que é estolonífera, produzindo mudas em suas ramificações, podendo também, ser colonizada por *Oxycaryum cubense*, formando baceiros (LEITE *et al.*, 2009).



**Figura 5.** *Eleocharis sellowiana* registrada na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

As espécies do gênero *Ludwigia* (Figura 6), da família Onagraceae, ocorrem por todo o Brasil, associadas principalmente a locais alagáveis e são invasoras frequentes em locais úmidos e pantanosos. Apesar da fácil propagação e alta frequência de ocorrência, essas espécies possuem potencial de infestação baixo e não oferecem risco a geração de energia (SOUZA & LORENZI, 2012; POTT & POTT, 2000).

A disponibilidade de luz e a profundidade são alguns dos fatores que influenciam no desenvolvimento das espécies higrófitas, de forma que em águas mais profundas as plantas enraizadas têm dificuldade para se desenvolverem devido à baixa luminosidade (CARRILLO *et al.*, 2006; BATISTA, 2011; BATISTA *et al.*, 2013).



**Figura 6.** Representantes do gênero *Ludwigia* registradas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

Em relação à frequência de ocorrência de espécies por pontos amostrais, as espécies *Eleocharis minima* e *Cyperus luzulae* (30% cada), foram as mais representativas, seguida da demais (Gráfico 2).

De acordo com Pott & Pott (2000), *Eleocharis minima* (Figura 7) aumenta sua população com a perturbação do ambiente natural, podendo diminuir com o avanço de plantas maiores. Essa espécie forma emaranhados submersos que, ao se soltarem dos locais onde estão fixados, podem chegar à barragem e causar danos às turbinas de uma hidrelétrica.



Figura 7. *Eleocharis minima* registrada na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

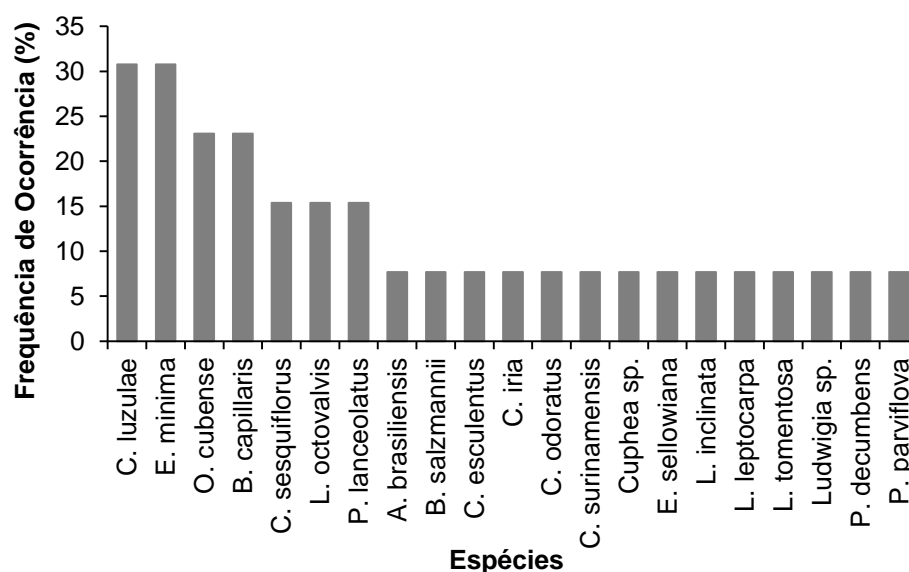
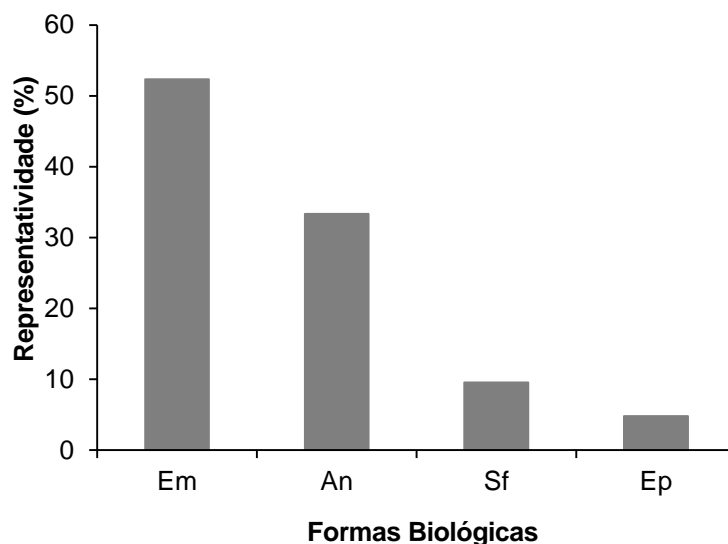


Gráfico 2. Frequência de ocorrência das espécies registradas na campanha de monitoramento de macrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

Em relação às formas biológicas (F.B.), 53% foram de espécies Emergentes (Em), seguidas das Anfíbias (An) (33%), Submersas-fixas (Sf) (9,5%) e Epífitas (Ep) (4,5%) (Gráfico 3).

Para a forma biológica emergente as espécies da família Cyperaceae e Gratiolaceae foram as mais representativas, para a forma biológica anfíbia as principais representantes foram as famílias Cyperaceae e Onagraceae. Para a forma submersa-fixa as representantes foram as espécies *Eleocharis minima* (Cyperaceae) e *Ludwigia inclinata* (Onagraceae), e para a forma Epífita a única representante foi a espécie *Oxycaryum cubense* (Cyperaceae).



**Gráfico 3.** Representatividade das formas biológicas encontradas nos habitats amostrados na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Em= emergente, An= anfíbia, Sf= submersa-fixa, Ff= flutuante-fixa. Fevereiro de 2019.

Gratiolaceae é uma família com distribuição cosmopolita com aproximadamente 20 gêneros e 250 espécies, sendo nativos do Brasil 12 gêneros e cerca de 100 espécies (SOUZA & LORENZI, 2012). As espécies dessa família são mais comuns em áreas abertas e em campos úmidos.

Tradicionalmente reconhecido em Schrophulariaceae, o gênero *Bacopa* foi transferido para Plantaginaceae (SOUZA & SOUZA, 1997; SOUZA & LORENZI, 2008; SOUZA & GIULIETTI, 2009; SOUZA, 2012). Em recentes trabalhos de filogenia foi reconhecida a família Gratiolaceae, com aproximadamente 20 gêneros, incluindo o gênero *Bacopa* (RAHMANZADEH, 2005; SOUZA & LORENZI, 2012). O gênero *Bacopa* (Figura 8)

inclui aproximadamente 50 espécies, de ampla distribuição concentrando- -se na região neotropical, principalmente América do Sul e algumas espécies na África Tropical (SOUZA & GIULIETTI, 2009). No Brasil ocorrem 27 espécies das quais sete são endêmicas (SOUZA, 2012). O gênero é composto por espécies herbáceas, geralmente aquáticas, de flores vistosas, com valor ornamental (SOUZA & GUILHERME, 2012).



**Figura 8.** *Bacopa salzmannii* registrada na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

As plantas daninhas aquáticas flutuantes são as que causam os maiores problemas em escala mundial. Normalmente as espécies flutuantes apresentam rápida capacidade de multiplicação vegetativa, independência das estruturas sexuais de reprodução, grande área de tecido fotossintético em proporção ao comprimento da planta, capacidade rápida de ocupar locais disponíveis onde incida luz, além da independência do substrato (IBAMA,1998).

Os principais pontos que apresentam acúmulo de macrófitas são áreas de deságue de tributários. Estas áreas geralmente apresentam aporte de sedimentos e nutrientes e menor velocidade da água. O padrão de flutuação dos níveis de água; a velocidade da água, menor nestes ambientes; e a sedimentação, mais acentuada nos reservatórios, resultam em maior penetração de luz e perda de nutrientes da coluna de água, fatores já conhecidos que favorecem a proliferação das macrófitas (THOMAZ, 2012)



A localização do reservatório também pode influenciar a colonização por macrófitas pois bacias hidrográficas impactadas pelo desmatamento e pela atividade agrícola contribui com o processo de assoreamento, que reduz a profundidade fazendo com que extensos bancos de macrófitas possam se desenvolver nesses ecossistemas (THOMAZ, 2002).

Dos locais monitorados, os pontos que apresentam pouca profundidade, baixa velocidade da água e presença de vegetação remanescente (Gráfico 1), são propícios a um maior acúmulo de macrófitas, porém nesta campanha nenhum dos pontos amostrados apresentou alta densidade de macrófitas, devido a maior parte das espécies registradas serem emergentes, sua colonização ocorre mais próxima as margens.



**Figura 9.** Área apresentando vegetação remanescente na campanha de monitoramento de espécies higrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

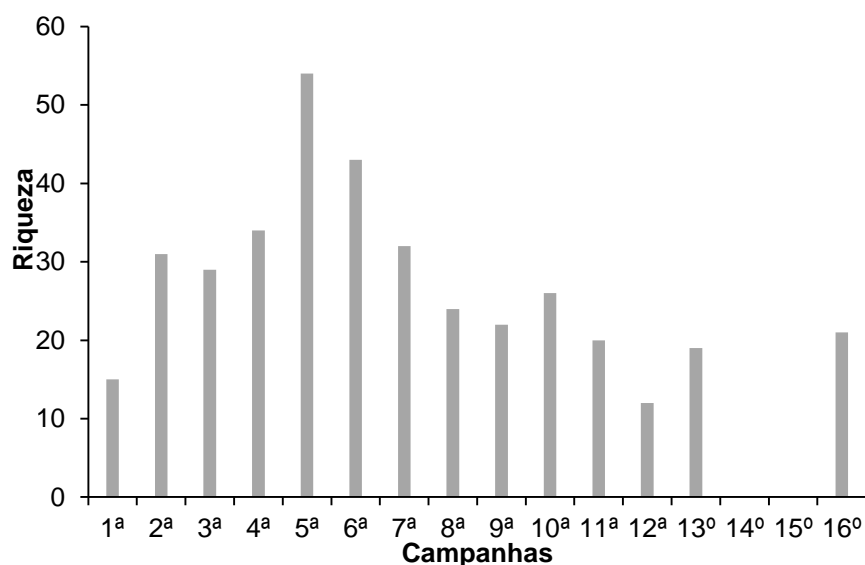
Destaca-se a importância da manutenção periódica dos *log-booms* (Figura 10) para a prevenção de danos à geração de energia, fazendo com que cumpram sua função de interceptar os troncos e galhos, baceiros e plantas flutuantes evitando que se desloquem e obstruam a tomada d'água.



**Figura 10.** *Log-boom* da PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

### 3.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Os valores de riqueza registrados variaram ao longo das campanhas de monitoramento do empreendimento (Gráfico 4). Durante o monitoramento iniciado em 2014 até esta última campanha em fevereiro de 2019 foram registradas 83 espécies. Os maiores valores foram registrados durante a quinta campanha (novembro de 2015). Na campanha atual foram registradas 21 espécies, estão sendo registradas as primeiras colonizações após o enchimento do reservatório.

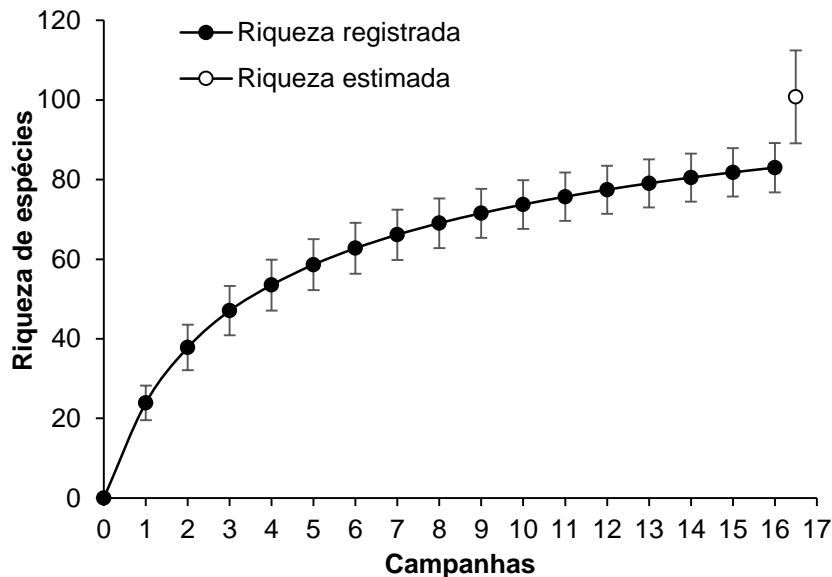


**Gráfico 4.** Riqueza de espécies registradas durante as campanhas de monitoramento da macrófitas na PCH Verde 4A, Água Clara/MS. Fevereiro de 2019.

### 3.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha houve acréscimo de quatro novos registros, totalizando 83 espécies de plantas higrófitas registradas até o momento para o monitoramento da PCH Verde 4A. A curva do coletor calculada pelo método de rarefação (Gráfico 5) mostra que a riqueza de espécies registrada foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife*. Dessa forma, ainda é provável que ocorra um incremento da riqueza para o local, pois a diversidade de plantas aquáticas está associada à diversidade de habitats, à ampla distribuição neotropical de espécies e aos pulsos de inundação, que pode ter efeito sazonal em corpos d'água marginais a rios, que estão sujeitos a influxos hidrológicos variáveis em intensidade e frequência, dependendo da sua localização e de seu grau de associação com esses cursos d'água (JUNK *et al.*,

1989; WANTZEN *et al.*, 2005), portanto é esperado que novos registros de espécies deste grupo ainda ocorram ao longo deste monitoramento.



**Gráfico 5.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de Mao Tao e riqueza estimada pelo método de Jackknife 1. As barras representam o intervalo de confiança de 95%. Novembro de 2014 a Fevereiro de 2019.

---

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Através dos dados obtidos em campo e de dados disponíveis para a área, nota-se uma comunidade de macrófitas aquáticas rica em espécies. São encontradas espécies potencialmente invasoras e que certamente irão compor a flora do reservatório da PCH Verde 4A, dessa forma, é necessária atenção especial para essas espécies.

Foram encontradas pela empresa FIBRAcon, um total de 83 espécies da flora associadas ao ambiente aquático, sendo que até o momento, as espécies que merecem atenção na área de influência da PCH Verde 4A são: *Eleocharis minima*, *E. acutangula*, *E. geniculata*, *E. interstincta*, *Eichhornia diversifolia*, *Sagittaria rhombifolia*, *S. guayanensis* e *Oxycaryum cubense*, espécies consideradas altamente infestantes e potencialmente danosas à geração de energia.

Contudo, não se pode descartar de forma definitiva a possibilidade de ocorrência de uma colonização futura do reservatório por macrófitas, sobretudo em função de possíveis mudanças ambientais provocadas por alteração do uso do solo na bacia. Essas mudanças podem implicar em um maior aporte de nutrientes para o futuro reservatório e sua eutrofização progressiva. Além disso, a existência de grande número de açudes nas drenagens contribuintes, que podem funcionar como banco de espécie, disseminador de propágulos vegetativos, sementes de espécies invasoras podem favorecer a colonização. Por fim, o desenvolvimento crescente de atividades de pesca de lazer nos reservatórios, também poderá aumentar o risco de introdução de espécies invasoras de macrófitas aquáticas.

A colonização inicial de reservatórios depende de fontes de propágulos, que, através de mecanismos de dispersão (aves aquáticas, peixes, tributários e embarcações) alcançam os novos ambientes formados. Enquanto que o sucesso da colonização depende de uma variedade de fatores ecológicos, dentre eles os fatores físicos e químicos como a estrutura e composição química do sedimento, à estrutura dos habitats, padrão de flutuação dos níveis de água (ESTEVEZ & CAMARGO, 1986; FRENCH & CHAMBERS, 1996; THOMAZ, 2002), composição química da água (FEIJOÓ *et al.*, 1996; BINI *et al.*, 1999), velocidade da água (CARR *et al.*, 1997), declividade da margem (DUARTE & KALFF, 1986; BINI, 2001) e exposição ao vento e sedimentação (SOUZA, 2000; THOMAZ, 2002). Outros fatores que interferem no sucesso da colonização são as interações específicas, como a competição e herbivoria (JANES *et al.*, 1996; HOOTSMANS, 1998; SARBU & CRISTOFOR, 1998; CAMARGO & FLORENTINO, 2000).

---

As explosões populacionais que ocorrem logo após a formação de reservatórios acontecem geralmente em locais associados com os pulsos iniciais de nutrientes decorrentes da formação desses sistemas.

Além da área ocupada, é importante também o monitoramento da localização dos baceiros e bancos de macrófitas que se formam no reservatório de forma a monitorar o deslocamento que pode ocorrer em direção a tomada d'água.

Um fator importante na prevenção de danos à geração de energia é a manutenção periódica dos *log-booms*, necessária para que cumpram sua função de interceptar os troncos e galhos, baceiros e plantas flutuantes evitando que se desloquem e obstruam a tomada d'água.

Os reservatórios têm sido os ecossistemas mais afetados pelo desenvolvimento maciço de macrófitas portanto a continuidade do monitoramento ao longo de diferentes épocas do ano e contemplando diferentes ambientes propícios ao desenvolvimento de macrófitas aumentará a riqueza registrada e também poderá gerar conhecimento para proposição de possíveis ações de manejo, principalmente de espécies que representem potenciais danos à geração de energia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, L.F.A. 2011. Modelagem espaço-temporal da colonização de macrófitas submersas no Reservatório de Taquaruçu. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, Presidente Prudente, SP.
- BATISTA, L.F.A.; IMAI, N.N.; ROTTA, L.H.S. & WATANABE, F.S.Y. 2013. Análise de correlação espacial de variáveis relacionadas à colonização de macrófitas submersas. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE.
- BINI, L. M. 2001. Dinâmica populacional de *Egeria najas* Planchon (Hydrocharitaceae): sobrevivência de uma espécie submersa em um ambiente subtropical com elevada turbidez (reservatório de Itaipu Binacional, Brasil Paraguai). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. 134 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá.
- BINI, L. M. *et al.* 1999. Aquatic macrophyte distribution in relation to water and sediment conditions in the Itaipu Reservoir, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 415, p. 147-154.
- BRAGA, J.D. SAMPAIO, E.V.S.B., PEREIRA, S.M.B., LEÇA, E.E. & TEXEIRA M.G. 1999. Programa de controle de macrófitas aquáticas no Complexo Hidroelétrico de Paulo Afonso e na UHE Itaparica. In: SNPTEE – Seminário Nacional de Produção e Transmissão e Energia Elétrica. Foz do Iguaçu,. Seminário... Foz do Iguaçu: GIA/15, 1999. p. 1-4.
- BUCK, W.R. & GOFFINET, B. 2000. Morphology and classification of mosses. In: *Bryophyte Biology*. Shaw, A. J. & Goffin B. (eds.). Cambridge University Press.
- CAMARGO, A. F. M.; FLORENTINO, E. R. 2000. Population dynamics and net primary production of the aquatic macrophyte *Nymphaea rudgeana* C. F. Mey in a lotic environment of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). *R. Bras. Biol.*, v. 60, n. 1, p. 83-92.
- CAMARGO, V.M. & FERRAGUT, C. 2014. Estrutura da comunidade de algas perifíticas em *Eleocharis acutangula* (Roxb.) Schult (Cyperaceae) em reservatório tropical raso, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea* 41(1): 31-40.
- CARR, G. M.; DUTHIE, H. C.; TAYLOR, W. D. 1997. Models of aquatic plant productivity: a review of the factors that influence growth. *Aquatic. Bot.*, v. 59, p. 195-215.
- CARRILLO, Y.; GUARIN, A. & GUILLOT, G. 2006. Biomass distribution, growth and decay of *Egeria densa* in a tropical high-mountain reservoir (NEUSA, Colombia). *Aquatic Botany*, v. 85, p. 7–15, 2006.

CARVALHO, FT., GALO, M.L.B.T., VELINI, E.D. & MARTINS, D. 2003. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de barra bonita, no Rio Tietê. *Planta Daninha*, vol. 21, p. 5-19.

CAVENAGHI, A.L., VELINI, E.D., GALO, M.L.B.T., CARVALHO, F.T., NEGRISOLI, E., TRINDADE, M.L.B. & SIMIONATO, J.L.A. 2003. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da bacia do Rio Tietê. *Plantas Daninhas*, Viçosa, 21: 43-52.

COOK, C.D.K. 1974. *Water plants of the world*. The Hague, W. Junk.

DUARTE, C. M.; KALFF, J. 1986. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. *Limnol. Oceanogr.*, v. 31, p. 1072-1080.

ESTEVES, F. A.; CAMARGO, A. F. M. 1986. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnol. Bras.*, v. 1, p. 273-298.

ESTEVES, F.A. 1998. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 602p.

FEIJOÓ, S. C. *et al.* 1996. Factors influencing biomass and nutrient content of the submersed macrophyte *Egeria densa* Planch., in a pampasic stream. *Hydrobiologia*, v. 341, p. 21-26.

FRENCH, T. D.; CHAMBERS, P. A. 1996. Habitat partitioning in riverine macrophyte communities. *Fresh. Biol.*, v. 36, p. 509-520.

GIL, A.S.B. & BOVE, C.P. 2007. *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* 7: 1-31.

HOOTSMANS, M. J. M. 1998. Modelling *Potamogeton pectinatus* for better or for worse. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 1988, Lisbon. Proceedings... Lisbon: APRH, p.75-78.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. 1998. In: Workshop Controle De Plantas Aquáticas, 1988, Brasília. Resumos... Brasília: IBAMA. p. 1-3.

JANES, R. A.; EATON, J. W.; HARDWICK, K. 1996. The effects of floating mats of *Azolla filiculoides* Lam. And *Lemna minuta* Kunth on the growth of submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, v. 340, p. 23-26.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. 1989. The Flood Pulse concept in River-Floodplain- Systems. *Canadian Special Publications for fisheries and aquatic Sciences* 106: 110-127.

LEHN, C.R.; BUENO, M.L.; KUFNER, D.C.L.; SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; DAMASCENO-JUNIOR, G.A. 2011. *Fitossociologia de Macrófitas Aquáticas*



associadas ao Rio Miranda, Pantanal, MS, Brasil. Revista de Biologia Neotropical 8(2): 23-31.

LEITE, K.R.B.; FRANÇA, F. & SCATENA, V.L. 2009. Anatomia de espécies anfíbias de Cyperaceae de lagoas do semi-árido, BA, Brasil. Acta Bot. Bras. 23(3): 786-796.

LORENZI, H. 2008. Plantas daninhas do Brasil: terrestre, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 4ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum.

MARCONDES, D.A.S.; MUSTAFÁ, A.L.; TANAKA, R.H. 2003. Estudos para manejo integrado de plantas aquáticas no reservatório de Jupiá. In: THOMAZ, M. S.; BINI, M. L. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: EDUEM, 2003. v. 1. p. 299-318.

MUNHOZ, C.B.; FELFILI, J.M. 2006. Composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo em uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. Acta Botanica Brasilica 20: 671-685.

PEDRALLI, G. 1990. Macrófitas aquáticas: técnicas e métodos de estudos. Estudos de Biologia, n. 26, p. 5 - 24.

PITELLI, R.A. 1998. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. IN: Workshop Controle de Plantas Aquáticas, 1998, IBAMA/Brasília – Resumos: 36-38.

POTT, V.J & POTT, A. 2000. Plantas Aquáticas do Pantanal. EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Corumbá-MS. 404p.

RAHMANZADEH, R. 2005. The Linderniaceae and Gratiolaceae are further lineages distinct from the Schrophulariaceae (Lamiales). Plant Biology 7(1):67-78.

SARBU, A.; CRISTOFOR, S. 1998. High competitive submerged macrophytes in the lower Danube floodplain and desta. In: MONTEIRO, A.; VASCONCELOS, T.; CATARINO, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 10, 1998, Proceedings... Lisbon: APRH. p.119-122.

SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. 2006. A classification for extant ferns. Taxon 55 (3): 705-731.

SOUZA, D. 2000. Padrões de diversidade alfa e beta de macrófitas aquáticas em diferentes escalas espaciais no reservatório de Itaipu. Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 37 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Maringá.

SOUZA, L. F. D., & GUILHERME, F. A. G. 2012. Nova ocorrência para a flora do estado de Goiás: *Bacopa scabra* (Benth.) Descole & Borsini var. *scabra* (Gratiolaceae).

SOUZA, V., & LORENZI, H. 2008. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II.

SOUZA, V.C & J.P. SOUZA. 1997. Flora dos estados de Goiás e Tocantins, vol. 22: Scrophulariaceae. Editora UFG, Goiânia, 83 p.

SOUZA, V.C. & A.M. GIULIETTI, 2009. Levantamento das espécies de Scrophulariaceae *sensu lato* nativas do Brasil. Pesquisas, Botânica 60:7-288.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2012. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3ª Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

SOUZA, V.C. 2012. Plantaginaceae *in* Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

THOMAZ, S.M. 2002. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. Planta Daninha, Viçosa MG, 20: 21-23.

THOMAZ, S.M. 2002. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. Planta Daninha, Viçosa MG, 20: 21-23.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.

WANTZEN, K.M.; DRAGO, E. & SILVA, C.J.S. 2005. Aquatic habitats of Upper Paraguai Riverfloodplain- system and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecohydrology & Hydrobiology* 6(2):107-126.

WETZEL, R.G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. San Diego, Academic Press. 1006p.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## 6. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do subprograma de monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo II** – Cronograma de execução dos programas de acompanhamento e monitoramento da fauna terrestre, ictiofauna e macrófitas, com as campanhas de campo realizadas até o momento e as campanhas previstas, para a PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

15/9/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                     |   |                                     |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |                                     |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2014/06763</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO   |                                     | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 085.222.128-21   | 5.E-mail: jmlongo2@gmail.com        |   | 6.Tel: (67)3387-3232                |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                     | 8.Compl.: SALA 9  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE             | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional: 412   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |                                     |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.: SALA 9   |                                     | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 19.Cidade: CAMPO GRANDE             |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;   |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO E FLORA HIGRÓFITA - MONITORAMENTO DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.   |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                     |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MONITORAMENTO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DE ESPÉCIES HIGRÓFITAS DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES LOCAIS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00  | 33.Total de horas: 600              | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:                         |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |                                     |
| Data: 15/9/2014   |                                     | Data: 15/09/2014  |                                     |
| Assinatura do Profissional<br><br><b>José Milton Longo</b><br>CRBio 23264/01-D   |                                     | Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Carlos Chaves dos Santos |                                     |
| <br>CRBio-01   |                                     |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                     |   |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1883.5063.3849.2636**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<http://portal.crbio01.gov.br:8080/scripts/art.dll/login>

1/5

15/9/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                      |   |                                     |
|---|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |                                      |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                      |   | 1-ART Nº:<br><b>2014/06762</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                      |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS   |                                      | 3.Registro no CRBio: 018769/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 294.004.141-53   | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br |   | 6.Tel: (67)2109-7065                |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                      | 8.Compl.: SALA 9  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE              | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                      |   |                                     |
| 13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                      |   |                                     |
| 14.Registro Profissional: 412   |                                      | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |                                     |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                      |   |                                     |
| 17.Compl.: SALA 9   |                                      | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 19.Cidade: CAMPO GRANDE             |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                    | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                      |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;   |                                      |   |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO E MASTOFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.   |                                      |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                      |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                      | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;  |                                      | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DO MONITORAMENTO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE A FAUNA LOCAL. |                                      |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00  | 33.Total de horas: 600               | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:                         |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                      |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                      |   |                                     |
| Data: 15/09/2014  |                                      | Data: 15/09/2014  |                                     |
| Assinatura do Profissional<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Carlos Chaves dos Santos   |                                      | Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Milton Longo |                                     |
| <br>CRBio-01   |                                      |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                                      | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                      |   |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional           | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 8346.1527.9998.9726**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

## ANEXO II

| PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DA FAUNA, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
|--|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|
| ATIVIDADES   | 2014 |     | 2015 |     |     |     |     |     |     | 2016 |     |     |     |     |     |     | 2017 |     |     |     |     |     |     | 2018 |     |     |     |     | 2019 |     |     |     | 2020 |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
|  | Nov  | Dez | Fev  | Mar | Mai | Jun | Ago | Set | Nov | Jan  | Fev | Mar | Mai | Jun | Ago | Set | Nov  | Dez | Jan | Fev | Mar | Mai | Jun | Ago  | Set | Nov | Fev | Mar | Ago  | Set | Out | Fev | Mar  | Ago | Set | Fev | Mar | Ago | Set |  |  |  |  |  |
| <b>FAUNA TERRESTRE</b>   |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas Realizadas   | X    |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Emissão de Relatório   |      | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |      | X   |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| <b>ICTIOFAUNA</b>  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas Realizadas   |      |     |      |     |     |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Emissão de Relatório   |      |     |      |     |     |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| <b>MACRÓFITAS</b>  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas Realizadas   | X    |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Emissão de Relatório   |      | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |      | X   |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |



MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA  
PCH VERDE 4A

RELATÓRIO TÉCNICO



ÁGUA CLARA - MS  
Fevereiro de 2019  
16ª Campanha

---

## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: Al. Dr. Carlos de Carvalho, 555, 21º andar, Bairro Centro

Município: Curitiba/PR – CEP: 80.430-180

Telefone para contato: (41) 3321-7100

### DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador)

CRBio: 23.264/01-D

Fábio Ricardo da Rosa (Ictiofauna)

CRBio: 40.701/01-D

### BIÓLOGA ASSISTENTE

Daniele Louise Cesquin Campos

CRBio: 100.877/01-D

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução .....  | 4  |
| 2. Metodologia.....  | 4  |
| 2.1. Descrição dos Pontos de Amostragem .....                    | 4  |
| 2.2. Coleta de dados.....  | 6  |
| 2.3. Análise de dados .....                                      | 7  |
| 3. Resultados e Discussão.....                                   | 8  |
| 3.1. Riqueza de espécies, abundância e diversidade .....         | 8  |
| 3.2. Captura por unidade de esforço das estações amostrais ..... | 14 |
| 3.3. Estádios de maturação gonadal registrados .....             | 17 |
| 3.4. Espécies ameaçadas, migradoras e invasoras.....             | 17 |
| 4. Considerações e Recomendações .....                           | 18 |
| 5. Referências Bibliográficas.....                               | 19 |
| 6. Anexos .....  | 21 |
| ANEXO I .....  | 22 |
| ANEXO II .....   | 25 |
| ANEXO III .....  | 27 |

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Paraná tem a ictiofauna mais conhecida dentre as grandes bacias hidrográficas brasileiras (LANGGANI *et al.*, 2007), mas é também a mais influenciada por represamentos no Brasil (AGOSTINHO *et al.*, 2008). Empreendimentos hidrelétricos são apontados como uma das causas de impactos ambientais ou mesmo de extinção de espécies de peixes (LIMA, 2004; AGOSTINHO *et al.*, 2008). Há avanços nas pesquisas sobre o tema no Brasil (SANTOS *et al.*, 2004), mas também fortes críticas à efetividade das medidas mitigadoras de impactos (AGOSTINHO & GOMES, 2005).

Esse é o contexto em que é realizado o monitoramento da ictiofauna na área da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Verde 4A, o qual busca reunir dados sobre diversidade e abundância de peixes na área desde a fase de instalação, de modo a fornecer parâmetros para a gestão de recursos até a fase de operação do empreendimento.

Este documento tem como objetivos apresentar métodos, resultados e discussões sobre a décima sexta campanha de monitoramento e décima primeira campanha realizada pela empresa Fibracon, em fevereiro de 2019, além de comparações ao obtido anteriormente no monitoramento.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Descrição dos Pontos de Amostragem

O monitoramento é realizado em três estações de amostragens, trechos do rio Verde a montante do empreendimento, na projeção de seu reservatório e a jusante. As estações são trechos de cerca de um quilômetro onde foram realizadas as amostragens com tarrafas e instaladas redes de espera.

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas centrais das estações de amostragem no monitoramento da ictiofauna na área da PCH Verde 4A.

| Local        | Coordenadas geodésicas | Coordenadas UTM        |
|--------------|------------------------|------------------------|
| Montante     | 19°44'31"S 53°27'05"O  | 22K 243096mE 7815217mS |
| Reservatório | 19°50'24"S 53°23'04"O  | 22K 250256mE 7804470mS |
| Jusante      | 19°53'00"S 53°21'34"O  | 22K 252953mE 7799697mS |

**Montante:** O trecho selecionado está localizado próximo à ponte de uma estrada vicinal, apresenta praias em ambas as margens (Figura 1), com canais laterais nas várzeas. O rio apresenta correnteza moderada e é relativamente profundo nesse trecho. A vegetação ripária está relativamente bem conservada.



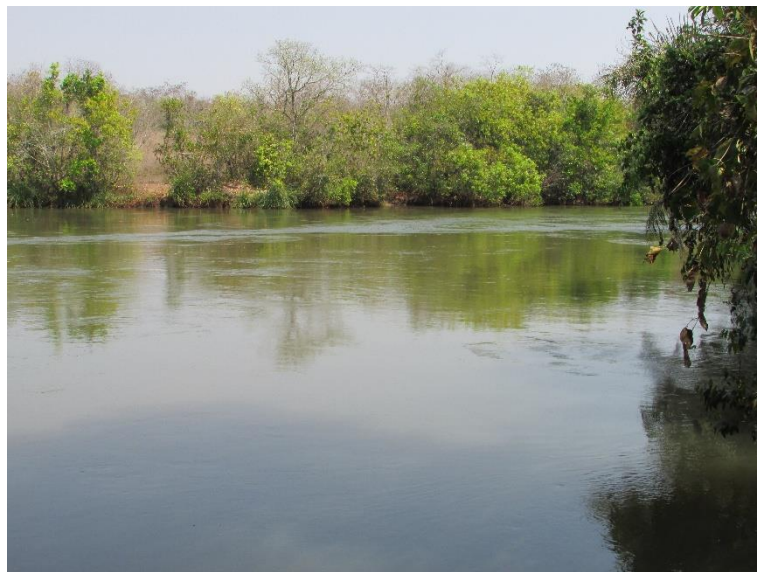
**Figura 1.** Trecho do rio Verde estudado em fevereiro de 2019 no monitoramento de ictiofauna a montante da PCH Verde 4A no Rio Verde.

**Reservatório:** O trecho selecionado está localizado no trecho mediano do reservatório da PCH Verde 4A (Figura 2).



**Figura 2.** Instalação de redes de espera no reservatório da PCH Verde 4A em fevereiro de 2019.

**Jusante:** O trecho selecionado vai desde o barramento da PCH Verde 4A até dois quilômetros a jusante. A porção mais a jusante, relativamente profunda, com formação de praias e correnteza moderada (Figura 3) foi selecionada para uso de redes de espera e redes de arrasto, enquanto que amostras com tarrafas foram concentradas em porções com maior correnteza e menor profundidade da estação de amostragens.



**Figura 3.** Trecho a jusante do barramento na campanha de setembro de 2018 no monitoramento da ictiofauna na PCH Verde 4A.

## 2.2. Coleta de dados

Em todas as estações de amostragens foram instaladas baterias de nove redes de espera com malhas 15 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm, 80 mm, 100 mm, 120 mm entre nós opostos, totalizando 90 metros de redes. As redes foram armadas ao entardecer (18 h) e retiradas pela manhã (6 h).

Além das redes de espera, foram realizados lances de tarrafas e redes de arrasto em cada um dos pontos de amostragem. Cinquenta lances de tarrafa (diâmetro de 2,5 m, malha de 25 mm entrenós) foram realizados em cada estação, para complementar a amostragem em locais com maior correnteza, bancos de areia e próximo a galhos caídos à água.

Três lances de redes de arrasto (6 metros de comprimento, 1,5 m de altura, malha de 3 mm) foram realizados em cada estação, na zona litorânea do rio, para amostrar

a ictiofauna de pequeno porte. Todos os peixes capturados nesta campanha foram identificados, contados e libertados no ambiente de origem.

A identificação dos peixes foi realizada com auxílio de chave e catálogo de Graça & Pavanelli (2007).

Apenas exemplares de peixes mortos ou muito feridos pelos petrechos de coleta serão eviscerados, fixados em formalina 8%, mantidos em álcool 70% e eventualmente depositados na Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

### 2.3. Análise de dados

Para cada campanha são calculados o índice de diversidade de *Shannon* (SHANNON, 1948) e índice de Equidade de Pielou. O índice de *Shannon* foi calculado segundo a fórmula:

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i$$

onde  $p_i = n_i/N$ , sendo  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  e  $N$  = número total de indivíduos da amostra, ou seja, proporção relativa de cada espécie pelo total de indivíduos da amostra.

A equidade de *Pielou* para a amostra foi calculada pela fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

onde  $H'$  é o índice de *Shannon* e  $\ln S$  é o logaritmo natural do número de espécies registradas (MAGURRAN, 1988).

Para a apresentação do sucesso de captura por unidade de esforço amostral (CPUE) com redes de espera foi utilizada a unidade indivíduos por 1000 metros quadrados de redes por 24 horas:

$$CPUE = ind / (1000 m^2 \times 24 h)$$

Foram consideradas espécies reofílicas aquelas citadas por Agostinho *et al.* (2003) e consideradas ameaçadas as constantes na lista do MMA (2014) e IUCN (2014).

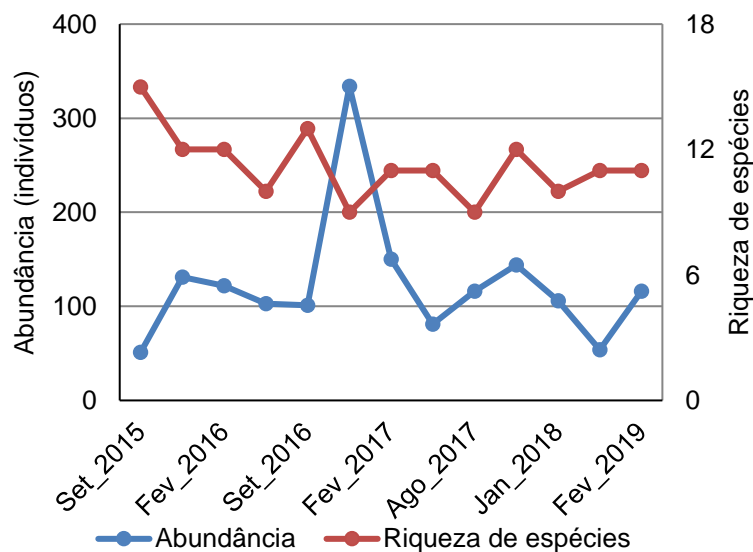
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Riqueza de espécies, abundância e diversidade

Durante a campanha realizada em fevereiro de 2019 registramos abundância de 116 indivíduos e riqueza taxonômica de 11 espécies, pertencentes a seis famílias de peixes (Tabela 2). Tanto abundância quanto a riqueza de espécies são intermediárias em comparação ao registrado anteriormente (Gráfico 1).

Nesta campanha ocorreu o primeiro registro de *Pimelodus argenteus* (Figura 4), uma espécie de mandi, elevando para 52 número de morfo-espécies de peixes no trecho estudado do rio Verde, considerando os registros das campanhas da fase atual do monitoramento (Tabela 2Tabela 2), a campanha de fevereiro de 2015 (Tabela 3Figura 3Tabela 3) realizada por Silimon Jr. *et al.*/Vectorman, (2015) e os registros do resgate de ictiofauna na instalação da ensecaadeira em junho de 2016 (Tabela 4Figura 3Tabela 3).

A ordem taxonômica mais representativa nesta campanha e no decorrer do monitoramento é Characiformes (conhecidos como “peixes de escamas”, Figura 5). Esse padrão coincide com o esperado para a ictiofauna neotropical (LOWE-MCCONELL, 1999), onde a ordem Characiformes apresenta maior abundância e riqueza de espécies, a seguir os Siluriformes (bagres e cascudos, Figura 4) e Perciformes (corvinas, tucunarés e carás) e outras ordens menores como Gymnotiformes (tuviras).





**Gráfico 1.** Evolução dos parâmetros riqueza de espécies e abundância de peixes no monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4A.



**Figura 4.** Exemplar de *Pimelodus argenteus* (mandi) registrado em fevereiro de 2019 com uso de redes de espera a montante da PCH Verde 4A.

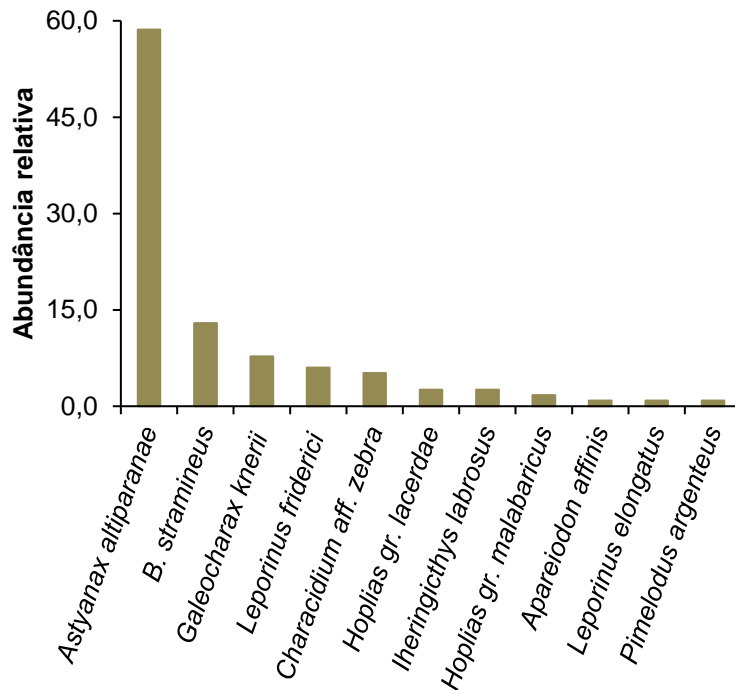


**Figura 5.** Exemplar de *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas) registrado em fevereiro de 2019 com uso de redes de espera a montante da PCH Verde 4A.

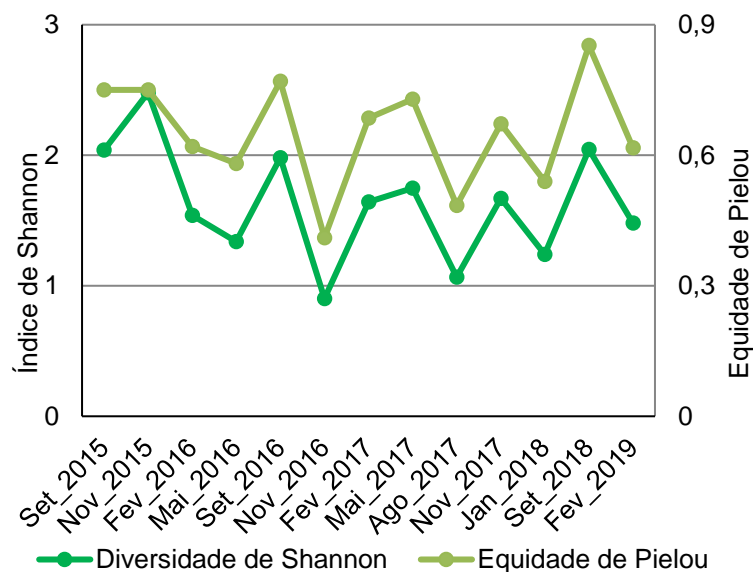
Nesta campanha *Astyanax altiparanae* (lambari, Figura 4) foi novamente dominante (Gráfico 2), e foi mais abundante ou dominante nas campanhas mais recentes. Outras espécies foram mais abundantes em fases anteriores do monitoramento, a saber

*Bryconamericus stramineus*, *Piabina argentea*, *Odontostilbe* sp., *Roeboides paranensis*, *Leporinus friderici* (Figura 4) e *Leporinus elongatus* (Tabela 2).

Apesar da dominância de *Astyanax altiparanae*, houve valor equidade de 0,62, intermediário dentre as campanhas realizadas (Gráfico 3). O índice de diversidade de Shannon de 1,48, também intermediário em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 3; Tabela 5).



**Gráfico 2.** Ranking de abundâncias das espécies registradas na campanha de fevereiro de 2019 do monitoramento de Ictiofauna da PCH Verde 4A.



---

**Gráfico 3.** Evolução dos parâmetros diversidade de Shannon e equidade de Pielou no monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4A.

**Tabela 2.** Espécies de peixes registradas e valores de abundância nas campanhas de monitoramento da ictiofauna na área da PCH Verde 4A.

| Táxons   | set/15   |              |         | nov/15             |          |              | fev/16  |                    |          | mai/16       |         |                    | ago/16   |              |         | nov/16             |          |              | fev/17  |                    |          | mai/17       |         |                    | ago/17   |              |         | nov/17             |          |              | fev/18  |                    |          | set/18       |         |                    | fev/19   |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
|--|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|----------|--------------|---------|--------------------|---------------------|-----|----|-----|----|---|----|----|----|----|----|-----|-----|
|  | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Montante | Reservatório | Jusante | Abundâncias totais | Abundância relativa |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>CHARACIFORMES</b>                                       |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Parodontidae</b>                                |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Apareiodon affinis</i> (Steindachner, 1879)             |          |              |         | 3                  |          | 1            | 4       |                    |          |              |         | 1                  |          |              | 1       |                    |          |              |         |                    |          | 1            |         |                    | 1        |              |         |                    | 1        |              |         |                    |          |              |         | 1                  |          | 1            | 0,9     |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Curimatidae</b>                                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Steindachnerina insculpta</i> (Fernández & Yépez, 1948) |          |              |         | 4                  |          |              | 4       |                    |          |              |         | 1                  |          |              | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         | 1                  |          | 1            |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Prochilodontidae</b>                            |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)           |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          | 1            | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Anostomidae</b>                                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes, 1850              |          |              |         | 2                  | 4        | 18           | 24      |                    | 1        | 1            |         |                    | 1        |              |         | 1                  |          |              | 3       | 3                  |          |              | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          | 2            | 2       |                    |          | 1            | 1       | 0,9                |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)                   | 1        | 3            | 4       | 1                  | 1        | 14           | 16      |                    | 5        | 5            | 3       |                    | 3        |              | 1       | 1                  | 2        |              | 1       | 21                 | 22       |              | 2       | 1                  | 2        | 3            | 4       | 4                  | 6        | 8            | 10      | 24                 | 2        |              | 1       | 3                  | 5        | 5            | 2       | 5                  | 7                   | 6,0 |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Leporinus lacustris</i> Campos, 1945                    |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          | 1            | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Leporinus octofasciatus</i>                             |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Schizodon borellii</i> (Boulenger, 1900)                |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          | 6            | 6       |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Characidae</b>                                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000        | 1        |              |         | 1                  |          | 1            | 1       |                    |          |              |         | 2                  | 1        |              | 3       | 5                  | 2        | 2            | 9       |                    |          |              | 1       | 2                  | 3        | 4            | 6       | 2                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1829)                   |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908           |          | 3            | 12      | 15                 | 7        | 18           | 20      | 45                 | 4        | 8            | 12      | 24                 | 8        | 7            | 4       | 19                 | 9        |              | 9       | 77                 | 86       |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)             |          |              | 2       | 2                  |          |              |         |                    |          |              | 5       | 5                  | 3        |              | 3       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hemigrammus marginatus</i> Ellis, 1911                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hyphessobrycon</i> sp.                                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 2        | 6            | 6       | 14                 | 5        |              | 5       | 12                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Moenkhausia aff. intermedia</i> Eigenmann, 1908         |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Myloplus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900)           |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    | 2        |              | 1       | 3                  | 1        |              | 1       |                    |          |              |         | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Mylossoma duriventre</i> (Cuvier, 1818)                 |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Odontostilbe</i> sp.                                    |          |              |         |                    |          | 25           | 25      |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Piabina argentea</i> Reinhardt, 1867                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 7        | 54           | 1       | 62                 | 11       |              | 52      | 63                 | 7        |              | 7       | 20                 | 137      | 1            | 158     | 44                 | 25       | 69           | 5       |                    | 5        |              |         | 1                  | 2        | 3            | 2       |                    | 2        |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Roebooides descalvadensis</i> Pignatelli, 1975          |          | 15           | 1       | 16                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Salminus hilarii</i> Valenciennes, 1850                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 1        |              |         | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Acestrorhynchidae</b>                           |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (Lütken, 1875)            |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 4        |              | 4       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Erythrinidae</b>                                |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>lacerdae</i> )                |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>malabaricus</i> )             |          |              | 2       | 2                  |          |              |         | 1                  |          | 1            | 2       |                    |          |              | 2       |                    | 1        | 3            | 1       |                    | 1        | 3            |         |                    | 3        |              |         | 3                  | 4        |              | 4       | 2                  |          | 2            | 1       |                    | 1        | 2            |         | 3                  | 2                   | 1,7 |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Crenuchidae</b>                                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Characidium aff. zebra</i> Eigenmann 1909               |          | 3            |         | 3                  | 1        | 1            | 2       |                    | 2        | 1            | 3       | 3                  |          | 3            | 4       |                    | 4        | 2            |         | 2                  |          |              |         |                    |          |              |         | 1                  |          | 1            |         |                    |          |              | 2       |                    | 2        | 6            |         | 6                  | 5,2                 |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>SILURIFORMES</b>  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Loricariidae</b>                                |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)             |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hypostomus cf. nigromaculatus</i> (Schubart, 1964)      |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 1        |              | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              | 3       | 3                  |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Hypostomus</i> sp.                                      |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    | 1        | 1            |         |                    |          |              |         |                    |          |              | 1       |                    | 1        |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Pimelodidae</b>                                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)              | 1        |              |         | 1                  |          | 1            | 1       |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Pimelodus argenteus</i> (Perugia, 1891)                 |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Pseudopimelodidae</b>                           |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Pseudopimelodus mangurus</i> (Lütken, 1874)             |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>PERCIFORMES</b>   |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Família Cichlidae</b>                                   |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983               |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              | 1       | 1                  |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |          |              |         |                    |                     |     |    |     |    |   |    |    |    |    |    |     |     |
| <b>Totais</b>  | 3        | 21           | 27      | 51                 | 18       | 49           | 64      | 131                | 16       | 71           | 35      | 122                | 39       | 8            | 56      | 103                | 64       | 32           | 5       | 101                | 101      | 224          | 9       | 334                | 81       | 40           | 29      | 150                | 42       | 16           | 23      | 81                 | 3        | 79           | 34      | 116                | 16       | 59           | 69      | 144                | 26                  | 61  | 19 | 106 | 22 | 1 | 31 | 54 | 12 | 53 | 51 | 116 | 100 |

**Tabela 3.** Espécies de peixes registradas por Silimon Jr. *et al.* / Vectorman (2015) na campanha de fevereiro de 2015 de monitoramento da ictiofauna na área da PCH Verde 4A. Espécies precedidas por asterisco tiveram sua nomenclatura atualizada (conforme Reis *et al.*, 2003) nesta apresentação para evitar dupla computação na compilação da riqueza de espécies registradas nas diferentes campanhas monitoramento.

| Táxons  | Montante | Jusante |
|---|----------|---------|
| <b>CHARACIFORMES</b>                                      |          |         |
| <b>Família Parodontidae</b>                               |          |         |
| <i>Parodon nasus</i> Kner, 1859                           | X        |         |
| <b>Família Prochilodontidae</b>                           |          |         |
| <i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)          | X        |         |
| <b>Família Anostomidae</b>                                |          |         |
| <i>Leporinus</i> sp.                                      | X        |         |
| <i>Leporinus elongatus</i> Valenciennes, 1850             | X        |         |
| <i>Leporinus macrocephalus</i> Garavello & Britski, 1988  | X        |         |
| <i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)                  | X        | X       |
| <b>Família Characidae</b>                                 |          |         |
| Characidae não identificado 1                             | X        |         |
| * <i>Astyanax altiparanae</i> Garutti & Britski, 2000     | X        |         |
| * <i>Galeocharax knerii</i> (Steindachner, 1879)          |          | X       |
| * <i>Myloplus tiete</i> (Eigenmann & Norris, 1900)        | X        | X       |
| <b>Família Erythrinidae</b>                               |          |         |
| <i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>malabaricus</i> )            | X        |         |
| <b>SILURIFORMES</b>                                       |          |         |
| <b>Família Loricariidae</b>                               |          |         |
| <i>Hypostomus</i> sp. 1                                   | X        |         |
| <i>Hypostomus</i> sp. 2                                   | X        |         |
| <b>Família cetopsidae</b>                                 |          |         |
| * <i>Cetopsis gobioides</i> Kner, 1858                    | X        |         |
| <b>Família Pimelodidae</b>                                |          |         |
| <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)             | X        |         |
| <i>Pseudoplatystoma corruscans</i> (Spix & Agassiz, 1829) |          | X       |

**Tabela 4.** Peixes registrados por Fibracon (2016) durante o resgate da ictiofauna durante instalação de enseadeira na área da PCH Verde 4A no rio Verde.

| Táxons   | Soltos | Fixados | Totais |
|--|--------|---------|--------|
| <b>CHARACIFORMES</b>                                 |        |         |        |
| <b>Família Parodontidae</b>                          |        |         |        |
| <i>Apareiodon ibitiensis</i> Pavanelli, 2006         | 56     | 1       | 57     |
| <b>Família Anostomidae</b>                           |        |         |        |
| <i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850)      | 1      |         | 1      |
| <i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)             | 2      |         | 2      |
| <i>Leporinus lacustris</i> Campos, 1945              | 2      | 1       | 3      |
| <b>Família Characidae</b>                            |        |         |        |
| <i>Astyanax</i> aff. <i>fasciatus</i> (Cuvier, 1829) | 1      |         | 1      |
| <i>Bryconamericus stramineus</i> Eigenmann, 1908     | 1      |         | 1      |
| <b>Família Erythrinidae</b>                          |        |         |        |
| <i>Hoplias</i> sp. (grupo <i>malabaricus</i> )       | 5      |         | 5      |
| <b>Família Crenuchidae</b>                           |        |         |        |
| <i>Characidium</i> aff. <i>gomesi</i> Costa 1989     | 4      | 2       | 6      |
| <i>Characidium</i> aff. <i>zebra</i> Eigenmann 1909  | 24     | 18      | 42     |
| <b>SILURIFORMES</b>                                  |        |         |        |
| <b>Família Loricariidae</b>                          |        |         |        |
| <i>Hypostomus albopunctatus</i> (Regan, 1908)        | 84     |         | 84     |
| <i>Hypostomus ancistroides</i> (Ihering, 1911)       | 236    |         | 236    |

| Táxons   | Soltos      | Fixados    | Totais      |
|--|-------------|------------|-------------|
| <i>Hypostomus</i> cf. <i>commersoni</i> Valenciennes, 1836   | 9           |            | 9           |
| <i>Hypostomus</i> aff. <i>cochliodon</i> Kner, 1854          | 281         | 11         | 292         |
| <i>Hypostomus margaritifer</i> (Regan, 1908)                 | 289         | 8          | 297         |
| <i>Hypostomus</i> cf. <i>microstomus</i> Weber, 1987         | 3           |            | 3           |
| <i>Hypostomus</i> cf. <i>nigromaculatus</i> (Schubart, 1964) | 194         | 7          | 201         |
| <i>Hypostomus regani</i> (Ihering, 1905)                     | 34          |            | 34          |
| <i>Hypostomus</i> aff. <i>strigaticeps</i> (Regan, 1908)     | 11          |            | 11          |
| <i>Hypostomus</i> spp.                                       | 319         | 77         | 396         |
| <b>Família Heptapteridae</b>                                 |             |            |             |
| <i>Imparfinis</i> aff. <i>mirini</i> Haseman, 1911           | 1           |            | 1           |
| <b>Família Pseudopimelodidae</b>                             |             |            |             |
| <i>Pseudopimelodus mangurus</i> (Valenciennes, 1835)         | 5           |            | 5           |
| <b>Família Pimelodidae</b>                                   |             |            |             |
| <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874)                | 51          | 1          | 52          |
| <b>GYMNOTIFORMES</b>   |             |            |             |
| <b>Apteronotidae</b>   |             |            |             |
| <i>Apteronotus</i> sp.                                       | 14          |            | 14          |
| <b>Gymnotidae</b>  |             |            |             |
| <i>Gymnotus inaequilabiatus</i> (Valenciennes, 1839)         | 2           |            | 2           |
| <b>PERCIFORMES</b>   |             |            |             |
| <b>Família Cichlidade</b>                                    |             |            |             |
| <i>Cichlasoma paranaense</i> Kullander, 1983                 | 1           |            | 1           |
| <i>Crenicichla britskii</i> Kullander, 1982                  | 2           | 1          | 3           |
| <b>Totais</b>  | <b>1632</b> | <b>127</b> | <b>1759</b> |

**Tabela 5.** Evolução dos parâmetros abundância de indivíduos, riqueza de espécies de peixes, diversidade de Shannon e equidade de Pielou no monitoramento da Ictiofauna da PCH Verde 4A. Dados de fevereiro de 2015 foram compilados a partir de Silimon Jr. *et al.* / Vectorman (2015).

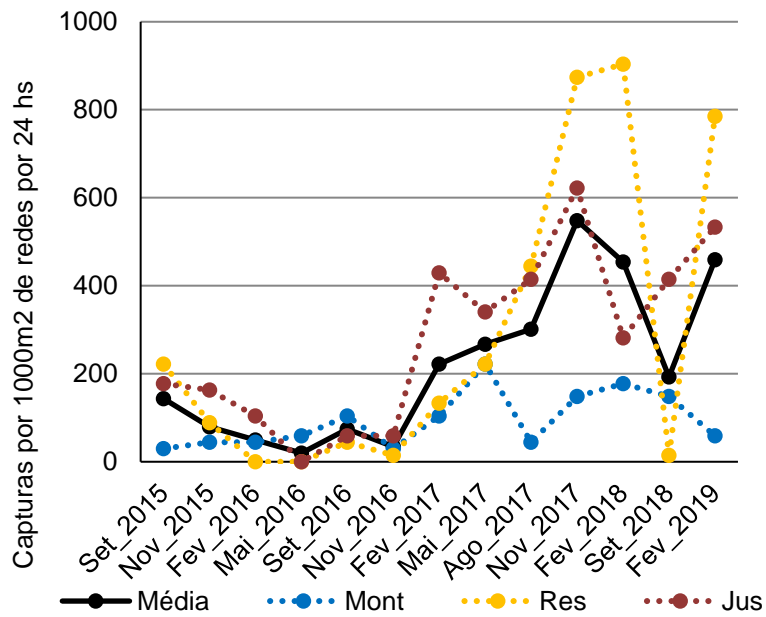
| Campanhas | Abundância | Riqueza de espécies | Equidade de Pielou | Diversidade de Shannon |
|-----------|------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Fev/2015  | 115        | 16                  |                    |                        |
| Set/2015  | 51         | 15                  | 0,75               | 2,04                   |
| Nov/2015  | 131        | 12                  | 0,75               | 2,48                   |
| Fev/2016  | 122        | 12                  | 0,62               | 1,54                   |
| Mai/2016  | 103        | 10                  | 0,58               | 1,34                   |
| Ago/2016  | 101        | 13                  | 0,77               | 1,98                   |
| Nov/2016  | 334        | 9                   | 0,41               | 0,90                   |
| Fev/2017  | 150        | 11                  | 0,69               | 1,64                   |
| Mai/2017  | 81         | 11                  | 0,73               | 1,75                   |
| Ago/2017  | 116        | 9                   | 0,49               | 1,07                   |
| Nov/2017  | 144        | 12                  | 0,67               | 1,67                   |
| Fev/2018  | 106        | 10                  | 0,54               | 1,24                   |
| Set/2018  | 54         | 11                  | 0,85               | 2,04                   |
| Fev/2019  | 116        | 11                  | 0,62               | 1,48                   |

### 3.2. Captura por unidade de esforço das estações amostrais

O valor médio de CPUE (captura por unidade de esforço) para peixes registrados nesta campanha foi cerca de 459 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas no rio Verde (Tabela 6), valor intermediário a alto em comparação às campanhas anteriores (Gráfico 4). Assim como nas cinco campanhas recentes, o lambari *Astyanax altiparanae* foi responsável pela maior parte do sucesso de captura (Tabela 6). Nesta campanha as estações reservatório e jusante apresentaram o maior sucesso de captura, novamente (Gráfico 4).

Em algumas das campanhas, e especialmente no reservatório, o sucesso de captura foi próximo ao registrado em ambientes maiores, como no rio Paraná, onde foram registrados cerca de 600 a 900 indivíduos por 1000m<sup>2</sup> de redes por 24 horas entre os anos de 2000 a 2007 (JÚLIO JR. *et al.*, 2007). Contudo, como já mencionado, os maiores valores de captura no reservatório são de *Astyanax altiparanae*, espécie de lambari de pequeno porte.

As espécies com maior importância à pesca, considerando os dados obtidos por este programa de monitoramento, são os pias *Leporinus elongatus*, *L. friderici*, *L. lacustris* e *Schizodon borellii*, os lambaris *Astyanax altiparanae* e *A. fasciatus*, a saicanga *Galeocharax knerii*, o pacu-peva *Myloplus tiete* e a tabarana *Salminus hilarii*. Há registros indiretos, com pesca amadora e desportiva de dourado (*Salminus brasiliensis*) e piraicanjuba (*Brycon orbygnianus*) a jusante da PCH Verde 4A, mas estas espécies não apresentam significativo sucesso de captura nas amostragens com redes de espera neste programa de monitoramento. A metodologia de monitoramento, baseada em redes de espera, provavelmente é seletiva, tendendo a subestimar a abundância dessas espécies. Mesmo assim, ambas as espécies são consideradas com captura rara e/ou consideradas ameaçadas de extinção na bacia do Alto Rio Paraná (ABILHOA & DUBOC, 2004), o que condiz com a ausência de registros pelo monitoramento regular.



**Gráfico 4.** Evolução do sucesso de captura por unidade de esforço amostral (indivíduos por mil metros quadrados de redes por 24 horas) com redes de espera no monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4A.



**Tabela 6.** Valores de captura por unidade de esforço amostral (indivíduos por mil metros quadrados de redes por 24 horas) com redes de espera no monitoramento da ictiofauna na área da PCH Verde 4A.

| Táxons                           | Nomes populares  | Setembro de 2015 | Novembro de 2015 | Fevereiro de 2016 | Maio de 2016 | Setembro de 2016 | Novembro de 2016 | Fevereiro de 2017 | Maio de 2017 | Agosto de 2017 | Novembro de 2017 | Fevereiro de 2018 | Setembro de 2018 | Fevereiro de 2019 |              |              |              |       |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
|                                  |                  |                  |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  | Montante          | Reservatório | Jusante      | Média        |       |
| <i>Prochilodus lineatus</i>      | Curimatá         | 4,9              |                  | 4,9               |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Leporinus elongatus</i>       | Piapara          |                  |                  | 4,9               |              | 4,9              |                  | 14,8              | 4,9          | 14,8           | 9,9              |                   |                  |                   |              |              | 14,8         | 4,9   |
| <i>Leporinus friderici</i>       | Piau-três-pintas | 9,9              | 34,6             | 4,9               | 14,8         | 9,9              |                  | 108,6             | 9,9          | 19,8           | 118,5            | 14,8              | 24,7             | 29,6              |              |              | 74,1         | 34,6  |
| <i>Leporinus lacustris</i>       | Piau             | 4,9              |                  |                   |              |                  | 4,9              |                   |              |                |                  |                   | 44,4             |                   |              |              |              |       |
| <i>Schizodon borellii</i>        | Piau-bosteiro    | 4,9              |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   | 29,6             |                   |              |              |              |       |
| <i>Astyanax altiparanae</i>      | Lambari          |                  |                  |                   |              | 39,5             |                  | 9,9               | 163,0        | 153,1          | 276,5            | 340,7             | 74,1             |                   | 740,7        |              | 266,7        | 335,8 |
| <i>Astyanax fasciatus</i>        | Lambari          |                  |                  |                   |              |                  | 14,8             | 49,4              | 24,7         | 34,6           | 34,6             | 9,9               |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Galeocharax knerii</i>        | Dentudo          | 9,9              | 19,8             |                   |              |                  | 4,9              | 19,8              | 19,8         | 49,4           | 69,1             | 64,2              | 9,9              |                   |              |              | 133,3        | 44,4  |
| <i>Myloplus tiete</i>            | Pacu-peva        | 4,9              |                  | 24,7              | 4,9          |                  | 4,9              |                   | 14,8         |                |                  | 4,9               |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Mylossoma duriventre</i>      | Pacu-peva        | 4,9              |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Roeboides paranensis</i>      | Dentudo          | 79,0             |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Salminus hilarii</i>          | Tabarana         |                  |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Acestrorhynchus lacustris</i> | Peixe-cachorro   |                  | 19,8             |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Hoplias gr. lacerdae</i>      | Traíra           | 4,9              |                  |                   |              |                  |                  |                   | 9,9          | 4,9            |                  | 4,9               | 4,9              |                   | 44,4         |              |              | 14,8  |
| <i>Hoplias gr. malabaricus</i>   | Traíra           | 9,9              |                  | 9,9               |              | 14,8             | 4,9              | 14,8              |              | 14,8           | 19,8             | 9,9               | 4,9              | 29,6              |              |              |              | 9,9   |
| <i>Iheringichthys labrosus</i>   | Mandi-beiçudo    | 4,9              | 4,9              |                   |              |                  |                  | 4,9               | 14,8         | 9,9            | 19,8             | 4,9               |                  |                   |              |              | 44,4         | 14,8  |
| <i>Pimelodus argenteus</i>       | Mandi            |                  |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   |                  | 14,8              |              |              |              | 4,9   |
| <i>Pseudopimelodus mangurus</i>  | Cangati          |                  |                  |                   |              |                  |                  |                   |              | 4,9            |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <i>Hypostomus nigromaculatus</i> | Cascudo          |                  |                  |                   |              |                  |                  |                   |              |                |                  |                   | 14,8             |                   |              |              |              |       |
| <i>Hypostomus sp.</i>            | Cascudo          |                  |                  |                   |              | 4,9              |                  |                   | 4,9          |                |                  |                   |                  |                   |              |              |              |       |
| <b>Totais</b>                    |                  | <b>143,2</b>     | <b>79,0</b>      | <b>49,4</b>       | <b>19,8</b>  | <b>69,1</b>      | <b>34,6</b>      | <b>222,2</b>      | <b>266,7</b> | <b>301,2</b>   | <b>548,1</b>     | <b>454,3</b>      | <b>192,6</b>     | <b>59,3</b>       | <b>785,2</b> | <b>533,3</b> | <b>459,3</b> |       |

### 3.3. Estádios de maturação gonadal registrados

Nas campanhas mais recentes, em função das alterações hidrológicas ocasionadas pelo enchimento do reservatório da PCH Verde 4A optou-se por e não realizar evisceração para análises de maturação gonadal, libertando todos os exemplares capturados. Os dados obtidos em campanhas anteriores estão de acordo com o padrão esperado, indicam concentração das atividades reprodutivas na estação chuvosa.

### 3.4. Espécies ameaçadas, migradoras e invasoras

Segundo a Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçadas de extinção (MMA, 2014) e a IUCN Red List (2014), nenhuma espécie de peixe capturada diretamente pelo monitoramento da ictiofauna da PCH Verde 4A está localmente ou globalmente ameaçada de extinção. Contudo, *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado) e *Salminus hilarii* (tabarana), são consideradas espécies “quase ameaçadas” de extinção por Abilhoa & Duboc (2004), e com taxa de captura “rara ou moderada” no rio Paraná. Também, como citamos anteriormente, pescadores capturaram na área do empreendimento *Salminus brasiliensis* (dourado) e *Brycon orbygnianus* (piracanjuba), espécies com rara captura e ameaçadas, pelos critérios de Abilhoa & Duboc (2004).

Seis espécies reofílicas (migradoras de longas distâncias), segundo os critérios de Agostinho *et al.* (2003), foram registradas diretamente até o momento, a saber, *Prochilodus lineatus* (curimbatá), *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas), *Leporinus elongatus* (piapara), *Salminus hilarii* (tabarana) e *P. corruscans*. Ainda pelos critérios de Agostinho *et al.* (2003), dentre as espécies registradas, *Leporinus lacustris* (piauí), *Schizodon borellii* (piauí-bosteiro), *Parodon nasus* (canivete), *Astyanax* spp. (lambaris), e *Hoplias* spp. (traíras) realizam migrações de curta distância ao longo e lateralmente ao rio. Para essas espécies, migradoras de curtas distâncias, corredeiras, afluentes, ambientes com vegetação marginal e alagados são sítios de desova.

---

#### 4. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Até o momento foram registradas 52 morfo-espécies de peixes no monitoramento e resgate da ictiofauna na área da PCH Verde 4A, e é provável que ocorram ainda mais espécies na área.

A campanha recente, realizada em fevereiro de 2019, apresentou valores intermediários de abundância de peixes, riqueza de espécies, índices de diversidade e de equidade, além de elevado sucesso de captura.

No conjunto das campanhas de monitoramento na fase de operação do empreendimento pode-se perceber algumas tendências preliminares quanto aos novos padrões de distribuição, composição, migrações e atividades reprodutivas das ictiocenoses, em comparação à fase de instalação:

- Aumento do sucesso de captura na área do reservatório, especialmente de espécies oportunistas, capazes rápida colonização dos novos ambientes formados, como os lambaris;
- Concentração de peixes a jusante do empreendimento, provavelmente em decorrência da interrupção de rotas migratórias e dispersivas ocasionada pelo fechamento do barramento da PCH.

Com os dados obtidos na fase de instalação deste monitoramento serão possíveis comparações futuras incluindo médias e variabilidade dos parâmetros riqueza, equidade, diversidade, abundância e sucesso de captura. Algum efeito da sazonalidade pode ser incluso nas análises, por exemplo comparando campanhas em estações chuvosas (ou seca) na fase de instalação com campanhas em estações chuvosas (ou seca) na fase de operação do empreendimento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABILHOA, V. & L. F. DUBOC. 2004. Peixes. In: S.B. MIKICH & R.S. BÉRNILS (Eds). Livro vermelho dos animais ameaçados de extinção no estado do Paraná. Curitiba, Mater Natura e Instituto Ambiental do Paraná, 764p. Disponível para consulta *on line* em <http://www.maternatura.org.br/livro/index.asp?idmenu=org>
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I. & JÚLIO Jr, H. F. 2003. Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brasil. In Carolsfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C. & Baer, A. (Eds.) Migratory Fishes of South América – Biology Fisheries and Conservation Status. International Development Research Centes (Canadá). World Bank, World Fisheries Trust.:p19-98.
- AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. 2005. Capítulo 2 - O manejo da pesca em reservatórios da bacia do Alto Paraná: avaliação e perspectivas. pp. 23 - 55. In.: Nogueira, M. G.; Henry, R. & Jorcin, A. (orgs.). Ecologia de reservatórios em cascata. Editora Rima. São Carlos, SP. 472p.
- AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. & GOMES, L. C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. Brazilian Journal of Biology, 68(4). pp.1119-1132.
- GRAÇA, W. J. & C. S. PAVANELLI. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, EDUEM. 308 p.
- IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 23 de setembro de 2014.
- JÚLIO JÚNIOR, H.F., GUBIANI, E. A.; GRAÇA, W. J.; PIANA, P. A.; FERNANDES, R.; ESPÍNOLA, L. A.; CORRÊA, C. E.; PAGOTTO, J. P.; SANTOS, L. N.; CAROLINE YAMAMURA, C. & AGOSTINHO. 2007. Capítulo 9 - Comunidade de peixes. In.: Relatório Anual / PELD A Planície Alagável do Alto Rio Paraná - Sítio 6. 24p.
- LANGEANI, F., CASTRO, R.M.C. OYAKAWA, O.T., SHIBATTA, O.A., PAVANELLI, C.S. & CASATTI, L. 2007 Ichthyofauna diversity of the upper rio Paraná: present composition and future perspectives. Biota Neotropica. vol. 7, no. (3) 181-198.
- LIMA, F. C. T. 2004. As hidrelétricas e a sua ameaça à conservação dos peixes de água doce brasileiros. Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia. João Pessoa, 74. pp. 3-5.
- LOWE-McCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring Biological Diversity. Oxford, UK. Blackwell Publishing Company. 248 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2014. Portaria nº 445 de 17 de dezembro de 2014. Institui a nova lista nacional de espécies de peixes e invertebrados aquáticos ameaçadas de extinção.

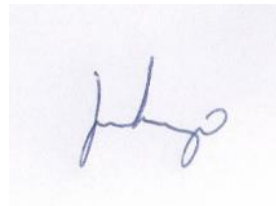
REIS, R.E., S.O. KULLANDER & C.J. FERRARIS JR. 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Editora Da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Do Sul. porto alegre, Brazil. 729 p.

SANTOS, G.M.; MÉRONA, B.; JURAS, A.A. & JÉGU, M. 2004. Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Eletronorte, Brasília, Brasil. 216 pp.

SILIMON JR, K. Z. S. 2015. Monitoramento e Conservação da Ictiofauna da Área de Influência da PCH Verde 4A no Rio Verde. Relatório Técnico Fase instalação. Vectorman Consultoria e Projetos Ambientais – ME.

SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27. pp. 379-423/ 623-656.

VAZZOLER, A. E. A. M. 1982. Manual de Métodos para Estudos Biológicos de Populações de Peixes – Reprodução e Crescimento. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108pp.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

---

## 6. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do subprograma de monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo II** – Cronograma de execução dos programas de acompanhamento e monitoramento da fauna terrestre, ictiofauna e macrófitas, com as campanhas de campo realizadas até o momento e as campanhas previstas, para a PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo III** – Mapa de acesso e áreas amostrais com seus respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Fauna Terrestre na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

04/08/2015

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>   |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |   |   |   |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |   |   | 1-ART Nº:<br><b>2015/05094</b>  |
| <b>CONTRATADO</b>  |   |   |   |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO  |   | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D                            |   |
| 4.CPF: 085.222.128-21  | 5.E-mail: jmlongo2@gmail.com  |   | 6.Tel: (67)3387-3232  |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |   | 8.Compl.: SALA 9  |   |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE   | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |   |   |   |
| 13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |   |   |   |
| 14.Registro Profissional: 412  |   | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53                     |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |   |   |   |
| 17.Compl.: SALA 9  |   | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA                                | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79040-860   | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br |   |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |   |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |   |   |   |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA, MS.   |   |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |   |   | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |   | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR                       |   |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia;   |   | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente                          |   |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DO MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE A ICTIOFAUNA LOCAL. |   |   |   |
| 32.Valor: R\$ 4.000,00   | 33.Total de horas: 300  | 34.Início: AGO/2015   | 35.Término:   |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |   |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>  |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |   |   | <br>CRBio-01 |
| Data: 4/08/15<br><br>Assinatura do Profissional<br><br><br><b>José Milton Longo</b><br>CRBio 23264/01-D   | Data: 04/08/2015<br><br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br><br><b>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA</b><br>José Carlos Chaves dos Santos |   |   |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |   | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>                |   |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |   |   |   |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional  | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante   | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |




**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 3021.5886.3417.1576**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)



04/08/2015

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA   |                                     |   |                                     |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2015/05106</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA   |                                     | 3.Registro no CRBio: 040701/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 891.889.771-53   | 5.E-mail: fritznel@hotmail.com      |   | 6.Tel: (065) 694-1517               |
| 7.End.: ASSAI 760   |                                     | 8.Compl.: APTO D23 - CARIMÃ   |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA PAULISTA  | 10.Cidade: MARINGA                  | 11.UF: PR   | 12.CEP: 87005-110                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |                                     |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.: SALA 09  |                                     | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 19.Cidade: CAMPO GRANDE             |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site:   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;   |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : ICTIOFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA E RECURSOS PESQUEIROS DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA, MS   |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                     |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE ESPÉCIES LOCAIS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00  | 33.Total de horas: 200              | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:                         |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |                                     |
| Data: 5/8/15<br>Assinatura do Profissional<br>   |                                     | Data: 5/8/15<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Milton Longo |                                     |
|    |                                     |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b><br>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

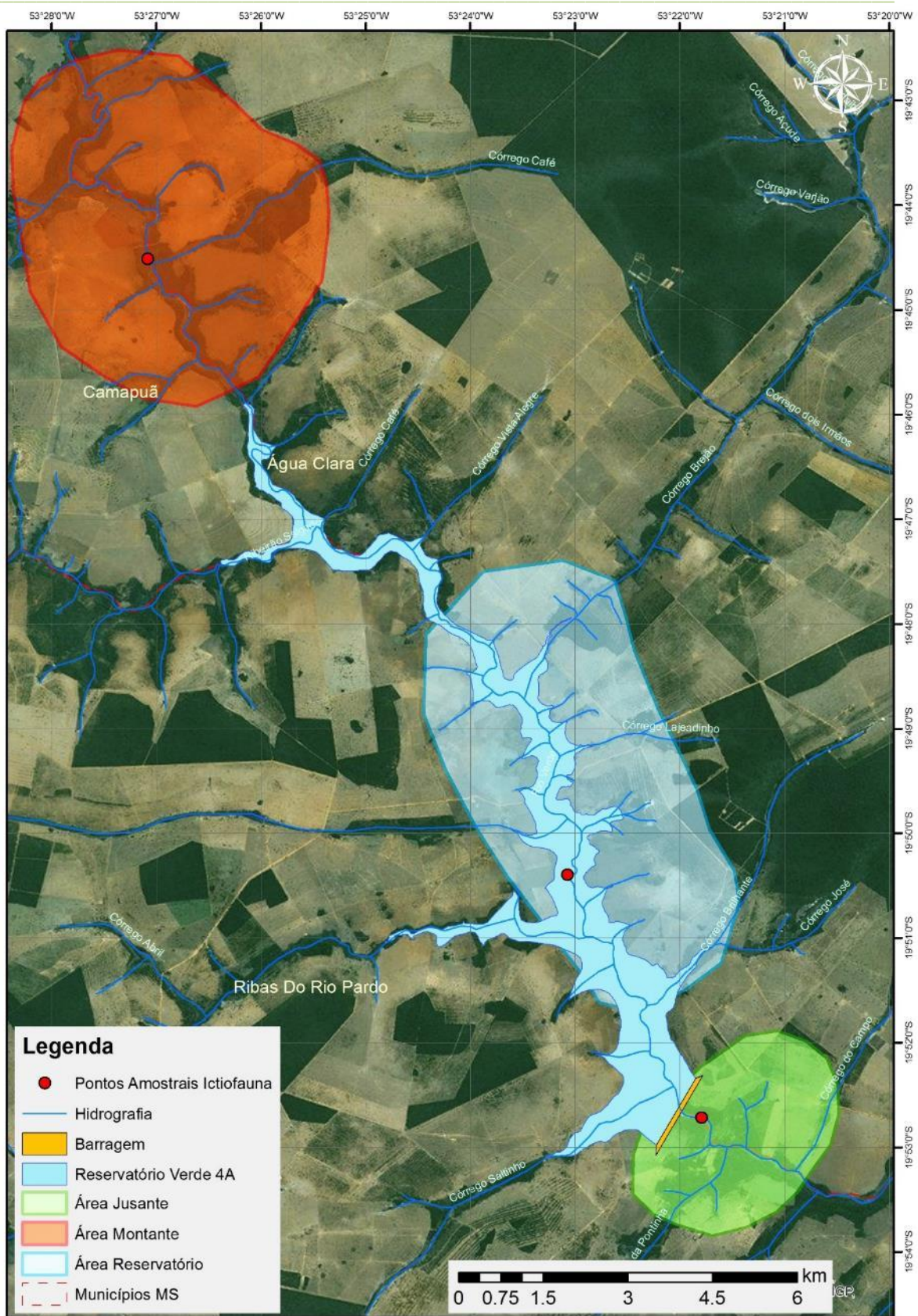
**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1015.2940.1471.8001**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

## ANEXO II

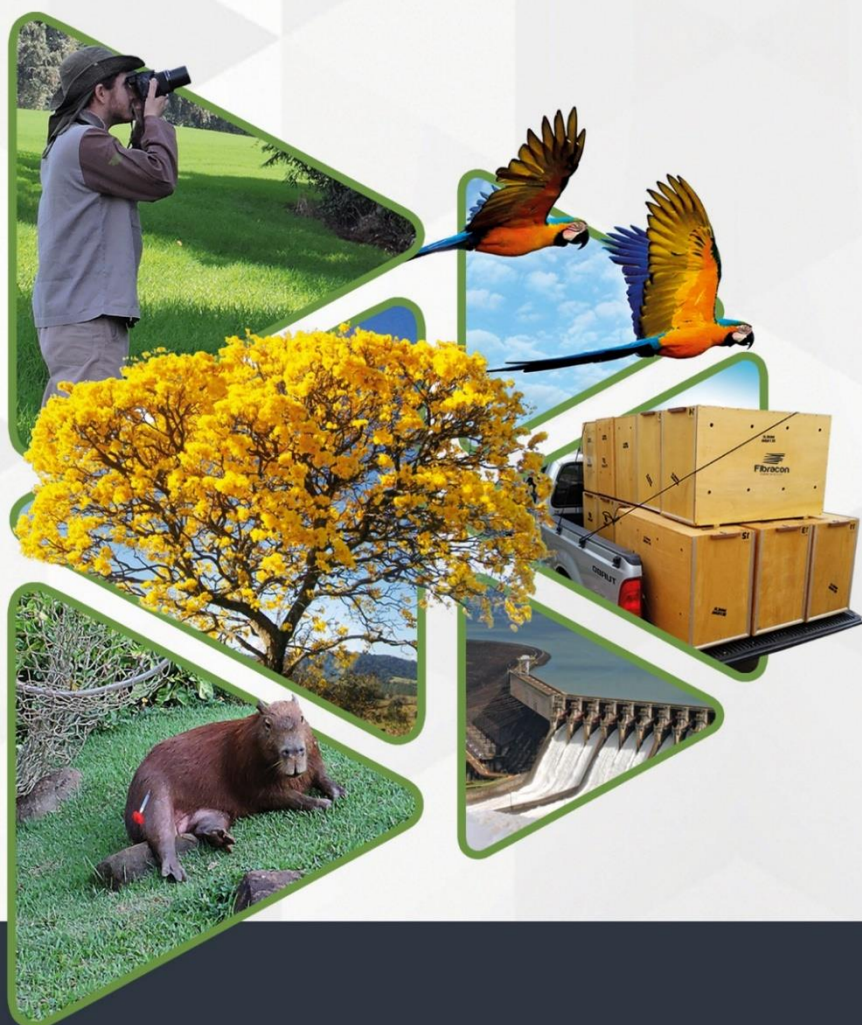
| PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DA FAUNA, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---|---|---|---|
| ATIVIDADES   | 2014    |         | 2015    |         |         |         |         |         |         | 2016    |         |         |         |         |         |         | 2017    |         |         |         |         |         |         | 2018    |         |         |         |         | 2019    |         |         |         | 2020    |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
|  | No<br>v | De<br>z | Fe<br>v | Ma<br>r | M<br>ai | Ju<br>n | Ag<br>o | Se<br>t | No<br>v | Ja<br>n | Fe<br>v | Ma<br>r | M<br>ai | Ju<br>n | Ag<br>o | Se<br>t | No<br>v | De<br>z | Ja<br>n | Fe<br>v | Ma<br>r | M<br>ai | Ju<br>n | Ag<br>o | Se<br>t | No<br>v | Fe<br>v | Ma<br>r | Ag<br>o | Se<br>t | Ou<br>t | Fe<br>v | Ma<br>r | Ag<br>o | Se<br>t | Fe<br>v | Ma<br>r | Ag<br>o | Se<br>t |   |   |   |   |   |
| <b>FAUNA TERRESTRE</b>   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Emissão de Relatório   |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas previstas  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | X       |         | X       |   | X |   |   |   |
| <b>ICTIOFAUNA</b>  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   |         |         |         |         |         |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Emissão de Relatório   |         |         |         |         |         |         |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas previstas  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | X       |   | X |   | X |   |
| <b>MACRÓFITAS</b>  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Emissão de Relatório   |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         | X       |         |         |         |         |         |         |         |   |   |   |   |   |
| Campanhas previstas  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | X |   | X |   | X |

### ANEXO III



SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE  
ICTIOPLÂNCTON  
PCH VERDE 4A

RELATÓRIO TÉCNICO



**PHOENIX**  
Geração de Energia S.A.

**Fibracon**  
AMBIENTAL

ÁGUA CLARA - MS  
Março de 2019

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE**

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: AV. Júlio de Sa Bierrenbach Alm, 200,

BL 02 Salas 201 a 204 e 401 a 404

Bairro: Jacarepaguá

Município: Rio de Janeiro /RJ – CEP: 22.775-028

Telefone para contato: (21) 3543-2226

### **DADOS DA EMPRESA CONSULTORA**

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### **TÉCNICOS RESPONSÁVEIS**

José Milton Longo (Coordenador)

CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador)

CRBio: 18.769/01-D

Fábio Ricardo da Rosa (Ictioplâncton)

CRBio: 40.701/01-D

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução .....                     | 4  |
| 1.1. Localização do empreendimento..... | 4  |
| 2. Metodologia.....                     | 6  |
| 2.1. Datas e Pontos de Amostragem ..... | 6  |
| 2.2. Coleta de dados .....              | 7  |
| 3. Resultados e Discussão.....          | 9  |
| 4. Considerações e Recomendações.....   | 11 |
| 5. Referências Bibliográficas .....     | 12 |
| ANEXO I.....                            | 14 |



## 1. INTRODUÇÃO

O ictioplâncton é o conjunto de ovos e formas larvas e jovens de peixes, com baixa mobilidade, que são arrastados à deriva pela água (RÉ *et al.*, 2005). Boa representatividade de ictioplâncton em corpos de água doce indica que a bacia, como um todo, está funcional para ovoposição (NAKATANI *et al.*, 2004) e desenvolvimento das formas larvais e jovens de peixes (conhecidos popularmente como “alevinos”).

O objetivo deste documento é relatar os métodos adotados e os resultados obtidos em cinco campanhas de monitoramento do ictioplâncton em 2018 e 2019 na área da PCH Verde 4A e discutir os dados observados.

### 1.1. Localização do empreendimento

A PCH Verde 4A está localizada a uma distância aproximada de 233 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, inserida no município de Água Clara, margem esquerda do Rio Verde, e pode ser acessada a partir de Campo Grande seguindo a BR-262 por 97,4 km até Ribas do Rio Pardo/MS. A partir do município de Ribas do Rio Pardo na MS-357, percorrem-se cerca de 70 Km, até o entroncamento, onde convertendo à direita, segue-se 11 Km até a entrada do empreendimento.

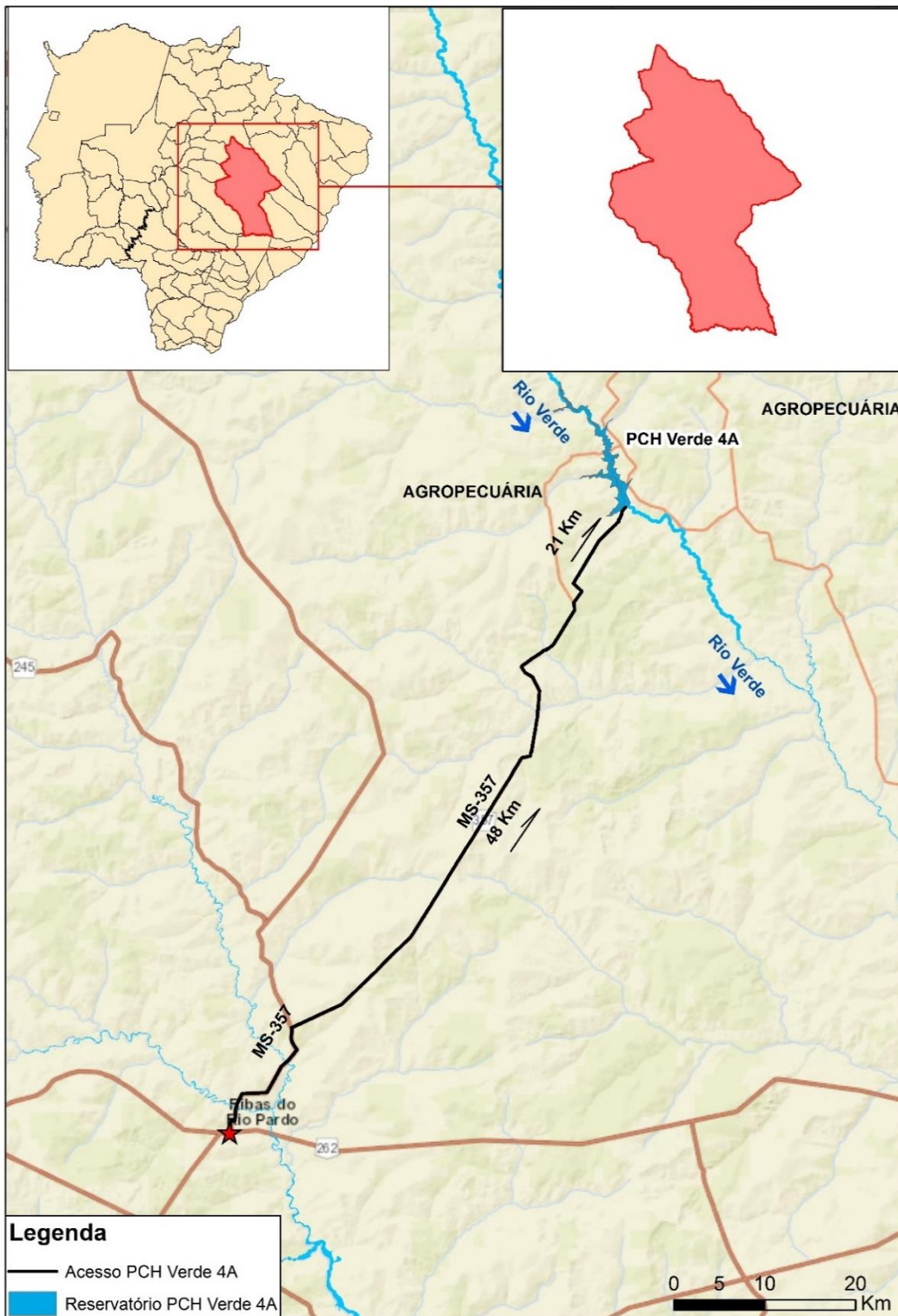


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Datas e Pontos de Amostragem

Duas campanhas de amostragens foram realizadas em 29 a 30 de janeiro e 25 a 26 de fevereiro de 2018. Três campanhas foram realizadas em 2019, sendo a primeira em 14 e 15 de janeiro, a segunda em 21 e 22 de fevereiro e a terceira em 28 e 29 de março de 2019. Dois trechos de estudos foram utilizados em cada campanha, um a montante, outro a jusante do empreendimento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Coordenadas geodésicas das estações de amostragem no monitoramento da ictioplâncton na área da PCH Verde 4A.

| Local    | Coordenadas UTM        | Esforço amostral por campanha     |
|----------|------------------------|-----------------------------------|
| Montante | 22K 243096mE 7815217mS | 3 amostras entre as 18 e 21 horas |
| Jusante  | 22K 252953mE 7799697mS | 3 amostras entre as 18 e 21 horas |

**Montante:** O trecho selecionado está localizado cerca de quatro quilômetros a montante do reservatório da PCH Verde 4A, próximo à ponte de uma estrada vicinal. Apresenta praias em ambas as margens (Figura 2), com canais laterais nas várzeas. O rio apresenta correnteza moderada e é relativamente profundo nesse trecho. A vegetação ripária está relativamente bem conservada.

**Jusante:** O trecho selecionado está localizado a cerca de um quilômetro a jusante da PCH Verde 4A, apresenta formação de praias e correnteza moderada (Figura 3).



**Figura 2.** Trecho do rio Verde acessado em fevereiro de 2019 para o monitoramento de ictioplâncton a montante da PCH Verde 4A, no Rio Verde, Água Clara, MS.



**Figura 3.** Trecho do rio Verde acessado em fevereiro de 2018 para o monitoramento de ictioplâncton a jusante da PCH Verde 4A, no Rio Verde, Água Clara, MS.

## 2.2. Coleta de dados

A amostragem de ictioplâncton (ovos, larvas e juvenis de peixes) foi realizada com rede de deriva cônica, com abertura de 0,5m de diâmetro (Figura 4), malha com 350 $\mu$ m entre nós opostos e equipada com um fluxômetro na entrada da água, para estimar o volume filtrado.

Em cada ponto de amostragens, em cada campanha, foram obtidas três amostras entre as 18 e 21 horas (Tabela 1), exceto na campanha de fevereiro de 2019, quando foram obtidas apenas duas amostras a montante. Para cada amostra, a rede de ictioplâncton foi posicionada na correnteza (Figura 4) até filtrar em torno de 100 metros cúbicos de água do rio, sendo o fluxo acompanhado em tempo real pelo fluxômetro. Nessas ocasiões, tomou-se também o cuidado de verificar continuamente a velocidade de passagem da água pela rede, de modo a evitar o refluxo da amostra, caso a rede viesse a entupir.



**Figura 4.** Rede de amostragem de ictioplâncton posicionada de modo a filtrar a água e organismos à deriva a montante da PCH Verde 4A, no Rio Verde, Água Clara, MS. Janeiro de 2018.

As amostras concentradas foram acondicionadas em frascos etiquetados e fixadas em formol a 4% tamponado com carbonato de cálcio. Em laboratório, as amostras são triadas em câmara de Bogorov, com auxílio de lupa estereoscópica, com ampliação de 10 vezes. Larvas e ovos são separados, identificados e fotografados sobre placas de Petri, sob ampliações de 16 a 40 vezes.

A identificação das larvas é realizada segundo NAKATANI *et al.* (1997a), NAKATANI *et al.* (1998), BORGES *et al.* (2000), NASCIMENTO & ARAÚJO-LIMA (2000), NAKATANI *et al.* (2001) e SOUZA & SEVERI (2002).

A densidade de ovos e larvas de ictioplâncton é comumente padronizada em relação à  $10 \text{ m}^3$  (NAKATANI *et al.*, 1997b; 2001; PEDREIRA *et al.*, 2008). Para isso calcula-se a densidade em função do volume filtrado pela fórmula:

$$D = (n/V)10$$

Onde D é a densidade, n é o número de larvas ou ovos na amostra e V é o volume de água filtrada em metros cúbicos, obtido a partir de fluxômetro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram filtrados entre 177 e 471 metros cúbicos de água por ponto de amostragens por campanha (Tabela 2), totalizando cerca de 3080 metros cúbicos (ou 3.079.600 litros de água) no conjunto das campanhas de 2018 e 2019 (Tabela 2).

Mesmo com o elevado esforço amostral (réplicas de hora em hora e grande volume filtrado) e amostrando em estações chuvosas, ou com chuvas na véspera ou no dia das amostragens, não houve registro de ovos e larvas de peixes, indicando baixa representatividade de ictioplâncton no período de cada campanha, com densidades insuficientes para resultar em registros (próximo a zero).

Não eram esperados valores tão baixos de densidade ictioplanctônica, mas isto não é discrepante em comparação ao registrado no rio Verde mais a jusante, na UHE São Domingos. No monitoramento da UHE São Domingos entre 2014 e 2015, ocorreu ausência de registros em vários pontos e campanhas, além de densidades próximas a zero nas amostras em que ocorriam registros (valores como  $0,0009 \text{ larvas}/10\text{m}^3$ ,  $0,0037 \text{ juvenis}/10\text{m}^3$  e  $0,15 \text{ ovos}/10\text{m}^3$ ), conforme apontado por ELETROBRÁS/ELETROSUL (2015).

As densidades registradas no rio Verde são inferiores ao registrado em rios maiores, como exemplos, média de  $0,77 \text{ larvas}/10\text{m}^3$  no reservatório de Jupuíá, confluência do rio Paraná e rio Sucuriú (ROSA/ANANTECN/PETROBRÁS, 2012) e até  $183,71 \text{ larvas}$  e  $122,47 \text{ ovos}/10\text{m}^3$  no baixo rio Ivinhema (NAKATANI *et al.*, 2003).

**Tabela 2.** Volumes filtrados e densidade ictioplanctônica em cada amostra obtida nas campanhas de 2018 e 2019 de monitoramento da PCH Verde 4A, no rio Verde, Água Clara, MS.

| Ponto e amostra | Jan_2018             |                          | Fev_2018             |                          | Jan_2019             |                          | Fev_2019             |                          | Mar_2019             |                          |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
|                 | Volume filtrado (m3) | Densidade (org. / 10 m3) | Volume filtrado (m3) | Densidade (org. / 10 m3) | Volume filtrado (m3) | Densidade (org. / 10 m3) | Volume filtrado (m3) | Densidade (org. / 10 m3) | Volume filtrado (m3) | Densidade (org. / 10 m3) |
| Montante A      | 125,6                | 0                        | 125,6                | 0                        | 76,54                | 0                        | 98,13                | 0                        | 100,1                | 0                        |
| Montante B      | 102,5                | 0                        | 78,5                 | 0                        | 78,5                 | 0                        | 78,5                 | 0                        | 100,1                | 0                        |
| Montante C      | 78,5                 | 0                        | 78,5                 | 0                        | 88,31                | 0                        |                      |                          | 100,1                | 0                        |
| <b>Montante</b> | <b>306,6</b>         | <b>0</b>                 | <b>282,6</b>         | <b>0</b>                 | <b>243,4</b>         | <b>0</b>                 | <b>176,6</b>         | <b>0</b>                 | <b>300,3</b>         | <b>0</b>                 |
| Jusante A       | 157                  | 0                        | 125,6                | 0                        | 88,31                | 0                        | 98,13                | 0                        | 100,1                | 0                        |
| Jusante B       | 157                  | 0                        | 157                  | 0                        | 88,31                | 0                        | 98,13                | 0                        | 100,1                | 0                        |
| Jusante C       | 157                  | 0                        | 157                  | 0                        | 88,31                | 0                        | 98,13                | 0                        | 100,1                | 0                        |
| <b>Jusante</b>  | <b>471</b>           | <b>0</b>                 | <b>439,6</b>         | <b>0</b>                 | <b>264,9</b>         | <b>0</b>                 | <b>294,4</b>         | <b>0</b>                 | <b>300,3</b>         | <b>0</b>                 |

Vários fatores podem ter influenciado na baixa densidade ictioplanctônica registrada nestas campanhas iniciais do monitoramento, incluindo alguns naturais, outros antrópicos (VAZZOLER *et al.* 1997b).

As amostragens realizadas em fevereiro de 2018 e fevereiro de 2019 seriam as com maior potencial de registros de ictioplâncton, pois conforme NAKATANI *et al.* (1997), os meses de novembro e fevereiro apresentam as amostragens mais representativas. Desse modo, é possível que tanto em 2018 quanto em 2019 tenham ocorrido atividades reprodutivas com representativa densidade de zooplâncton, porém antes do início das amostragens, ou seja, nos meses de dezembro, novembro e eventualmente em outubro.

Amostragens com periodicidade mensal, na próxima estação chuvosa, imprescindivelmente nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março poderia definir um melhor diagnóstico do ictioplâncton e intensidade das atividades reprodutivas de peixes na área da PCH Verde 4A. Para isso, é recomendável continuar com amostragens noturnas, preferencialmente nos dias seguintes a grandes eventos de chuva, e com grande esforço em cada ponto de monitoramento (continuar o uso de algumas “réplicas” de amostragens de hora em hora).

#### **4. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES**

Foi realizado elevado esforço amostral (cerca de 1580 metros cúbicos de água filtrada em 2019 e cerca de 1500 nas campanhas de 2018), com réplicas de amostragens de hora em hora entre as 18 e 21 horas e mesmo assim não houve registro de ovos e larvas de peixes, indicando baixa representatividade de ictioplâncton no período de cada campanha, com densidades insuficientes para resultar em registros (densidade próximo a zero).

Os meses abordados, janeiro e fevereiro de 2018 e janeiro a março de 2019, com incidência de chuvas na região, seriam favoráveis ao registro de ictioplâncton, apesar de a literatura científica considerar desde novembro como período mais intenso das atividades reprodutivas. É possível que tanto em 2018 quanto em 2019 tenham ocorrido atividades reprodutivas com representativa densidade de ictioplâncton, porém antes do início das amostragens, ou seja, nos meses de dezembro, novembro e eventualmente em outubro.

Por esse motivo, se houver continuidade do monitoramento do ictioplâncton é imprescindível que sejam obtidas amostragens no início de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Também é recomendável continuar com amostragens noturnas, preferencialmente nos dias seguintes a grandes eventos de chuva, e com grande esforço em cada ponto de monitoramento (continuar o uso de algumas “réplicas” de amostragens de hora em hora).



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIALETSKI, A.; NAKATANI, K.; SANCHES, P.V. & BAUMGARTNER, G. 2004. Eggs and larvae of the “Curvina” *Plagioscion squamisissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Baía River (Mato Grosso do Sul “State”, Brazil). *Journal of Plankton Research*, 11. 23 p.

BORGES, M. E. E.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A. & FELIS, M. E. G. 2000. Diferenciação do número de vértebras de algumas espécies de Characiformes (Osteichthyes) da bacia do Rio Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum* 22(2):539-544pp.

ELETROBRÁS / ELETROSUL. 2015. Sexto relatório semestral de andamento dos Planos Ambientais – Fase de Operação. UHE São Domingos. Pp. 31.

GRAÇA, W. J. & C. S. PAVANELLI. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, EDUEM. 308 p.

NAKATANI, K., BIALETZKI, A., GALUCH, A.V., SANTIN, M., BORGES, R.Z., KIPPER, D., ZIOBER, S.R., BENEDETTO, M.L. & ASSAKAWA, F. 2003. Monitoramento do ictioplâncton na planície de inundação do alto rio Paraná e utilização do rio Ivinheima (MS) como área de desova e criadouro natural de peixes. *In: A. A. Agostinho, S.M. Thomaz, L. Rodrigues & L.C. Gomes (coords.) A planície alagável do rio Paraná: estrutura e processos ambientais: componentes bióticos. Programa PELD/CNPq, Maringá, 56 p. (Relatório/2003).*

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. & PAVANELLI, C. S. 2001. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 378 p.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & BAUMGARTNER, M. S. 1997. Larval development of *Plagioscion squamosissimus* Heckel (Perciformes, Sciaenidae) of Itaipu Reservoir (Parana River, Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 14 (1): 35-44pp.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & CAVICCHIOLI, M. 1997. Ecologia de ovos e larvas de peixes. *In: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A. & Hahn, N. S. (eds.), A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringá, pp. 281-306.*

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & LATINI, J. D. 1998. Morphological description of larvae of the mapara *Hypophthalmus edentatus* Spix (Osteichthyes, Hypophthalmidae) in the Itaipu Reservoir (Parana River, Brazil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 15 (3): 687 – 696pp.

NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. 2004. Temporal and spatial dynamics of fish eggs and larvae. *In: Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Hahn, N. S. (ed.). The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 293-308.*

NASCIMENTO, F. L. & ARAÚJO LIMA, C. A. R. M. 2000. Descrição das larvas das principais espécies de peixes utilizadas pela pesca, no Pantanal. Boletim de Pesquisa Nº 19, EMBRAPA-Pantanal, Corumbá, MS. INSS 1517-1981. 26p.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E; SAMPAIO, E. V.; SILVA, J. L. & FERREIRA, F. N. 2008. Fontes de erros na mensuração do comprimento e peso de larvas de peixes. Acta Sci. Biol. Sci. v 30, n. 3, Maringá, 245-251pp.

RÉ, P; AZEITEIRO; U. & MORGADO, F. 2005. Ecologia do ictioplâncton. *In*: Ré, P., U. Azeiteiro e F. Morgado (2005). Ecologia do plâncton marinho e estuarino. Edições Afrontamento, Coleção Ciências e Natureza, nº 1, 140pp. ISBN-972-36-0749-2.

ROSA, F. R. / Anantecn Análises Tecnológicas Ltda./ Petróleos Brasileiros S. A.-PETROBRÁS. 2012. Relatório anual de monitoramento do ictioplâncton – UTE Três Lagoas – MS. 6 pp.

SOUZA, W. T. Z. & SEVERI, W. 2002. Desenvolvimento inicial de larvas de *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz (Characiformes, Cynodontidae). Revista Brasileira de Zoologia, 19 (1): 85 – 94pp.

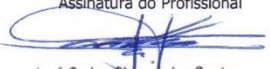
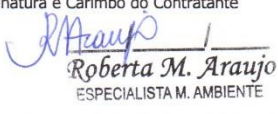
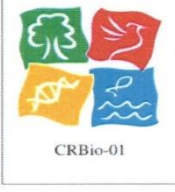
VAZZOLER, A. E. A. M.; LIZAMA, M. A. P.; INADA P. 1997. Influências ambientais sobre a sazonalidade reprodutiva. *In*: Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A., Hahn, N. S. (eds), A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EDUEM, Maringá, p. 267-280.

José Milton Longo  
Coordenador Técnico

## ANEXO I

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

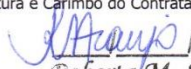
| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                      |  |                                     |
|--|--------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |                                      |  |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                      |  | 1-ART Nº:<br><b>2019/03872</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                      |  |                                     |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS  |                                      | 3.Registro no CRBio: 018769/01-D   |                                     |
| 4.CPF: 294.004.141-53  | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br |  | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DR MICHEL SCAFF 105  |                                      | 8.Compl.: SALA 09  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE              | 11.UF: MS  | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                      |  |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A  |                                      |  |                                     |
| 14.Registro Profissional:  |                                      | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46  |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N  |                                      |  |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1  |                                      | 18.Bairro: ZONA RURAL  | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79680-000                    | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br  |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                      |  |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |                                      |  |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.   |                                      |  |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                      |  | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                      | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR  |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;   |                                      | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente   |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO - MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                      |  |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00   |                                      | 33.Total de horas: 60  | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                      |  | <b>37. LOGO DO CRBIO</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                      |  |                                     |
| Data: 30/05/19<br>Assinatura do Profissional<br><br>José Carlos Chaves dos Santos<br>CRBio 018769/01-D  |                                      | Data: 30/05/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
|   |                                      |  |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |                                      | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>   |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                      |  |                                     |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional           | Data: / /  | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 4574.6143.7084.8025**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                     |   |                                     |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |                                     |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/03871</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO   |                                     | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 085.222.128-21   | 5.E-mail: milton@fibracon.com.br    |   | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                     | 8.Compl.: SALA 9  |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE             | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A   |                                     |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46   |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N   |                                     |   |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1   |                                     | 18.Bairro: ZONA RURAL   | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79680-000                   | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;   |                                     |   |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.  |                                     |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                     |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO -MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                     |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00  | 33.Total de horas: 60               | 34.Início: MAI/2019   | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |                                     |
| Data: 30/05/19<br>Assinatura do Profissional<br>   |                                     | Data: 30/05/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
|    |                                     |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                     |   |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 2311.4194.4821.6076**




OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

04/07/2019

ART VERDE4A bentos plancton assinada.png

04/07/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |                                     |   |   |
|---|-------------------------------------|---|---|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |                                     |   |   |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                     |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/04932</b>  |
| <b>CONTRATADO</b>   |                                     |   |   |
| 2.Nome: FABIO RICARDO DA ROSA   |                                     | 3.Registro no CRBio: 040701/01-D  |   |
| 4.CPF: 891.889.771-53   | 5.E-mail: netz.fabio@gmail.com      |   | 6.Tel: (44)3235-1192  |
| 7.End.: EDÉZIO GOMES MARIANO 296  |                                     | 8.Compl.:   |   |
| 9.Bairro: CENTRO  | 10.Cidade: AQUIDABAN                | 11.UF: PR   | 12.CEP: 86995-000   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |                                     |   |   |
| 13.Nome: FIBRACon CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                     |   |   |
| 14.Registro Profissional:   |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     |   |   |
| 17.Compl.: SALA 09  | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA        | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |   |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site:   |   |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |                                     |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;   |                                     |   |   |
| 24.Identificação : ICTIOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (ZOOBENTOS) - MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS NA ÁREA DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, EM ÁGUA CLARA, MS.   |                                     |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                     |   | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: INDIVIDUAL  |                                     | 28.Perfil da equipe:  |   |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;  |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |   |
| 31.Descrição sumária : SERÁ REALIZADO O MONITORAMENTO DAS BIOCENOSSES AQUÁTICAS ICTIOPLÂNCTON, ZOOPLÂNCTON E MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS (ZOOBENTOS) - EM PONTOS DE COLETA A MONTANTE, JUSANTE E RESERVATÓRIO DA PCH VERDE 4A, NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, MS. |                                     |   |   |
| 32.Valor: R\$ 4.300,00  | 33.Total de horas: 70               | 34.Início: FEV/2019   | 35.Término: FEV/2023  |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |                                     |   | <b>37. LOGO DO CRBIO</b><br><br>CRBio-01 |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>   |                                     |   |   |
| Data: 15/02/19<br>Assinatura do Profissional<br>   |                                     | Data: 15/02/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br> |   |
|   |                                     |   |   |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b><br>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |   |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional          | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 6859.8741.9683.1625**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<https://portal.crbio01.gov.br/scripts/art.dll/login>

1/5

<https://mail.google.com/mail/u/0/?pli=1#inbox/FMfcgxwChchSPPMWQmbZhtxxFvwhBkP?projector=1&messagePartId=0.2>

1/1

MONITORAMENTO DA FAUNA  
PCH VERDE 4A

RELATÓRIO TÉCNICO



ÁGUA CLARA - MS  
Fevereiro de 2019  
16ª campanha

---

## EQUIPE TÉCNICA

### DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: Al. Dr. Carlos de Carvalho, 555, 21º andar, Bairro Centro

Município: Curitiba/PR – CEP: 80.430-180

Telefone para contato: (41) 3321-7100

### DADOS DA EMPRESA CONSULTORA

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### TÉCNICOS RESPONSÁVEIS

José Milton Longo (Coordenador) CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos (Coordenador e Mastofauna) CRBio: 18.769/01-D

Ana Luiza Cesquin Campos (Herpetofauna) CRBio: 43.731/01-D

Thiago Matheus Breda (Avifauna) CRBio: 68.722/01-D

### BIÓLOGO ASSISTENTE

José Luiz Massao Moreira Sugai (Mastofauna) CRBio: 74.629/01-D



---

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Introdução geral.....  | 5  |
| 1.1. Localização do empreendimento .....                                    | 6  |
| 1.2. Descrição das áreas amostrais.....                                     | 8  |
| 1.3. Grupos taxonômicos monitorados .....                                   | 12 |
| 1.3.1. Herpetofauna.....  | 12 |
| 1.3.2. Avifauna .....   | 12 |
| 1.3.3. Mastofauna.....  | 13 |
| 1.4. Análise de dados .....   | 13 |
| 2. Herpetofauna.....  | 14 |
| 2.1. Metodologia .....  | 14 |
| 2.1.1. Coleta de dados .....  | 14 |
| 2.1.2. Análise de dados .....   | 17 |
| 2.2. Resultados e discussão .....   | 17 |
| 2.2.1. Riqueza e abundância.....  | 17 |
| 2.2.2. Comparações entre as áreas amostrais.....                            | 24 |
| 2.2.3. Resultados Consolidados.....   | 25 |
| 2.2.4. Curva do coletor .....   | 26 |
| 2.2.5. Espécies endêmicas, ameaçadas e de interesse.....                    | 27 |
| 3. Avifauna.....  | 29 |
| 3.1. Metodologia .....  | 29 |
| 3.1.1. Contagem por pontos .....  | 29 |
| 3.1.2. Busca ativa ou amostragens não-sistemáticas .....                    | 29 |
| 3.1.3. Análise de Dados .....   | 30 |
| 3.2. Resultados e Discussão.....  | 31 |
| 3.2.1. Resultados consolidados.....   | 45 |
| 3.2.2. Espécies ameaçadas, endêmicas e de alta sensibilidade aos distúrbios | 46 |
| 4. Mastofauna.....  | 49 |
| 4.1. Metodologia .....  | 49 |

---

|   |    |
|---|----|
| 4.1.1. Coletas de Dados .....                         | 49 |
| 4.1.2. Análise de Dados .....                         | 50 |
| 4.2. Resultados e discussão .....                     | 51 |
| 4.2.1. Registros de Riqueza e Abundância .....        | 51 |
| 4.2.2. Comparações entre as áreas amostrais .....     | 55 |
| 4.2.3. Resultados consolidados.....                   | 57 |
| 4.2.4. Curva do coletor .....                         | 58 |
| 4.2.5. Espécies Ameaçadas, Endêmicas e exóticas ..... | 59 |
| 4.2.6. Espécies de Interesse Humano.....              | 61 |
| 5. Conclusões e Recomendações .....                   | 63 |
| 5.1. Herpetofauna .....                               | 63 |
| 5.2. Avifauna .....                                   | 64 |
| 5.3. Mastofauna .....                                 | 64 |
| 6. Referências bibliográficas.....                    | 66 |
| 7. Anexos.....  | 72 |
| ANEXO I .....   | 73 |
| ANEXO II .....  | 77 |
| ANEXO III .....                                       | 88 |
| ANEXO IV .....  | 96 |
| ANEXO V .....   | 98 |

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A PCH Verde 4A está inserida no bioma Cerrado, que como a maioria das Savanas, não é um habitat homogêneo e sim um mosaico de tipos fisionômicos vegetais que variam de áreas abertas, campos, pastagens antrópicas e agricultura, a áreas florestadas como o Cerradão. Este Sistema Biogeográfico é composto por seis subsistemas: Campos, Cerrado (*sensu stricto*), Cerradão, Matas Ciliares e Veredas.

O Cerrado é, depois da Mata Atlântica, o bioma brasileiro que mais sofreu e sofre alterações, devido à ocupação humana. A ausência de planejamento levou à destruição e baixo aproveitamento de muitos recursos naturais e a cobertura florestal nativa foi sendo fragmentada, cedendo lugar a outras formas de uso do solo, principalmente a expansão da agricultura e pecuária nos últimos anos. Como consequência, muitas áreas do estado do Mato Grosso do Sul destinadas atualmente à agricultura e pecuária abrangem regiões cujas distintas fitofisionomias frequentemente estavam integradas. Devido a estas ações antrópicas, esses complexos ambientes naturais foram reduzidos e transformados em habitats insulares (*sensu* VELOSO *et al.*, 1991).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são alternativas de geração de energia no Brasil e o principal impacto da sua implantação sobre a fauna terrestre é decorrente do desmatamento e da formação do reservatório. A dimensão do impacto depende de características do empreendimento, como: o tamanho do reservatório, o tipo de ambiente onde está inserida, a composição e estrutura em que se encontra a comunidade faunística e vegetacional local, dentre outros fatores. Esse impacto pode ser direto ou indireto (VASCONCELLOS, 1999), entretanto podem ser mitigados com a implantação de Programas de Monitoramento Ambiental, que visam melhores práticas de conservação e manejo durante as fases de implantação e operação do empreendimento, como por exemplo, a realização de monitoramento periódico da fauna silvestre do entorno e o resgate da fauna durante o enchimento do reservatório, conforme preconizado pela Instrução Normativa IBAMA nº 146, de 10 de janeiro de 2007.

Logo, o monitoramento das populações faunísticas locais antes, durante e após a implantação do empreendimento, o resgate de animais durante a supressão vegetacional e o enchimento do reservatório, assim como o aproveitamento científico de espécies, é uma das práticas mitigadoras do impacto sobre a fauna silvestre nas áreas de influência da hidrelétrica.

As atividades do programa de monitoramento da fauna silvestre têm por objetivo realizar o processo de levantamento das espécies da fauna (anfíbios, répteis, aves e

mamíferos) na região da PCH Verde 4A e monitorar os possíveis impactos decorrentes da implantação e operação da mesma sobre a fauna terrestre. Este programa foi iniciado com periodicidade trimestral, até a 14ª campanha, passando a ser semestral após o enchimento, a partir da 15ª campanha, abrangendo as estações seca e chuvosa, em atendimento a condicionante da LO nº 385/2017, processo nº 61/400808/2017, emitida pelo Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL). O cronograma com as campanhas já executadas e as demais previstas, encontra-se em anexo. Este relatório apresenta os resultados da décima sexta (16ª) campanha de monitoramento da fauna terrestre, realizada entre os dias 20 e 24 de fevereiro de 2019, com cinco dias consecutivos de duração e referente a estação chuvosa.

### **1.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

A PCH Verde 4A está localizada a uma distância aproximada de 233 km da capital do estado (Figura 1), Campo Grande, seguindo 85 km pela BR – 163 e logo após 73 km pela BR – 060 em direção do município de Camapuã. Passando por Camapuã, na MS - 438, percorrem-se cerca de 75 Km até a entrada do empreendimento.

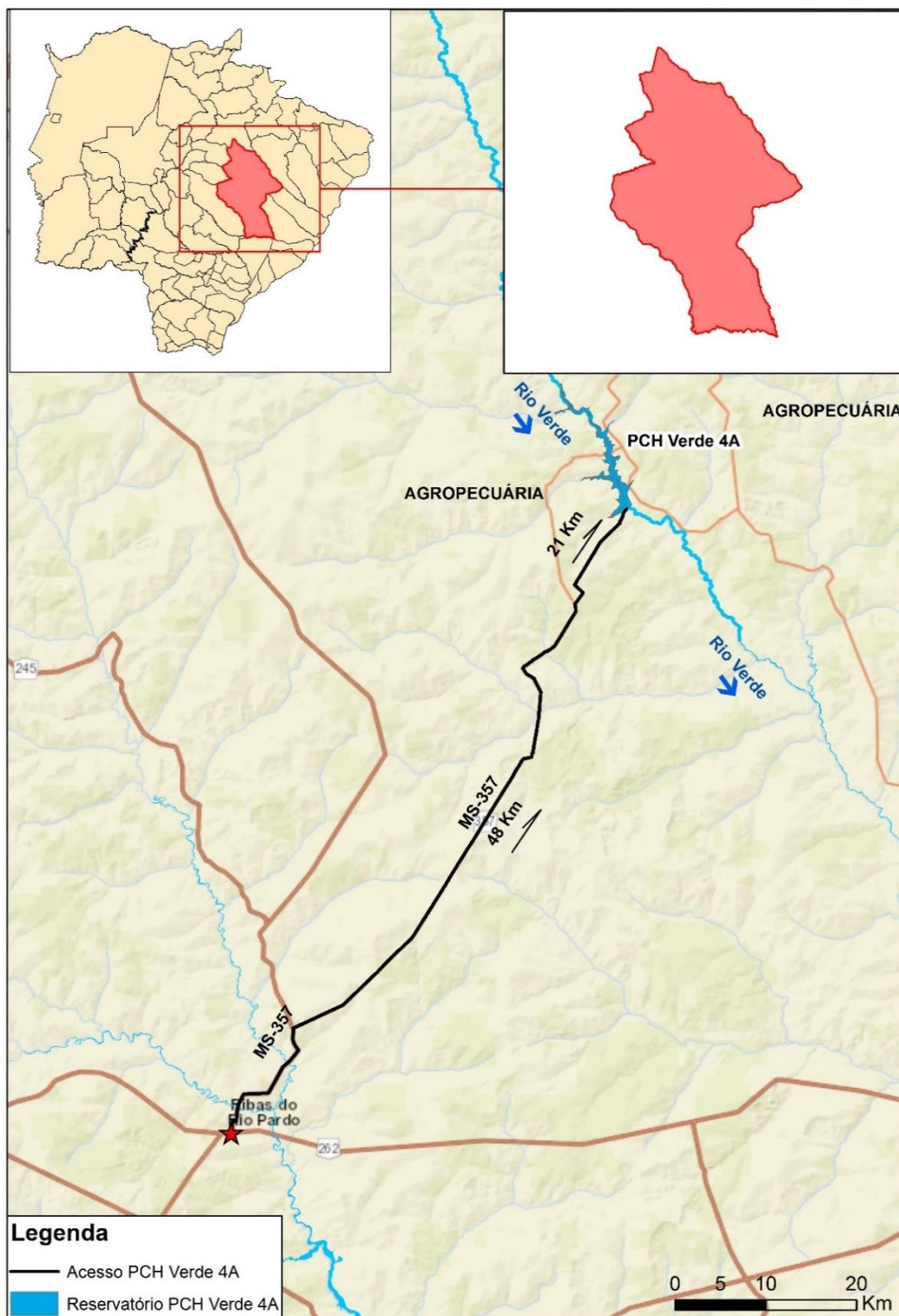


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## 1.2. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRAIS

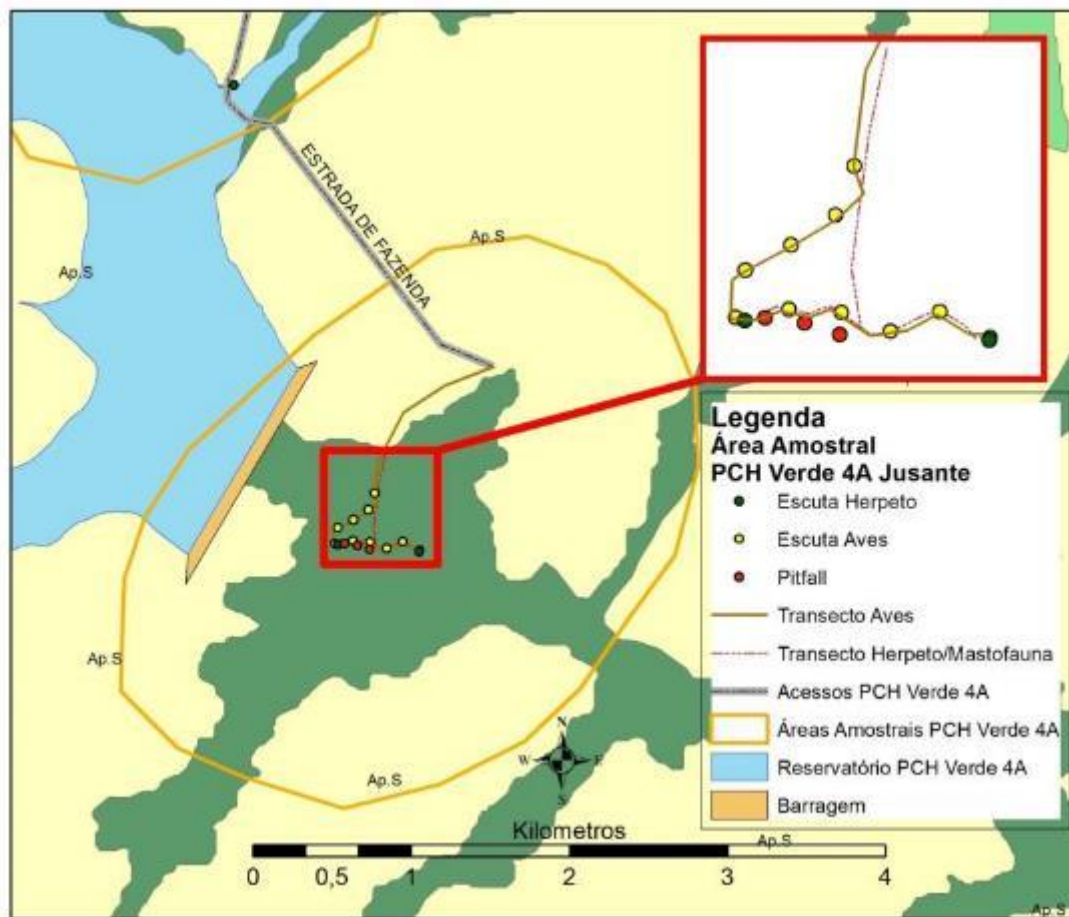
Na área de influência do empreendimento foram determinadas por semelhança, três áreas amostrais que contemplam as principais fitofisionomias locais. As áreas amostrais utilizadas para o monitoramento da fauna estão descritas abaixo. As mesmas áreas foram utilizadas para todos os grupos taxonômicos, podendo haver pequenas variações na localização das armadilhas e pontos amostrais, conforme a metodologia aplicada e ambiente monitorado de acordo com o grupo taxonômico estudado.

As três áreas estabelecidas pela FIBRAcon Consultoria para o monitoramento dos grupos faunísticos estão descritas a seguir:

**1) ÁREA AMOSTRAL JU (JUSANTE):** 19°52'49.17"S; 53°21'23.67"O (Figura 2 e Figura 3). Localizada à jusante do barramento da PCH Verde 4A, abrange uma área de Floresta Estacional Semidecidual, fitofisionomia predominante, e faixa de mata ciliar às margens do rio Verde, com presença de pontos alagáveis em seu interior. A área ainda apresenta uma lagoa marginal além de campos utilizados para agropecuária. A escolha desta área próxima ao barramento da PCH Verde 4A se deu por se tratar de área livre de inundação do reservatório localizada imediatamente à jusante do barramento. O tamanho estimado da área amostral Jusante (JU) é de 874 hectares.



**Figura 2.** Área à jusante (JU) do barramento amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



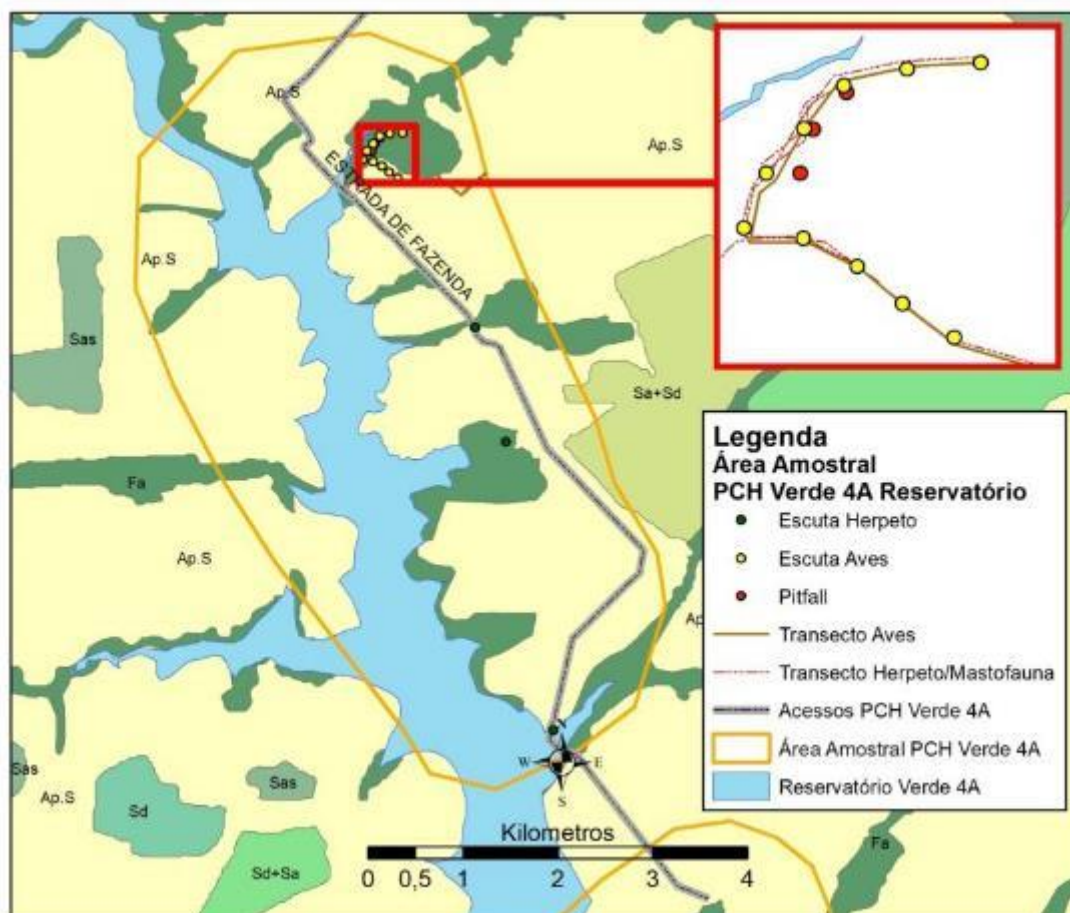
**Figura 3.** Localização da área amostral Jusante (JU) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**2) ÁREA AMOSTRAL RE (RESERVATÓRIO):** 19°48'4.16"S; 53°23'5.27"O (Figura 4 e Figura 5). Localizada ao longo do reservatório da PCH Verde 4A, abrange vários fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual na margem do reservatório da PCH Verde 4A. Esta área amostral também apresenta nascentes brejosas, açudes e campos de agropecuária. O tamanho estimado da área amostral Reservatório (RE) é de 2.589 hectares.

**3) ÁREA AMOSTRAL MO (MONTANTE):** 19°44'25.24"S; 53°27'2.59"O (Figura 6 e Figura 7). Localizada imediatamente à montante do reservatório da PCH Verde 4A, fora de sua área de inundação e abrange área de Floresta Estacional Semidecidual e faixa estreita de mata ciliar às margens do rio Verde, além de áreas brejosas também em suas margens. A área ainda apresenta córregos e campos de agropecuária. O tamanho estimado da área amostral Montante (MO) é de 2.096 hectares.



**Figura 4.** Área na região do reservatório (RE) do empreendimento amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

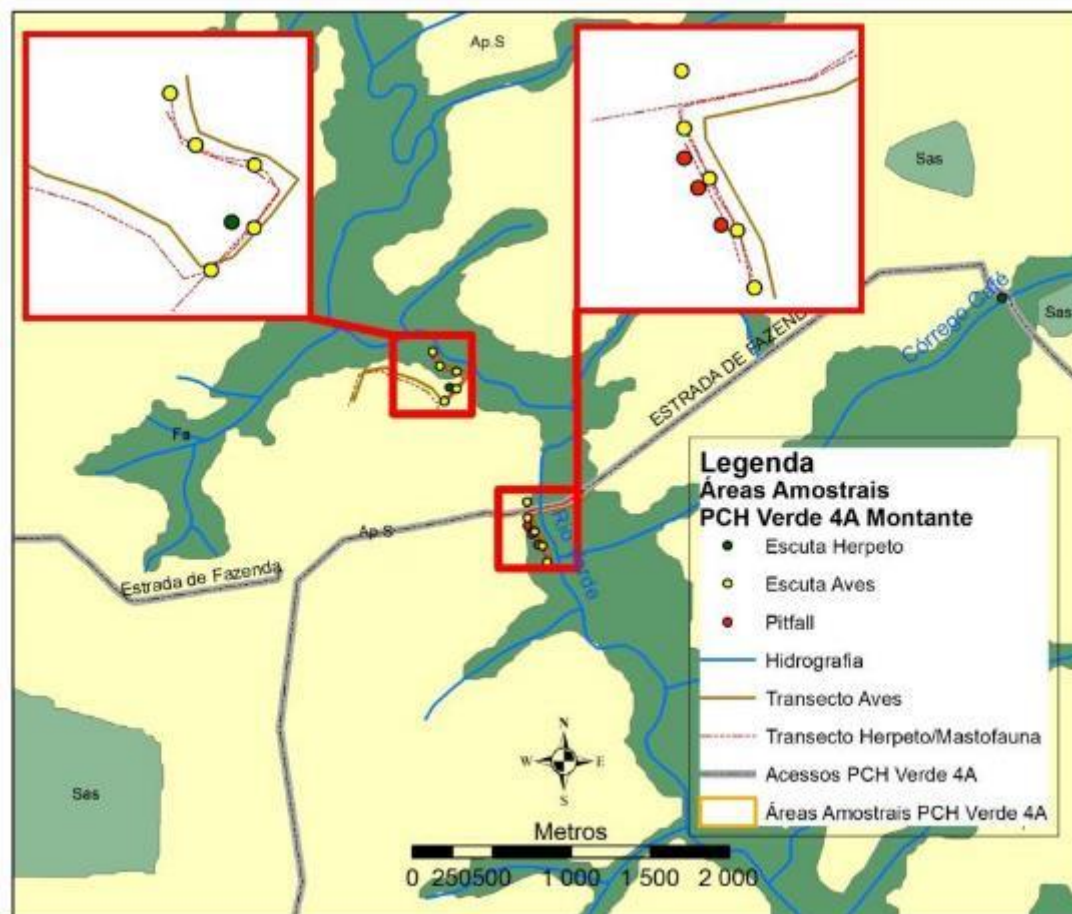


**Figura 5.** Localização da área amostral Reservatório (RE) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.





**Figura 6.** Área à montante (MO) do reservatório amostrada no monitoramento de fauna terrestre na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Figura 7.** Localização da área amostral Montante (MO) e pontos de coleta durante o monitoramento de fauna terrestre da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

### 1.3. GRUPOS TAXONÔMICOS MONITORADOS

#### 1.3.1. HERPETOFAUNA

A herpetofauna é representada pelos anfíbios e répteis, que são vertebrados de ampla distribuição geográfica, com cerca de 7.300 espécies de anfíbios (FROST, 2019) e mais de 10.000 espécies de répteis (UETZ & HOŠEK, 2018) no mundo. No Brasil estão descritas 1.026 espécies de anfíbios (988 anuros, 33 cobras-cegas e cinco salamandras) e 760 espécies de répteis (36 quelônios, seis jacarés, 260 lagartos, 72 anfisbênias e 386 serpentes) (COSTA & BÉRNILS, 2015; SEGALLA *et al.*, 2016).

Uma parte significativa dessa diversidade está representada em regiões sob a influência do Cerrado, 209 espécies de anfíbios (108 endêmicos) (VALDUJO *et al.*, 2012), cinco crocodilianos, 10 quelônios e 33 anfisbênias (20 endêmicas), 76 lagartos (32 endêmicos) e 158 serpentes (51 endêmicas) (COLLI *et al.*, 2002; SOUZA, 2005; NOGUEIRA *et al.*, 2011), sendo recentemente adicionados à esta listagem mais oito espécies de répteis squamatas e 11 anuros endêmicos (AZEVEDO *et al.*, 2016). Para a região de estudo, levantamentos realizados na bacia do rio Verde e na área do empreendimento indicam a ocorrência de aproximadamente 45 espécies da herpetofauna, sendo 26 anfíbios, nove lagartos, oito serpentes e dois crocodilianos.

#### 1.3.2. AVIFAUNA

A distribuição das espécies da avifauna residentes ao longo do Brasil, aproximadamente 1.901 espécies segundo o CBRO (2014), é desigual, estando a maior diversidade de espécies concentrada na Amazônia e na Mata Atlântica, dois biomas que, originalmente, eram completamente cobertos por florestas úmidas. A presente área de estudo, inserida no bioma Cerrado, é representada por uma das ecoregiões mais importantes do país localizando-se entre a Floresta Amazônica, Mata Atlântica e o Pantanal, servindo de corredor para a biodiversidade de espécies e por apresentar um mosaico de vegetação muito peculiar e fisionomicamente diversificado (DA COSTA, 2003; PRIMACK & RODRIGUES, 2001; PAGOTTO *et al.* 2006). Representa a terceira maior riqueza de espécies de Aves dentre os biomas brasileiros abrangendo 837 espécies, distribuídas em 64 famílias, compreendendo 759 as que efetivamente se reproduzem no Cerrado (SILVA, 1995), evidências sugerem que a localização geográfica do Cerrado favoreça a passagem de aves que realizam movimentos migratórios da América do Norte para a América do Sul e entre as regiões temperadas e equatoriais da América do Sul (CAVALCANTI, 1988, 1999; SILVA & BATES, 2002; LOPES, 2004).

A avifauna de Mato Grosso do Sul é ainda pouco estudada, não havendo uma listagem oficial de espécies (SILVA, 1995; BORNSCHEIN & REINERT, 2000). A área onde foram realizadas as amostragens carece de estudos científicos sobre a avifauna. Os dados dos levantamentos de aves realizados (em áreas de Cerrado) no Complexo Aporé-Sucuriú (PAGOTTO *et al.*, 2006) e de três estudos realizados pela FIBRAcon Consultoria Projetos e Perícias Ambientais no Rio Sucuriú e no Rio Indaiá apontam para um total de 275 espécies de aves.

### 1.3.3. MASTOFAUNA

O Brasil abriga uma das maiores diversidades de mamíferos do mundo com 701 espécies listadas, com muitas ainda a serem descobertas e catalogadas. No Cerrado são 251 espécies, sendo 32 exclusivas desse bioma (PAGLIA *et al.*, 2012). Poucas localidades foram adequadamente amostradas quanto à mastofauna e listas locais são usualmente incompletas (COSTA *et al.*, 2005).

No Mato Grosso do Sul são conhecidas 151 espécies de mamíferos, sendo 90 terrestres não-voadores e 61 espécies voadoras, distribuídas em 10 ordens e 29 famílias (CÁCERES *et al.*, 2008). Estudos realizados na bacia do rio Verde e na área do empreendimento indicam a existência de cerca de 40 espécies de mamíferos não-voadores para a região.

### 1.4. ANÁLISE DE DADOS

Para todos os grupos da fauna terrestre, a diversidade de espécies observadas foi calculada utilizando-se o Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ). Para descrever parâmetros das comunidades das áreas monitoradas e para comparação entre as áreas amostrais foi calculado o Coeficiente de Similaridade com base no qual, se realizou uma análise graficamente representada em um dendrograma utilizando-se UPGMA como método de agrupamento (MAGURRAN, 2004). O índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* é calculado pela fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

**Onde:**  $H'$  é o índice de diversidade de Shannon-Wiener,  
 $p_i$  é a proporção da espécie em relação ao número total  
de espécimes encontrados nos levantamentos realizados.

Para inferir a qualidade do esforço amostral foi gerada a curva do coletor pelo método de rarefação de Mao Tao. Foi utilizado o estimador *Jackknife* de primeira ordem (Jackknife 1) para estimar a provável riqueza de espécies na área de influência do empreendimento.

## 2. HERPETOFAUNA

### 2.1. METODOLOGIA

#### 2.1.1. COLETA DE DADOS

Durante a campanha de monitoramento, realizada entre os dias 20 e 24 de fevereiro de 2019, referente a estação chuvosa, foram utilizados três métodos de procura para o levantamento das espécies da herpetofauna (anfíbios e répteis) na região da PCH Verde 4A:

**Procura visual ou busca ativa (BA):** consistiu na busca visual realizada percorrendo transectos assistemáticos no período diurno e noturno, vasculhando-se os ambientes onde esses animais habitualmente se abrigam (em cavidades de árvores, entre frestas, sob rochas e troncos, bromélias, no solo e na serapilheira). No período noturno também foram realizadas buscas na vegetação (marginal e aquática) de corpos d'água. Esse método é bastante generalista para amostragem de vertebrados (CAMPBELL & CHRISTMAN, 1982; HEYER *et al.*, 1994). Quando possível, as espécies foram fotografadas *in loco*, para compor o registro fotográfico.

Durante a campanha de monitoramento foram realizadas seis horas de busca ativa por dia por área amostral, sendo duas horas no período matutino, duas horas no período vespertino e duas horas no período noturno. Esta metodologia foi realizada durante um dia em cada área monitorada, onde o esforço amostral foi de seis horas/observador por área e 18 horas/observador para a campanha.

**Registro de vocalizações (E):** no caso dos anuros, também foram vistoriados no período noturno, os sítios de reprodução, como brejos e alagados, açudes, riachos e mata ciliar (Figura 8 e Figura 9). Durante as vistorias o observador parado ou em transecto lento identifica as vocalizações dos anfíbios presentes (CAMPBELL & CHRISTMAN, 1982). Nessas ocasiões, a vocalização das espécies foi gravada para posterior auxílio à identificação.

Em cada área amostral foram vistoriados entre dois e três pontos de escuta, dependendo dos ambientes disponíveis para reprodução em cada local. Cada área foi vistoriada durante três noites, por aproximadamente duas horas, totalizando seis horas por campanha.



**Figura 8.** Um dos sítios reprodutivos (açude e mata de galeria ao fundo) amostrado durante o monitoramento da fauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Figura 9.** Um dos sítios reprodutivos (campo úmido) amostrado durante o monitoramento da fauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

**Armadilhas de interceptação e queda ou *pitfalls traps* (P):** em cada área amostral foram instaladas três armadilhas dispostas em forma de “Y”, com quatro baldes de 60 L, sendo um balde central e um em cada extremidade do “Y”, conectados ao centro por uma cerca de aproximadamente 75 cm de altura e 10 metros de comprimento (Figura 10). Armadilhas de interceptação com baldes enterrados (*pitfall traps*) são

métodos efetivos para a coleta de anuros, répteis, mamíferos e invertebrados de serapilheira (CECHIN & MARTINS, 2000; GREENBERG *et al.*, 1994).

Em cada área amostral foram instaladas três armadilhas dispostas em “Y”, totalizando 12 baldes/noite por área. A distância entre cada “Y” de uma mesma área amostral variou de 50 a 80 metros, dependendo do terreno e da disponibilidade de local apropriado para instalação dos baldes. Cada balde permaneceu aberto durante três noites e foram vistoriados uma vez ao dia, preferencialmente pelas manhãs. Ao final da campanha foram tampados e cobertos com solo. Para diminuir a probabilidade de morte dos indivíduos capturados, foram feitos pequenos furos no fundo dos baldes, para escoamento da água, e um pedaço de isopor foi colocado dentro dos baldes para possibilitar a flutuação do animal capturado em caso de eventual acúmulo de água.



**Figura 10.** Armadilha de queda (*pitfall trap*) utilizada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

**Registro Oportunístico (OP):** metodologia que permite o registro de espécimes vivos ou mortos que são encontrados durante toda a permanência na área de campo quando não empregados os métodos citados anteriormente, encontrados fora dos transectos ou durante o deslocamento entre as áreas amostrais, também foram registrados. Esse tipo de registro de espécies é amplamente utilizado em trabalhos herpetofaunísticos, pois contribui consideravelmente com a listagem de espécies de uma dada área (SAWAYA, 2003).

## 2.1.2. ANÁLISE DE DADOS

Todos os animais capturados nas armadilhas de queda ou manualmente, durante a realização de busca ativa, foram identificados e soltos em seguida. Para cada ponto de coleta, foram estimadas a riqueza e abundância através de capturas nas armadilhas de queda, observações diretas, e das vocalizações de machos, no caso de anfíbios.

Para a análise da diversidade foi utilizado o índice de diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ). Para comparação entre as áreas amostrais foi calculado também o Coeficiente de Similaridade de *Bray-Curtis*, utilizando-se UPGMA como método de agrupamento (MAGURRAN, 2004). Foi utilizado o estimador *Jackknife* de primeira ordem (Jackknife1) para estimar a provável riqueza de anfíbios e répteis na área de influência do empreendimento.

Para o auxílio na identificação das espécies foram utilizados Guias de Campo (MARQUES *et al.*, 2015; UETANABARO *et al.*, 2008) e chaves de identificação (ÁVILA-PIRES, 1995; RIBEIRO *et al.*, 2005). A nomenclatura utilizada para a classificação das espécies segue aquela proposta pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (COSTA & BÉRNILS, 2015; SEGALLA *et al.*, 2016).

Todas as espécies registradas foram consultadas em relação ao status de ameaça, tanto a nível internacional (IUCN, 2019) quanto a nível nacional (MMA, 2014) e ao fato de poderem ser consideradas raras, endêmicas, bioindicadoras da qualidade ambiental, de importância econômica (CITES, 2017), potencialmente invasora ou de risco epidemiológico.

## 2.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.2.1. RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Durante a décima sexta campanha de monitoramento da PCH Verde 4A, terceira da fase de operação do empreendimento, foram registradas 24 espécies da herpetofauna, sendo 19 anfíbios e cinco répteis, distribuídas em duas ordens, oito famílias e 13 gêneros (Tabela 1).

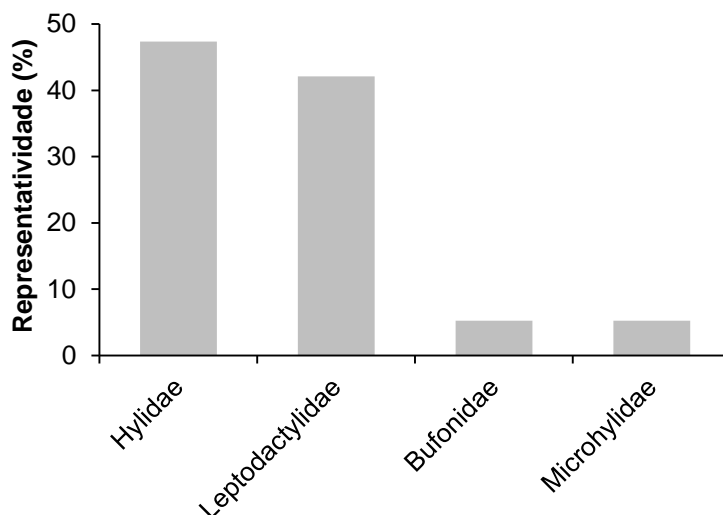
**Tabela 1.** Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante a campanha de monitoramento na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por área amostral, hábito, período de atividade, tipo de micro habitats onde foram encontrados, método de registro e status de distribuição e conservação. Legenda: **Áreas amostrais** (JU) área a jusante do barramento; (RE) área localizada a margem do futuro reservatório; (MO) área a montante do futuro reservatório. **Hábito** (Ab) Arborícola; (Aq) Aquático; (Cr) Criptozóico; (Te) Terrestre. **Atividade (Ativ.)** (N) Noturna e (D) Diurna. **Método de Registro** (BA) Busca ativa; (E) Registro auditivo; (OP) Oportunistico; (P) *Pitfall*. **Status** (C2) espécie inserida no apêndice II do Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado; em azul (novas espécies para o monitoramento). Fevereiro de 2019.

| TAXA  | Nome popular             | Área amostrais |    |    | Hábito | Ativ. | Método registro | Status |
|---|--------------------------|----------------|----|----|--------|-------|-----------------|--------|
|   |                          | JU             | RE | MO |        |       |                 |        |
| <b>ORDEM ANURA "sapos, rãs e pererecas"</b>                     |                          |                |    |    |        |       |                 |        |
| <b>Família Bufonidae</b>  |                          |                |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Rhinella schneideri</i> (Werner, 1894)                       | sapo-cururu              | 2              |    | 1  | Te     | N     | BA, P           |        |
| <b>Família Hylidae</b>  |                          |                |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Boana albopunctata</i> (Spix, 1824)                          | perereca-cabrinha        | 5              | 8  | 1  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)                         | perereca-verde           |                | 15 | 1  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)                              | perereca-rizada-de-bruxa | 2              | 10 | 6  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <i>Dendropsophus elianae</i> (Napoli & Caramaschi, 2000)        | pererequinha-do-brejo    | 6              | 5  |    | Ab     | N     | BA, E           | End    |
| <i>Dendropsophus jimi</i> (Napoli & Caramaschi, 1999)           | pererequinha-do-brejo    | 4              | 14 | 6  | Ab     | N     | BA, E           | End    |
| <i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)                     | pererequinha-do-brejo    | 3              | 2  | 3  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)                    | pererequinha-do-brejo    | 5              | 24 | 5  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <i>Pseudis paradoxa</i> (Linnaeus, 1758)                        | rã-d'água                |                | 8  |    | Aq     | N     | BA, E           |        |
| <i>Scinax fuscomarginatus</i> (A. Lutz, 1925)                   | pererequinha-do-brejo    | 3              | 28 | 7  | Ab     | N     | BA, E           |        |
| <b>Família Leptodactylidae</b>                                  |                          |                |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Leptodactylus chaquensis</i> Cei, 1950                       | rã-manteiga              | 2              | 5  |    | Te     | N     | BA              |        |
| <i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)                   | rã-assobiadora           |                |    | 5  | Te     | N     | E               |        |
| <i>Leptodactylus mystacinus</i> (Burmeister, 1861)              | rã-assobiadora           |                |    | 2  | Te     | N     | E               |        |
| <i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)                   | rã-goteira               |                |    | 2  | Te     | N     | E               |        |
| <i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826                      | rã-cachorro              |                | 8  | 5  | Te     | N     | E               |        |
| <i>Physalaemus marmoratus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862 "1861") | rã                       |                |    | 1  | Te     | N     | P               | End    |
| <i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)               | rã-quatro-olhos          | 1              |    |    | Te     | N     | E               | End    |
| <i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)                 | rãzinha-do-brejo         | 2              |    |    | Te     | N     | E               |        |

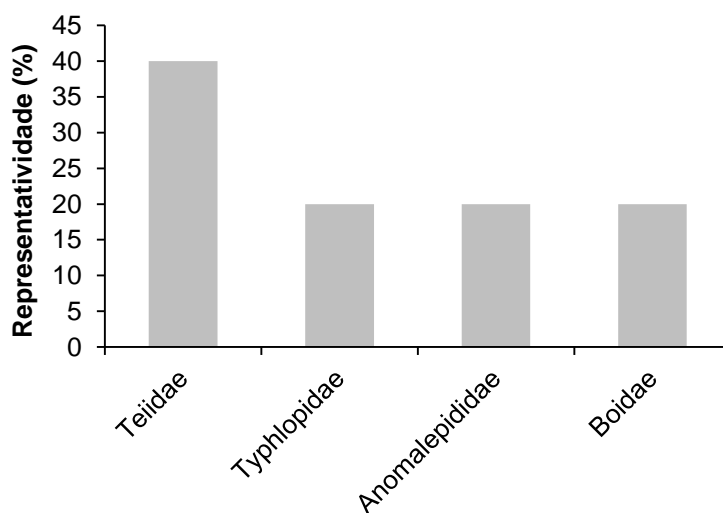


| TAXA  | Nome popular  | Área amostraiss |    |    | Hábito | Ativ. | Método registro | Status |
|---|---------------|-----------------|----|----|--------|-------|-----------------|--------|
|   |               | JU              | RE | MO |        |       |                 |        |
| <b>Família Microhylidae</b>                           |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Elachistocleis cesarii</i> (Miranda Ribeiro, 1920) | sapo-guarda   |                 |    | 1  | Fo     | N     | E               |        |
| <b>ORDEM SQUAMATA "lagartos e serpentes"</b>          |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <b>Família Anomalepididae</b>                         |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Liotyphlops ternetzii</i> (Boulenger, 1896)        | cobra-cega    |                 |    | 1  | Fo     | N     | P               |        |
| <b>Família Boidae</b>                                 |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Eunectes murinus</i> (Linnaeus, 1758)              | sucuri        |                 | 1  |    | Aq/Te  | D/N   | BA              | C2     |
| <b>Família Teiidae</b>                                |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)                 | lagarto-verde |                 |    | 2  | Te     | D     | P               |        |
| <i>Salvator merianae</i> (Duméril e Bibron, 1839)     | teiú          |                 | 1  |    | Te     | D     | BA              | C2     |
| <b>Família Typhlopidae</b>                            |               |                 |    |    |        |       |                 |        |
| <i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976) | cobra-cega    |                 |    | 2  | Fo     | N     | P               |        |

Para os anfíbios a família Hylidae com nove espécies foi a mais representativa durante a campanha, com 47% das espécies registradas, seguida pela família Leptodactylidae, com oito espécies e 42% dos registros (Gráfico 1). Para os répteis foram registradas quatro famílias, sendo Teiidae com duas espécies a mais figurativa, com 40% das espécies verificadas em campo (Gráfico 2).



**Gráfico 1.** Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de anfíbios registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

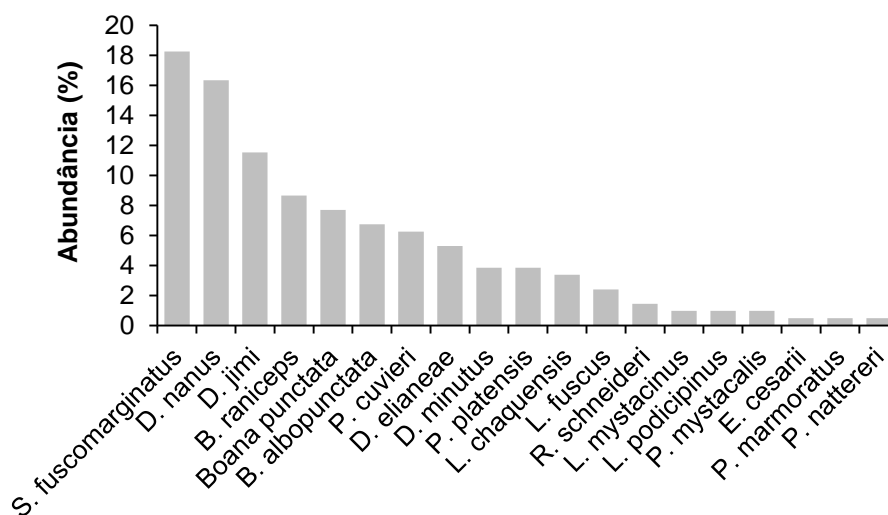


**Gráfico 2.** Contribuição relativa das famílias na composição da fauna de répteis registrada durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Os representantes da família Hylidae possuem adaptações evolutivas, discos ou lamelas adesivas, que lhes permitem ocupar com sucesso um maior número de microhabitats disponíveis no ambiente (CARDOSO *et al.*, 1989) sendo a predominância deste grupo de anfíbios é um padrão comum para a região neotropical (DUELLMAN & TRUEB, 1994) e outras localidades do continente Sul-Americano (TOLEDO *et al.*, 2003; BRUSQUETTI & LAVILLA, 2006) e do Cerrado (BRASILEIRO *et al.*, 2005; UETANABARO *et al.*, 2007; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2009).

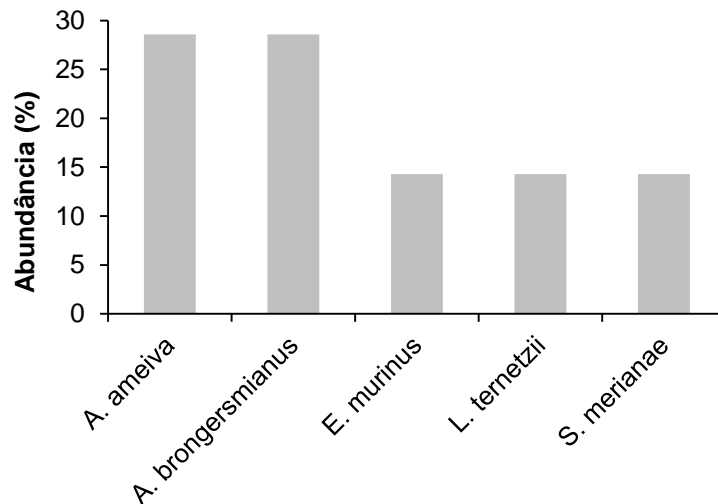
A família Teiidae é representada por lagartos heliófilos de médio e grande porte, que se deslocam com frequência em ambientes abertos como estradas e trilhas em bordas de matas (VITT, 1995). Por se deslocarem com frequência em ambientes abertos como estradas e trilhas, seu registro durante levantamentos e monitoramentos é maior em relação a outras famílias de lagartos de menor porte características de interior de mata.

Quanto a abundância, foram registrados um total de 215 indivíduos, sendo 208 anfíbios e sete répteis. Para os anfíbios, a espécie mais abundante foram as pererecas *scinax fuscomarginatus* (38 indivíduos; 18% dos indivíduos de anfíbios), *Dendropsophus nanus* (34 indivíduos, 16%) e *Dendropsophus jimi* (24 indivíduos, 12%) (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Contribuição relativa das espécies de anfíbios registradas durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Para os répteis, o lagarto-verde (*Ameiva ameiva*) e a cobra-cega (*Amerotyphlops brongersmianus*) foram as espécies mais abundantes, ambas com dois indivíduos, ou cerca de 29% dos indivíduos de répteis verificados em campo (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Contribuição relativa das espécies de répteis registrados durante o monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

A riqueza e abundância de espécies de répteis registrada durante a campanha de campo foi baixa quando comparada aos dados secundários e a outros estudos realizados no bioma (SAWAYA *et al.*, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2011) e no estado (FERREIRA *et al.*, 2017). Essa diferença existe porque esses estudos foram desenvolvidos em longo prazo ou levaram em considerações dados de coleção zoológica, que são coletados ao longo de vários anos ou até mesmo décadas. Em campo, o encontro de répteis é difícil, pois as espécies deste grupo são crípticas e possuem hábitos secretivos que dificultam seu registro comparado aos anfíbios, que devido as vocalizações são mais conspícuos. A seguir são apresentadas as fotos de alguns exemplares da herpetofauna fotografados *in loco* durante a realização da campanha (Figura 11).

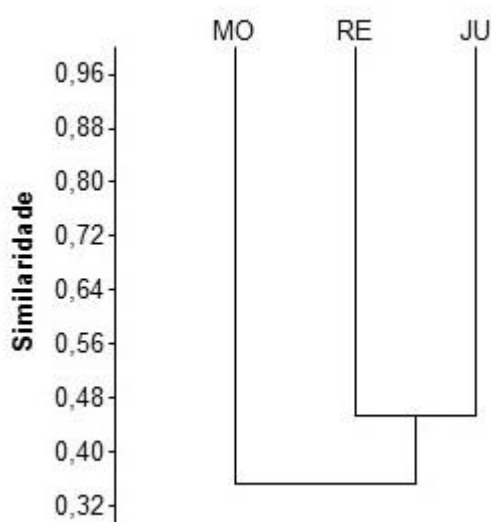


**Figura 11.** Anfíbios e répteis registrados no monitoramento da herpetofauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, onde A) *Dendropsophus nanus*; B) *Scinax fuscomarginatus*; C) *Boana raniceps*; D) *Pseudis platensis*; E) *Leptodactylus chaquensis* e E) *Amerotyphlops brongersmianus*. Fevereiro de 2019.

## 2.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

Considerando os resultados obtidos com relação à composição de espécies da herpetofauna durante a campanha, as áreas Reservatório (RE) e Jusante (JU) foram agrupadas como as mais similares, enquanto que área a Montante (MO) apresentou menor similaridade (Gráfico 5).

O índice de similaridade entre determinadas áreas é calculado com base na abundância de indivíduos e na presença ou ausência de espécies. Esses valores variam entre as campanhas e podem ser influenciados por vários fatores, neste caso, as similaridades entre a matriz vegetacional e os recursos disponíveis podem explicar parte dos resultados.



**Gráfico 5.** Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de *Bray-Curtis*), com método de agrupamento UPGMA, entre a herpetofauna das áreas de amostragem da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019. (RE=reservatório, MO=montante; JU=jusante). Coeficiente cofenético=0,8164.

As diferenças na disponibilidade de recursos também explicam as diferenças entre os valores de riqueza e abundância encontrados para cada uma das áreas amostrais, sendo que durante a atual campanha, a área Montante (MO) apresentou os maiores valores de riqueza, abundância e diversidade (Tabela 2).

**Tabela 2.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* registrados durante o monitoramento de herpetofauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

|  | JU   | RE    | MO    |
|--|------|-------|-------|
| Riqueza de espécies                    | 16   | 11    | 14    |
| Abundância de indivíduos               | 49   | 35    | 131   |
| Índice de Shannon-Wiener ( <i>H'</i> ) | 2,53 | 2,283 | 2,288 |

### 2.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as campanhas realizadas até o momento, ao todo 16 (Tabela 3; Tabela Anexo I), o padrão observado é de que as coletas realizadas durante a estação chuvosa apresentaram maior riqueza de espécies em relação às coletas feitas durante o período seco, sendo que a primeira campanha após o término do enchimento do reservatório (nov/17) apresentou a maior riqueza de espécies até o momento (28 espécies), e as maiores abundâncias (296 indivíduos) foram registradas em fevereiro e novembro de 2017. O maior valor de índice de diversidade de *Shannon* foi verificado na primeira campanha ( $H'=2,925$ ) (Tabela 3), sendo o segundo maior valor também foi obtido na campanha de novembro de 2017.

**Tabela 3.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de Shannon durante as campanhas de monitoramento de fauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

| Fase       | Campanhas | Riqueza | Abundância | Shannon <i>H'</i> |
|------------|-----------|---------|------------|-------------------|
| Instalação | nov/14    | 26      | 254        | 2,925             |
|            | fev/15    | 21      | 236        | 2,367             |
|            | mai/15    | 10      | 33         | 1,269             |
|            | ago/15    | 16      | 140        | 2,165             |
|            | nov/15    | 22      | 170        | 2,625             |
|            | fev/16    | 20      | 219        | 2,356             |
|            | mai/16    | 13      | 40         | 2,291             |
|            | ago/16    | 8       | 42         | 1,308             |
|            | nov/16    | 19      | 218        | 2,499             |
|            | fev/17    | 22      | 296        | 2,528             |
|            | mai/17    | 15      | 44         | 2,176             |
| Enchimento | ago/17    | 10      | 52         | 1,613             |
|            | nov/17    | 26      | 296        | 2,922             |
| Operação   | fev/18    | 28      | 253        | 2,597             |
|            | nov/18    | 10      | 45         | 1,815             |
|            | fev/19    | 24      | 215        | 2,614             |

#### 2.2.4. CURVA DO COLETOR

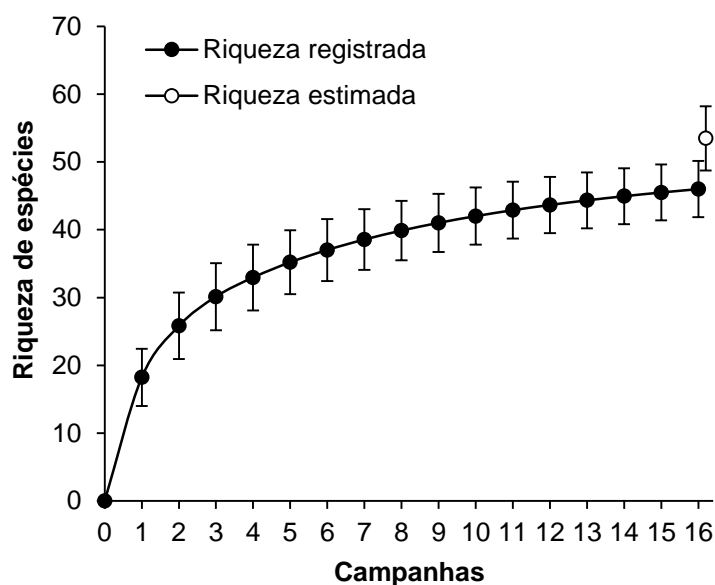
Durante a 16ª campanha houve o acréscimo de um novo registro para o monitoramento, *Liotyphlops ternetzii*, uma serpente de hábito fossorial de pequeno porte (Figura 12), totalizando 46 espécies da herpetofauna registradas até o momento na PCH Verde 4A.



**Figura 12.** Cobra-cega (*Liotyphlops ternetzii*) capturada em armadilha de queda (*pitfall trap*) durante a campanha de monitoramento de fauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

A curva do coletor calculada pelo método de rarefação (Gráfico 6) mostrou que a riqueza de espécies registrada (46 espécies) foi menor do que a riqueza estimada pelo método *Jackknife* (53,5 espécies), ocorrendo diferença significativa entre esses valores. Esse resultado indica que apesar da longa duração deste estudo, a riqueza registrada em campo ainda pode sofrer acréscimos, principalmente para o grupo dos répteis, pois o número de espécies registradas para a área de estudo é baixa quando comparada a outros trabalhos realizados no bioma (COSTA *et al.*, 2007; SAWAYA *et al.*, 2008; VALDUJO *et al.*, 2009; NOGUEIRA *et al.*, 2011) e aos resultados do resgate de fauna durante o enchimento de seu reservatório. As espécies deste grupo são crípticas e possuem hábitos que dificultam seu registro por busca ativa, comparado aos anfíbios, portanto é esperado que novos registros de espécies deste grupo ainda ocorram ao longo deste monitoramento.





**Gráfico 6.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de Mao Tao e riqueza estimada pelo método de Jackknife 1. As barras representam o intervalo de confiança de 95%. Novembro de 2014 a fevereiro de 2019.

### 2.2.5. ESPÉCIES ENDÊMICAS, AMEAÇADAS E DE INTERESSE

Durante a campanha não foram registradas espécies ameaçadas de extinção de acordo com as listas atuais, tanto nacional (MMA, 2014) quanto internacional (IUCN, 2019). Entretanto, duas espécies encontram-se inseridas no apêndice II da CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção), que lista espécies que atualmente não se encontram em perigo de extinção, mas podem vir a ficar se seu comércio não for regularizado, o teiú (*Salvator merianae*) e a sucuri (*Eunectes murinus*) (Figura 13) (CITES, 2017).



**Figura 13.** Sucuri (*Eunectes murinus*) registrada durante o monitoramento da fauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Foram encontradas quatro espécies consideradas endêmicas do Cerrado durante a campanha, duas pererecas (*Dendropsophus elianeae* e *Dendropsophus jimí*) e duas rãs (*Physalaemus marmoratus* e *Physalaemus nattereri*) (NOGUEIRA *et al.*, 2011; VALDUJO *et al.*, 2012), não foram registradas espécies invasoras ou exóticas.

Com relação ao tipo de hábitat, existe uma divisão nítida entre as espécies de ambientes abertos (campos, brejos e savanas) e de ambientes florestados (matas estacionais, savana arbórea densa e matas ciliares e de galeria) (ÁVILA-PIRES, 1995; NOGUEIRA *et al.*, 2011). Na área de estudo a maioria das espécies registradas é típica de ambientes abertos, entretanto o teiú (*Salvator merianae*) e a cobra-cega (*Amerotyphlops brongersmianus*) habitam áreas florestadas com preferência por estes ambientes (NOGUEIRA *et al.*, 2003; NOGUEIRA *et al.*, 2011).

---

### 3. AVIFAUNA

#### 3.1. METODOLOGIA

##### 3.1.1. CONTAGEM POR PONTOS

Os registros da avifauna foram obtidos através do método de pontos de escuta de 10 minutos, adaptada de Vielliard *et al.* (2010). Para cada uma das três áreas amostrais, foram alocados 10 pontos de escuta com no mínimo 100 metros distantes entre si. A partir deste levantamento foram obtidos dados de abundância total (soma do número de registros entre os pontos amostrados), abundância relativa (razão entre a abundância total da espécie e a abundância de todas as espécies no conjunto de pontos amostrados), e calculado o Índice Pontual de Abundância (IPA) (através da razão do número de registros de uma espécie pela quantidade de pontos amostrados numa área). As observações (Figura 14) ocorreram nas primeiras quatro horas da manhã e nas últimas quatro horas antes do sol se pôr. Também foram realizadas amostragens nas primeiras duas horas da noite assegurando que espécies com hábitos crepusculares e noturnos possam ser registradas. Durante as amostragens, preocupou-se em não contabilizar o mesmo indivíduo mais de uma vez para não comprometer a confiabilidade dos dados (DEVELEY, 2003). Para auxílio na observação das aves utilizou-se binóculo 10x30-25mm. Quando possível foram realizados registros fotográficos das espécies observadas com câmera SONY DSC H400 ou registros sonoros em meio digital através de gravador Panasonic RR – US550. Como auxiliar na identificação das espécies foi consultada literatura pertinente (RIDGELY & TUDOR, 2009; SICK, 1997; MATA *et al.*, 2006; SIGRIST, 2006, 2009; GWYNNE *et al.*, 2010, VAN PERLO, 2009, WIKIAVES, 2019) e arquivos sonoros (PLANQUÉ & VELLINGA, 2019, WIKIAVES, 2019).

##### 3.1.2. BUSCA ATIVA OU AMOSTRAGENS NÃO-SISTEMÁTICAS

Este método de amostragem consistiu em percorrer trilhas e estradas existentes nas áreas monitoradas em horários e fisionomias variáveis, visando detectar o maior número possível de espécies da avifauna. Encontros oportunistas que ocorreram durante o deslocamento de carro e em períodos fora do estabelecido nas amostragens na área de estudo, também foram incluídos no levantamento das espécies da avifauna como registros ocasionais.



**Figura 14.** Observações de espécies no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

### 3.1.3. ANÁLISE DE DADOS

Foi utilizado o Índice de Diversidade de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) para descrever parâmetros da comunidade das áreas monitoradas e para comparação entre estas áreas foi calculado o coeficiente de similaridade de *Bray-Curtis* com base no qual, se realizou uma análise graficamente representada em um dendrograma utilizando-se UPGMA como método de agrupamento (MAGURRAN, 2004).

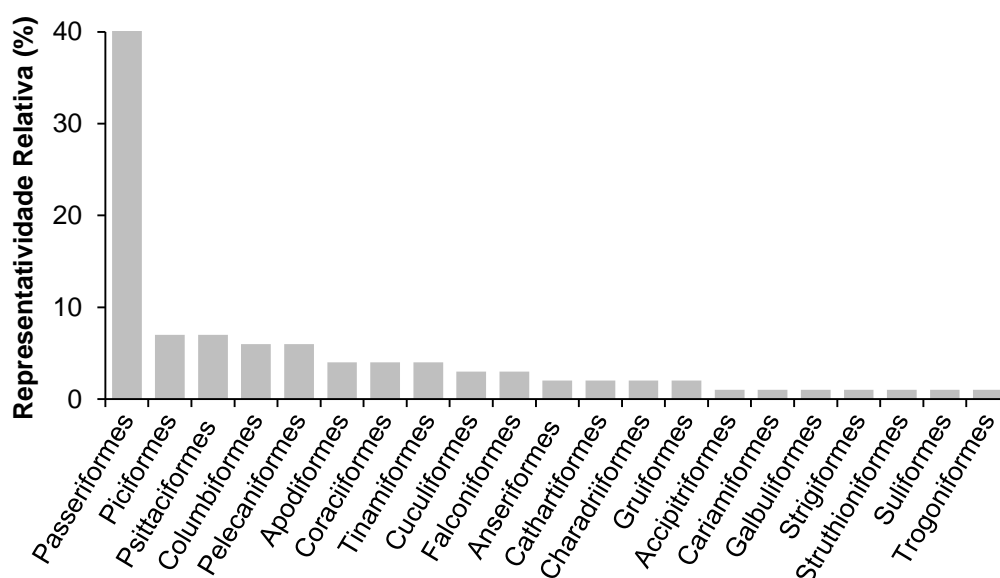
As espécies de aves foram classificadas em três categorias quanto à sensibilidade a perturbações no hábitat (*sensu* STOTZ *et al.*, 1996), considerando-se como **B** as de baixa sensibilidade, **M** as de média sensibilidade e **A** as de alta sensibilidade. Espécies sensíveis possuem populações susceptíveis à degradação do habitat, como a fragmentação, o aumento do efeito de borda, as mudanças estruturais do sub-bosque, a poluição e mudança do nível dos corpos d'água (STOTZ *et al.*, 1996). Também foram classificadas as espécies endêmicas registradas **E**. Para a identificação de espécies endêmicas do Cerrado utilizou-se a classificação de Silva (1995, 1997). Lembrando que por se tratar de uma área de transição, espécies de Mata Atlântica também foram registradas. As espécies de alta sensibilidade, assim como as espécies endêmicas (*sensu* BROOKS *et al.*, 1999) podem ser os principais indicadores de mudanças locais do habitat e, portanto, são os principais alvos de monitoramento neste estudo. Na categoria dieta foram consideradas as guildas

tróficas, conforme registros decorrentes deste estudo (MOTTA-JUNIOR, 1990; SICK, 1997): Insetívoros (I) com 3/4 ou mais de insetos na sua dieta, Onívoros (O) com mais de 3/4 de insetos, outros artrópodes e frutos, Frugívoros (F) com mais de 3/4 de frutos, Granívoros (G) com mais de 3/4 de grãos, Nectarívoros (N) néctar, Piscívoros (P) com mais de 3/4 de peixes; Carnívoros (C) vertebrados vivos em geral e Detritívoros (D) vertebrados vivos mais vulneráveis e mortos.

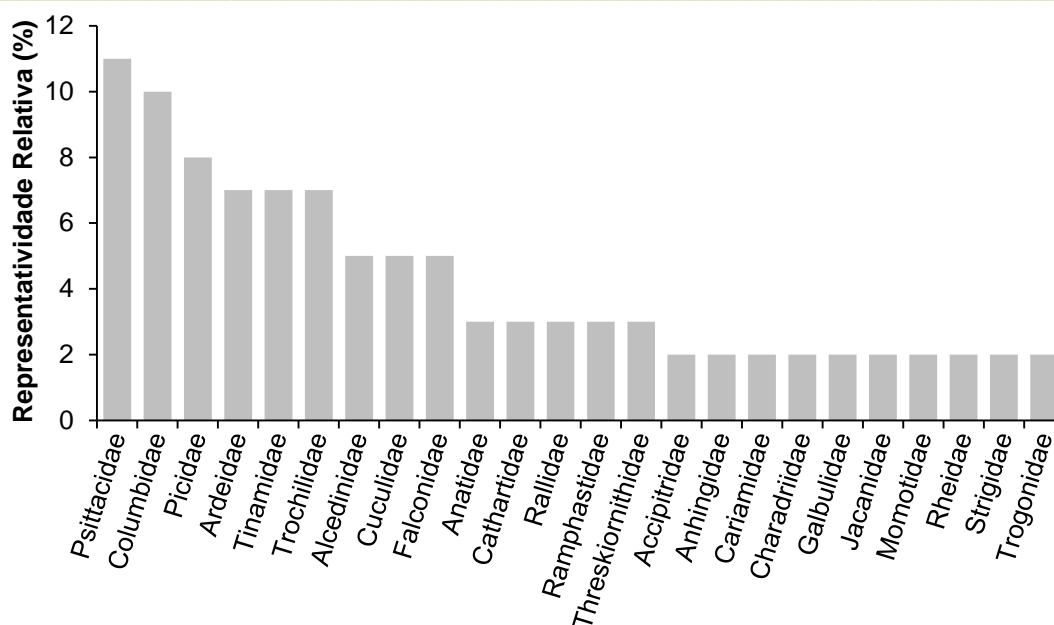
O *status* de ameaça foi obtido segundo dados das listas internacional (IUCN, 2019) e nacional de animais ameaçados de extinção (MMA, 2014). A taxonomia das espécies e famílias está de acordo com a Lista de Espécies Brasileiras do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos de 1º de janeiro de 2014 (CBRO, 2014).

### 3.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

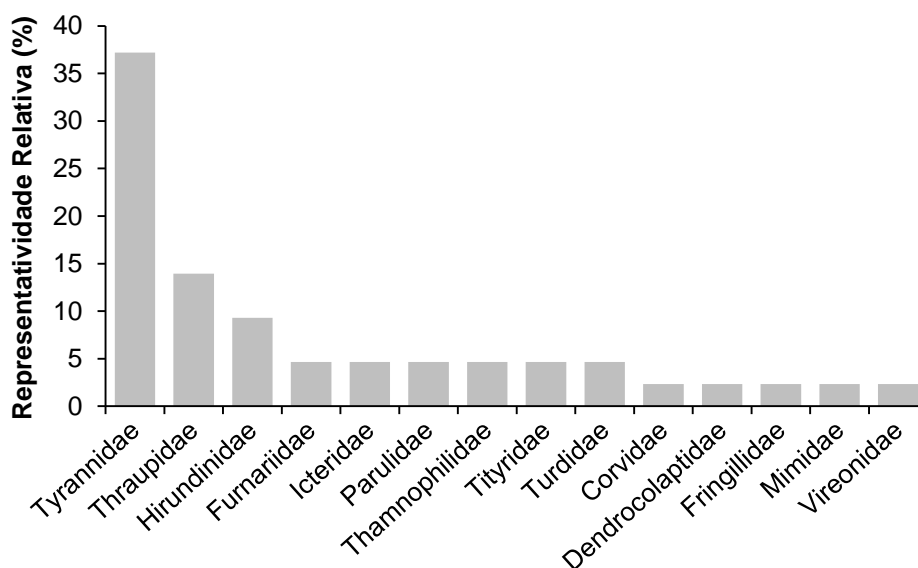
Durante esta campanha de monitoramento da avifauna foram registradas 102 espécies (Tabela 4). Destas, derivam-se 21 ordens, dentre estas a dos Passeriformes é mais representativa com 41% (n=43) das espécies registradas (Gráfico 7). Destas 21 ordens derivam-se 38 famílias, com 24 famílias representadas pelos indivíduos não-passeriformes (63%) (Gráfico 8) e 14 famílias passeriformes (37%) (Gráfico 9).



**Gráfico 7.** Representatividade relativa das ordens registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Gráfico 8.** Representatividade relativa das famílias de não passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Gráfico 9.** Representatividade relativa das famílias de passeriformes registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

**Tabela 4.** Lista das espécies de aves na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS, no monitoramento da avifauna, em fevereiro de 2019. **AT** – abundância total, **AR** – abundância relativa, **IPA** – índice pontual de abundância. **SD**: sensibilidade a distúrbios: A – alta, M – média, B – baixa. E – espécie endêmica. **D**: Dieta: O - Onívora, D - Detritívora, I - Insetívora, G - Granívora, P - Piscívora, C - Carnívora, N - Nectarívora, F – Frugívora. **CITES**: II – Apêndice dois **TR** – Tipo de Registro: O – Observação, V – Vocalização. Espécies em **azul**: novos registros para o monitoramento.

| Ordem/Família/Espécie            | Nome Popular        | Áreas Amostrais |       |      |    |       |      |    |       |      | SD | D | Habitat | CITES         | TR |      |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|---|---------|---------------|----|------|
|                                  |                     | MO              |       |      | RE |       |      | JU |       |      |    |   |         |               |    |      |
|                                  |                     | AT              | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  |    |   |         |               |    |      |
| <b>Struthioniformes</b>          |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <b>Rheidae</b>                   |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Rhea americana</i>            | ema                 | 2               | 0.012 | 0.20 | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    | B | O       | Ca, Ce, Pa    | II | O, V |
| <b>Tinamiformes</b>              |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <b>Tinamidae</b>                 |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Crypturellus undulatus</i>    | jaó                 | 3               | 0.018 | 0.30 | 2  | 0.011 | 0.20 | 4  | 0.031 | 0.40 |    | B | O       | Ci, F, Ga     |    | V    |
| <i>Crypturellus parvirostris</i> | inhambu-chororó     | 1               | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.008 | 0.10 |    | B | O       | Ce            |    | V    |
| <i>Rhynchotus rufescens</i>      | perdiz              |                 |       |      |    |       |      | 1  | 0.008 | 0.10 |    | B | O       | Ca, Pa        |    | V    |
| <i>Nothura maculosa</i>          | codorna-amarela     |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.008 | 0.10 |    | B | O       | Ca, Pa        |    | V    |
| <b>Anseriformes</b>              |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <b>Anatidae</b>                  |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Cairina moschata</i>          | pato-do-mato        | 2               | 0.012 | 0.20 |    |       |      |    |       |      |    | M | O       | Ci, Aq, AA    |    | O    |
| <i>Amazonetta brasiliensis</i>   | pé-vermelho         | 2               | 0.012 | 0.20 | 2  | 0.011 | 0.20 |    |       |      |    | B | O       | Ci, Aq, AA    |    | O    |
| <b>Suliformes</b>                |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <b>Anhingidae</b>                |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Anhinga anhinga</i>           | biguatinga          |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    | M | P       | Aq            |    | O    |
| <b>Pelecaniformes</b>            |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <b>Ardeidae</b>                  |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Tigrisoma lineatum</i>        | socó-boi            |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    | M | O       | Br            |    | O    |
| <i>Bubulcus ibis</i>             | garça-vaqueira      | 4               | 0.024 | 0.40 | 6  | 0.034 | 0.60 |    |       |      |    | B | I       | Pa, Ca        |    | O    |
| <i>Ardea alba</i>                | garça-branca-grande |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    | B | P, I    | Aq, Br        |    | O    |
| <i>Syrigma sibilatrix</i>        | maria-faceira       | 2               | 0.012 | 0.20 | 2  | 0.011 | 0.20 |    |       |      |    | M | O       | Br, Ca        |    | O, V |
| <b>Threskiornithidae</b>         |                     |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |         |               |    |      |
| <i>Mesembrinibis cayennensis</i> | coró-coró           | 2               | 0.012 | 0.20 |    |       |      |    |       |      |    | M | O       | Ci, Aq, Br    |    | O, V |
| <i>Theristicus caudatus</i>      | curicaca            | 4               | 0.024 | 0.40 | 3  | 0.017 | 0.30 |    |       |      |    | B | O       | Ca, Pa, F, AA |    | O, V |

| Ordem/Família/Espécie          | Nome Popular            | Áreas Amostrais |       |      |    |       |      |    |       |      | SD | D    | Habitat        | CITES | TR   |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|------|----------------|-------|------|
|                                |                         | MO              |       |      | RE |       |      | JU |       |      |    |      |                |       |      |
|                                |                         | AT              | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  |    |      |                |       |      |
| <b>Cathartiformes</b>          |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Cathartidae</b>             |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Cathartes burrovianus</i>   | urubu-de-cabeça-amarela |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | M  | D    | F, Br          |       | O    |
| <i>Coragyps atratus</i>        | urubu-de-cabeça-preta   | 4               | 0.024 | 0.40 | 2  | 0.011 | 0.20 | 3  | 0.023 | 0.30 | B  | D    | F, Pa, Ci, AA  |       | O    |
| <b>Accipitriformes</b>         |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Accipitridae</b>            |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Rupornis magnirostris</i>   | gavião-carijó           | 3               | 0.018 | 0.30 | 2  | 0.011 | 0.20 | 3  | 0.023 | 0.30 | B  | C, I | F, Ci, Ga, AA  | II    | O, V |
| <b>Gruiformes</b>              |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Rallidae</b>                |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Aramides cajaneus</i>       | saracura-três-potes     | 2               | 0.012 | 0.20 | 3  | 0.017 | 0.30 |    |       |      | A  | O    | F, Br, Ga      |       | V    |
| <i>Porzana albicollis</i>      | sanã-carijó             | 1               | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    |       |      | M  | O    | Ca, Br         |       | V    |
| <b>Charadriiformes</b>         |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Charadriidae</b>            |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Vanellus chilensis</i>      | quero-quero             | 7               | 0.041 | 0.70 | 5  | 0.029 | 0.50 | 4  | 0.031 | 0.40 | B  | O    | Ca, Br, AA     |       | O, V |
| <b>Jacanidae</b>               |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Jacana jacana</i>           | jaçanã                  | 1               | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | B  | O    | Br             |       | O, V |
| <b>Columbiformes</b>           |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Columbidae</b>              |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Columbina talpacoti</i>     | rolinha-roxa            | 6               | 0.036 | 0.60 | 5  | 0.029 | 0.50 | 4  | 0.031 | 0.40 | B  | G    | Ca, Pa, AA     |       | O, V |
| <i>Columbina squammata</i>     | fogo-apagou             | 3               | 0.018 | 0.30 | 2  | 0.011 | 0.20 | 2  | 0.016 | 0.20 | B  | G    | Ca, AA         |       | O, V |
| <i>Patagioenas picazuro</i>    | pombão                  | 7               | 0.041 | 0.70 | 5  | 0.029 | 0.50 | 2  | 0.016 | 0.20 | M  | O    | Ga, Ca, Pa, AA |       | O, V |
| <i>Patagioenas cayennensis</i> | pomba-galega            | 2               | 0.012 | 0.20 | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | M  | O    | F, Ga, Ci, AA  |       | O, V |
| <i>Zenaida auriculata</i>      | pomba-de-bando          | 5               | 0.030 | 0.50 | 4  | 0.023 | 0.40 | 6  | 0.047 | 0.60 | B  | G    | Ca, Pa, AA     |       | O, V |
| <i>Leptotila verreauxi</i>     | juriti-pupu             | 3               | 0.018 | 0.30 | 4  | 0.023 | 0.40 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | G    | F, Ci, Ga, AA  |       | O, V |
| <b>Cuculiformes</b>            |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Cuculidae</b>               |                         |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Piaya cayana</i>            | alma-de-gato            |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | B  | O    | F, Ga          |       | O, V |
| <i>Crotophaga ani</i>          | anu-preto               |                 |       |      | 7  | 0.040 | 0.70 | 6  | 0.047 | 0.60 | B  | O    | Ca, Br, AA     |       | O, V |
| <i>Guira guira</i>             | anu-branco              |                 |       |      | 4  | 0.023 | 0.40 | 5  | 0.039 | 0.50 | B  | O    | Ca, Br, AA     |       | O, V |



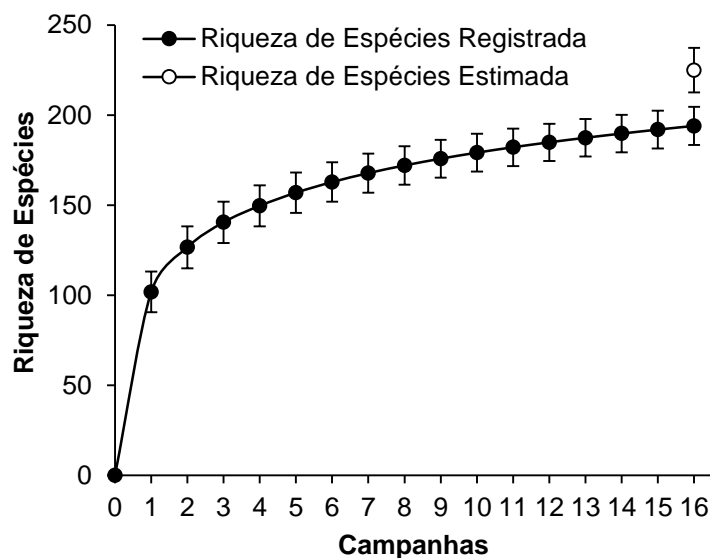
| Ordem/Família/Espécie          | Nome Popular                | Áreas Amostrais |       |      |    |       |      |    |       |      | SD | D    | Habitat        | CITES | TR   |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|------|----------------|-------|------|
|                                |                             | MO              |       |      | RE |       |      | JU |       |      |    |      |                |       |      |
|                                |                             | AT              | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  |    |      |                |       |      |
| <b>Strigiformes</b>            |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Strigidae</b>               |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Athene cunicularia</i>      | coruja-buraqueira           | 4               | 0.024 | 0.40 | 2  | 0.011 | 0.20 | 2  | 0.016 | 0.20 | M  | O    | Ca, Ce, AA     | II    | O, V |
| <b>Apodiformes</b>             |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Trochilidae</b>             |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Phaethornis pretrei</i>     | rabo-branco-acanelado       | 1               | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    |       |      | B  | N    | F, Ce, AA      | II    | O, V |
| <i>Eupetomena macroura</i>     | beija-flor-tesoura          | 1               | 0.006 | 0.10 |    |       |      |    |       |      | B  | N    | Ce, AA         | II    | O, V |
| <i>Chlorostilbon lucidus</i>   | besourinho-de-bico-vermelho |                 |       |      |    |       |      | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | N    | F, Ce, Ci, AA  | II    | O, V |
| <i>Hylocharis chrysura</i>     | beija-flor-dourado          |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.008 | 0.10 | M  | N    | Ce, Ga, AA     | II    | O, V |
| <b>Trogoniformes</b>           |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Trogonidae</b>              |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Trogon curucui</i>          | surucuá-de-barriga-vermelha | 1               | 0.006 | 0.10 | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | M  | I, F | F              |       | O, V |
| <b>Coraciiformes</b>           |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Alcedinidae</b>             |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Megaceryle torquata</i>     | martim-pescador-grande      |                 |       |      |    |       |      | 2  | 0.016 | 0.20 | B  | P    | Aq, Ci, Br     |       | O, V |
| <i>Chloroceryle amazona</i>    | martim-pescador-verde       |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | B  | P    | Aq, Br         |       | O, V |
| <i>Chloroceryle americana</i>  | martim-pescador-pequeno     |                 |       |      |    |       |      | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | P    | Aq, Br         |       | O, V |
| <b>Momotidae</b>               |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Momotus momota</i>          | udu-de-coroa-azul           |                 |       |      |    |       |      | 2  | 0.016 | 0.20 | M  | I, F | F, Ga          |       | O, V |
| <b>Galbuliformes</b>           |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Galbulidae</b>              |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Galbula ruficauda</i>       | ariramba-de-cauda-ruiva     |                 |       |      | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | I    | F, Ci, Ga, AA  |       | O, V |
| <b>Piciformes</b>              |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <b>Ramphastidae</b>            |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Ramphastos toco</i>         | tucanuçu                    |                 |       |      | 4  | 0.023 | 0.40 | 3  | 0.023 | 0.30 | M  | O    | Ce, Ca, Ci, Ga | II    | O, V |
| <i>Pteroglossus castanotis</i> | araçari-castanho            |                 |       |      | 2  | 0.011 | 0.20 | 4  | 0.031 | 0.40 | A  | F    | F, Ci          | II    | O, V |
| <b>Picidae</b>                 |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |      |                |       |      |
| <i>Picumnus albosquamatus</i>  | pica-pau-anão-escamado      | 1               | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.006 | 0.10 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | I    | F, Ga, AA      |       | O, V |
| <i>Melanerpes candidus</i>     | birro                       | 2               | 0.012 | 0.20 |    |       |      |    |       |      | B  | I    | F, Ga, Ca, AA  |       | O, V |





| Ordem/Família/Espécie           | Nome Popular                | Áreas Amostrais |       |      |    |       |      |    |       |      | SD | D | Habitat        | CITES | TR   |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|---|----------------|-------|------|
|                                 |                             | MO              |       |      | RE |       |      | JU |       |      |    |   |                |       |      |
|                                 |                             | AT              | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  | AT | AR    | IPA  |    |   |                |       |      |
| <b>Turdidae</b>                 |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Turdus leucomelas</i>        | sabiá-barranco              | 1               | 0.006 | 0.10 | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | O | F, Ga, AA      |       | O, V |
| <i>Turdus rufiventris</i>       | sabiá-laranjeira            | 4               | 0.024 | 0.40 |    |       |      | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | O | F, AA          |       | O, V |
| <b>Mimidae</b>                  |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Mimus saturninus</i>         | sabiá-do-campo              | 3               | 0.018 | 0.30 | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | O | F, Ce, Ca, AA  |       | O, V |
| <b>Parulidae</b>                |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | pula-pula                   |                 |       |      | 2  | 0.011 | 0.20 |    |       |      | B  | I | F, Ga          |       | O, V |
| <i>Myiothlypis flaveola</i>     | canário-do-mato             |                 |       |      | 1  | 0.006 | 0.10 |    |       |      | M  | I | F, Ga          |       | O, V |
| <b>Icteridae</b>                |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Pseudoleistes guirahuro</i>  | chopim-do-brejo             |                 |       |      | 4  | 0.023 | 0.40 |    |       |      | B  | O | Ca, Ci, Br     |       | O, V |
| <i>Molothrus bonariensis</i>    | chupim                      |                 |       |      | 5  | 0.029 | 0.50 |    |       |      | B  | O | F, Ca, Pa, AA  |       | O, V |
| <b>Thraupidae</b>               |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Saltator similis</i>         | trinca-ferro-verdadeiro     |                 |       |      |    |       |      | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | G | F, Ci, Ga, AA  |       | O, V |
| <i>Lanio cucullatus</i>         | tico-tico-rei               |                 |       |      | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | G | F, Ce, AA      |       | O, V |
| <i>Tangara sayaca</i>           | sanhaçu-cinzento            | 2               | 0.012 | 0.20 | 4  | 0.023 | 0.40 | 3  | 0.023 | 0.30 | B  | F | F, Ga, AA      |       | O, V |
| <i>Tangara palmarum</i>         | sanhaçu-do-coqueiro         | 1               | 0.006 | 0.10 | 2  | 0.011 | 0.20 | 2  | 0.016 | 0.20 | B  | F | F, Ga, AA      |       | O, V |
| <i>Sicalis flaveola</i>         | canário-da-terra-verdadeiro |                 |       |      | 5  | 0.029 | 0.50 |    |       |      | B  | G | F, Ci, Ga, AA  |       | O, V |
| <i>Volatinia jacarina</i>       | tiziu                       |                 |       |      |    |       |      | 3  | 0.023 | 0.30 | B  | G | Pa, Ca, Ce, AA |       | O, V |
| <b>Fringillidae</b>             |                             |                 |       |      |    |       |      |    |       |      |    |   |                |       |      |
| <i>Euphonia chlorotica</i>      | fim-fim                     | 1               | 0.006 | 0.10 | 2  | 0.011 | 0.20 | 1  | 0.008 | 0.10 | B  | F | F, Ci, Ga, AA  |       | O, V |

O Gráfico 10 apresenta a curva do coletor calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao*, que corresponde a levantamentos por pontos, transectos e observações oportunísticas, com 10 horas de esforço amostral por área, onde o mesmo mostra que a riqueza de espécies registradas até o momento ( $n=194$ ) foi menor do que a riqueza de espécies estimadas pelo método *Jackknife 1* ( $n=224$ ). Com o avanço do monitoramento espera-se que esta diferença entre riqueza registrada e observada diminua gradativamente, juntamente com os seus respectivos erros padrões, obtendo uma representatividade estatística cada vez mais consistente. Nesta campanha foram adicionadas quatro espécies ao total registrado para o monitoramento.



**Gráfico 10.** Curva de acúmulo de espécies registradas até o momento no monitoramento da avifauna em fevereiro de 2019, PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação de *Mao Tao* e riqueza estimada pelo método de *Jackknife*. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.

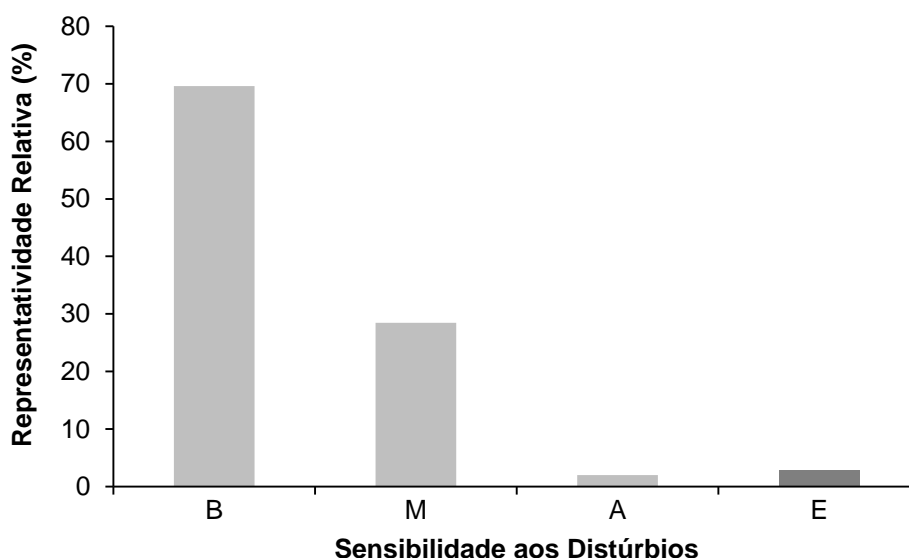
O cálculo do índice de diversidade de espécies de *Shannon-Wiener* mostra diferença na riqueza entre as áreas amostradas por meio do método de transecção e pontos de amostragem (Tabela 5). Das áreas amostrais, a área do reservatório (RE) obteve a maior riqueza de espécies nesta campanha, com 70 espécies registradas e abundância de 174 indivíduos. Em seguida vem a área a montante do reservatório (MO) com 64 espécies e 169 indivíduos e logo após a área a jusante do reservatório (JU) com 57 espécies e 128 indivíduos.

**Tabela 5.** Riqueza (R), Abundância (N) e Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') das espécies registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

| Áreas Amostrais | Método              | R  | N   | H'    |
|-----------------|---------------------|----|-----|-------|
| MO              | Pontos e Transectos | 64 | 169 | 3,952 |
| RE              | Pontos e Transectos | 70 | 174 | 4,071 |
| JU              | Pontos e Transectos | 57 | 128 | 3,843 |

O Gráfico 11 apresenta a sensibilidade aos distúrbios dos habitats das espécies registradas e a presença de táxons endêmicos das áreas monitoradas. Os indivíduos com baixa sensibilidade aos distúrbios ficaram em primeiro com 71% (n=70) (Figura 15) seguidos dos seres com média sensibilidade com 28% (n=29) e indivíduos com alta sensibilidade 2% (n=2). Somando-se a isto, 3% (n=3) deste total são considerados endêmicos. Pela fragmentação florestal pré-existente no local e áreas de pastagem, o elevado número de espécies com baixa sensibilidade aos distúrbios é justificado.

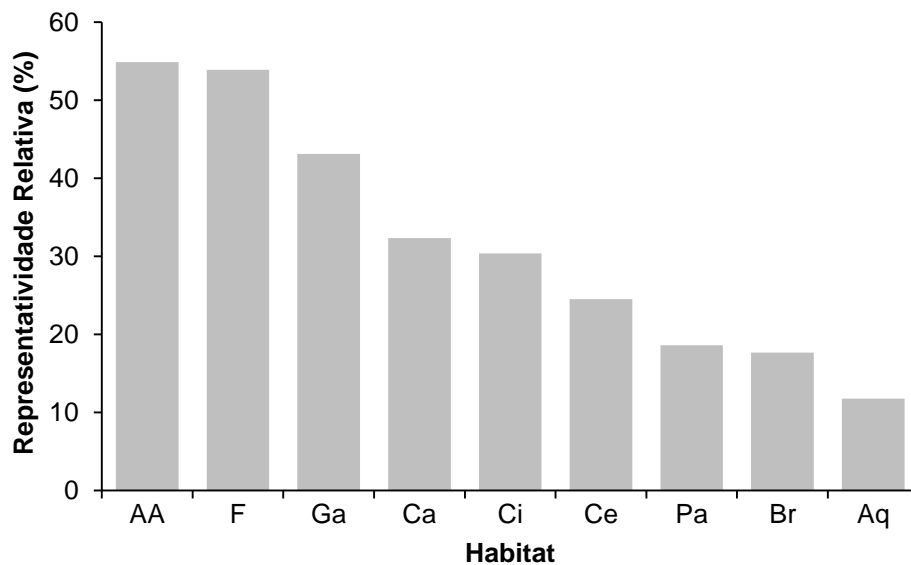
Conforme demonstrado no Gráfico 12, 55% (n=56) das espécies registradas habitam áreas antropizadas, 54% (n=55) ambientes florestados, 43% (n=44) florestas de galeria, 32% (n=33) campos (Figura 16), 30% (n=31) matas ciliares, 25% (n=25) Cerrado, 19% (n=19) pastagens cultivadas, 18% (n=18) brejos/nascentes e 12% (n=12) ambientes aquáticos. Lembrando que uma mesma espécie pode usufruir de vários ambientes concomitantemente.



**Gráfico 11.** Representatividade relativa do número de espécies registradas com sensibilidade aos distúrbios do habitat e presença de espécies endêmicas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Sensibilidade: A – alta, M – média, B – baixa, E – endêmica. Fevereiro de 2019.



**Figura 15.** Exemplo de espécie com baixa sensibilidade aos distúrbios antrópicos em seu habitat. Pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Gráfico 12.** Representatividade relativa de espécies de acordo com o habitat registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Habitat: F - ambientes florestados, AA - áreas antropizadas, Ga - matas de galeria, Ci - matas ciliares, Ca – campos, Ce – Cerrado, Br - brejos, Pa - pastagens cultivadas, Aq – ambientes aquáticos. Fevereiro de 2019.



**Figura 16.** Exemplo de ave que pode habitar campos. Pica-pau-do-campo (*Colaptes campestris*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Os registros de espécies da avifauna mostram que a maioria 33% (n=34) pertencem à categoria alimentar dos onívoros, 30% (n=31) insetívoros (Figura 17), 11% (n=11) frugívoros, 8% (n=8) granívoros, 5% (n=5) os que variam a sua dieta entre frugívoros e insetívoros, 4% (n=4) nectarívoros e piscívoros, 2% (n=2) detritívoros e os que variam a sua dieta entre insetívoros e carnívoros e 1% (n=1) os que variam a sua dieta entre insetívoros e piscívoros, evidenciando que por se tratar de uma região neotropical, a guilda dos onívoros e insetívoros ocupam a maior representatividade relativa entre as espécies registradas (Gráfico 13). Os Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes registrados nesta campanha são espécies importantes que ajudam no equilíbrio do ambiente por estarem no topo da cadeia alimentar e funcionam como ótimos indicadores de equilíbrio no ciclo natural.

Os detritívoros são importantes para a região, uma vez que atuam “limpando” o ambiente, alimentando-se de carcaças de animais mortos e desempenhando papel saneador, eliminando matéria orgânica em decomposição.

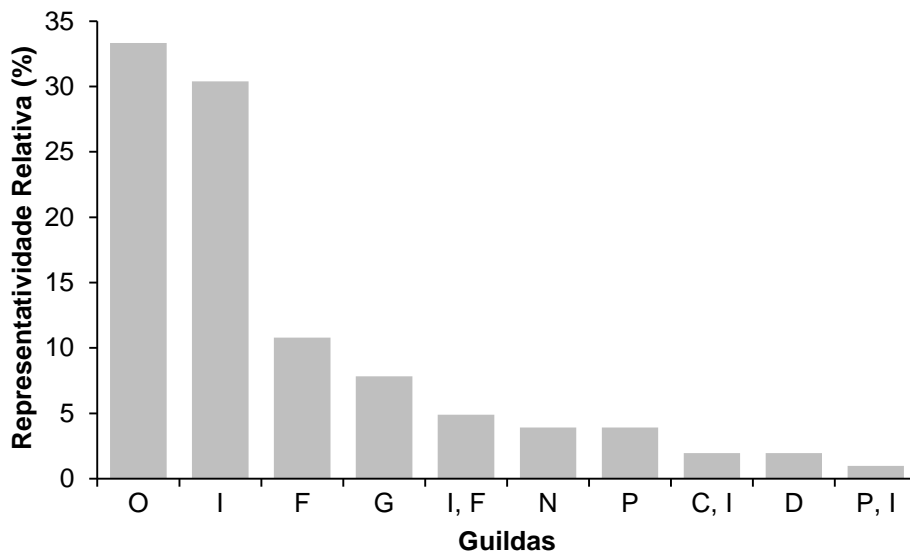


Outras espécies importantes para a região são os frugívoros com seu papel de dispersores de sementes e os nectarívoros que auxiliam na manutenção da flora local polinizando-a.

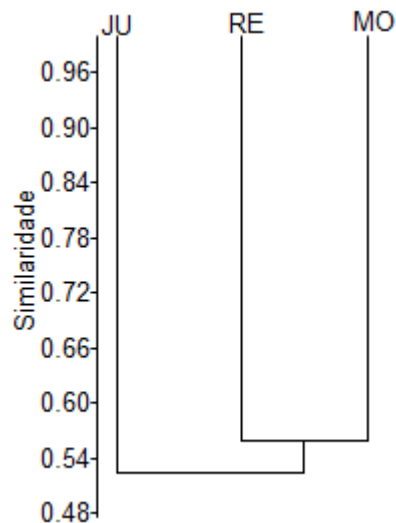


**Figura 17.** Exemplo de ave insetívora. Pica-pau-de-banda-branca (*Dryocopus lineatus*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

O dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-Curtis* elaborado pelo método UPGMA está demonstrado no gráfico abaixo, onde a área a montante do reservatório (MO) e a área do reservatório (RE) são mais similares entre si em relação a área a jusante do reservatório (JU) (Gráfico 14).



**Gráfico 13.** Representatividade relativa de espécies de acordo com a dieta registradas no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019. Guildas: O – onívoros, I – insetívoros, F – frugívoros, G – granívoros, I, F – insetívoros e frugívoros, N – nectarívoros, C, I – carnívoros e insetívoros, P – piscívoros, D – detritívoros, C - carnívoros.



**Gráfico 14.** Dendrograma representando o agrupamento das áreas amostrais de acordo com o coeficiente de *Bray-curtis* elaborado pelo método UPGMA (Coeficiente Cofenético=0,7355) das espécies registradas no monitoramento da avifauna, PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

### 3.2.1. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Foram realizadas até o presente momento 16 campanhas de monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, compreendendo o período de novembro de 2014 a fevereiro de 2019. No total foram registradas 194 espécies de aves para o local (Tabela Anexo II). Os valores de riqueza e abundância registrados variaram ao longo das campanhas de monitoramento (Tabela 6). As campanhas de novembro de 2014 e de maio de 2017 foram as que apresentaram maiores variações de riqueza e diversidade em relação as demais. Para novembro de 2014 tivemos os maiores registros de riqueza com 114 espécies registradas e índice de diversidade de *Shannon* de 4,428, e para maio de 2017 tivemos os menores registros de riqueza com 95 espécies registradas e índice de diversidade de *Shannon* de 4,155. Pelos padrões de riqueza e diversidade observados até o momento, tanto ações oriundas da construção da PCH quanto do uso e ocupação das propriedades do entorno, podem estar exercendo impacto sobre a avifauna local, uma vez que o ambiente se encontra com sua cobertura vegetal original descaracterizada e matas desconectadas e fragmentadas. Espera-se que nesta fase de pós-enchimento do reservatório, juntamente com a consolidação da futura APP, a riqueza e diversidade faunística sofram incrementos importantes de novas espécies. Essas variações podem estar ligadas também a outros fatores, como migrações, nomadismos e disponibilidade de recursos.

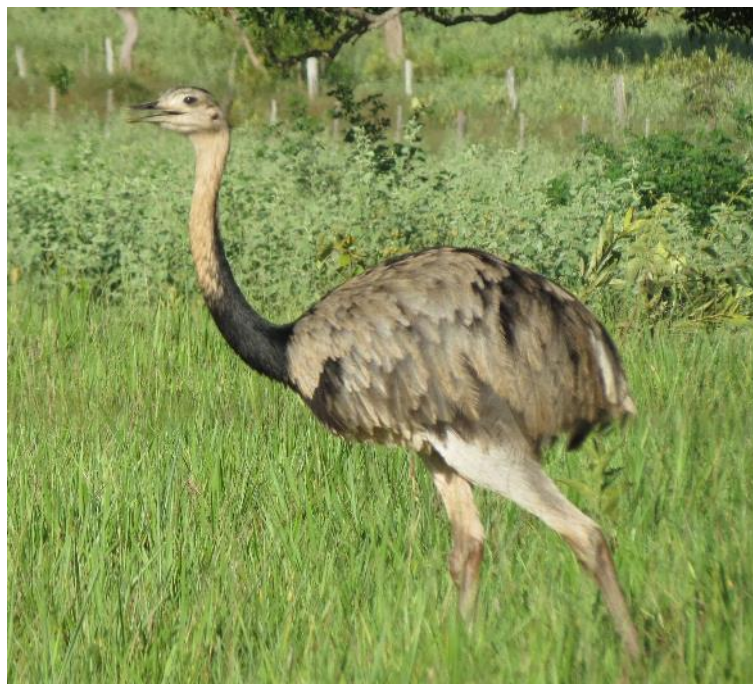
**Tabela 6.** Riqueza de espécies, abundância de indivíduos e índice de diversidade de *Shannon* durante as campanhas de monitoramento de avifauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Novembro de 2014 a fevereiro de 2019.

| Campanha | R   | N   | H'    |
|----------|-----|-----|-------|
| nov/14   | 114 | 533 | 4,428 |
| fev/15   | 103 | 597 | 4,295 |
| mai/15   | 98  | 551 | 4,225 |
| ago/15   | 101 | 530 | 4,274 |
| nov/15   | 107 | 478 | 4,364 |
| fev/16   | 104 | 539 | 4,186 |
| mai/16   | 98  | 538 | 4,222 |
| ago/16   | 96  | 428 | 4,203 |
| nov/16   | 101 | 418 | 4,301 |
| fev/17   | 98  | 381 | 4,273 |
| mai/17   | 95  | 504 | 4,155 |
| ago/17   | 107 | 626 | 4,324 |
| nov/17   | 100 | 350 | 4,294 |
| fev/18   | 97  | 411 | 4,208 |
| ago/18   | 106 | 537 | 4,269 |
| fev/19   | 102 | 471 | 4,310 |

### 3.2.2. ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS E DE ALTA SENSIBILIDADE AOS DISTÚRBIOS

São consideradas como ameaçadas de extinção, aquelas aves que possuem populações reduzidas ou em vias de redução, processo ocasionado pela pressão de caça, captura ilegal ou mesmo pela destruição de seu habitat.

Duas espécies encontram-se como quase ameaçadas (NT). A ema (*Rhea americana*) (Figura 18) que encontra no norte do estado do Mato Grosso (MT) o limite de sua distribuição geográfica, sendo ali barrada pela floresta Amazônica, pois é uma espécie típica de formações abertas, tais como o cerrado e os campos. Muitas vezes observada em meio aos pastos e lavouras de soja, onde busca alimento. O pisoteio que causam na lavoura, associado ao hábito de arrancarem as plântulas, fazem com que sejam perseguidas pelos fazendeiros em algumas regiões (SICK, 1997). O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura, os constantes incêndios provocados pelo homem e a perseguição por cães domésticos também constituem ameaças à espécie. Outra espécie é o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), que é endêmico do Cerrado, sendo uma ave típica das regiões secas e centrais do país. A captura para o comércio ilegal e a redução dos cerrados e cerradões são as principais causas de sua diminuição.



**Figura 18.** Ema (*Rhea americana*) registrada no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

As espécies como ema (*Rhea americana*), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), rabo-branco-acanelado (*Phaethornis pretrei*), beija-flor-tesoura (*Eupetomena macroura*), besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon lucidus*), beija-flor-dourado (*Hylocharis chrysurus*), tucanuçu (*Ramphastos toco*), araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*) (Figura 19), carcará (*Caracara plancus*), pinhé (*Milvago chimachima*), quiriquirei (*Falco sparverius*), arara-canindé (*Ara ararauna*), maracanã-pequena (*Diopsittaca nobilis*), periquitão-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*), periquito-rei (*Eupsittula aurea*), periquito-de-encontro-amarelo (*Brotogeris chiriri*), papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*) e o papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) constam no anexo II da CITES (CITES, 2017), o qual diz que as espécies incluídas neste anexo são aquelas que, embora atualmente não se encontrem necessariamente em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação, a menos que o comércio de espécimes de tais espécies esteja sujeito a regulamentação e fiscalização rigorosa.



**Figura 19.** Araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*) registrado no monitoramento da avifauna na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

Os endêmicos registrados durante esta última campanha foram o papagaio-galego (*Alipiopsitta xanthops*), o chorozinho-de-bico-comprido (*Herpsilochmus longirostris*)

---

e a gralha-do-campo (*Cyanocorax cristatellus*). Registros destas espécies são sempre importantes, uma vez que estes indivíduos habitam exclusivamente os limites do Cerrado e seu ecótono. Esforços futuros no monitoramento darão atenção especial para saber se estas espécies continuarão a ser registradas e se novos registros de espécies endêmicas surgirão.

Foram registradas duas espécies com alta sensibilidade aos distúrbios nesta campanha, saracura-três-potes (*Aramides cajaneus*) e o araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*). Espécies com alta sensibilidade aos distúrbios antrópicos merecem receber atenção especial em futuras campanhas de monitoramentos da avifauna por responder negativamente a ambientes alterados. A continuidade do monitoramento é importante para avaliar se espécies com alta sensibilidade aos distúrbios do meio, continuarão a ser registradas e/ou novos registros ocorrerão.

---

## 4. MASTOFAUNA

### 4.1. METODOLOGIA

#### 4.1.1. COLETAS DE DADOS

Foram utilizados três métodos de procura para o levantamento das espécies da mastofauna não-voadora na região da PCH Verde 4A:

**Procura visual:** para a mastofauna de médio e grande porte, a coleta de dados foi efetuada durante caminhada ao longo de transectos em cada área amostral para a identificação de vocalizações, visualização com o auxílio de binóculo, localização e identificação de vestígios de animais como pegadas, fezes, tocas e restos alimentares (WEMMER *et al.*, 1996). Os transectos foram percorridos no entardecer, sempre no mesmo sentido e em dias alternados. Os seguintes dados foram coletados: tipo de registro, tamanho do grupo e estrato utilizado pelo (s) espécime (s). Oportunisticamente foram realizadas focagens noturnas pelas estradas de acesso na região do empreendimento. Ao total foi empreendido um esforço amostral de 18 horas por campanha, sendo seis horas de transectos por área amostral.

**Armadilhas fotográficas (*camera trap*):** Adicionalmente, foram instaladas duas armadilhas fotográficas (*camera trap*) por área amostral com o auxílio de atrativos (isca), indicadas para registro de animais de médio e grande porte, em trilhas de acesso às áreas de alimentação ou dessedentação e operaram por três dias consecutivos (Figura 20).

**Armadilhas para pequenos mamíferos:** para animais de pequeno porte foram utilizadas 10 armadilhas do tipo *Sherman* e 10 do tipo *Tomahawk* ou gaiola (Figura 20) (SILVA, 2001), dispostas alternadamente numa distância aproximada de 20 m, sendo 20 armadilhas por noite por área amostral, totalizando 60 armadilhas-noite por campanha. Adicionalmente em cada área amostral foram colocados três conjuntos de armadilha de interceptação e queda do tipo *pitfall* em “Y”, com quatro baldes de 60 litros cada, usados em conjunto com a herpetofauna. Cada “Y”, ou conjunto de armadilhas, corresponde a uma unidade amostral, cada conjunto de armadilhas permaneceu aberto por três noites consecutivas. Essa metodologia é considerada complementar para pequenos mamíferos que não são atraídos por iscas (CECHIN & MARTINS, 2000). As armadilhas foram verificadas no mínimo uma vez por dia, preferencialmente no período da manhã. Todos os animais capturados foram identificados, registrados e soltos em seguida.



**Figura 20.** Armadilha fotográfica (*camera trap*) à esquerda e à direita armadilha de interceptação e queda (*pitfall*) utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Figura 21.** Armadilha do tipo *Tomahawk* à esquerda e à direita armadilha do tipo *Sherman* para pequenos mamíferos, utilizadas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

#### 4.1.2. ANÁLISE DE DADOS

Para os dados coletados foram estimadas a riqueza de espécies, diversidade (índice de Shannon-Wiener -  $H'$ ) e a abundância, levando em consideração a ocorrência em todas as metodologias (Figura 20 e Figura 21). Para avaliar se a amostragem de todas as campanhas acumuladas foi eficiente para representar a fauna de mamíferos na área de influência do empreendimento, foi utilizada curva de rarefação. Também foi feita a comparação entre as áreas amostrais através do cálculo do coeficiente de similaridade de Jaccard, utilizando-se como método de agrupamento o UPGMA (MAGURRAN, 2004). Todas as análises foram feitas no programa R versão 3.4.3 (R CORE TEAM, 2017). Para o auxílio na identificação das espécies foram utilizados Guias de Campo, e chaves de identificação (BORGES & TOMAS, 2008). A nomenclatura utilizada para a classificação das espécies segue a Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil (PAGLIA *et al.*, 2012).



## 4.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.2.1. REGISTROS DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Foram registradas 20 espécies de mamíferos não-voadores, distribuídas em oito ordens e 15 famílias. Dentre os tipos de registro, a armadilha fotográfica (*camera trap*) foi o método mais eficiente para amostragem da mastofauna não voadora (Figura 22 e Figura 23). A maior parte dos registros foi feita por mais de um método de busca (Tabela 7), como a cutia (*Dasyprocta azarae*), registrada em armadilha fotográfica (Figura 22) e também por vestígios (Figura 24). Das 20 espécies registradas neste monitoramento, cinco (25%) estão classificadas como vulnerável devido à alta sensibilidade à impactos antrópicos diretos e indiretos, como perda de habitat e caça (MMA, 2014; IUCN, 2018).



**Figura 22.** Jaguaritica (*Leopardus pardalis*, esquerda) e duas cutias (*Dasyprocta azarae*, direita) registradas por armadilhas fotográficas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Figura 23.** Paca com filhote (*Cuniculus paca*, esquerda) e irara (*Eira barbara*, direita) registradas por armadilhas fotográficas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

**Tabela 7.** Lista das espécies de mamíferos terrestres registrados na 16ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, com seus respectivos nomes populares, abundância por área amostral, hábito, dieta, tipo de registro e status de conservação. Hábito: Ar=arbóreo; Te=terrestre; SA=semi-aquático; Sc = escansorial; Sf=semi-fossorial. Dieta: Fr=frugívoro; Hb=herbívoro pastador; In=insetívoro; Myr=mirmecófago; On=onívoro; Ca=carnívoro; Gr=granívoro. Tipo de Registro: A=avistamento; C=captura; CT=camera trap; V=vestígio. Status da espécie: NT=quase ameaçado VU=vulnerável. VU<sup>1</sup>: IUCN; VU<sup>2</sup>: MMA.

| ORDEM/Família/Espécie          | Nome popular      | Áreas amostrais |    |    | Dieta | Hábito | Registro | Status                          |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|----|----|-------|--------|----------|---------------------------------|
|                                |                   | JU              | RE | MO |       |        |          |                                 |
| <b>DIDELPHIMORPHIA</b>         |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Didelphidae</b>             |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Didelphis albiventris</i>   | gambá             | 1               | 1  | 1  | Fr/On | Sc     | C, CT    |                                 |
| <i>Marmosa murina</i>          | cuíca             |                 |    | 1  | Fr/On | Sd     | C        |                                 |
| <b>PILOSA</b>                  |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Myrmecophagidae</b>         |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Myrmecophaga tridactyla</i> | tamanduá-bandeira |                 | 1  | 1  | Myr   | Te     | A, CT    | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |
| <b>CINGULATA</b>               |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Dasypodidae</b>             |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>    | tatu-galinha      |                 | 2  |    | In/On | SF     | A, CT    |                                 |
| <i>Euphractus sexcinctus</i>   | tatu-peba         |                 | 1  |    | In/On | SF     | V        |                                 |
| <b>PERISSODACTYLA</b>          |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Tapiridae</b>               |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Tapirus terrestris</i>      | anta              |                 | 2  | 3  | Hb/Fr | Te     | A, V, CT | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |
| <b>ARTIODACTYLA</b>            |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Tayassuidae</b>             |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Pecari tajacu</i>           | cateto            |                 |    | 7  | Fr/Hb | Te     | V, CT    | VU <sup>2</sup>                 |
| <b>PRIMATES</b>                |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <b>Cebidae</b>                 |                   |                 |    |    |       |        |          |                                 |
| <i>Sapajus cay</i>             | macaco-prego      | 1               | 8  | 3  | Fr/On | Ar     | A        | VU <sup>2</sup>                 |

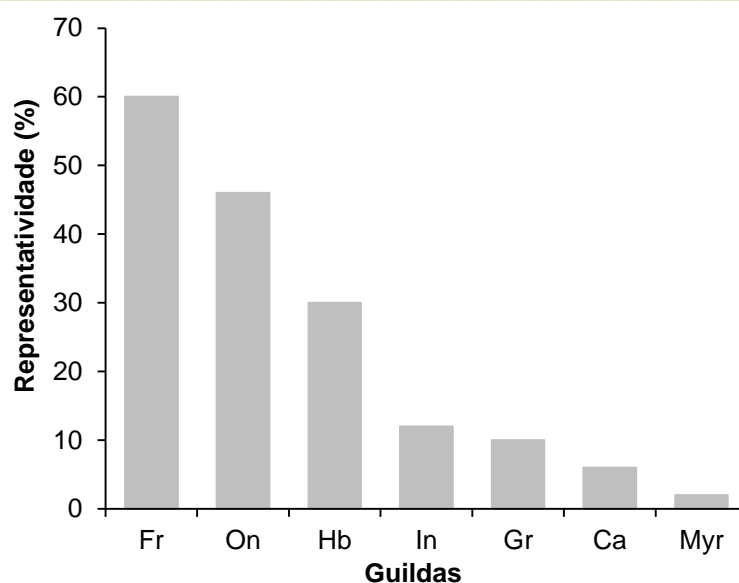
| ORDEM/Família/Espécie            | Nome popular | Áreas amostrais |    |    | Dieta | Hábito | Registro | Status          |
|----------------------------------|--------------|-----------------|----|----|-------|--------|----------|-----------------|
|                                  |              | JU              | RE | MO |       |        |          |                 |
| <b>CARNIVORA</b>                 |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <b>Canidae</b>                   |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Cerdocyon thous</i>           | lobinho      |                 | 2  | 1  | In/On | Te     | A, V, CT |                 |
| <b>Felidae</b>                   |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Leopardus pardalis</i>        | jaguaririca  |                 |    | 1  | Ca    | Te     | CT       |                 |
| <i>Puma yagouaroundi</i>         | jaguarundi   |                 |    | 2  | Ca    | Te     | CT       | VU <sup>2</sup> |
| <b>Mustelidae</b>                |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Eira barbara</i>              | irara        |                 | 1  | 1  | Fr/On | Te     | V, CT    |                 |
| <b>Procyonidae</b>               |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Procyon cancrivorus</i>       | mão-pelada   |                 | 1  |    | Fr/On | Sc     | V        |                 |
| <b>RODENTIA</b>                  |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <b>Caviidae</b>                  |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> | capivara     |                 | 1  | 1  | Hb    | SA     | A, V     |                 |
| <b>Cricetidae</b>                |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Calomys tener</i>             | rato-do-mato |                 |    | 1  | Fr/Gr | Te     | C        |                 |
| <i>Cerradomys</i> sp.            | rato-do-mato | 1               |    |    | Fr/Gr | Te     | C        |                 |
| <i>Oecomys</i> sp.               | rato-do-mato |                 | 1  |    | Fr/Gr | Te     | C        |                 |
| <b>Cuniculidae</b>               |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Cuniculus paca</i>            | paca         | 5               |    |    | Fr/Hb | Te     | CT       |                 |
| <b>Dasyproctidae</b>             |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Dasyprocta azarae</i>         | cutia        | 7               |    |    | Fr/Gr | Te     | V, CT    |                 |
| <b>Erethizontidae</b>            |              |                 |    |    |       |        |          |                 |
| <i>Coendou prehensilis</i>       | ouriço       | 1               |    |    | Fr/Gr | Sc     | V, CT    |                 |



**Figura 24.** Vestígio de cutia (*Dasyprocta azarae*), mamífero de médio porte registrado por vestígio e armadilha fotográfica na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

A função ecológica das populações animais em seus respectivos ecossistemas está intimamente vinculada a características funcionais das espécies, como seus hábitos alimentares (BORGES & TOMAS, 2008). O conhecimento dos aspectos ecológicos da alimentação da mastofauna em uma determinada área nos permite avaliar os tipos de função ecológica que ali ocorrem, auxiliando na elaboração de estratégias de manejo e conservação da fauna silvestre e seus respectivos habitats (BORGES & TOMAS, 2008).

As guildas tróficas registradas nesta campanha, na área de influência da PCH Verde 4A durante o monitoramento da mastofauna estão representadas por: frugívoros (60%), onívoros (46%); herbívoros (30%), insetívoros (12%), granívoros (10%) carnívoros (6%) e mirmeecófagos (2%) (Gráfico 15), sendo que algumas espécies apresentam sobreposição de guildas (Figura 25). A comunidade de mamíferos registrada nesta campanha está representada principalmente por espécies com hábitos frugívoros e onívoros. Essas guildas possuem o status de indicadores ecológicos na presença de alterações ambientais, pois as espécies da guilda dos frugívoros são particularmente vulneráveis às modificações estruturais em seus habitats, como por exemplo, a fragmentação ou retirada seletiva das plantas que lhes servem de alimento, além de atuarem no reflorestamento como importantes dispersores de sementes (HOWE, 1984). Já os onívoros, por serem organismos generalistas em seus hábitos alimentares, acabam por se adaptarem mais facilmente aos ambientes que sofrem pressão antrópica, podendo indicar alterações no ambiente de acordo com as variações em sua população.



**Gráfico 15.** Representação do percentual das Guildas registradas no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Guildas: Fr – frugívoros, On – onívoros, Hb – herbívoros, In – insetívoros, Gr – granívoros, Myr – mirmecófagos, Ca – carnívoros. Fevereiro de 2019.



**Figura 25.** Vestígio de mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), espécie que apresenta sobreposição de guilda registrada durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

#### 4.2.2. COMPARAÇÕES ENTRE AS ÁREAS AMOSTRAIS

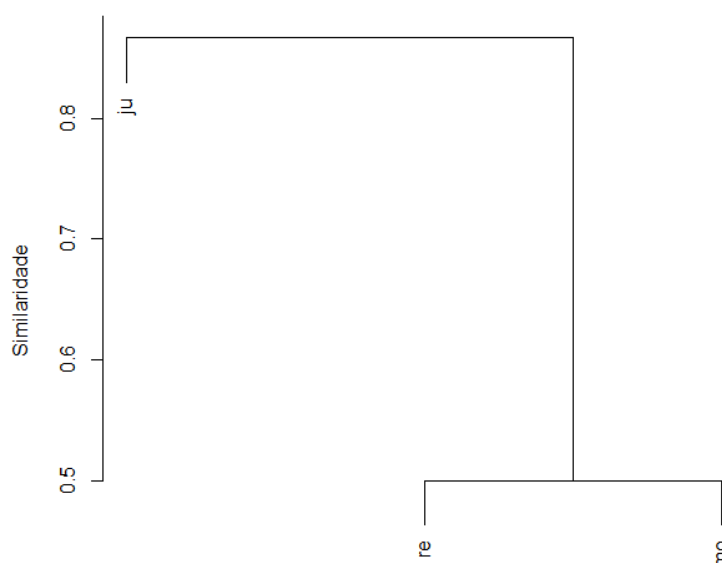
Nesta campanha referente a estação chuvosa (Tabela 8), foram registrados os maiores valores de riqueza (12 espécies) na área Reservatório (RE), seguida pela Montante (MO; 10 espécies) e Jusante (JU; seis espécies). A abundância foi igual nas áreas Montante e Reservatório (22 indivíduos), seguida pela Jusante (16

indivíduos) Em relação a diversidade de Shannon registrada para as áreas amostrais, o índice não seguiu os padrões de riqueza, e determinou a área Montante ( $H' = 2,12$ ) como área mais diversa (Tabela 8).

**Tabela 8.** Riqueza, Abundância e Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) das espécies registradas no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019. JU – Jusante; RE – Reservatório; MO – Montante.

|                                 | JU   | RE   | MO   |
|---------------------------------|------|------|------|
| <b>Riqueza</b>                  | 6    | 12   | 11   |
| <b>Abundância</b>               | 16   | 22   | 22   |
| <b>Shannon(<math>H'</math>)</b> | 1,42 | 1,96 | 2,12 |

O índice de similaridade entre as áreas amostrais mostrou que as áreas Montante (MO) e Reservatório (RE) são menos semelhantes entre si quanto a composição de espécies (0,5 de similaridade, Gráfico 16). Ambas possuem valores semelhantes de similaridade (aproximadamente 0,86) quando comparadas à Jusante (JU, Gráfico 16). Ao compararmos os valores de diversidade com os de similaridade, vemos que as áreas mais distintas considerando a composição de espécies (Reservatório e Montante) são as mais diversas, indicando que cada área possui espécies de ocorrência única não compartilhada com as demais áreas amostrais (Tabela 7). Por exemplo, o cateto (*Pecari tacaju*) e os felinos *Leopardus pardalis* (jaguaririca) e *Puma yagouaroundi* (jaguarundi) ocorreram apenas na área de Montante, enquanto o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e os tatus galinha (*Dasypus novemcinctus*) e peba (*Euphractus sexcinctus*) ocorreram apenas na área Reservatório (RE).



**Gráfico 16.** Dendrograma de similaridade (Coeficiente de similaridade de Jaccard), com método de agrupamento UPGMA no monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Onde: JU=jusante; RE=reservatório; e MO=montante do reservatório.

#### 4.2.3. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando-se as 16 campanhas realizadas até o momento, a última apresentou segunda maior riqueza de espécies (20), sendo a maior riqueza registrada na 6ª campanha (fevereiro de 2016) com 21 espécies. A última campanha (referente a este relatório) apresentou a maior abundância de indivíduos, com 58 espécimes registrados. Já os menores valores de abundância foram registrados nas campanhas de novembro de 2015 e novembro de 2017, 5ª e 13ª respectivamente. Ao longo do monitoramento, não foram verificados para a mastofauna um padrão de influência na riqueza e abundância com relação as estações de seca ou chuva (Tabela 9). Das 16 campanhas realizadas, somente três foram após a fase de operação da PCH, com a continuidade do monitoramento, comparações mais precisas entre as fases de instalação e operação e possíveis impactos para a mastofauna poderão ser observados.

**Tabela 9.** Riqueza, Abundância e Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

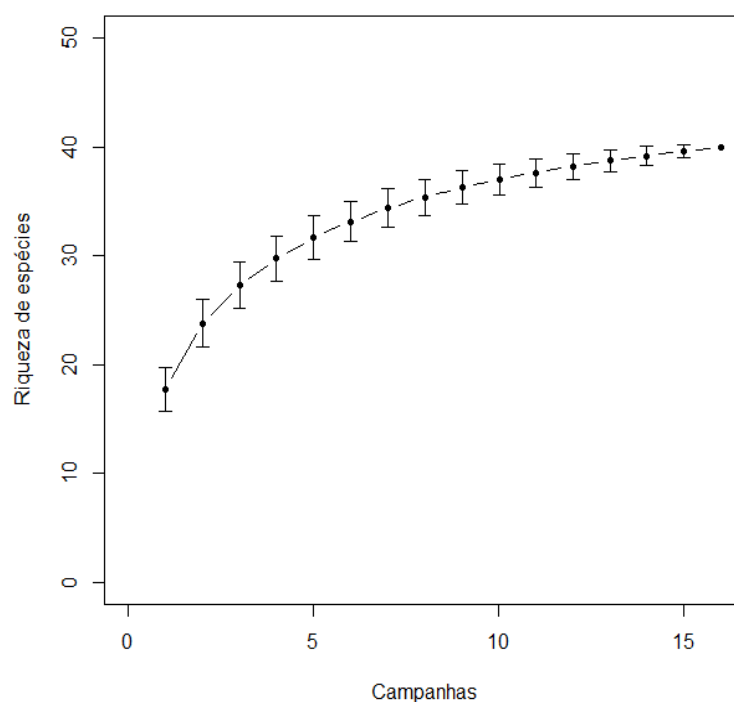
| Campanha | Mês    | Riqueza | Abundância | Shannon_H |
|----------|--------|---------|------------|-----------|
| 1a       | nov/14 | 10      | 46         | 1,63      |
| 2a       | fev/15 | 14      | 34         | 2,379     |
| 3a       | mai/15 | 17      | 57         | 2,312     |
| 4a       | ago/15 | 13      | 33         | 2,361     |
| 5a       | nov/15 | 13      | 24         | 2,42      |
| 6a       | fev/16 | 21      | 51         | 2,76      |
| 7a       | mai/16 | 19      | 40         | 2,681     |
| 8a       | ago/16 | 17      | 35         | 2,634     |
| 9a       | nov/16 | 18      | 42         | 2,448     |
| 10a      | fev/17 | 15      | 32         | 2,396     |
| 11a      | mai/17 | 16      | 46         | 2,367     |
| 12a      | ago/17 | 16      | 28         | 2,583     |
| 13a      | nov/17 | 13      | 24         | 2,441     |
| 14a      | fev/18 | 16      | 36         | 2,546     |
| 15a      | ago/18 | 17      | 50         | 2,576     |
| 16a      | fev/19 | 20      | 58         | 2,566     |

#### 4.2.4. CURVA DO COLETOR

Durante a campanha referente a este relatório (fevereiro de 2019) foram registradas 20 espécies para a região da PCH Verde 4A, as quais adicionaram três espécies ao total registrado, resultando em 40 espécies registradas para todo o período de monitoramento da mastofauna não-voadora até o momento. As espécies registradas apenas nesta campanha foram *Puma yagouaroundi* (jaguarundi), *Cerradomys* sp. e *Coendou prehensilis* (ouriço).

A curva de rarefação feita para as 16 campanhas de monitoramento (Gráfico 17) não se estabilizou: é possível observar que a curva tende a atingir a assíntota com o aumento de amostras (mais campanhas de campo). Além disso, o aumento de espécies temporalmente (com acréscimo de campanhas de campo) mostra que a diversidade da mastofauna não voadora na área de influência do empreendimento ainda é subestimada, e que futuras amostragens possuem alta probabilidade de registrar novas espécies para a região de influência do empreendimento.





**Gráfico 17.** Curva de acúmulo de espécies durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora, da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, calculada pelo método de rarefação.

#### 4.2.5. ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS E EXÓTICAS

Considerando as espécies registradas para esta campanha, duas encontram-se classificadas como vulneráveis tanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2018) quanto pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014): o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, Figura 26) e a anta (*Tapirus terrestris*, Figura 27). A anta é o maior mamífero terrestre neotropical, com ocorrência registrada desde a Venezuela ao sul do Paraguai (EISENBERG & REDFORD, 1999). Pode ser encontrada em regiões distintas: desde florestas tropicais até áreas secas no Paraguai e Chaco argentino. O hábitat da espécie está fortemente ligado a água e a formações florestais, habita proximidades de áreas úmidas, matas ciliares, e lagos. Pode ser considerada uma espécie herbívora, porém sua dieta varia de acordo com a disponibilidade de alimentos na região, consome folhas e brotos de plantas próximas a água, frutos estão inclusos em sua dieta. Possui hábito diurno ou noturno, dependendo da ocupação humana na área (VOSS & EMMONS, 1996).

Classificada como espécie vulnerável somente em âmbito nacional (MMA, 2014), encontra-se o macaco-prego (*Sapajus cay*), espécie também considerada endêmica para o bioma Cerrado, e o felino jaguarundi (*Puma yagouaroundi*, Figura 26), o qual

não havia sido registrado anteriormente na região de estudo. Não foram registradas espécies exóticas durante a 16ª campanha. Ao considerarmos todas as campanhas de monitoramento, foram registradas 11 espécies com grau de ameaça preocupante segundo as listas consultadas (Tabela 10).

**Tabela 10.** Lista das espécies de mamíferos não-voadores ameaçados e exóticos registradas durante as campanhas de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4A, Água Clara/MS. **Legenda:** MMA=Ministério do Meio Ambiente (2014). IUCN=União internacional para a conservação da Natureza (2019).

| Espécie                        | Nome popular      | MMA            | IUCN           | Status   |
|--------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| <i>Myrmecophaga tridactyla</i> | tamanduá-bandeira | Vulnerável     | Vulnerável     |          |
| <i>Priodontes maximus</i>      | tatu-canastra     | Vulnerável     | Vulnerável     |          |
| <i>Tapirus terrestris</i>      | anta              | Vulnerável     | Vulnerável     |          |
| <i>Tayassu pecari</i>          | queixada          | Vulnerável     | Vulnerável     |          |
| <i>Alouatta caraya</i>         | bugio             | Quase-ameaçada |                |          |
| <i>Sapajus cay</i>             | macaco-prego      | Vulnerável     |                | Endêmico |
| <i>Chrysocyon brachyurus</i>   | lobo-guará        | Vulnerável     | Quase-ameaçada |          |
| <i>Lycalopex vetulus</i>       | raposinha         | Vulnerável     |                | Endêmico |
| <i>Puma concolor</i>           | onça-parda        | Vulnerável     |                |          |
| <i>Lontra longicaudis</i>      | lontra            | Quase-ameaçada | Quase-ameaçada |          |
| <i>Puma yagouaroundi</i>       | jaguarundi        | Vulnerável     |                |          |



**Figura 26.** Espécies classificadas como “vulnerável” registradas durante a 16ª campanha de monitoramento da mastofauna não-voadora da PCH Verde 4A. Registros fotográficos (armadilha) de anta (*Puma yagouaroundi*, esquerda) e Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) a direita. Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.



**Figura 27.** Vestígio (pegada) de anta (*Tapirus terrestris*), a qual é classificada como “vulnerável” pela IUCN e MMA. Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

#### 4.2.6. ESPÉCIES DE INTERESSE HUMANO

O interesse humano por outras espécies animais abrange finalidades distintas. Mamíferos silvestres de médio e grande porte geralmente sobrepõe suas áreas de vida com regiões antropizadas, sendo comum o encontro ocasional ou a procura por espécimes relacionados a algum recurso (carne, peles, predação de animais de criação, etc.). Portanto, a interação da fauna silvestres com o meio antrópico pode resultar em uma relação danosa para algumas espécies devido à falta de informação da população e manejo adequado do ambiente (BORGES & TOMAS, 2008). Dentre as espécies registradas durante a 16ª campanha, 11 podem ser consideradas cinegéticas (Tabela 11). Grande parte das espécies são procuradas como caça por moradores de áreas rurais ou comunidades tradicionais, como a paca (*Cuniculus paca*, Figura 23), cutia (*Dsyprocta azarae*, Figura 24) e tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*, Figura 28).

**Tabela 11.** Lista das espécies de mamíferos terrestres cinegéticos registrados durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

| Nome Comum   | Nome Científico                  | Interação                            |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Gambá        | <i>Didelphis albiventris</i>     | Predação de animais domésticos       |
| Tatu-peba    | <i>Euphractus sexcinctus</i>     | Caça, predação de animais domésticos |
| Tatu-galinha | <i>Dasytus novemcinctus</i>      | Caça                                 |
| Anta         | <i>Tapirus terrestris</i>        | Caça                                 |
| Veado        | <i>Mazama gouazoubira</i>        | Caça                                 |
| Cateto       | <i>Pecari tajacu</i>             | Caça                                 |
| Lobinho      | <i>Cerdocyon thous</i>           | Predação de animais domésticos       |
| Jaguaritica  | <i>Leopardus pardalis</i>        | Predação de animais domésticos       |
| Capivara     | <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> | Caça                                 |
| Paca         | <i>Cuniculus paca</i>            | Caça                                 |
| Cutia        | <i>Dasyprocta azarae</i>         | Caça                                 |



**Figura 28.** Tatu-galinha (*Dasytus novemcinctus*) registrado por armadilhas fotográficas durante o monitoramento da mastofauna não-voadora na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Fevereiro de 2019.

---

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1. HERPETOFAUNA

Esta campanha foi a terceira da fase de operação do empreendimento, sendo que a riqueza e abundância encontradas durante sua realização (24 espécies e 215 indivíduos) são semelhantes aos encontrados ao encontrado nas demais campanhas realizadas no mesmo período sazonal dos anos anteriores, entretanto um pouco menor do que os valores observados na primeira campanha após o término do enchimento do reservatório (fevereiro de 2018).

Um dos efeitos previstos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), é o adensamento populacional nas áreas adjacentes do empreendimento devido principalmente a supressão de habitats. O acréscimo de espécies e indivíduos verificados nas campanhas de novembro de 2017 e fevereiro de 2018, que apresentaram a maior abundância e a maior riqueza, respectivamente, pode ser efeito deste adensamento.

Para a herpetofauna são propostas as seguintes recomendações:

- Promoção de atividades de educação ambiental quanto à importância da preservação e/ou aproveitamento científico da fauna oriunda da área, especialmente em relação ao encontro com determinadas espécies, que costumam invadir áreas com presença humana em busca de alimento, prevenindo esses eventos e contribuindo com a conservação da fauna local;
- Promoção de atividades de educação ambiental para prevenção de acidentes ofídicos com os funcionários do canteiro de obras e da casa de força, tendo em vista a presença da jararaca (*B. moojeni*) e a possível presença da cascavel (*C. durissus*) na área do empreendimento;
- Descarte de resíduos sólidos em locais apropriados para evitar a proliferação de roedores ou outras presas que possam atrair serpentes.
- Recuperação da APP do futuro reservatório, auxiliando na manutenção do fluxo gênico e na garantia de uma variabilidade gênica para as diferentes populações animais, diminuindo também efeitos de adensamento e/ou dispersão da fauna nas áreas adjacentes do empreendimento.

---

## 5.2. AVIFAUNA

Nesta campanha foram registradas 102 espécies. Os registros polarizaram-se nos locais florestados e brejosos, corroborando a importância destes fragmentos e de sua diversidade de habitats para a avifauna. Nesta fase de pós-enchimento do reservatório da PCH, possivelmente o local pode estar sobre influência do adensamento de espécies, uma vez que os fragmentos de vegetação remanescentes serviram de refúgio imediato para as aves afugentadas e/ou resgatadas. Outro fator importante são as espécies oportunísticas que podem vir a ocupar o local provisoriamente até que o ambiente se estabilize outra vez.

Logo, a reconstituição da APP se torna de suma importância para que impactos deste adensamento de espécies e do desmate sejam mitigados. Neste contexto, a continuidade do monitoramento é recomendada para que seja possível a análise de prováveis fatores impactantes gerados na avifauna após estes eventos.

Recomenda-se a promoção de atividades de conscientização para os colaboradores e trabalhadores do empreendimento, abordando a importância da preservação das espécies de aves *in situ*, aspectos da legislação ambiental, com ênfase à Lei de Crimes Ambientais, desencorajando as práticas de captura e caça de aves no local, instruindo também sobre importância das APPs nas beiras de rios.

## 5.3. MASTOFAUNA

A mastofauna não voadora registrada até o momento para a área de influência do Empreendimento é caracterizada principalmente por espécies com importante papel ecológico (ampla variedade de hábitos alimentares) típicas (porém não endêmicas) do Cerrado e presentes também em áreas antropizadas (VOSS & EMMONS, 1996; BORGES & TOMAS, 2008). Porém, há também a presença de espécies consideradas vulneráveis devido as ameaças que sofrem ao longo de sua distribuição geográfica (MMA 2014, IUCN 2018). Apesar da alta riqueza regional, as análises mostram que há uma grande quantidade de espécies a serem encontradas na região. Além disso, a fragmentação de áreas de mata impede o livre deslocamento de animais com pouca mobilidade (por exemplo, macacos-prego necessitam de dossel para dispersar e estabelecer população saudável) pois áreas de pastagem ou monoculturas impõe uma resistência à dispersão de algumas espécies.

---

Apesar da presença de diversos brejos e córregos conectando fragmentos de mata na matriz de monoculturas na região de entorno do empreendimento, é visível o impacto direto (destruição de APP e destruição de brejos) e indireto (assoreamento) pela intensa ocupação humana. Além disso, a presença de diversas espécies alvos de caça torna comum o contato com humanos. Portanto, indicamos que o Empreendimento apoie ações de preservação dos remanescentes florestais e trabalhos de conscientização ambiental com população local.

---

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA-PIRES, T.C.S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). Zool. Verh. Leiden 1995: 3-706.
- AZEVEDO, J.A.R., VALDUJO, P.H., & NOGUEIRA C.C. 2016. Biogeography of anurans and squamates in the Cerrado hotspot: coincident endemism patterns in the richest and most impacted savanna on the globe. *Journal of Biogeography*, 43, 2454–2464.
- BORNSCHEIN, M.R. & REINERT, B.L. 2000. Aves de três remanescentes florestais do norte do Estado do Paraná, sul do Brasil, com sujeitos para conservação e manejo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17 (3): 615 – 636.
- BORGES, P.A.L. & TOMAS, W. 2008. Guia de Rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal, 148p.
- BRASILEIRO, C.A.; SAWAYA, R.J.; KIEFER, M.C. & MARTINS, M. 2005. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2): 1-17.
- BROOKS, T., TOBIAS, J. & BALMFORD, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. *Animal Conservation*, 2:211–222.
- BRUSQUETTI, F. & LAVILLA, E.O. 2006. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. *Cuad. herpetol.*, 20 (2): 3-79.
- CÁCERES, N.C.; CARMIGNOTTO, A.P.; FISCHER, E. & SANTOS, C.F. 2008. Mammals from Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check List* 4(3): 321–335.
- CAMPBELL, H.W.; CHRISTMAN, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In N. J. Scott Jr.(ed.), *Herpetological Communities*, p.93-200. Wildl. Res. Rept.13, US. Fishand Widl. Serv. Washington, DC.
- CARDOSO, A.J.; G.V. ANDRADE & C.F.B. HADDAD. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no SE do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 49:241-249.
- CAVALCANTI, R.B. 1988. Migrações de aves do Cerrado. In: Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. Azevedo-Jr, S.M. (ed.). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 110-116.
- CAVALCANTI, R.B. 1999. Bird species richness and conservation in the cerrado region of central Brazil. *Studies in Avian Biology* 19: 244-249.
- CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). 2014. Listas das aves do Brasil. Versão 01/01/2014. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acessado em 18 de março de 2019.



CECHIN, S.Z. & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revta bras. Zool.* 17(3): 729-740.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2017. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/appendices>. Acessado em 18 de março de 2019.

COLLI, G.R., BASTOS, R.P. & ARAÚJO, A.F.B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna; p. 223-241 In: P. S. Oliveira & R. J. Marquis (ed.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia New York. University Press.

COSTA, G.C.; NOGUEIRA, C.; MACHADO, R.B. & COLLI, G.R. 2007. Squamate richness in the Brazilian Cerrado and its environmental-climatic associations. *Diversity and Distributions* 13: 714-724.

COSTA, H.C. & BÉRNILS, R.S. 2015. Répteis brasileiros: lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* 4(3): 75-93.

COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R., MENDES, S.L. & ALBERT, D.D. 2005. Conservação de mamíferos no Brasil. *Megadiversidade* 1(1): 103-112.

DA COSTA, R. B. 2003. Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na Região Centro-oeste. Campo Grande, UCDB, 245 p.

DEVELEY, P.F. 2003. Métodos para estudos com aves. In: Cullen Jr, L., Rudran, R. & Valladares Pádua, C. (Orgs). *Métodos de estudo em Biologia da conservação & manejo da vida silvestre*. Curitiba: UFPR; FBPN.

DUELLMAN, W. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. New York: McGraw-Hill Book Company.

EISENBERG, J.F.; REDFORD, K. H. 1999. *Mammals of the neotropics: the central neotropics*. Ecuador Peru, Bolivia, Brazil. University of Chicago Press. 190 p.

FERREIRA, V.L.; TERRA, J.S.; PIATTI, L.; DELATORRE, M.; STRÜSSMANN, C.; BÉDA, A.F.; KAWASHITA-RIBEIRO, R.A., LANDGREF-FILHO, P.; AOKI, C.; CAMPOS, Z.M.S.; SOUZA, F.L.; ÁVILA, R.W.; DULEBA, S.; MARTINS, K.S.; RITA, P.H.S. & ALBUQUERQUE, NR. 2017. Répteis do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 107(supl.): e2017153.

FROST, D.R. 2019. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Acessado em 18 de março de 2019.

GREENBERG C.H.; NEARY D.G. & HARRISL.D. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of *pitfall*, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. *Journal of Herpetology*, 28(3): 319-324.

GWYNNE, J. A., RIDGELY, R. S., TUDOR, G., ARGEL, M., 2010, *Aves do Brasil – Pantanal e Cerrado*, São Paulo, editora Horizonte; Nova York, NY. Comstock Publishing Associates.

HEYER, W.R., DONNELLY, M.A., MCDIARMID, R.W., HAYEK, L.C. & FOSTER, M.S. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.

HOWE, H.F. 1984. Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biol. Conserv.* 30: 261-281.

IUCN 2019. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em 20 de março de 2019.

LOPES, L.E. 2004. *Biologia comparada de Suiriri affinis e Suiriri islerorum (Aves: Tyrannidae) no cerrado do Brasil central*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

MACHADO, R.B., M.B. RAMOS NETO, P. PEREIRA, E. CALDAS, D. GONÇALVES, N. SANTOS, K. TABOR & M. STEININGER. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil*, Brasília.

MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Publishing Company. 256 p.

MARQUES, O.A.V.; ETEROVIC, A. NOGUEIRA, C.C. & SAZIMA, I. 2015 *Serpentes*

MATA, J.R.R., ERIZE, F. & RUMBOLL, M. 2006. *Birds of South America: non-passerines rheas to woodpeckers*. New Jersey: Princeton University Press. 384 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2014. *Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção*. Portaria nº. 444, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

MOTTA JÚNIOR, J.C. 1990. Estrutura trófica e composição das avifaunas de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. *Ararajuba*, n. 1, p. 65-71.

NOGUEIRA, C.; RIBEIRO, S.R.; COSTA, G.C. & COLLI, G.R. 2011. Vicariance and endemism in a Neotropical savanna hotspot: distribution patterns of Cerrado squamate reptiles. *Journal of Biogeography* 38, 1907–1922.

NOGUEIRA, C.C.; SAWAYA, R.J. & MARTINS, M. 2003. Ecology of the Pitviper, *Bothrops moojeni*, in the Brazilian Cerrado. *Journal of Herpetology*. 37(4): 653-659.

PAGLIA, A.P., G.A.B FONSECA, A.B. RYLANDS, G. HERRMANN, L.M.S. AGUIAR, A.G. CHIARELLO, Y.L.R LEITE, L.P. COSTA, S. SICILIANO, M.C.M. KIERULFF, S.L. MENDES, V. da C. TAVARES, R.A. MITTERMEIER e J.L. PATTON. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição/2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76p.

PAGOTTO, T. C. S.; CAMILOTTI, D. C.; LONGO, J. M. & SOUZA, P. R. 2006. Bioma Cerrado e Área Estudada. In: Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú – Subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado. Pagotto, T.C.S. & Souza, P.R. (ed.). p. 115-128.

PLANQUÉ, B. & VELLINGA, W.P. 2019. Xeno-canto: birds songs from Tropical America. Disponível em <http://www.xeno-canto.org>. Acessado em quatro de março de 2019.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. Biologia da Conservação. Londrina, PR. 328p.

R Core Team, 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RIBEIRO, R.S.; EGITO, G.T.B.T. & HADDAD, C.F.B. 2005. Chave de identificação: Anfíbios anuros da vertente de Jundiá da Serra do Japi, Estado de São Paulo. Biota Neotropica 5(2): 235–247.

RIDGELY, R.S. & TUDOR, G. 2009. Field Guide to the Songbirds of South America: the passerines. University of Texas, Austin. 736 p.

SAWAYA, R.J. 2003. História natural e ecologia das serpentes do cerrado da região de Itirapina – SP. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, SP.

SAWAYA, R.J.; MARQUES, O.A.V. & MARTINS, M. 2008. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. Biota Neotrop. 8(2): 127-149.

SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C.A.G.; GRANT, T.; HADDAD, C.F.B.; LANGONE, J & GARCIA, P.C.A. 2016. Brazilian Amphibians: List of Species. Herpetologia Brasileira 5(2): 34-46.

SICK, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

SIGRIST, T. 2006. Aves do Brasil: uma visão artística de Tomas Sigrist. São Paulo: Avisbrasilis.

SIGRIST, T. 2009. Iconografia das Aves do Brasil – volume I – Bioma Cerrado. São Paulo: Avisbrasilis.

SILVA JÚNIOR, N.J.; CINTRA, C.E.D.; SILVA; H.L.R.; COSTA, M.C.; SOUZA, C.A.; PACHÊCO JÚNIOR, A.A. & GONÇALVES, F.A. 2009. Herpetofauna, Ponte de Pedra Hydroelectric Power Plant, states of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, Brazil Check List 5(3): 518–525.

SILVA, C.R. 2001 Riqueza e Diversidade de Mamíferos Não Voadores - Análise em um mosaico formado por plantio de *Eucalyptus saligna* e remanescentes de Floresta Atlântica no município de Pilar do Sul, SP. Dissertação – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo Piracicaba-SP. 56 p.

SILVA, J.M.C. & BATES, J.M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in South American cerrado: a tropical savanna hotspot. *BioScience* 52: 225-233.

SILVA, J.M.C. 1995. Birds of the Cerrado region, South America. *Steenstrupia* 21:69-92.

SILVA, J.M.C. 1997. Endemic birds species and conservation in the Cerrado region, South America. *Biodivers.Conserv.* 6:435-450.

SOUZA, F.L. 2005. Geographical distribution patterns of South American side-necked turtles (Chelidae), with emphasis on Brazilian species. *Rev. Esp. Herp.* 19:33-46.

STOTZ, D.F., FITSPATRICK, J.W., PARKER III, T.A. & MOSKOVITS, D.K. 1996. Neotropical Birds: ecology and conservation. Chicago: The University of Chicago Press. 482p.

TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de Anfíbios Anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment*, 3(2): 136-149.

UETANABARO, M.; SOUZA, F.L.; LANDGREF FILHO P.; BEDA, A.F. & BRANDÃO, R.A. 2007. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 7(3): 279-289.

UETANABARO, M; PRADO, C.P.A.; RODRIGUES, D.J; GORDO, M & CAMPOS, Z. 2008. Guia de Campo dos anuros do pantanal e planaltos de entorno. Campo Grande, MS. Editora UFMS. Cuiabá, MT, Editora UFMT, 196 p.

UETZ, P. & HOŠEK, J. (ed.). 2018. The Reptile Database. Disponível em <http://www.reptile-database.org>. Acessado em 18 de março de 2019.

VALDUJO, P.H.; NOGUEIRA, C.C.; BAUMGARTEN, L.; RODRIGUES, F.H.G.; BRANDÃO, R.A.; ETEROVIC, A.; RAMOS-NETO, M.B. & MARQUES, O.A.V. 2009. Squamate Reptiles from Parque Nacional das Emas and surroundings, Cerrado of Central Brazil. *Check List* 5(3): 405–417.

VALDUJO, P.H.; SILVANO, D.L.; COLLI, G.R. & MARTINS, M. 2012. Anuran species composition and distribution patterns in Brazilian Cerrado, a neotropical hotspot. *South American Journal of Herpetology* 7(2):63-78.

VAN PERLO, B. 2009. *A field guide to the Birds of Brazil*. Oxford University Press. 465 pgs.

VASCONCELLOS, L.E.M. 1999. O tratamento do Impacto das Hidrelétricas Sobre a Fauna Terrestre/Centrais Elétricas Brasileiras. Eletrobrás, Rio de Janeiro.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.

VIELLIARD, J.M.E.; M.E.C. ALMEIDA; I. ANJOS; W.R. SILVA (2010) Levantamento quantitativo por pontos de escruta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). *In*: MATTER, S.V.; F.C. STRAUBE; I. ACCORDI; V. PIACENTINI & J.F. CÂNDIDO-JR. p.47-60. Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books.

VITT, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeast Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* 1: 1-29.

VOSS, R. S., & EMMONS, L. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the AMNH*; no. 230.

WEMMER, C., KUNZ, T.H.; LUNDIE-JENKINS, G. & MCSHEA, W.J. 1996. Mammalian sign. Pp. 157-176 in D. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran & M. S. Foster (eds.), *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press.

WIKIAVES 2019 - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>> Acessado em quatro de março de 2019.



José Milton Longo  
Coordenador Técnico

---

## 7. ANEXOS

**Anexo I** – Lista consolidada dos anfíbios e répteis registrados ao longo do monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, rio Verde, Água Clara, MS.

**Anexo II** – Lista consolidada das aves registradas ao longo do monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, rio Verde, Água Clara, MS.

**Anexo III** – Lista consolidada dos mamíferos não-voadores registrados ao longo do monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, rio Verde, Água Clara, MS.

**Anexo IV** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do subprograma de monitoramento da fauna da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo V** – Cronograma de execução dos programas de acompanhamento e monitoramento da fauna terrestre, ictiofauna e macrófitas, com as campanhas de campo realizadas até o momento e as campanhas previstas, para a PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

**Anexo VI** – Mapa de acesso e áreas amostrais com seus respectivos pontos de coleta para o Monitoramento da Fauna Terrestre na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

Espécies da Herpetofauna (anfíbios e répteis) registradas durante o monitoramento na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul, agosto de 2018. Com seus respectivos nomes populares, abundância por campanha, estrato ocupado, período de atividade e status de distribuição e conservação. Legenda: **Hábito** (Ab) Arborícola; (Aq) Aquático; (Cr) Criptozóico; (Fo) Fossorial; (Te) Terrestre. **Atividade (Ativ.)** (N) Noturna e (D) Diurna. **Status** (C2) espécie listada no apêndice II da Cites; (End) espécie endêmica do Bioma Cerrado. Em azul=novos registros para a área.

| Espécie                                     | Nome popular          | Campanhas de Monitoramento |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Estrato | Ativ | Status |        |
|---|-----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|--------|--------|
|   |                       | nov/14                     | fev/15 | mai/15 | ago/15 | nov/15 | fev/16 | mai/16 | ago/16 | nov/16 | fev/17 | mai/17 | mai/17 | nov/17 | fev/18 |         |      |        | ago/18 |
| <b>ORDEM ANURA "sapos, rãs e pererecas"</b> |                       |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |        |
| <b>Família Bufonidae</b>                    |                       |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |        |
| <i>Rhinella schneideri</i>                  | sapo-cururu           | 5                          | 2      | 1      | 13     | 10     | 2      | 3      | 3      | 2      | 1      | 1      | 4      | 4      | 9      | 3       | Te   | N      |        |
| <b>Família Hylidae</b>                      |                       |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |        |
| <i>Dendropsophus elianeae</i>               | pererequinha-do-brejo | 10                         |        |        |        |        | 8      |        |        | 4      |        |        | 9      | 4      | 11     |         | Ab   | N      | End    |
| <i>Dendropsophus jimi</i>                   | pererequinha-do-brejo | 5                          | 20     | 1      |        | 5      | 20     |        |        | 17     | 21     |        | 24     | 26     | 24     |         | Ab   | N      | End    |
| <i>Dendropsophus minutus</i>                | pererequinha-do-brejo | 7                          |        |        | 2      | 2      |        | 7      |        | 14     | 2      | 8      | 3      | 3      | 4      | 8       | Ab   | N      |        |
| <i>Dendropsophus nanus</i>                  | pererequinha-do-brejo | 29                         | 49     |        | 14     | 14     | 57     |        |        | 32     | 67     | 3      | 36     | 43     | 3      | 34      | Ab   | N      |        |
| <i>Hypsiboas albopunctatus</i>              | perereca-cabrinha     | 1                          | 36     | 23     | 22     | 12     | 20     | 8      | 26     | 26     | 36     | 17     | 25     | 18     | 30     | 16      | 14   | Ab     | N      |
| <i>Hypsiboas punctatus</i>                  | perereca-verde        |                            | 27     |        |        | 4      | 23     |        |        |        | 21     | 1      |        | 23     | 16     |         | Ab   | N      |        |
| <i>Hypsiboas raniceps</i>                   | perereca-amarela      | 18                         | 9      |        | 42     | 15     | 6      |        | 3      | 27     | 13     |        | 21     | 13     | 1      | 18      | Ab   | N      |        |
| <i>Pseudis paradoxa</i>                     | rã-boiadeira          |                            | 10     | 1      | 15     | 22     |        | 3      | 6      | 5      | 12     | 3      | 1      | 9      | 7      | 8       | 8    | Aq     | D/N    |
| <i>Scinax fuscomarginatus</i>               | pererequinha-do-brejo | 20                         | 40     |        | 12     | 32     | 36     |        |        | 31     | 44     |        | 25     | 47     | 38     |         | Ab   | N      |        |
| <i>Scinax fuscovarius</i>                   | perereca-de-banheiro  | 22                         |        |        | 1      |        | 1      | 1      |        |        | 1      | 1      | 9      | 4      | 8      |         | Ab   | N      |        |
| <i>Trachycephalus typhonius</i>             | perereca-grudenta     | 4                          |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         | Ab   | N      |        |
| <b>Família Leptodactylidae</b>              |                       |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |        |
| Adenomera cf. diptyx                        | rãzinha-do-folhicho   |                            |        |        |        | 7      |        |        |        |        |        |        | 14     | 4      |        |         | Te   | D/N    |        |
| <i>Leptodactylus chaquensis</i>             | rã-manteiga           | 9                          | 2      | 2      | 2      |        | 1      | 2      | 1      | 1      | 2      | 3      | 2      | 1      | 1      | 7       | Te   | N      |        |
| <i>Leptodactylus fuscus</i>                 | rãzinha-assobiadora   | 16                         | 11     |        | 5      | 16     |        |        |        | 26     | 15     |        | 32     | 9      | 5      |         | Te   | N      |        |
| <i>Leptodactylus labyrinthicus</i>          | rã-pimenta            | 3                          |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |         | Te   | N      |        |
| <i>Leptodactylus latrans</i>                | rã                    |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      |        |         | Te   | N      |        |



| Espécie                                      | Nome popular           | Campanhas de Monitoramento |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Estrato | Ativ | Status |   |    |
|--|------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|--------|---|----|
|  |                        | nov/14                     | fev/15 | mai/15 | ago/15 | nov/15 | fev/16 | mai/16 | ago/16 | nov/16 | fev/17 | mai/17 | mai/17 | nov/17 | fev/18 | ago/18 | fev/19 |         |      |        |   |    |
| <i>Leptodactylus mystacinus</i>              | rãzinha-assobiadora    | 4                          | 6      |        | 6      | 10     | 3      | 2      |        | 12     | 3      |        | 1      | 4      | 2      |        | 2      | Te      | N    |        |   |    |
| <i>Leptodactylus podicipinus</i>             | rãzinha-pingo-de-chuva | 13                         | 1      | 1      |        |        | 5      | 1      |        |        | 6      |        |        | 10     |        |        | 2      | Cr      | N    |        |   |    |
| <i>Physalaemus centralis</i>                 | rãzinha                | 18                         |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        | 14     | 1      |        |        | Te      | N    | End    |   |    |
| <i>Physalaemus cuvieri</i>                   | rã-cachorro            | 3                          | 6      | 1      | 1      | 6      | 15     | 6      |        | 8      | 15     | 3      |        | 27     | 4      |        | 13     | Te      | N    |        |   |    |
| <i>Physalaemus marmoratus</i>                | rãzinha                |                            |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        | 15     |        |        | 1      | Te      | N    | End    |   |    |
| <i>Physalaemus nattereri</i>                 | rã-quatro-olhos        | 19                         | 2      |        |        | 5      | 3      | 4      |        | 4      | 5      |        | 3      | 7      | 2      |        | 1      | Te      | N    | End    |   |    |
| <i>Pseudopaludicola mystacalis</i>           | rãzinha-do-brejo       | 8                          | 1      | 1      | 1      |        | 6      | 3      |        | 9      | 5      | 5      |        |        | 11     |        | 2      | Cr      | D/N  |        |   |    |
| <b>Família Microhylidae</b>                  |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <i>Chiasmocleis albopunctata</i>             | sapo-grilo             | 17                         | 1      |        |        | 1      | 2      |        |        | 3      | 4      |        |        | 7      | 1      |        |        | Fo      | N    | End    |   |    |
| <i>Elachistocleis cesarii</i>                | sapo-guarda            | 15                         |        |        |        |        | 8      | 1      |        | 1      |        |        |        | 7      |        |        | 1      | Fo      | N    |        |   |    |
| <b>ORDEM GYMNOPTIONA</b>                     |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <b>Família Siphonopidae</b>                  |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <i>Siphonops paulensis</i>                   | cobra-cega             |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         | 2    | Fo     | N | BA |
| <b>ORDEM CROCODYLIA "jacarés"</b>            |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <b>Família Alligatoridae</b>                 |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <i>Caiman latirostris</i>                    | jacaré-do-papo-amarelo |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        | Aq/Te   | D/N  | C1     |   |    |
| <i>Paleosuchus palpebrosus</i>               | jacaré-paguá           | 1                          |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        | 1      |        |        |        | 1      |        | Aq/Te   | D/N  | C2     |   |    |
| <b>ORDEM SQUAMATA "lagartos e serpentes"</b> |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <b>Família Gekkonidae</b>                    |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <i>Hemidactylus mabouia</i>                  | lagartixa-de-parede    | 2                          | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Ab      | N    | Ex     |   |    |
| <b>Família Gymnophthalmidae</b>              |                        |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |   |    |
| <i>Cercosaura ocellata</i>                   | lagartinho-do-folhicho |                            |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Te      | D    |        |   |    |
| <i>Cercosaura cf. parkeri</i>                | lagartinho-do-folhicho |                            |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | Te      | D    |        |   |    |
| <i>Colobosaura modesta</i>                   | lagartinho-do-folhicho |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        | Te      | D    |        |   |    |

| Espécie                             | Nome popular         | Campanhas de Monitoramento |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Estrato | Ativ | Status |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|------|--------|
|                                     |                      | nov/14                     | fev/15 | mai/15 | ago/15 | nov/15 | fev/16 | mai/16 | ago/16 | nov/16 | fev/17 | mai/17 | mai/17 | nov/17 | fev/18 | ago/18 | fev/19 |         |      |        |
| <b>Família Mabuyidae</b>            |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Notomabuya frenata</i>           | lagarto-liso         |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      |        |        | Sc      | D    |        |
| <b>Família Teiidae</b>              |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Ameiva ameiva</i>                | lagarto-verde        | 3                          | 9      | 1      |        | 1      | 1      |        |        | 6      | 4      |        |        | 5      | 3      |        | 2      | Te      | D    |        |
| <i>Salvator merianae</i>            | teiú                 | 1                          | 1      |        | 2      | 2      |        |        |        | 5      | 1      |        | 1      | 3      | 1      | 1      | 1      | Te      | D    | C2     |
| <b>Anomalepididae</b>               |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Liotyphlops ternetzii</i>        | cobra-cega           |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | Fo      | N    |        |
| <b>Família Boidae</b>               |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Eunectes murinus</i>             | sucuri               |                            |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      | Ab/Te   | D/N  | C2     |
| <b>Família Dipsadidae</b>           |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>  | cobra-de-capim       | 1                          |        |        |        | 1      |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | Te      | D/N  |        |
| <i>Helicops modestus</i>            | cobra-d'água         |                            | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Aq/Te   | D/N  |        |
| <i>Oxyrhopus trigeminus</i>         | coral-falsa          |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      | 1      |        |        |        |        | Te      | N    |        |
| <i>Philodryas nattereri</i>         | corre-campo          |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        | 1      |        | Te      | D    |        |
| <i>Sibynomorphus mikanii</i>        | dormideira           |                            |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        |        | Te      | N    |        |
| <i>Xenedon merremii</i>             | achatadeira          |                            |        |        |        | 1      | 1      |        |        |        |        | 1      | 1      |        |        |        |        | Te      | D    |        |
| <b>Família Typhlopidae</b>          |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Amerotyphlops brongersmianus</i> | cobra-cega           |                            |        | 1      |        |        |        |        |        |        |        | 1      |        |        |        |        | 2      | Fo      | N    |        |
| <b>Família Viperidae</b>            |                      |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |      |        |
| <i>Bothrops moojeni</i>             | jararaca-das-veredas |                            |        |        | 1      | 2      |        |        |        | 1      |        | 1      |        | 2      | 1      |        |        | Te      | N    | End    |

## ANEXO II

Lista das espécies de aves registradas durante o monitoramento na área de influência da PCH Verde 4A, Água Clara, MS, agosto de 2018. **SD**: sensibilidade a distúrbios: A – alta, M – média, B – baixa. **E** – espécie endêmica. **D**: Dieta: O - Onívora, D - Detritívora, I - Insetívora, G - Granívora, P - Piscívora, C - Carnívora, N - Nectarívora, F – Frugívora. **TR** – Tipo de Registro: O – Observação, V – Vocalização. Cites: (I) espécie listada no apêndice I da Cites; (II) espécie listada no apêndice II da Cites.

| Ordem/Família/Espécie            | Nome Popular      | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD | D | Habitat    | C  | TR   |
|----------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|---|------------|----|------|
| <b>Struthioniformes</b>          |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Rheidae</b>                   |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Rhea americana</i>            | ema               | 7      | 5      | 10     | 4      | 5      | 4      | 4      | 3      | 0      | 2      | 0      | 4      | 1      | 0      | 0      | B  | O | Ca, Ce, Pa | II | O    |
| <b>Tinamiformes</b>              |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Tinamidae</b>                 |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Crypturellus undulatus</i>    | jaó               | 17     | 3      | 14     | 10     | 8      | 2      | 9      | 16     | 10     | 3      | 5      | 7      | 2      | 0      | 12     | B  | O | Ci, F, Ga  |    | O, V |
| <i>Crypturellus parvirostris</i> | inhambu-chororó   | 2      | 0      | 1      | 3      | 3      | 1      | 3      | 0      | 0      | 2      | 2      | 2      | 1      | 0      | 0      | B  | O | Ce         |    | O, V |
| <i>Rhynchotus rufescens</i>      | perdiz            | 2      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 0      | 2      | 2      | 1      | 3      | B  | O | Ca, Pa     |    | O, V |
| <i>Nothura maculosa</i>          | codorna-amarela   | 3      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 2      | 2      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | B  | O | Ca, Pa     |    | O, V |
| <b>Anseriformes</b>              |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Anatidae</b>                  |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Dendrocygna viduata</i>       | irerê             | 8      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | O | Ci, Aq, AA |    | O, V |
| <i>Dendrocygna autumnalis</i>    | asa-branca        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | B  | O | Ci, Aq, AA |    | O    |
| <i>Cairina moschata</i>          | pato-do-mato      | 7      | 2      | 2      | 2      | 3      | 4      | 3      | 1      | 2      | 0      | 5      | 12     | 1      | 4      | 2      | M  | O | Ci, Aq, AA |    | O    |
| <i>Amazonetta brasiliensis</i>   | pé-vermelho       | 2      | 0      | 2      | 6      | 0      | 2      | 4      | 3      | 1      | 0      | 3      | 6      | 2      | 2      | 0      | B  | O | Ci, Aq, AA |    | O, V |
| <b>Galliformes</b>               |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Cracidae</b>                  |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Crax fasciolata</i>           | mutum-de-penacho  | 5      | 3      | 7      | 4      | 7      | 3      | 0      | 5      | 3      | 2      | 2      | 8      | 2      | 3      | 9      | M  | O | F, Ga      |    | O, V |
| <b>Podicipediformes</b>          |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Podicipedidae</b>             |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Tachybaptus dominicus</i>     | mergulhão-pequeno | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | O | Aq         |    | O    |
| <b>Ciconiiformes</b>             |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <b>Ciconiidae</b>                |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |
| <i>Jabiru mycteria</i>           | tuiuiú            | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | M  | P | Ci, Br     | I  | O    |
| <b>Suliformes</b>                |                   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |   |            |    |      |

| Ordem/Família/Espécie             | Nome Popular             | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD | D    | Habitat       | C  | TR   |
|-----------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|---------------|----|------|
| <b>Phalacrocoracidae</b>          |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i>  | biguá                    | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 4      | 1      | 0      | 0      | B  | P    | Aq            |    | O    |
| <b>Anhingidae</b>                 |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Anhinga anhinga</i>            | biguatinga               | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 1      | 0      | M  | P    | Aq            |    | O    |
| <b>Pelecaniformes</b>             |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <b>Ardeidae</b>                   |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Tigrisoma lineatum</i>         | socó-boi                 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0      | 1      | M  | O    | Br            |    | O    |
| <i>Butorides striata</i>          | socozinho                | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | B  | O    | Br            |    | O, V |
| <i>Bubulcus ibis</i>              | garça-vaqueira           | 3      | 0      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 10     | 0      | 5      | 14     | 4      | 0      | 0      | B  | I    | Pa, Ca        |    | O    |
| <i>Ardea alba</i>                 | garça-branca-grande      | 1      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 4      | 1      | 3      | 0      | B  | P, I | Aq, Br        |    | O    |
| <i>Syrigma sibilatrix</i>         | maria-faceira            | 2      | 4      | 2      | 2      | 4      | 1      | 3      | 12     | 4      | 4      | 6      | 14     | 5      | 2      | 7      | M  | O    | Br, Ca        |    | O, V |
| <i>Egretta thula</i>              | garça-branca-pequena     | 3      | 0      | 2      | 8      | 0      | 4      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 7      | 0      | 9      | 0      | B  | O    | Aq, Br        |    | O    |
| <b>Threskiornithidae</b>          |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Mesembrinibis cayennensis</i>  | coró-coró                | 2      | 5      | 1      | 1      | 1      | 0      | 2      | 0      | 1      | 0      | 1      | 4      | 0      | 1      | 5      | M  | O    | Ci, Aq, Br    |    | O, V |
| <i>Theristicus caudatus</i>       | curicaca                 | 11     | 13     | 9      | 12     | 10     | 5      | 8      | 7      | 5      | 0      | 9      | 17     | 4      | 2      | 6      | B  | O    | Ca, Pa, F, AA |    | O, V |
| <b>Cathartiformes</b>             |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <b>Cathartidae</b>                |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Cathartes aura</i>             | urubu-de-cabeça-vermelha | 1      | 4      | 8      | 4      | 4      | 4      | 2      | 2      | 3      | 2      | 6      | 1      | 1      | 0      | 3      | B  | D    | Pa, Ga, F     |    | O    |
| <i>Cathartes burrovianus</i>      | urubu-de-cabeça-amarela  | 0      | 3      | 15     | 1      | 1      | 0      | 9      | 2      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | M  | D    | F, Br         |    | O    |
| <i>Coragyps atratus</i>           | urubu-de-cabeça-preta    | 5      | 7      | 17     | 11     | 9      | 10     | 12     | 13     | 9      | 5      | 12     | 6      | 7      | 9      | 10     | B  | D    | F, Pa, Ci, AA |    | O    |
| <i>Sarcoramphus papa</i>          | urubu-rei                | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | D    | F, Ga         |    | O    |
| <b>Accipitriformes</b>            |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <b>Accipitridae</b>               |                          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |               |    |      |
| <i>Elanus leucurus</i>            | gavião-peneira           | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | O    | F, Pa         | II | O    |
| <i>Elanoides forficatus</i>       | gavião-tesoura           | 0      | 6      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | C    | F             | II | O    |
| <i>Ictinia plumbea</i>            | sovi                     | 1      | 1      | 1      | 0      | 2      | 1      | 0      | 2      | 4      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | M  | C, I | F, Ga         | II | O    |
| <i>Rostrhamus sociabilis</i>      | gavião-caramujeiro       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B  | M    | Br            | II | O    |
| <i>Heterospizias meridionalis</i> | gavião-cabloco           | 3      | 5      | 2      | 1      | 0      | 1      | 0      | 2      | 1      | 1      | 1      | 3      | 2      | 4      | 1      | B  | C    | Ca, AA        | II | O    |

| Ordem/Família/Espécie           | Nome Popular                 | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD | D    | Habitat        | C  | TR   |
|---------------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|----------------|----|------|
| <i>Rupornis magnirostris</i>    | gavião-carijó                | 5      | 8      | 6      | 11     | 2      | 4      | 12     | 4      | 5      | 5      | 4      | 9      | 3      | 4      | 5      | B  | C, I | F, Ci, Ga, AA  | II | O, V |
| <i>Geranoaetus albicaudatus</i> | gavião-de-rabo-branco        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | C    | F, Ca          | II | O    |
| <b>Gruiformes</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Aramidae</b>                 |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Aramus guarauna</i>          | carão                        | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | M  | M    | Br             |    | O, V |
| <b>Rallidae</b>                 |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Aramides cajaneus</i>        | saracura-três-potes          | 0      | 3      | 0      | 3      | 1      | 0      | 1      | 2      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 2      | 3      | A  | O    | F, Br, Ga      |    | O, V |
| <i>Porzana albicollis</i>       | sanã-carijó                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | M  | O    | Ca, Br         |    | V    |
| <i>Gallinula galeata</i>        | frango-d'água-comum          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | B  | O    | Aq, Ci, Br     |    | O    |
| <b>Helionithidae</b>            |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Helionis fulica</i>          | picaparra                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M  | I    | Ga, Ci, Aq, AA |    | O    |
| <b>Charadriiformes</b>          |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Charadriidae</b>             |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Vanellus chilensis</i>       | quero-quero                  | 12     | 7      | 21     | 15     | 17     | 19     | 17     | 16     | 11     | 11     | 15     | 19     | 11     | 19     | 16     | B  | O    | Ca, Br, AA     |    | O, V |
| <b>Recurvirostridae</b>         |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Himantopus melanurus</i>     | pernilongo-de-costas-brancas | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | M  | O    | Br, Aq         |    | O    |
| <b>Scolopacidae</b>             |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Tringa solitaria</i>         | maçarico-solitário           | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | B  | O    | Aq, Ci         |    | O    |
| <b>Jacaniidae</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Jacana jacana</i>            | jaçanã                       | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 1      | 0      | 1      | 2      | 1      | 2      | 9      | 1      | 0      | 0      | B  | O    | Br             |    | O, V |
| <b>Rynchopidae</b>              |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Rynchops niger</i>           | talha-mar                    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | A  | P    | Aq             |    | O    |
| <b>Columbiformes</b>            |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Columbidae</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Columbina talpacoti</i>      | rolinha-roxa                 | 6      | 15     | 12     | 12     | 9      | 15     | 5      | 15     | 8      | 11     | 18     | 13     | 7      | 15     | 14     | B  | G    | Ca, Pa, AA     |    | O, V |
| <i>Columbina squammata</i>      | fogo-apagou                  | 5      | 7      | 11     | 0      | 3      | 24     | 6      | 5      | 7      | 6      | 9      | 14     | 6      | 12     | 0      | B  | G    | Ca, AA         |    | O, V |
| <i>Columbina picui</i>          | rolinha-picui                | 0      | 10     | 7      | 0      | 0      | 4      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | B  | G    | Ca             |    | O, V |
| <i>Patagioenas picazuro</i>     | pombão                       | 11     | 16     | 9      | 6      | 8      | 6      | 13     | 7      | 5      | 7      | 14     | 7      | 9      | 8      | 18     | M  | O    | Ga, Ca, Pa, AA |    | O, V |

| Ordem/Família/Espécie          | Nome Popular                 | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD | D    | Habitat        | C  | TR   |
|--------------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|----------------|----|------|
| <i>Patagioenas cayennensis</i> | pomba-galega                 | 3      | 12     | 7      | 2      | 2      | 1      | 1      | 4      | 4      | 2      | 5      | 3      | 3      | 2      | 7      | M  | O    | F, Ga, Ci, AA  |    | O, V |
| <i>Zenaida auriculata</i>      | pomba-de-bando               | 11     | 22     | 20     | 20     | 12     | 18     | 22     | 18     | 19     | 15     | 15     | 11     | 8      | 16     | 13     | B  | G    | Ca, Pa, AA     |    | O, V |
| <i>Leptotila verreauxi</i>     | juriti-pupu                  | 7      | 14     | 15     | 17     | 13     | 11     | 3      | 6      | 11     | 6      | 11     | 11     | 12     | 10     | 17     | B  | G    | F, Ci, Ga, AA  |    | V    |
| <i>Leptotila rufaxilla</i>     | juriti-gemeadeira            | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | G    | F, Ci, Ga, AA  |    | V    |
| <b>Cuculiformes</b>            |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Cuculidae</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Piaya cayana</i>            | alma-de-gato                 | 5      | 4      | 1      | 1      | 0      | 3      | 2      | 2      | 2      | 2      | 3      | 1      | 2      | 1      | 3      | B  | O    | F, Ga          |    | O, V |
| <i>Coccyzus americanus</i>     | papa-lagarta-de-asa-vermelha | 0      | 0      | 0      | 0      |        |        | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | I    | F, Ga, Ci      |    | O    |
| <i>Crotophaga major</i>        | anu-coróca                   | 9      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | O    | F, Ga, Ci      |    | O, V |
| <i>Crotophaga ani</i>          | anu-preto                    | 16     | 16     | 11     | 22     | 15     | 19     | 18     | 14     | 15     | 9      | 23     | 18     | 15     | 3      | 19     | B  | O    | Ca, Br, AA     |    | O, V |
| <i>Guira guira</i>             | anu-branco                   | 11     | 20     | 7      | 14     | 12     | 14     | 6      | 11     | 13     | 8      | 11     | 16     | 16     | 7      | 14     | B  | O    | Ca, Br, AA     |    | O, V |
| <i>Tapera naevia</i>           | saci                         | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B  | O    | Ca, Br, F      |    | V    |
| <b>Strigiformes</b>            |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Tytonidae</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Tyto furcata</i>            | suindara                     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | C    | Ca, Ce, Pa, AA | II | O    |
| <b>Strigidae</b>               |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Megascops choliba</i>       | corujinha-do-mato            | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | B  | C, I | F, Ci, Ga, AA  | II | V    |
| <i>Athene cunicularia</i>      | coruja-buraqueira            | 5      | 4      | 9      | 4      | 9      | 2      | 6      | 2      | 6      | 6      | 4      | 10     | 4      | 5      | 5      | M  | O    | Ca, Ce, AA     | II | O, V |
| <b>Nyctibiiformes</b>          |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Nyctibiidae</b>             |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Nyctibius griseus</i>       | mãe-da-lua                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | I    | F, Ci, Ga, AA  |    | V    |
| <b>Caprimulgiformes</b>        |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Caprimulgidae</b>           |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Hydropsalis parvula</i>     | bacurau-chintã               | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | I    | F, Ga, AA      |    | O, V |
| <i>Hydropsalis albicollis</i>  | bacurau                      | 1      | 1      | 2      | 2      | 0      | 1      | 0      | 1      | 6      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 2      | B  | I    | F, Ce, Ca, AA  |    | O, V |
| <b>Apodiformes</b>             |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Trochilidae</b>             |                              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Phaethornis pretrei</i>     | rabo-branco-acanelado        | 2      | 3      | 1      | 2      | 2      | 1      | 1      | 2      | 2      | 2      | 4      | 2      | 1      | 2      | 2      | B  | N    | F, Ce, AA      | II | O, V |

| Ordem/Família/Espécie             | Nome Popular                | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD | D    | Habitat        | C  | TR   |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|------|----------------|----|------|
| <i>Eupetomena macroura</i>        | beija-flor-tesoura          | 1      | 1      | 1      | 2      | 3      | 9      | 3      | 0      | 1      | 0      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      | B  | N    | Ce, AA         | II | O, V |
| <i>Chlorostilbon lucidus</i>      | besourinho-de-bico-velho    | 1      | 2      | 1      | 4      | 1      | 4      | 0      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 4      | B  | N    | F, Ce, Ci, AA  | II | O, V |
| <i>Thalurania furcata</i>         | beija-flor-tesoura-verde    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | M  | N    | F              | II | O    |
| <i>Hylocharis chrysura</i>        | beija-flor-dourado          | 1      | 3      | 2      | 3      | 2      | 1      | 2      | 4      | 3      | 4      | 4      | 1      | 1      | 2      | 5      | M  | N    | Ce, Ga, AA     | II | O, V |
| <i>Anthracothorax nigricollis</i> | beija-flor-de-veste-preta   | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B  | N    | F, Ci, Ga      | II | O    |
| <b>Trogoniformes</b>              |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Trogonidae</b>                 |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Trogon curucui</i>             | surucuá-de-barriga-vermelha | 6      | 4      | 1      | 6      | 4      | 6      | 2      | 2      | 8      | 1      | 4      | 6      | 5      | 4      | 7      | M  | I, F | F              |    | O, V |
| <b>Coraciiformes</b>              |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Alcedinidae</b>                |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Megaceryle torquata</i>        | martim-pescador-grande      | 1      | 2      | 3      | 3      | 1      | 3      | 2      | 2      | 1      | 0      | 2      | 2      | 1      | 3      | 1      | B  | P    | Aq, Ci, Br     |    | O, V |
| <i>Chloroceryle amazona</i>       | martim-pescador-verde       | 2      | 5      | 3      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 2      | 1      | 1      | 2      | 0      | 1      | 2      | B  | P    | Aq, Br         |    | O, V |
| <i>Chloroceryle americana</i>     | martim-pescador-pequeno     | 1      | 1      | 0      | 0      | 3      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | B  | P    | Aq, Br         |    | O, V |
| <i>Chloroceryle inda</i>          | martim-pescador-da-mata     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | M  | P    | Aq, Ci, Br     |    | O, V |
| <b>Momotidae</b>                  |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Momotus momota</i>             | udu-de-coroa-azul           | 8      | 8      | 6      | 4      | 5      | 3      | 0      | 4      | 6      | 5      | 3      | 2      | 4      | 7      | 5      | M  | I, F | F, Ga          |    | O, V |
| <b>Galbuliformes</b>              |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Galbulidae</b>                 |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Galbula ruficauda</i>          | ariramba-de-cauda-ruiva     | 1      | 4      | 0      | 3      | 2      | 7      | 6      | 3      | 2      | 2      | 3      | 1      | 1      | 2      | 2      | B  | I    | F, Ci, Ga, AA  |    | O, V |
| <b>Bucconidae</b>                 |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Nystalus chacuru</i>           | joão-bobo                   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M  | I    | Ce, F, Ga, AA  |    | O, V |
| <i>Monasa nigrifrons</i>          | chora-chuva-preto           | 0      | 0      | 4      | 5      | 0      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M  | I    | F, Ga, AA      |    | O, V |
| <b>Piciformes</b>                 |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <b>Ramphastidae</b>               |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Ramphastos toco</i>            | tucanuçu                    | 9      | 13     | 9      | 7      | 8      | 7      | 7      | 10     | 5      | 8      | 7      | 12     | 7      | 4      | 11     | M  | O    | Ce, Ca, Ci, Ga | II | O, V |
| <i>Pteroglossus castanotis</i>    | araçari-castanho            | 1      | 4      | 0      | 4      | 1      | 5      | 0      | 0      | 1      | 3      | 1      | 1      | 0      | 2      | 0      | A  | F    | F, Ci          | II | O, V |
| <b>Picidae</b>                    |                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |    |      |                |    |      |
| <i>Picumnus albosquamatus</i>     | pica-pau-anão-escamado      | 2      | 3      | 2      | 4      | 2      | 4      | 3      | 3      | 2      | 2      | 3      | 5      | 1      | 3      | 3      | B  | I    | F, Ga, AA      |    | V    |



| Ordem/Família/Espécie            | Nome Popular                  | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD   | D    | Habitat        | C  | TR   |
|----------------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|----------------|----|------|
| <i>Melanerpes candidus</i>       | birro                         | 0      | 1      | 1      | 0      | 3      | 1      | 2      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 3      | 4      | B    | I    | F, Ga, Ca, AA  |    | O, V |
| <i>Colaptes melanochloros</i>    | pica-pau-verde-barrado        | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 2      | B    | I    | F, Ga, AA      |    | O, V |
| <i>Colaptes campestris</i>       | pica-pau-do-campo             | 4      | 2      | 2      | 2      | 6      | 5      | 6      | 3      | 4      | 8      | 6      | 12     | 2      | 8      | 4      | B    | I    | Ce, Ca, Pa, AA |    | O, V |
| <i>Dryocopus lineatus</i>        | pica-pau-de-banda-branca      | 0      | 1      | 0      | 1      | 2      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 3      | B    | I    | F, Ci, Ga, AA  |    | O, V |
| <i>Campephilus melanoleucos</i>  | pica-pau-de-topete-vermelho   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I    | F, Ci, Ga, AA  |    | O, V |
| <b>Cariamiformes</b>             |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <b>Cariamidae</b>                |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <i>Cariama cristata</i>          | seriema                       | 9      | 21     | 9      | 19     | 10     | 15     | 18     | 12     | 9      | 7      | 14     | 16     | 5      | 6      | 18     | M    | O    | Ca, F, AA      |    | O, V |
| <b>Falconiformes</b>             |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <b>Falconidae</b>                |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <i>Caracara plancus</i>          | carcará                       | 9      | 10     | 6      | 9      | 9      | 3      | 12     | 7      | 5      | 6      | 7      | 8      | 4      | 5      | 6      | B    | O    | Ca, F, Pa, AA  | II | O, V |
| <i>Milvago chimachima</i>        | pinhé                         | 5      | 2      | 4      | 3      | 3      | 3      | 4      | 1      | 2      | 1      | 4      | 2      | 2      | 2      | 2      | B    | O    | Ca, Pa, AA     | II | O, V |
| <i>Herpetotheres cachinnans</i>  | acauã                         | 0      | 0      | 0      | 0      | 5      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B    | C, I | Ci, Ga, F, AA  | II | O, V |
| <i>Falco sparverius</i>          | quiriquiri                    | 1      | 1      | 1      | 1      | 4      | 0      | 1      | 0      | 1      | 3      | 2      | 2      | 0      | 1      | 1      | B    | C, I | Ca, Ga         | II | O    |
| <i>Falco ruficularis</i>         | cauré                         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | C, I | F, Ga, AA      | II | O    |
| <i>Falco femoralis</i>           | falcão-de-coleira             | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 2      | 3      | 3      | 3      | 1      | 2      | 0      | 0      | 1      | B    | C, I | Ca             | II | O    |
| <b>Psittaciformes</b>            |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <b>Psittacidae</b>               |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <i>Ara ararauna</i>              | arara-canindé                 | 11     | 12     | 6      | 8      | 2      | 12     | 11     | 5      | 5      | 4      | 9      | 8      | 6      | 9      | 8      | M    | F    | F, Ga, Br      | II | O, V |
| <i>Diopsittaca nobilis</i>       | maracanã-pequena              | 5      | 3      | 0      | 0      | 0      | 1      | 8      | 0      | 2      | 4      | 8      | 4      | 4      | 0      | 0      | M    | F    | Ga, Br         | II | O, V |
| <i>Psittacara leucophthalmus</i> | periquitão-maracanã           | 9      | 10     | 7      | 4      | 5      | 2      | 6      | 3      | 0      | 7      | 0      | 0      | 0      | 0      | 6      | B    | F    | F, Ga, Ci, AA  | II | O, V |
| <i>Eupsittula aurea</i>          | periquito-rei                 | 11     | 14     | 17     | 15     | 11     | 20     | 12     | 17     | 10     | 19     | 27     | 17     | 0      | 16     | 18     | M    | F    | Ce, Ga, F      | II | O, V |
| <i>Brotogeris chiriri</i>        | periquito-de-encontro-amarelo | 9      | 12     | 13     | 10     | 0      | 10     | 15     | 13     | 9      | 8      | 15     | 11     | 0      | 4      | 14     | M    | F    | F, Ga, AA      | II | O, V |
| <i>Alipiopsitta xanthops</i>     | papagaio-galego               | 8      | 17     | 2      | 2      | 5      | 0      | 2      | 8      | 4      | 5      | 0      | 2      | 2      | 2      | 0      | M, E | F    | Ce, Ga         | II | O, V |
| <i>Amazona aestiva</i>           | papagaio-verdadeiro           | 4      | 10     | 6      | 12     | 7      | 6      | 8      | 12     | 6      | 11     | 14     | 15     | 4      | 6      | 9      | M    | F    | Ce, Ga         | II | O, V |
| <b>Passeriformes</b>             |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <b>Thamnophilidae</b>            |                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |    |      |
| <i>Formicivora rufa</i>          | papa-formiga-vermelho         | 2      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I    | Ce, Ci         |    | O, V |

| Ordem/Família/Espécie                 | Nome Popular                    | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD   | D    | Habitat       | C | TR   |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|---------------|---|------|
| <i>Herpsilochmus longirostris</i>     | chorozinho-de-bico-comprido     | 9      | 6      | 6      | 6      | 6      | 8      | 8      | 6      | 4      | 9      | 7      | 12     | 4      | 11     | 7      | M, E | I    | Ga, Ce        |   | O, V |
| <i>Thamnophilus doliatus</i>          | choca-barrada                   | 9      | 11     | 6      | 4      | 9      | 8      | 5      | 8      | 9      | 6      | 7      | 6      | 4      | 7      | 12     | B    | I    | Ce, Ci, AA    |   | O, V |
| <i>Thamnophilus pelzelni</i>          | choca-do-planalto               | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 1      | 2      | A    | I    | F             |   | O, V |
| <b>Dendrocolaptidae</b>               |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i>      | arapaçu-verde                   | 3      | 1      | 0      | 2      | 0      | 1      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | M    | I    | F             |   | O, V |
| <i>Lepidocolaptes angustirostris</i>  | arapaçu-de-cerrado              | 2      | 2      | 2      | 2      | 5      | 2      | 5      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 2      | 0      | 2      | M    | I    | F, Ce         |   | O, V |
| <i>Dendrocolaptes platyrostris</i>    | arapaçu-grande                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M    | I    | F, Ga, Ci     |   | O, V |
| <b>Furnariidae</b>                    |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Furnarius rufus</i>                | joão-de-barro                   | 5      | 9      | 9      | 8      | 8      | 11     | 10     | 0      | 8      | 7      | 11     | 4      | 4      | 5      | 6      | B    | I    | Ca, Pa, AA    |   | O, V |
| <i>Synallaxis frontalis</i>           | petrim                          | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I    | F, Ga, AA     |   | V    |
| <i>Synallaxis albescens</i>           | uí-pi                           | 2      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B    | I    | Ca, Pa, Ce    |   | V    |
| <b>Pipridae</b>                       |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Antilophia galeata</i>             | soldadinho                      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | M, E | F    | Ce, Ga, Br    |   | O, V |
| <b>Tityridae</b>                      |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Tityra inquisitor</i>              | anambé-branco-de-bochecha-parda | 1      | 3      | 1      | 0      | 2      | 2      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I, F | F             |   | O, V |
| <i>Tityra cayana</i>                  | anambé-branco-de-rabo-preto     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I, F | F             |   | O, V |
| <b>Rhynchocyclidae</b>                |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Leptopogon amaurocephalus</i>      | cabeçudo                        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | M    | I    | F             |   | V    |
| <i>Corythopsis delalandi</i>          | estalador                       | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | M    | I    | F, Ga         |   | V    |
| <i>Tolmomyias sulphureus</i>          | bico-chato-de-orelha-preta      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I    | F, Ci, Ga     |   | V    |
| <i>Todirostrum cinereum</i>           | ferreirinho-relógio             | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 2      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | B    | I    | F, Ga, AA     |   | O, V |
| <i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> | sebinho-de-olho-de-ouro         | 0      | 5      | 0      | 6      | 2      | 0      | 4      | 1      | 0      | 4      | 0      | 0      | 1      | 3      | 2      | M    | I    | F, Ga         |   | O, V |
| <b>Tyrannidae</b>                     |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Camptostoma obsoletum</i>          | risadinha                       | 0      | 0      | 3      | 0      | 3      | 0      | 1      | 2      | 2      | 2      | 1      | 0      | 1      | 1      | 3      | B    | I    | F, Ci, Ga, AA |   | V    |
| <i>Elaenia flavogaster</i>            | guaracava-de-barriga-amarela    | 2      | 0      | 0      | 0      | 1      | 2      | 2      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | B    | I, F | F, Ce, Ci, AA |   | O, V |
| <i>Elaenia spectabilis</i>            | guaracava-grande                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | B    | I, F | F, Ce, Ci, AA |   | O, V |
| <i>Myiopagis viridicata</i>           | guaracava-de-crista-alaranjada  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | M    | I    | F, Ci, Ga     |   | V    |
| <i>Phyllomyias fasciatus</i>          | piolhinho                       | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | M    | I, F | F, Ga, AA     |   | O, V |

| Ordem/Família/Espécie                       | Nome Popular                        | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD   | D | Habitat        | C | TR   |
|---|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|---|----------------|---|------|
| <i>Myiarchus swainsoni</i>                  | irré                                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I | F, Ga, AA      |   | O, V |
| <i>Myiarchus ferox</i>                      | maria-cavaleira                     | 2      | 4      | 5      | 6      | 3      | 3      | 3      | 2      | 2      | 1      | 3      | 2      | 4      | 2      | 3      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Myiarchus tyrannulus</i>                 | maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado | 1      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1      | 5      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 2      | 2      | 4      | B    | I | F, Ce, Ga      |   | O, V |
| <i>Casiornis rufus</i>                      | maria-ferrugem                      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Pitangus sulphuratus</i>                 | bem-te-vi                           | 15     | 19     | 18     | 15     | 11     | 17     | 19     | 9      | 10     | 9      | 9      | 15     | 13     | 16     | 16     | B    | O | F, Ga, Ce, AA  |   | O, V |
| <i>Philohydor lictor</i>                    | bentevizinho-do-brejo               | 9      | 5      | 7      | 0      | 4      | 3      | 4      | 1      | 0      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | B    | I | Ci, Br         |   | O, V |
| <i>Machetornis rixosa</i>                   | suiriri-cavaleiro                   | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | B    | I | Pa, Ca, AA     |   | O    |
| <i>Myiodynastes maculatus</i>               | bem-te-vi-rajado                    | 2      | 0      | 0      | 2      | 2      | 3      | 5      | 0      | 1      | 4      | 1      | 0      | 4      | 5      | 1      | B    | O | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Megarynchus pitangua</i>                 | neinei                              | 2      | 13     | 6      | 10     | 6      | 11     | 0      | 1      | 3      | 4      | 4      | 7      | 5      | 9      | 7      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Myiozetetes cayanensis</i>               | bentevizinho-de-asa-ferrugínea      | 6      | 9      | 8      | 0      | 5      | 0      | 2      | 3      | 1      | 4      | 0      | 6      | 4      | 0      | 2      | B    | O | F, Ce, AA      |   | O, V |
| <i>Tyrannus melancholicus</i>               | suiriri                             | 7      | 10     | 11     | 12     | 2      | 9      | 0      | 3      | 5      | 0      | 7      | 0      | 6      | 2      | 0      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Tyrannus savana</i>                      | tesourinha                          | 2      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 4      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I | Ce, Ca, Pa, AA |   | O    |
| <i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> | peitica-de-chapéu-preto             | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | B    | O | F, Ga          |   | O    |
| <i>Empidonamus varius</i>                   | peitica                             | 2      | 3      | 0      | 2      | 3      | 1      | 1      | 1      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      | 1      | 0      | B    | I | F, Ga, AA      |   | O, V |
| <i>Myiophobus fasciatus</i>                 | filipe                              | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | B    | I | F, Ci          |   | O, V |
| <i>Pyrocephalus rubinus</i>                 | príncipe                            | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 1      | 3      | 0      | 0      | 1      | 2      | 0      | 0      | 1      | B    | I | Pa, Ca, Ga, AA |   | O    |
| <i>Arundinicola leucocephala</i>            | freirinha                           | 0      | 0      | 0      | 2      | 1      | 0      | 1      | 2      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 2      | 0      | M    | I | Ci, Br         |   | O    |
| <i>Gubernetes yetapa</i>                    | tesoura-do-brejo                    | 2      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 6      | 2      | 0      | 1      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | M    | I | Ca, Br, AA     |   | O, V |
| <i>Cnemotriccus fuscatus</i>                | guaracavuçu                         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 2      | 0      | 1      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O    |
| <i>Xolmis cinereus</i>                      | primavera                           | 1      | 1      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 2      | B    | I | Ca, Pa, AA     |   | O    |
| <i>Xolmis velatus</i>                       | noivinha-branca                     | 3      | 2      | 7      | 0      | 2      | 2      | 2      | 3      | 1      | 6      | 5      | 5      | 5      | 3      | 3      | M    | I | Ce, Pa, Ca     |   | O    |
| <b>Vireonidae</b>                           |                                     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |   |                |   |      |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i>                 | pitiguari                           | 12     | 2      | 3      | 0      | 11     | 5      | 2      | 5      | 6      | 4      | 0      | 9      | 4      | 2      | 4      | B    | I | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Vireo chivi</i>                          | juruvicara                          | 3      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 6      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I | F, Ci, Ga      |   | V    |
| <b>Corvidae</b>                             |                                     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |   |                |   |      |
| <i>Cyanocorax cyanomelas</i>                | gralha-pantanal                     | 0      | 2      | 0      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | O | F, Ga, Ci      |   | O, V |
| <i>Cyanocorax cristatellus</i>              | gralha-do-campo                     | 3      | 1      | 4      | 2      | 0      | 0      | 6      | 3      | 0      | 8      | 3      | 4      | 0      | 2      | 6      | M, E | O | Ce             |   | O, V |
| <i>Cyanocorax chrysops</i>                  | gralha-picaça                       | 0      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 5      | 3      | 0      | 0      | M    | O | F, Ci, Ga      |   | O, V |

| Ordem/Família/Espécie            | Nome Popular               | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD   | D    | Habitat       | C | TR   |
|----------------------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|---------------|---|------|
| <b>Hirundinidae</b>              |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Stelgidopteryx ruficollis</i> | andorinha-serradora        | 3      | 5      | 4      | 2      | 5      | 6      | 0      | 0      | 5      | 6      | 3      | 18     | 6      | 0      | 6      | B    | I    | Aq, Ca, Pa    |   | O, V |
| <i>Progne tapera</i>             | andorinha-do-campo         | 4      | 1      | 9      | 4      | 8      | 0      | 0      | 0      | 4      | 4      | 4      | 4      | 10     | 4      | 6      | B    | I    | Aq, Ce, Ca    |   | O, V |
| <i>Progne chalybea</i>           | andorinha-doméstica-grande | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B    | I    | Aq, Ca        |   | O    |
| <i>Tachycineta albiventer</i>    | andorinha-do-rio           | 4      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 6      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | B    | I    | Aq            |   | O, V |
| <b>Troglodytidae</b>             |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Troglodytes musculus</i>      | corruíra                   | 0      | 0      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 2      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | B    | O    | F, Ce, Ca, AA |   | O, V |
| <b>Donacobiidae</b>              |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Donacobius atricapilla</i>    | japacanim                  | 1      | 2      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | M    | O    | Ci, Br        |   | O, V |
| <b>Poliophtilidae</b>            |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Poliophtila dumicola</i>      | balança-rabo-de-máscara    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I    | F, Ce, Ga     |   | O, V |
| <b>Turdidae</b>                  |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Turdus leucomelas</i>         | sabiá-barranco             | 11     | 7      | 4      | 7      | 10     | 6      | 7      | 3      | 8      | 2      | 1      | 4      | 4      | 2      | 4      | B    | O    | F, Ga, AA     |   | O, V |
| <i>Turdus rufiventris</i>        | sabiá-laranjeira           | 8      | 4      | 4      | 12     | 15     | 5      | 4      | 5      | 7      | 2      | 4      | 9      | 7      | 4      | 1      | B    | O    | F, AA         |   | O, V |
| <i>Turdus amaurochalinus</i>     | sabiá-poca                 | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I, F | F, Ga, AA     |   | O, V |
| <b>Mimidae</b>                   |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Mimus saturninus</i>          | sabiá-do-campo             | 5      | 7      | 5      | 4      | 9      | 5      | 14     | 5      | 5      | 3      | 9      | 12     | 3      | 4      | 12     | B    | O    | F, Ce, Ca, AA |   | O, V |
| <b>Motacillidae</b>              |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Anthus lutescens</i>          | caminheiro-zumbidor        | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 2      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0      | 1      | B    | I    | Ca, Pa, AA    |   | V    |
| <b>Passerellidae</b>             |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Ammodramus humeralis</i>      | tico-tico-do-campo         | 6      | 3      | 12     | 3      | 2      | 14     | 17     | 7      | 8      | 2      | 13     | 18     | 5      | 6      | 10     | B    | G    | Ca, Pa, AA    |   | O, V |
| <b>Parulidae</b>                 |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Setophaga pitiayumi</i>       | mariquita                  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 1      | 0      | 0      | M    | I    | F, Ci, Ga     |   | O, V |
| <i>Basileuterus culicivorus</i>  | pula-pula                  | 9      | 8      | 12     | 8      | 0      | 7      | 13     | 3      | 5      | 0      | 4      | 0      | 5      | 9      | 12     | B    | I    | F, Ga         |   | O, V |
| <i>Myiothlypis flaveola</i>      | canário-do-mato            | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 8      | 2      | 2      | 1      | M    | I    | F, Ga         |   | O, V |
| <i>Myiothlypis leucophrys</i>    | pula-pula-de-sobrancelha   | 1      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 2      | 0      | M, E | I    | Ga, Ci        |   | O, V |
| <b>Icteridae</b>                 |                            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |               |   |      |
| <i>Cacicus haemorrhous</i>       | guaxe                      | 0      | 0      | 0      | 4      | 4      | 6      | 4      | 0      | 4      | 0      | 2      | 4      | 2      | 2      | 0      | B    | O    | F, Ci, AA     |   | O, V |

| Ordem/Família/Espécie           | Nome Popular                   | dez-14 | fev-15 | mai-15 | ago-15 | nov-15 | fev-16 | mai-16 | ago-16 | nov-16 | fev-17 | mai-17 | ago-17 | nov-17 | fev-18 | ago-18 | SD   | D    | Habitat        | C | TR   |
|---------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|----------------|---|------|
| <i>Icterus pyrrhopterus</i>     | encontro                       | 1      | 0      | 0      | 0      | 10     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | O    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Icterus croconotus</i>       | joão-pinto                     | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | O    | F, Ga, Ci      |   | O, V |
| <i>Gnorimopsar chopi</i>        | passaro-preto                  | 5      | 3      | 3      | 9      | 4      | 4      | 6      | 4      | 1      | 0      | 21     | 11     | 0      | 0      | 5      | B    | O    | Ca, Pa, AA     |   | O, V |
| <i>Sturnella superciliaris</i>  | polícia-inglesa-do-sul         | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | G    | Ca, Pa, Ci, AA |   | O, V |
| <b>Thraupidae</b>               |                                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |   |      |
| <i>Saltatricula atricollis</i>  | bico-de-pimenta                | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 2      | 1      | 0      | 2      | 0      | 0      | 2      | M, E | G    | F, Ce          |   | O, V |
| <i>Saltator similis</i>         | trinca-ferro-verdadeiro        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | B    | G    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Nemosia pileata</i>          | saíra-de-chapéu-preto          | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | I, F | F, Ci, Ga      |   | O    |
| <i>Ramphocelus carbo</i>        | pipira-vermelha                | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | B    | F    | F, Ci, Ga, AA  |   | O    |
| <i>Lanio cucullatus</i>         | tico-tico-rei                  | 2      | 0      | 1      | 3      | 2      | 4      | 4      | 5      | 1      | 2      | 2      | 1      | 1      | 7      | 4      | B    | G    | F, Ce, AA      |   | O, V |
| <i>Lanio penicillatus</i>       | pipira-da-taoca                | 1      | 2      | 0      | 2      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 1      | M    | I, F | F, Ga          |   | O    |
| <i>Tangara sayaca</i>           | sanhaçu-cinzento               | 5      | 10     | 4      | 4      | 4      | 8      | 6      | 3      | 3      | 4      | 3      | 3      | 5      | 8      | 9      | B    | F    | F, Ga, AA      |   | O, V |
| <i>Tangara palmarum</i>         | sanhaçu-do-coqueiro            | 8      | 2      | 1      | 5      | 2      | 2      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 1      | 3      | 3      | 1      | B    | F    | F, Ga, AA      |   | O, V |
| <i>Tangara cayana</i>           | saíra-amarela                  | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 2      | 0      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      | 4      | M    | I, F | F, Ga, Ce, Ca  |   | O, V |
| <i>Tersina viridis</i>          | saí-andorinha                  | 2      | 4      | 2      | 2      | 4      | 4      | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 2      | 4      | 4      | 4      | B    | F    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Dacnis cayana</i>            | saí-azul                       | 3      | 4      | 2      | 1      | 2      | 2      | 2      | 1      | 0      | 1      | 5      | 1      | 1      | 1      | 5      | B    | F    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Cyanerpes cyaneus</i>        | saíra-beija-flor               | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | B    | F    | F, Ci, Ga      |   | O    |
| <i>Sicalis flaveola</i>         | canário-da-terra-verdadeiro    | 5      | 8      | 14     | 8      | 5      | 10     | 14     | 4      | 4      | 10     | 5      | 9      | 4      | 14     | 9      | B    | G    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |
| <i>Volatinia jacarina</i>       | tiziu                          | 12     | 6      | 14     | 5      | 5      | 29     | 16     | 2      | 3      | 7      | 0      | 0      | 4      | 4      | 0      | B    | G    | Pa, Ca, Ce, AA |   | O, V |
| <i>Sporophila lineola</i>       | bigodinho                      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | B    | G    | Ca, Ci, Pa, AA |   | O, V |
| <i>Sporophila caeruleascens</i> | coleirinho                     | 2      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 0      | 0      | B    | G    | Ca, Pa, AA     |   | O, V |
| <i>Sporophila angolensis</i>    | curió                          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | B    | G    | F, AA          |   | O    |
| <i>Sporophila hypoxantha</i>    | caboclinho-de-barriga-vermelha | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | B    | G    | Ca, Ci, Pa, AA |   | O, V |
| <b>Fringillidae</b>             |                                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |      |                |   |      |
| <i>Euphonia chlorotica</i>      | fim-fim                        | 4      | 5      | 6      | 6      | 1      | 4      | 5      | 5      | 4      | 3      | 3      | 4      | 2      | 5      | 4      | B    | F    | F, Ci, Ga, AA  |   | O, V |

### **ANEXO III**

Espécies da mastofauna não-voadora registradas durante o monitoramento na PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul. Com seus respectivos nomes populares, abundância por campanha, hábito, dieta, tipo de registro e status de conservação. **Hábito:** Ar=arbóreo; Te=terrestre; SA=semi-aquático; Sc = escansorial; Sf=semi-fossorial. **Dieta:** Fr=frugívoro; Hb=herbívoro pastador; In=insetívoro; Myr=mirmecófago; On=onívoro; Ca=carnívoro; Gr=granívoro; Ps=piscívoro; Se=predador de sementes. Tipo de Registro: A=avistamento; C=captura; CT=camera trap; V=vestígio. Status da espécie: NT=quase ameaçado; VU=vulnerável. **Campanhas:** 1ª=novembro/2014; 2ª=fevereiro/2015; 3ª=maio/2015; 4ª=agosto/2015; 5ª=novembro/2015; 6ª=fevereiro/2016; 7ª=maio/2016; 8ª=agosto/2016; 9ª=novembro/2016; 10ª=fevereiro/2016; 11ª=maio de 2017; 12ª=agosto de 2017; 13ª=novembro de 2017; 14ª=fevereiro/2018; 15ª=agosto/2018.

| ORDEM/Família/Espécie            | Nome popular      | Campanhas |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     | Dieta | Hábito | Registro | Status   |                                 |
|----------------------------------|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|----------|----------|---------------------------------|
|                                  |                   | 1a        | 2a | 3a | 4a | 5a | 6a | 7a | 8a | 9a | 10a | 11a | 12a | 13a | 14a | 15a |       |        |          |          | 16a                             |
| <b>DIDELPHIMORPHIA</b>           |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <b>Didelphidae</b>               |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <i>Didelphis albiventris</i>     | gambá             |           | 1  |    |    | 3  | 4  | 1  |    | 3  | 1   | 2   |     |     | 6   | 2   | 3     | In/On  | Te       | C, CT    |                                 |
| <i>Marmosa murina</i>            | catita            |           | 1  | 4  |    | 2  |    | 3  | 4  | 5  | 3   | 2   | 1   |     |     |     | 1     | In/On  | Sc       | C        |                                 |
| <i>Marmosa cf. paraguayensis</i> | cuíca             |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 2   | 2   |       | In/On  | Sc       | C        |                                 |
| <i>Gracilinanus agilis</i>       | cuíca             |           |    |    | 3  |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 1   |     |       | In/On  | Ar       | C        |                                 |
| <b>PILOSA</b>                    |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <b>Myrmecophagidae</b>           |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <i>Myrmecophaga tridactyla</i>   | tamanduá-bandeira | 1         | 1  | 2  | 2  |    | 1  | 1  | 2  | 1  |     |     | 1   | 3   | 1   | 8   | 2     | Myr    | Te       | A, V     | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |
| <i>Tamandua tetradactyla</i>     | tamanduá-mirim    |           | 1  |    |    |    | 1  |    |    |    |     | 1   |     |     | 1   |     |       | Myr    | Sc       | A, V     |                                 |
| <b>CINGULATA</b>                 |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <b>Dasypodidae</b>               |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <i>Cabassous unicinctus</i>      | tatu-do-rabo-mole |           | 1  | 1  |    |    | 3  |    | 1  | 1  |     |     | 1   |     |     |     |       | Myr    | SF       | A, V     |                                 |
| <i>Dasypus novemcinctus</i>      | tatu-galinha      |           |    | 1  | 1  | 1  |    | 1  |    |    |     | 2   |     | 3   | 1   |     | 2     | In/On  | SF       | A, V     |                                 |
| <i>Euphractus sexcinctus</i>     | tatu-peba         | 4         | 2  | 4  |    | 2  |    | 1  |    | 2  | 1   | 3   | 3   | 1   | 1   | 2   | 1     | In/On  | SF       | A, V     |                                 |
| <i>Priodontes maximus</i>        | tatu-canastra     |           |    | 1  |    |    | 1  | 1  | 1  |    |     | 1   |     |     |     |     |       | Myr    | SF       | V        | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |
| <b>PERISSODACTYLA</b>            |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <b>Tapiridae</b>                 |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |        |          |          |                                 |
| <i>Tapirus terrestris</i>        | anta              | 6         | 8  | 6  | 6  | 4  | 8  | 5  | 3  | 4  | 6   | 5   | 4   | 4   | 5   | 4   | 5     | Hb/Fr  | Te       | A, CT, V | VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |

| ORDEM/Família/Espécie        | Nome popular      | Campanhas |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     | Dieta | Hábito | Registro                          | Status |
|------------------------------|-------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|--------|-----------------------------------|--------|
|                              |                   | 1a        | 2a | 3a | 4a | 5a | 6a | 7a | 8a | 9a | 10a | 11a | 12a | 13a | 14a | 15a | 16a |       |        |                                   |        |
| <b>ARTIODACTYLA</b>          |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <b>Cervidae</b>              |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Mazama americana</i>      | veado-mateiro     |           |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |     |     |     |     |     |     |     | Fr/Hb | Te     | A, V                              |        |
| <i>Mazama gouazoubira</i>    | veado-catingueiro |           | 1  | 3  |    |    |    |    | 2  | 1  | 2   | 1   | 1   |     | 1   | 1   |     | Fr/Hb | Te     | A, V                              |        |
| <i>Mazama sp.</i>            | veado             |           |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1   |     |     | 1   |     |     |     | Fr/Hb | Te     | V                                 |        |
| <b>Tayassuidae</b>           |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Pecari tajacu</i>         | cateto            | 5         | 2  | 20 | 3  | 1  | 3  | 1  | 1  | 1  | 5   |     | 1   | 2   | 1   | 9   | 7   | Fr/Hb | Te     | A, V, CT                          |        |
| <i>Tayassu pecari</i>        | queixada          |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     | 15  | 1   |     |     |     | Fr/Hb | Te     | A VU <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |        |
| <b>PRIMATES</b>              |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <b>Atelidae</b>              |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Alouatta caraya</i>       | bugio             |           |    |    |    | 1  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     | Fo/Fr | Ar     | V NT <sup>2</sup>                 |        |
| <b>Cebidae</b>               |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Sapajus cay</i>           | macaco-prego      | 23        | 6  |    | 6  | 1  | 5  | 6  | 6  |    | 3   | 4   | 4   |     | 4   | 5   | 12  | Fr/On | Ar     | A, V VU <sup>2</sup>              |        |
| <b>CARNIVORA</b>             |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <b>Canidae</b>               |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Cerdocyon thous</i>       | lobinho           | 3         | 4  | 5  | 3  | 3  | 4  | 6  | 3  | 1  | 1   | 2   | 1   | 2   | 3   | 3   | 3   | In/On | Te     | A, V, CT                          |        |
| <i>Chrysocyon brachyurus</i> | lobo-guará        |           |    |    | 1  |    | 1  |    |    |    |     |     | 1   | 1   | 2   |     |     | Ca/On | Te     | V NT <sup>1</sup> VU <sup>2</sup> |        |
| <i>Lycalopex vetulus</i>     | raposinha         |           |    |    |    |    | 1  |    | 1  | 1  |     |     |     |     |     |     |     | In/On | Te     | A, V VU <sup>2</sup>              |        |
| <b>Felidae</b>               |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Leopardus pardalis</i>    | jaguaririca       |           |    | 1  |    |    | 1  |    | 1  | 1  | 1   | 1   |     |     |     | 2   | 1   | Ca    | Te     | V                                 |        |
| <i>Puma concolor</i>         | onça-parda        |           |    |    | 2  |    |    | 1  |    |    |     | 1   | 1   |     |     |     |     | Ca    | Te     | V VU <sup>2</sup>                 |        |
| <i>Puma yaguarundi</i>       | jaguarundi        |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     | 2   | Ca    | Te     | CT VU <sup>2</sup>                |        |
| <b>Mustelidae</b>            |                   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |       |        |                                   |        |
| <i>Eira barbara</i>          | irara             |           | 1  | 1  |    |    |    |    | 1  |    | 1   |     |     |     |     | 1   | 2   | Fr/On | Te     | A, V                              |        |
| <i>Lontra longicaudis</i>    | lontra            |           |    |    |    |    |    |    | 1  |    |     |     |     |     |     |     |     | Ps    | SA     | V NT <sup>1</sup> NT <sup>2</sup> |        |



| ORDEM/Família/Espécie            | Nome popular   | Campanhas |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       | Dieta | Hábito | Registro | Status |
|----------------------------------|----------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|--------|----------|--------|
|                                  |                | 1a        | 2a | 3a | 4a | 5a | 6a | 7a | 8a | 9a | 10a | 11a | 12a | 13a | 14a | 15a | 16a   |       |        |          |        |
| <b>Procyonidae</b>               |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Nasua nasua</i>               | quati          |           |    |    |    |    | 5  | 2  | 12 |    |     |     | 1   |     | 2   |     | Fr/On | Te    | A, CT  |          |        |
| <i>Procyon cancrivorus</i>       | mão-pelada     | 1         | 1  | 2  | 1  |    | 1  |    | 3  | 1  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | Fr/On | Sc    | V      |          |        |
| <b>RODENTIA</b>                  |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <b>Caviidae</b>                  |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> | capivara       | 2         | 3  | 2  | 2  | 3  | 6  | 2  | 3  | 3  | 4   | 2   | 3   | 2   | 2   | 3   | 2     | Hb    | SA     | A, V, CT |        |
| <b>Cricetidae</b>                |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Calomys calllosus</i>         | rato-do-chão   |           |    |    | 3  |    | 1  | 1  | 1  |    |     |     |     |     |     |     | Fr/Gr | Te    | C      |          |        |
| <i>Calomys sp.</i>               | rato-do-chão   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     | 1   |     | Fr/Gr | Te    | C      |          |        |
| <i>Calomys tener</i>             | rato-do-chão   |           |    | 1  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     | 1   | Fr/Gr | Te    | C      |          |        |
| <i>Cerradomys sp.</i>            | rato-do-chão   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     | 1   | Fr/Gr | Te    | C      |          |        |
| <i>Nectomys squamipes</i>        | rato-d'água    |           | 1  |    |    |    | 2  | 3  |    |    |     |     |     |     |     |     | Fr/On | SA    | C, V   |          |        |
| <i>Oecomys bicolor</i>           | rato-da-árvore |           |    | 1  |    |    |    |    |    | 1  |     |     |     |     |     |     | Fr/Se | Ar    | C      |          |        |
| <i>Oecomys sp.</i>               | rato-da-árvore |           |    |    |    |    |    | 1  |    |    |     |     |     |     |     | 1   | Fr/Se | Ar    | C      |          |        |
| <i>Oligoryzomys sp.</i>          | rato-do-mato   |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 1   |     |     | Fr/Se | Sc    | C      |          |        |
| <b>Cuniculidae</b>               |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Cuniculus paca</i>            | paca           |           |    |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  |     | 2   | 1   |     | 1   | 3   | 5     | Fr/Hb | Te     | V, CT    |        |
| <b>Dasyproctidae</b>             |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Dasyprocta azarae</i>         | cutia          | 1         |    |    | 1  | 1  | 1  | 2  |    | 1  |     | 2   | 3   | 2   | 4   | 1   | 7     | Fr/Gr | Te     | A, V, CT |        |
| <b>Erethizontidae</b>            |                |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |       |       |        |          |        |
| <i>Coendou prehensilis</i>       | ouriço         |           |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     | 1   | Fr/Gr | Sc    | CT, V  |          |        |

IUCN<sup>1</sup>; MMA<sup>2</sup>

15/9/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBio - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |   |   | I-ART Nº:<br><b>2014/06763</b>  |
| CONTRATADO  |   |   |   |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO   |   | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D                            |   |
| 4.CPF: 085.222.128-21   | 5.E-mail: jmlongo2@gmail.com  |   | 6.Tel: (67)3387-3232  |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |   | 8.Compl.: SALA 9  |   |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE   | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860   |
| CONTRATANTE   |   |   |   |
| 13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |   |   |   |
| 14.Registro Profissional: 412   |   | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53                     |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |   |   |   |
| 17.Compl.: SALA 9   |   | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA                                | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860   | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br |   |
| DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL   |   |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;   |   |   |   |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO E FLORA HIGRÓFITA - MONITORAMENTO DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.   |   |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |   |   | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |   | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR                       |   |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;  |   | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente                          |   |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DE MONITORAMENTO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DE ESPÉCIES HIGRÓFITAS DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES LOCAIS. |   |   |   |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00  | 33.Total de horas: 600  | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:   |
| 36. ASSINATURAS   |   |   | 37. LOGO DO CRBio   |
| Declaro serem verdadeiras as informações acima  |   |   | <br>CRBio-01 |
| Data: 15/9/2014<br>Assinatura do Profissional<br><br><b>José Milton Longo</b><br>CRBio 23264/01-D  | Data: 15/09/2014<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Carlos Chaves dos Santos |   |   |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO  |   | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO                       |   |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAJXA junto aos arquivos desse CRBio.  |   |   |   |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional  | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1883.5063.3849.2636**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<http://portal.crbio01.gov.br:8080/scripts/art.dtl/login>

1/5

15/9/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA   |                                      |   |   |
|---|--------------------------------------|---|---|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |                                      |   | 1-ART Nº:<br><b>2014/06762</b>  |
| CONTRATADO  |                                      |   |   |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS   |                                      | 3.Registro no CRBio: 018769/01-D  |   |
| 4.CPF: 294.004.141-53   | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br |   | 6.Tel: (67)2109-7065  |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                      | 8.Compl.: SALA 9  |   |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE              | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860   |
| CONTRATANTE   |                                      |   |   |
| 13.Nome: FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS   |                                      |   |   |
| 14.Registro Profissional: 412   |                                      | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53   |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                      |   |   |
| 17.Compl.: SALA 9   |                                      | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79040-860                    | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br   |   |
| DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL   |                                      |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;   |                                      |   |   |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO E MASTOFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.   |                                      |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |                                      |   | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |                                      | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |   |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;  |                                      | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |   |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DAS ATIVIDADES DO MONITORAMENTO E EXECUÇÃO DO MONITORAMENTO DO GRUPO MASTOFAUNA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE A FAUNA LOCAL. |                                      |   |   |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00  | 33.Total de horas: 600               | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:   |
| 36. ASSINATURAS   |                                      |   | 37. LOGO DO CRBio   |
| Declaro serem verdadeiras as informações acima  |                                      |   |   |
| Data: 15/09/2014  |                                      | Data: 15/09/2014  |   |
| Assinatura do Profissional<br>   |                                      | Assinatura e Carimbo do Contratante<br> |   |
| FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Carlos Chaves dos Santos  |                                      | FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Millon Longo  |   |
|   |                                      |   | <br>CRBio-01 |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO  |                                      | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO   |   |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  |                                      |   |   |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional           | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 8346.1527.9998.9726**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

15/09/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA  |                                     |  |                                     |
|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                     |  | 1-ART Nº:<br><b>2014/06765</b>      |
| CONTRATADO   |                                     |  |                                     |
| 2.Nome: ANA LUIZA CESQUIN CAMPOS   |                                     | 3.Registro no CRBio: 043731/01-D   |                                     |
| 4.CPF: 894.232.671-49  | 5.E-mail: analuiza@fibracon.com.br  |  | 6.Tel: (67)3361-1142                |
| 7.End.: RUA CAMUYRANO 104  |                                     | 8.Compl.:  |                                     |
| 9.Bairro: JARDIM PANAMÁ  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE             | 11.UF: MS  | 12.CEP: 79112-201                   |
| CONTRATANTE  |                                     |  |                                     |
| 13.Nome: FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS  |                                     |  |                                     |
| 14.Registro Profissional: 412  |                                     | 15.CPF / CGC / CNP: 08.374.309/0001-53   |                                     |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |                                     |  |                                     |
| 17.Compl.: SALA 9  |                                     | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 19.Cidade: CAMPO GRANDE             |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79040-860                   | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br  |                                     |
| DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL  |                                     |  |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;  |                                     |  |                                     |
| 24.Identificação : HERPETOFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.  |                                     |  |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                     |  | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR  |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;   |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente   |                                     |
| 31.Descrição sumária : MONITORAMENTO DA FAUNA TERRESTRE (GRUPO HERPETOFAUNA) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES LOCAIS. |                                     |  |                                     |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00   | 33.Total de horas: 600              | 34.Início: NOV/2014  | 35.Término:                         |
| 36. ASSINATURAS  |                                     |  | 37. LOGO DO CRBio                   |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                     |  |                                     |
| Data: 15/09/14<br>Assinatura do Profissional<br><i>Ana Luiza C. Campos</i>   |                                     | Data: 15/09/2014<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><i>[Assinatura]</i><br>FIBRAcon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA<br>José Carlos Cheves dos Santos |                                     |
|   |                                     |  |                                     |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO   |                                     | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     |  |                                     |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional          | Data: / /  | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 6555.1049.8835.7621**

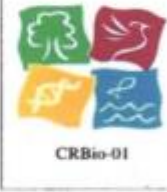

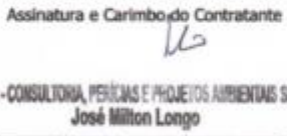
OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

<http://portal.crbio01.gov.br:8080/scripts/art.dll?login>

1/5

15/9/2014

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| Serviço Público Federal<br>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |  |   | 1-ART Nº:<br><b>2014/06771</b>  |
| CONTRATADO   |  |   |   |
| 2.Nome: THIAGO MATHEUS BREDA   |  | 3.Registro no CRBio: 068722/01-D                            |   |
| 4.CPF: 055.842.549-67  | 5.E-mail: thiagobreda@gmail.com  |   | 6.Tel: (67)3382-6514/8155-7011  |
| 7.End.: HIKARU KAMIYA 157  |  | 8.Compl.:   |   |
| 9.Bairro: JARDIM DAS NACOES  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE  | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79081-744   |
| CONTRATANTE  |  |   |   |
| 13.Nome: FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS  |  |   |   |
| 14.Registro Profissional: 412  |  | 15.CPF / CGC / CNPJ: 08.374.309/0001-53                     |   |
| 16.End.: RUA DOUTOR MICHEL SCAFF 105   |  |   |   |
| 17.Compl.: SALA 9  |  | 18.Bairro: CHACARA CACHOEIRA                                | 19.Cidade: CAMPO GRANDE   |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79040-860  | 22.E-mail/Site: fibra@fibracon.com.br / www.fibracon.com.br |   |
| DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL  |  |   |   |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;  |  |   |   |
| 24.Identificação : AVIFAUNA - MONITORAMENTO DA FAUNA DA PCH VERDE 4A, RIO VERDE, ÁGUA CLARA/MS.  |  |   |   |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |  |   | 26.UF: MS   |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |  | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR                       |   |
| 29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;   |  | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente                          |   |
| 31.Descrição sumária : MONITORAMENTO DA FAUNA (GRUPO AVIFAUNA) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA PCH VERDE 4A, LOCALIZADA NO RIO VERDE, MUNICÍPIO DE ÁGUA CLARA, COM O OBJETIVO DE IDENTIFICAR POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES LOCAIS. |  |   |   |
| 32.Valor: R\$ 9.000,00   | 33.Total de horas: 600   | 34.Início: NOV/2014   | 35.Término:   |
| 36. ASSINATURAS  |  |   | 37. LOGO DO CRBio   |
| Declaro serem verdadeiras as informações acima   |  |   | <br>CRBio-01 |
| Data: 3/4/13   | Data: 3/4/13   |   |   |
| Assinatura do Profissional<br>  | Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>FIBRACon - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS S/S LTDA.<br>José Milton Longo |   |   |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO   |  | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO                       |   |
| Declararam a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |  |   |   |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional   | Data: / /   | Assinatura do Profissional  |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante   |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 9629.1554.1340.9126**

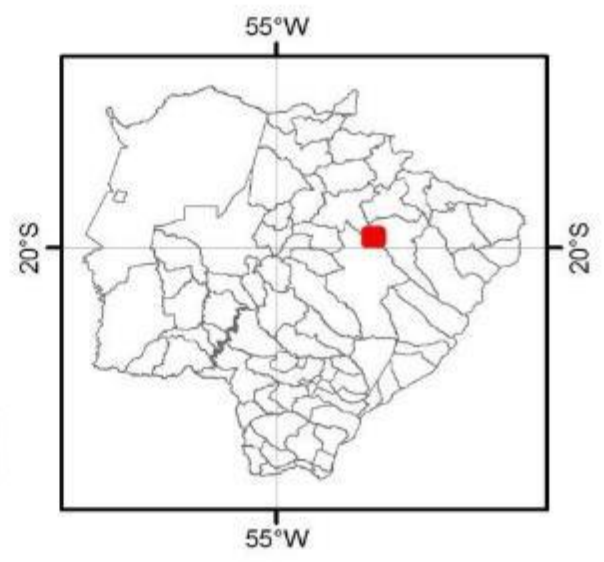
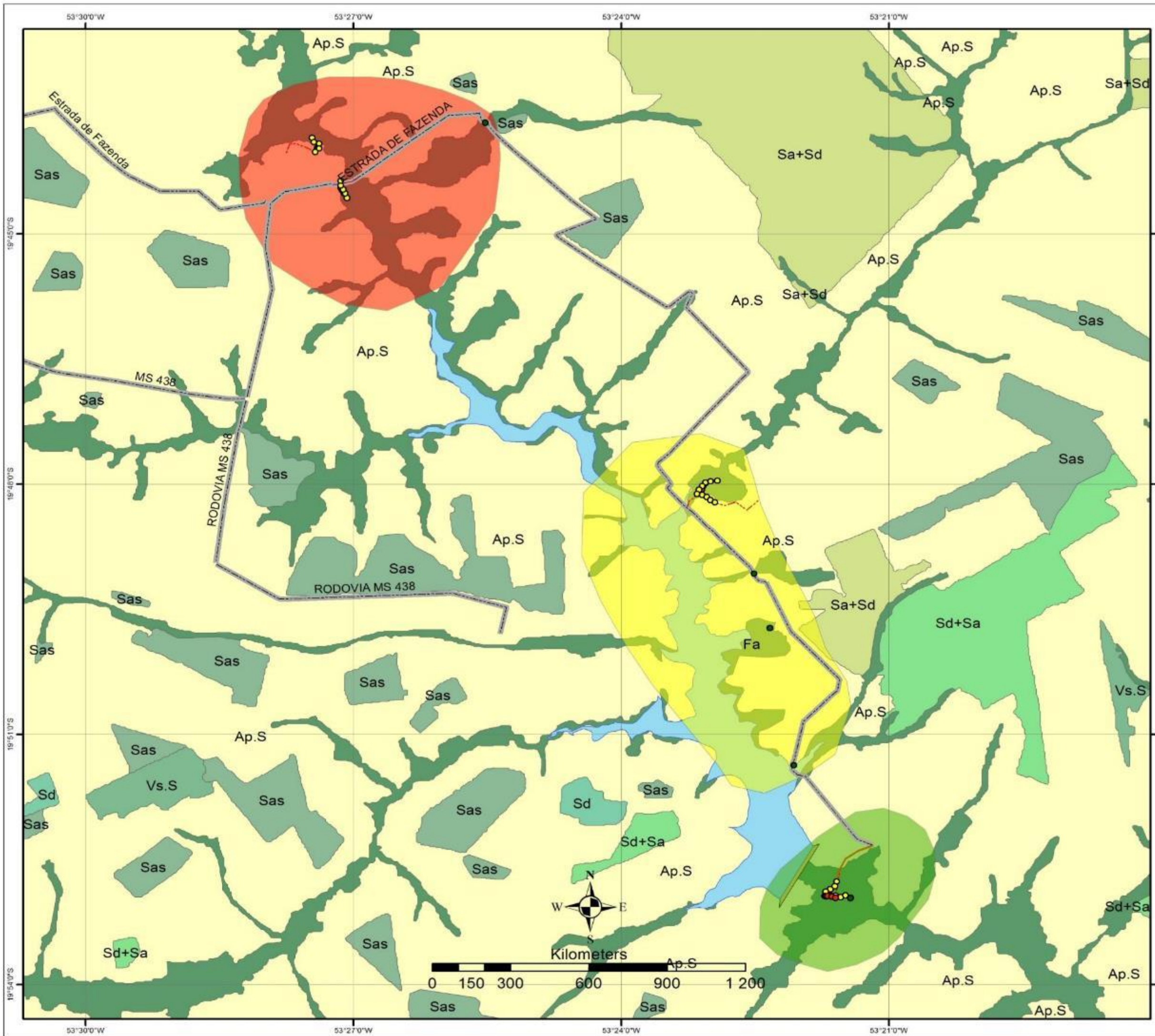
OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

## ANEXO IV

| PROGRAMA DE ACOMPANHAMENTO E MONITORAMENTO DA FAUNA, ICTIOFAUNA E MACRÓFITAS |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ATIVIDADES   | 2014 |     | 2015 |     |     |     |     |     | 2016 |     |     |     |     |     | 2017 |     |     |     |     |     | 2018 |     |     |     |     | 2019 |     |     |     | 2020 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | Nov  | Dez | Fev  | Mar | Mai | Jun | Ago | Set | Nov  | Jan | Fev | Mar | Mai | Jun | Ago  | Set | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar  | Mai | Jun | Ago | Set | Nov  | Fev | Mar | Ago | Set  | Out | Fev | Mar | Ago | Set | Fev | Mar | Ago | Set |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>FAUNA TERRESTRE</b>   |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   | X    |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |   | X |   |   |   |   |   |   |
| Emissão de Relatório   |      | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X |   | X |   |   |   |   |   |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     | X |   | X |   | X |   |   |   |
| <b>ICTIOFAUNA</b>  |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   |      |     |      |     |     |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |   | X |   | X |   |   |   |   |
| Emissão de Relatório   |      |     |      |     |     |     |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X |   | X |   | X |   |   |   |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   | X |   | X |   | X |   |
| <b>MACRÓFITAS</b>  |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Campanhas Realizadas   | X    |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |   | X |   | X |   | X |   |   |
| Emissão de Relatório   |      | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X   |      | X   |     | X   |     | X    |     | X   |     | X    |     | X   |     | X   |     | X   |     | X   |     | X |   | X |   | X |   | X |   |
| Campanhas previstas  |      |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |   | X |   | X |   | X |

## ANEXO V





### Legenda

#### Pontos Amostrais PCH Verde 4A

- Escuta Herpeto
- Escuta Aves
- Pitfall
- Transecto Aves
- - - Transecto Herpeto/Mastofauna
- Acessos PCH Verde 4A

#### Áreas Amostrais PCH Verde 4A

- Reservatório
- Montante
- Jusante
- Reservatório PCH Verde 4A
- Barragem



Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais Ltda  
 Rua Dr. Machel Scaff 105; Sala 9  
 Bairro: Chacara Cachoeira  
 Campo Grande - MS  
 (67) 3026-3113  
 www.fibracon.com.br

**PRADE**  
**PCH VERDE 4A**  
**RELATÓRIO TÉCNICO**



**ÁGUA CLARA - MS**  
**Julho de 2019**

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE**

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.  
Endereço: AV. Júlio de Sa Bierrenbach Alm, 200,  
BL 02 Salas 201 a 204 e 401 a 404  
Bairro: Jacarepaguá  
Município: Rio de Janeiro /RJ – CEP: 22.775-028  
Telefone para contato: (21) 3543-2226

### **DADOS DA EMPRESA CONSULTORA**

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.  
Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira  
Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860  
Telefone para contato: (67) 3026 3113  
Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)  
E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

## **TÉCNICOS RESPONSÁVEIS**

José Carlos Chaves dos Santos

CRBio: 18.769/01-D

---

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. Apresentação.....   | 4  |
| 2. Metodologia .....   | 4  |
| 3. Resultados .....  | 4  |
| 1) Áreas do PRAD consideradas não finalizadas em maio de 2019.....                               | 4  |
| 2) Estruturas que precisariam ser desmobilizadas e áreas a serem recuperadas, maio de 2019. .... | 10 |
| 4. Recomendações Gerais.....   | 17 |
| 5. Anexos.....   | 18 |
| ANEXO I .....  | 19 |

## **AVALIAÇÃO DO PROGRESSO DA EXECUÇÃO DO PRADE DA PCH VERDE 4A (PHOENIX).**

### **1. APRESENTAÇÃO**

Este relatório apresenta a Brookfield Energia Renovável (BER) os resultados da visita técnica realizada entre os dias 8 e 9 de julho de 2019 nas áreas de PRADE da PCH Verde 4A, atendendo a OC 134207. Como resultado da visita técnica, este documento apresenta uma comparação entre a avaliação realizada em maio de 2019 pela empresa SETA Engenharia S.A. e a situação atual verificada entre os dias 8 e 9 de julho de 2019.

### **2. METODOLOGIA**

A vistoria das áreas de PRADE foi realizada por meio de fotografias aéreas abrangendo uma visão geral das áreas de recuperação e das atividades realizadas, e para o detalhamento e validação das informações, foram realizadas caminhadas sistemáticas em cada área, com objetivo de avaliar a situação e progresso das técnicas empregadas para recuperação das áreas.

Os registros fotográficos aéreos nas áreas vistoriadas foram realizados com Drone Phantom 3.

### **3. RESULTADOS**

#### **1) Áreas do PRAD consideradas não finalizadas em maio de 2019.**



**Figura 1. Antes (maio/2019) – Área do antigo bloco dos alojamentos operacionais.**



**Figura 2. Depois** (julho/2019) – Área do antigo bloco dos alojamentos operacionais, imagens com Drone. Não há vestígio de reposição de solo e replantio realizado depois de maio de 2019, a área apresenta uma cobertura do solo de cerca de 80%.



**Figura 3. Antes** (junho/2019) – Área próxima ao almoxarifado e britador.



**Figura 4. Depois** (julho/2019) – Área próxima ao almoxarifado e britador, imagens obtidas com Drone. Não há vestígio de reposição de solo e replantio na área indicada no relatório de maio de 2019. O solo foi revolvido na área de depósito de resíduos (indicado pela seta Azul).



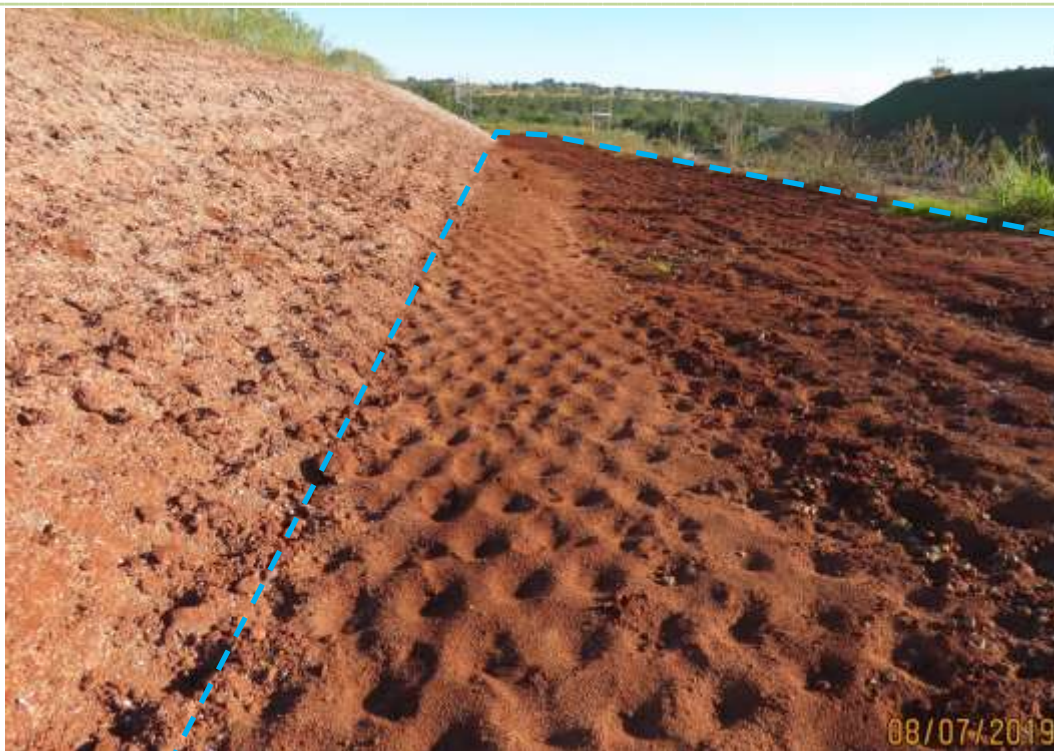
**Figura 5. Antes** (maio/2019) – Área no entorno do poço de alívio, talude e bota-fora.



**Figura 6. Depois** (julho/2019) – Área do entorno do poço de alívio, imagens obtidas com Drone. Parte do talude foi realizado hidro-semeadura, faltando a área indicada pela seta Azul. O platô a semeadura não teve resultados satisfatórios verificamos a presença de feijão Gandu e Grama Batatais em baixa densidade.

Vale a pena lembrar que a grama batatais tem germinação lenta, entretanto não foi possível determinar a quantidade de sementes semeada e sua viabilidade.





**Figura 7. Detalhe** da hidro-semeadura no talude próximo ao poço de alívio, não houve semeadura na parte plana, indicada pelas linhas azuis.



**Figura 8. Depois** (julho/2019) – Área do entorno do poço de alívio e bota fora e subestação, imagens obtidas com Drone. A semeadura não teve resultado satisfatório verificamos a presença de feijão Gandu e Grama Batatais em baixa densidade.



**Figura 9. Antes** (maio/2019) – Bota-espera de solo-orgânico (reafeiçoar e plantio).



**Figura 10. Depois** (julho/2019) – Bota-espera de solo-orgânico, imagens obtidas com Drone, as bordas foram desbastadas, mas não foi identificado sementeira.

2) Estruturas que precisariam ser desmobilizadas e áreas a serem recuperadas, maio de 2019.



**Figura 11. Antes (maio/2019)** - Estrutura próxima ao antigo bloco de alojamentos operacional e piso de concreto.

**Depois (julho/2019)** – A estrutura foi desmobilizada.



**Figura 12. Antes (maio/2019)** - Caçamba para destinação final dos resíduos e recuperação da área.



**Figura 13. Depois** (julho/2019) – Só encontramos caçambas e entulho próximo ao almonarifado e uma próxima à casa de hóspedes.



**Figura 14. Depois** (julho/2019) – Caçambas e resíduos próximos ao alojamento ocupado pela Seta, entrada da casa de hospedes.



**Figura 15. Antes** (maio/2019) – Desativar, tamponar poço 02, e recuperar área.



**Figura 16. Depois** (julho/2019) – Poço desativado e tamponado, ainda há resíduos no local.



**Figura 17. Antes** (junho/2019) – Alojamento da SETA Engenharia.



**Figura 18. Depois** (julho/2019) - Área do antigo bloco dos alojamentos operacionais e acesso. Imagens com Drone, indicação polígono azul. O solo foi reposto e realizado plantio recente por sementeira, ainda há áreas sem vegetação cobertura do solo em 80%.



**Figura 19. Antes** (junho/2019) – Manilhas de concretos próximo ao poço de alívio.



**Figura 20. Depois** (julho/2019) – Transferência das manilhas, para uma área próxima ao bota-espera de brita, indicado pelo círculo azul.



**Figura 21. Antes** (junho/2019) - Excesso de brita jogado ao lado do barracão de almoxarifado.



**Figura 22. Depois** (julho/2019) - Área próxima ao almoxarifado com presença de brita recobrendo o solo indicado pelas setas azuis.





**Figura 23. Antes** (maio/2019) - Área próxima à oficina, poste de concreto.



**Figura 24. Depois** (julho/2019) - Área próxima à oficina, postes parcialmente enterrados.

#### 4. RECOMENDAÇÕES GERAIS

A implantação e manutenção do PRAD estão relacionados a desmobilização das estruturas do canteiro de obras e recuperação da área, garantindo o sucesso do projeto. As áreas de canteiro de obras da PCH Verde 4a eram originalmente pastagens com árvores esparsas, o retorno a condição similar não requer grandes investimentos técnicos.

Observou-se que foram adotadas medidas para desmobilização e recuperação em todas as áreas, porém algumas áreas ainda necessitam de ações para o encerramento dos PRADs.

Com base na avaliação realizada *in loco* observamos que foi usado um mix de sementes (feijão guandu, grama batatais e outras sementes), sendo que o feijão guandu é anual e melhora as condições do solo. Em condições ideais a grammas batatais tem dormência entre 60 a 90 dias após plantio, uma de suas características é a baixa resistência ao sombreamento, logo sua baixa ocorrência nas áreas de PRAD pode ser explicada por suas características.

A técnica de semeadura a laço tem efeito acelerado em solos bem preparados e mais férteis. Com relação ao preparo do solo observamos áreas de solo nu, expostos as intempéries o que dificulta a germinação até de plantas ruderais, também foram observados pontos com erosão nos caminhos preferencias da água pluvial. Em parte das áreas com solo exposto poderá ocorrer a regeneração natural por conta da proximidade com áreas doadoras de semente.

Como o objetivo é restabelecer gramíneas e proteger o solo recomenda-se as seguintes atividades:

- Fazer a coleta e remoção dos resíduos por toda a área de PRADE, permitindo assim atividades mecanizadas no futuro.
- Nas áreas que apresentam maiores devem receber uma atenção especial. É desejável o replantio com adubação, pois essas áreas já demonstraram ter solo pobre em nutrientes com características de subsolo.

Campo Grande, 10 de julho de 2019.

José Carlos Chaves dos Santos  
CRBio 18769/01

## 5. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela verificação e acompanhamento dos planos de recuperação de áreas degradadas (PRADEs) nas PCHs Verde 4 e 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I

01/08/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>  |  |   |                                     |
|---|--|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>   |  |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>   |  |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/05773</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>   |  |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS   |  | 3.Registro no CRBio: D18769/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 294.004.141-53   | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br   |   | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DR MICHEL SCAFF 105   |  | 8.Compl.: SALA 09   |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA   | 10.Cidade: CAMPO GRANDE  | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>  |  |   |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A   |  |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:   |  | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46   |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N   |  |   |                                     |
| 17.Compl.:  |  | 18.Bairro: ZONA RURAL   | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS   | 21.CEP: 79680-000  | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>  |  |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;   |  |   |                                     |
| 24.Identificação : VERIFICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DOS PLANOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRADES) REALIZADOS NAS POHS VERDE 4 E 4A (SAVANA E PHOENIX).  |  |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA  |  |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE  |  | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;  |  | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : VERIFICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DO CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DOS PLANOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRADES) REALIZADOS NAS ÁREAS A SEREM RECUPERADAS NOS CANTEIROS DE OBRAS DAS POHS VERDE 4 E 4A (SAVANA E PHOENIX). |  |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 1.500,00  | 33.Total de horas: 40  | 34.Início: JUL/2019   | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>  |  |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| Declaro serem verdadeiras as informações acima  |  |   |                                     |
| Data: 01/08/19<br>Assinatura do Profissional<br>   | Data: 05/08/2019<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br> |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b><br>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BADA junto aos arquivos desse CRBio.  |  | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Data: / /   | Assinatura do Profissional   | Data: / /   | Assinatura do Profissional          |
| Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante  | Data: / /   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 4255.5510.6451.7079**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

# PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO

MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO  
E BATIMÉTRICO

PCH VERDE 4A

## RELATÓRIO TÉCNICO



**Fibracon**  
AMBIENTAL

**PHOENIX**  
Geração de Energia S.A.

ÁGUA CLARA - MS  
Junho de 2019

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE**

Razão Social: Phoenix Geração de Energia S.A.

Endereço: Al. Dr. Carlos de Carvalho, 555, 21º andar, Bairro Centro

Município: Curitiba/PR – CEP: 80.430-180

Telefone para contato: (41) 3321-7100

### **DADOS DA EMPRESA CONSULTORA**

Razão Social: FIBRAcon Consultoria, Perícias e Projetos Ambientais S/S Ltda.

Endereço: Rua Dr. Michel Scaff, 105, sala 9, Bairro Chácara Cachoeira

Município: Campo Grande/MS – CEP: 79040-860

Telefone para contato: (67) 3026 3113

Home Page: [www.fibracon.com.br](http://www.fibracon.com.br)

E-mail: [fibra@fibracon.com.br](mailto:fibra@fibracon.com.br)

### **TÉCNICOS RESPONSÁVEIS**

José Milton Longo

CRBio: 23.264/01-D

José Carlos Chaves dos Santos

CRBio: 18.769/01-D

Guilherme Hollo de Andrade

CREA-MS: 60681

Bruno Silva Martins

CREA-MT: 120085893-0

---

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1. Objetivo Geral .....  | 6         |
| 2.2. Objetivos Específicos.....                                  | 6         |
| <b>3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>4. PROCESSOS EROSIVOS .....</b>                               | <b>8</b>  |
| 4.1. Metodologia.....  | 8         |
| 4.2. Resultados e Discussão .....                                | 9         |
| <b>5. MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO.....</b> | <b>11</b> |
| 5.1. Metodologia.....  | 11        |
| 5.1.1. Metodologia para a Vazão Líquida .....                    | 11        |
| 5.1.2. Metodologia para a Vazão Sólida.....                      | 12        |
| 5.1.3. Análise de Sedimento em Suspensão.....                    | 12        |
| 5.1.4. Análise de Sedimento de Leito.....                        | 14        |
| 5.1.5. Cálculo de Descarga Sólida - Método de Colby .....        | 15        |
| 5.1.6. Medições de turbidez da água .....                        | 16        |
| 5.1.7. Metodologia para o Levantamento Batimétrico .....         | 17        |
| 5.2. Resultados .....  | 20        |
| 5.2.1. Resumo das descargas Líquidas e Sólidas .....             | 5-21      |
| 5.2.2. Medição de Vazão Líquida .....                            | 22        |
| 5.2.3. Desenho da Batimetria da seção Transversal .....          | 5-24      |
| 5.2.4. Laudo Técnico De Análise Sedimentométrica .....           | 5-25      |
| 5.2.5. Boletim de Resultado de Análises Sedimentométrica.....    | 5-27      |
| 5.2.6. Gráfico da Granulometria do material do leito .....       | 31        |



|  |           |
|--|-----------|
| 5.2.7. Desenho dos Perfis Longitudinais (Seções) ..... | 33        |
| 5.2.8. Planilha Analítica dos trabalhos .....          | 36        |
| 5.2.9. Documentação Fotográfica .....                  | 42        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                   | <b>43</b> |
| Processos Erosivos .....                               | 43        |
| Sedimentos e Batimetria transversal .....              | 43        |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>             | <b>45</b> |
| <b>8. ANEXOS .....</b>                                 | <b>46</b> |
| ANEXO I .....  | 47        |

## 1. INTRODUÇÃO

As margens e os remansos formados ao longo do reservatório podem ser afetadas e variar em função das características locais do solo, do nível da água subterrânea e da topografia do terreno. Além deste efeito, a oscilação do nível do reservatório também pode promover desestabilização das margens, possíveis processos erosivos localizados durante a operação da PCH Verde 4A.

Erosão é o fenômeno do desgaste das rochas e solos, com desagregação, deslocamento ou arrastamento das partículas por ação da água ou outros agentes, como o vento (CARVALHO, 2008). Ainda segundo Carvalho (2008), o estudo da erosão é muito importante sob os aspectos sociais e econômicos uma vez que é responsável pelos danos em terras agricultáveis e em outras áreas de interesse imediato, bem como pelos efeitos indiretos de assoreamento dos rios e lagos.

O uso inadequado dos solos pode causar como efeitos mais preocupantes sobre as águas superficiais, a sua impermeabilização e a erosão laminar (PRIMAVESI, 1997). Com isso a erosão do solo constitui a principal causa do empobrecimento precoce das terras produtivas (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999).

Com a deflagração dos processos erosivos, em função da ocupação do solo, as perdas de solo por erosão laminar são comandadas por diversos fatores relacionados às condições naturais dos terrenos, destacando-se: a chuva, a cobertura vegetal, a topografia e os tipos de solos (SALOMÃO, 1999).

De acordo com Carvalho (2008), o fenômeno geológico da erosão sempre fez parte da dinâmica do processo natural. A erosão do solo e os consequentes impactos na produtividade agrícola, na qualidade da água e no assoreamento de cursos e reservatórios d'água, são preocupações evidenciadas em todo o mundo e, embora diversas técnicas sejam disponíveis para controlar a erosão, a compreensão do complexo físico envolvido na erosão é fundamental para se disponibilizar medidas de controle mais práticas e econômicas (PRUSKI, 2001).

Os processos erosivos podem ser minimizados ou controlados com a aplicação de práticas conservacionistas, que têm por concepção fundamental garantir a máxima infiltração e menor escoamento superficial das águas pluviais (SALOMÃO, 1999). O monitoramento do assoreamento de reservatórios artificiais destinados a geração de energia elétrica é necessário pois a deposição de sedimentos reduz a capacidade de armazenamento, diminuindo consequentemente a geração de energia, afetando a

operação e manutenção da usina (MEZINE *et al*, 2016). A medição do assoreamento do reservatório identifica se o depósito de sedimentos não reduzirá a vida útil da usina hidrelétrica, o que ocorre quando os depósitos de sedimentos alcançam a soleira da tomada d'água impossibilitando a operação adequada do empreendimento (CARVALHO, 2008).

O estudo de um curso d'água no tempo é resultado da interação de todos os componentes do ciclo hidrológico, entre a ocorrência da precipitação e a vazão na bacia hidrográfica. A variação da vazão de um rio depende de muitos fatores, destacando-se: o relevo (densidade de drenagem, declividade do rio ou bacia, capacidade de armazenamento e forma); a cobertura vegetal (natural e artificial, incluindo áreas urbanas). Mensurar a quantidade de água de um rio gera informações que indicam o grau e a magnitude dos impactos ambientais desse tipo de empreendimento.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Verificar processos erosivos no entorno e possível deposição sedimentar no reservatório que possa vir a comprometer o funcionamento normal da PCH Verde 4A.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar e mapear possíveis locais com algum processo erosivo;
- Recomendar medidas preventivas e/ou corretivas nos locais propensos à erosão;
- Executar medições de descarga líquida e sólida em dois pontos (montante e jusante) fora da área de influência do reservatório, localizados no rio Verde;
- Fazer o levantamento batimétrico de 06 (seis) seções pré-demarcadas para acompanhamento da variação da morfologia do leito submerso das seções do reservatório e seus afluentes principais.

### 3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A PCH Verde 4A está localizada a uma distância aproximada de 233 km da capital do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), no município de Água Clara, margem esquerda do Rio Verde, e pode ser acessada a partir de Campo Grande seguindo a BR-262 por 97,4 km até Ribas do Rio Pardo/MS. A partir do município de Ribas do Rio Pardo na MS-357, percorrem-se cerca de 70 Km, até o entroncamento, onde convertendo à direita, segue-se 11 Km até a entrada do empreendimento.

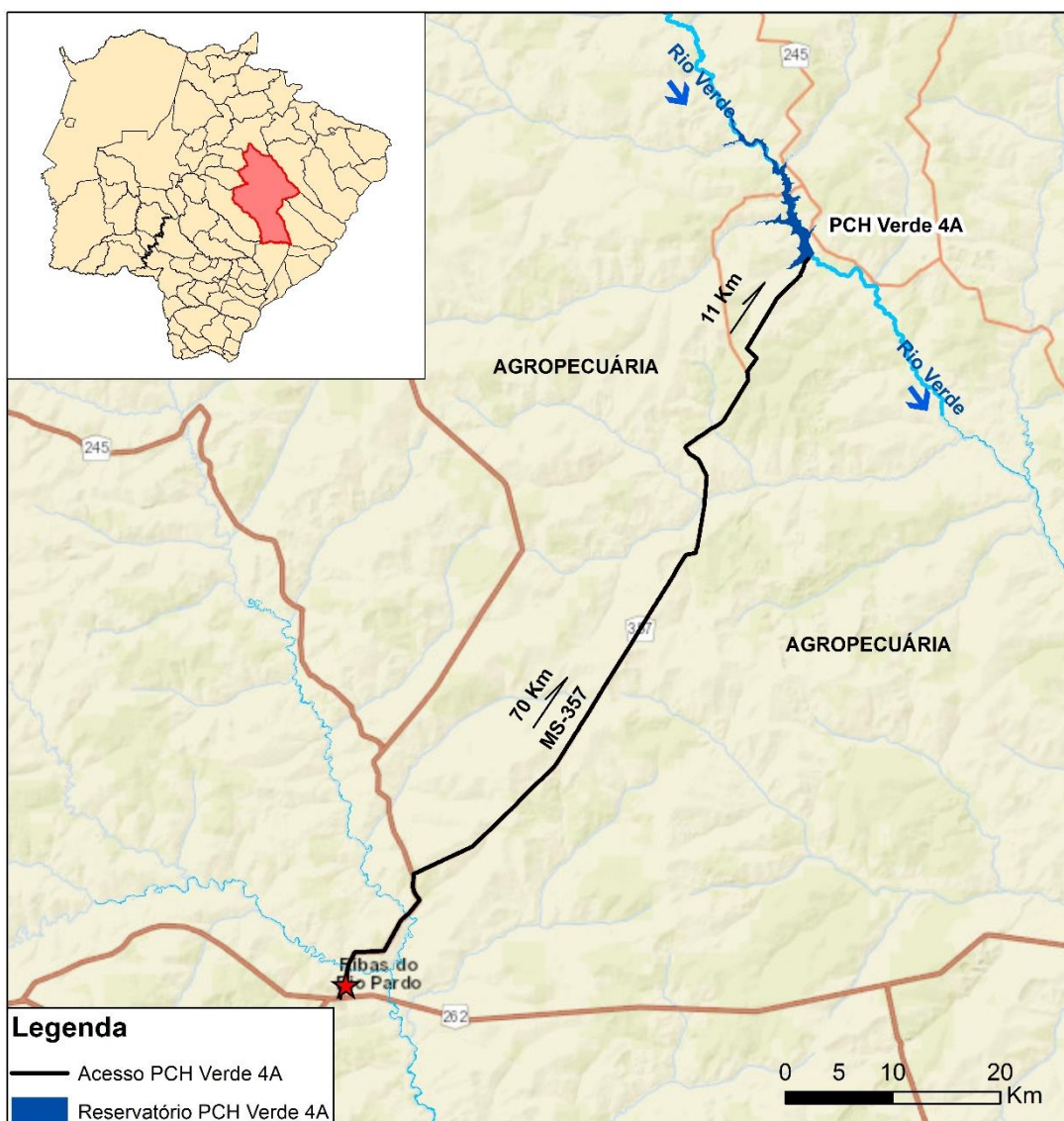


Figura 1. Localização e acesso da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## 4. PROCESSOS EROSIVOS

### 4.1. Metodologia

A inspeção das margens do reservatório foi realizada através de vistoria por meio de barco, na qual foram observados por meio de inspeções visuais, os aspectos relacionados à erosão como indicações de instabilidade dos taludes, novas ocorrências, ações preventivas e emergenciais.

As áreas de risco de ocorrência de escorregamentos identificadas no entorno do reservatório e locais com formação de sulcos ou fraturas no solo foram mapeadas e serão monitoradas para adoção de possíveis medidas corretivas e/ou preventivas.

As ocorrências notificadas foram analisadas e interpretadas com base em suas características, permitindo definir os tipos de ações e medidas de prevenção, controle e correção que serão necessárias para adequar cada situação.

Os processos erosivos registrados foram classificados quanto ao tipo de erosão hídrica:

**Erosão laminar:** caracterizada pela retirada da cobertura superficial do solo, formando pequenas vias de escoamento de água.

**Erosão em sulcos:** caracterizada pela formação de cortes no solo ou canaletas que concentram o escoamento da água intensificando o seu desgaste. Geralmente, caracteriza o início de erosões mais graves em áreas de declividade.

**Erosão em ravinas:** caracterizada pelo afundamento dos sulcos formando cavidades maiores ao longo da declividade do terreno.

**Voçorocas ou ravinamento:** resultante da combinação de vários tipos de erosão, formando grandes crateras que costumam atingir o lençol freático ou estruturas internas dos solos.

## 4.2. Resultados e Discussão

No período correspondente a esta campanha, foi identificada a presença de cinco pontos com processos erosivos às margens do reservatório da PCH Verde 4A.

**Tabela 1.** Coordenadas dos pontos registrados no Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

| Pontos | Coordenadas   |               |
|--------|---------------|---------------|
| 1      | 19°46'09.56"S | 53°26'07.82"O |
| 2      | 19°46'18.55"S | 53°26'03.93"O |
| 3      | 19°51'04.95"S | 53°23'16.43"O |
| 4      | 19°52'22.09"S | 53°21'50.58"O |
| 5      | 19°53'00.05"S | 53°22'57.00"O |

### Ponto 1

Antes do enchimento do reservatório, o Ponto 1 era uma área de dessedentação animal, e atualmente parte dessa área foi destinada ao corredor de dessedentação. Nesse trecho, o solo está exposto e vêm sofrendo erosão laminar e ravinamento brando devido as características do solo, que é argiloso e com pouca declividade. É importante o acompanhamento das áreas livres de gado para verificar a regeneração a efetividade da regeneração natural.

### Ponto 2

Localizado no início do reservatório, é uma região lótica onde o antigo leito do rio está sendo reconformado pela ação da água, e em períodos de operação na cota 394,5 é possível observar os bancos de sedimentos formados por erosão dos antigos taludes marginais do rio. Não foi possível determinar se há deposição de sedimentos provenientes de outras fontes. O acompanhamento da dinâmica dos sedimentos nessa área é importante, pois a formação de bancos de areia prejudica o uso do reservatório, principalmente a navegação, dentre outras atividades.

### Ponto 3

Presença de uma voçoroca em uma antiga servidão interna da fazenda que se tornou caminho preferencial da drenagem superficial. Neste ponto o solo é arenoso e suscetível a erosão. Recomenda-se diminuir a velocidade da água e retenção dos sedimentos, e para tanto seria necessária intervenção dentro e fora dos limites da Phoenix Geração de Energia SA.

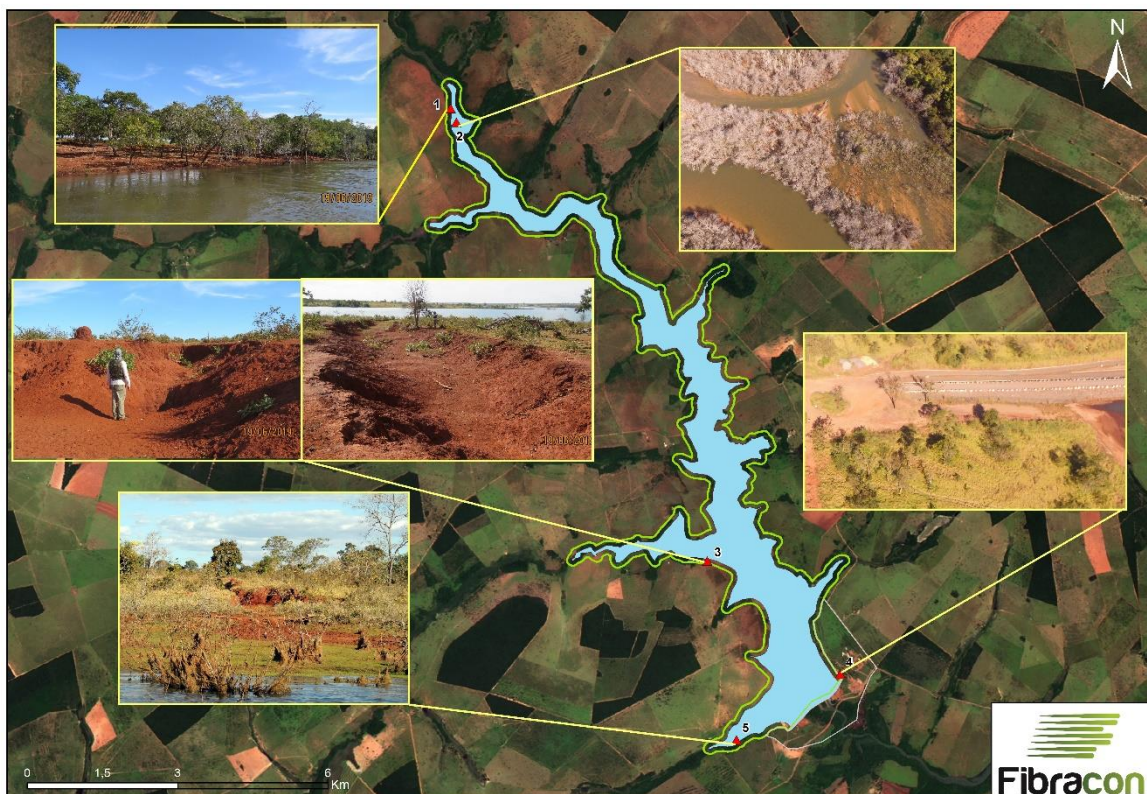
#### Ponto 4

Erosão laminar branda provocada por águas pluviais coalizada pelos acessos internos. Recomenda-se desviar a água pluvial para fora dos acessos, direcionando para as áreas vegetadas e mais planas.

#### Ponto 5

Presença de uma voçoroca na área da APP, sendo que a sua formação é anterior a instalação da PCH, provavelmente originada de caminhos formados pelo gado. Neste ponto o solo é arenoso e suscetível a erosão. Recomenda-se diminuir a velocidade da água e retenção dos sedimentos, e para tanto seria necessária intervenção dentro e fora dos limites da Phoenix Geração de Energia SA.

Os pontos descritos acima estão representados na Figura 2.



**Figura 2.** Pontos registrados no Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório da PCH Verde 4A, Água Clara, MS.

## 5. MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO

### 5.1. Metodologia

Neste item do presente relatório será descrito uma síntese dos procedimentos metodológicos adotados neste programa, e alguns tópicos estão baseados em Carvalho *et.al.* (2000) de onde os elementos relevantes a este trabalho são retirados. Os detalhamentos metodológicos finais serão apresentados detalhados nas planilhas em anexos.

#### 5.1.1. Metodologia para a Vazão Líquida

Os locais para as medições de vazões líquidas e sólidas estão localizados a montante e jusante da área de influência do reservatório da PCH Verde 4A, no rio Verde, por se tratar de um local adequado para o desenvolvimento dos trabalhos, bem como um trecho onde se atende às condições hidrológicas e de segurança necessária para o desenvolvimento do monitoramento da PCH.

Esse método apresentado é considerado convencional para a medição de vazão em cursos d'água (SANTOS *et al*, 2001) e consiste em determinar a área da seção transversal (geralmente por batimetria) e a utilização do equipamento descrito abaixo (molinete fluviométrico).

Foi realizada a travessia do cabo de aço demarcado em função da largura encontrada, instalação do guincho, molinete, contadores, amostradores de suspensão e fundo. Em seguida foi executada uma medição de descarga líquida pelo método convencional (simplificado), com a tomada de velocidades em diferentes pontos de profundidade, e coleta de água em suspensão e material de fundo, conforme as Normas e Recomendações Hidrológicas (DNAEE, 1967) e manual para serviços de Hidrometria (DNAEE, 1967).

Em uma seção transversal de um curso d'água as velocidades se distinguem em diferentes pontos, principalmente em função do atrito. Portanto, a medição de vazão é feita em diferentes pontos de uma mesma vertical.

Para o cálculo da vazão líquida foi utilizado o processo da média aritmética entre duas verticais, conforme as Normas e Recomendações Hidrológicas (DNAEE, 1967) e Manual para serviços de Hidrometria (DNAEE, 1967).

Os materiais utilizados para a medição de vazão líquida foram: barco de 6 metros com motor de popa 15hp, nível topográfico, molinete fluviométrico (NEWTON)



devidamente aferido, guincho fluviométrico, lastro de 15 kg, contador de velocidade e de profundidade, GPS aparelho de localização por satélite (Global Position System).

A Figura 3 apresenta os equipamentos utilizados para a execução da campanha de medição de descarga líquida durante o monitoramento da PCH Verde 4A.



**Figura 3.** Equipamentos utilizados durante o monitoramento Hidrossedimentológico e batimétrico da PCH Verde 4A, onde A) Guincho fluviométrico e B) Molinete fluviométrico. Em julho de 2019.

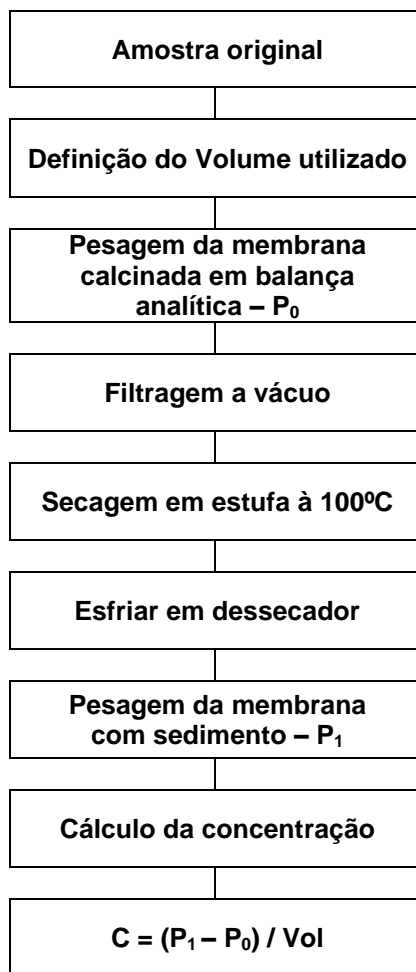
### 5.1.2. Metodologia para a Vazão Sólida

Os materiais utilizados em campo para esse cálculo foram o amostrador de sedimento em Suspensão DH-48 e DH59, amostrador de sedimento de fundo – raspador, um galão de cinco litros para sedimento em suspensão, saco plástico p/ sedimento de leite, termômetro digital e caixa p/ transporte de amostras. Já os materiais utilizados no Laboratório foram uma estufa de secagem, forno mufla, dessecador, um conjunto para filtração a vácuo, provetas de 100 ml e 1000 ml, Becker 500 ml e 2000 ml, membrana de microfibras de vidro  $\Phi$  0,47 mm, bomba de vácuo, balança analítica, jogo de peneiras para granulometria, agitador de peneiras.

### 5.1.3. Análise de Sedimento em Suspensão

As análises de sedimentos em suspensão são realizadas em laboratórios de sedimentologia, para avaliar a concentração de sedimentos no curso d'água. Será utilizada a metodologia por filtração, com ajuda de uma bomba de vácuo, com membrana filtrante de microfibras de vidro com diâmetro de  $\Phi$  47 mm, previamente calcinada em forno mufla a 500°C por 10 (dez) minutos.

O volume utilizado nas análises por amostra foi definido no laboratório. A pesagem da membrana seca (P<sub>0</sub>) é efetuada em uma balança analítica, com filtração a vácuo e secagem em estufa a 100°C por 16 horas, em seguida é colocada para esfriar em um dessecador, posteriormente é pesada novamente em uma balança analítica com sedimento – (P<sub>1</sub>), para obtenção dos resultados das concentrações em mg/l. A Figura 4 mostra os procedimentos acima descritos:



**Figura 4.** Fluxograma demonstrativo para o cálculo da concentração sedimentométrica.

#### **5.1.4. Análise de Sedimento de Leito**

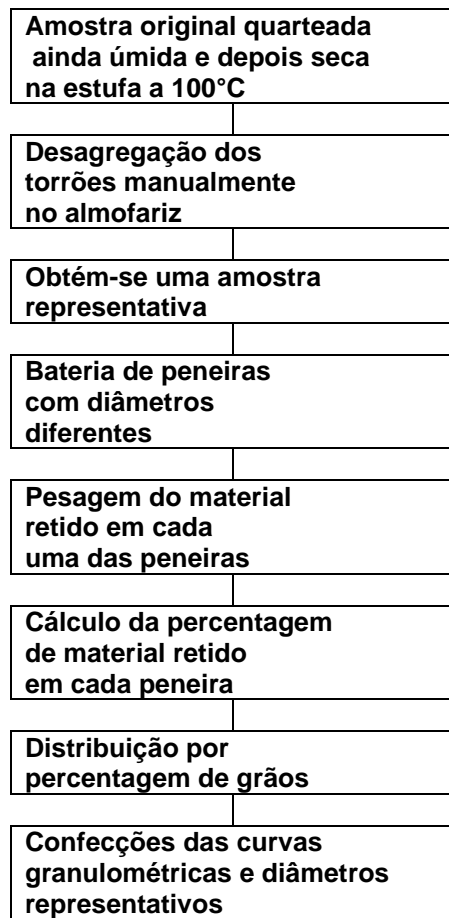
Na avaliação de material do leito, é utilizado à análise granulométrica para identificar o tamanho das partículas ou grãos, e a sua distribuição em porcentagem dos diâmetros dos grãos.

##### ***Procedimento de Laboratório:***

O conteúdo das amostras das seções recebidas do campo é quarteada para obter-se uma amostra representativa de aproximadamente 150g. Em seguida são colocadas na estufa para ser secadas. Logo a seguir, desagrega-se completamente os torrões no almofariz com pistilho manualmente para evitar possíveis alterações no tamanho natural das partículas individuais das amostras.

Após o quarteamento, realiza-se a classificação granulométrica com a utilização de peneiras de malhas: #64, #32, #16, #8.0, #4.0, #2.0, #1.0, #0.5, #0.25, #0.125, #0.062, #0.032, #0.016 e #0.010 mm, incluindo tampa e fundo de acordo com as especificações peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos ABNT EB-22 R. As amostras representativas são colocadas na bateria de peneiras.

Após o peneiramento da amostra é feita a pesagem do material retido em cada uma das peneiras, e em seguida realizado o cálculo da porcentagem de material retido em cada peneira e a distribuição por porcentagem dos grãos para a elaboração das referidas curvas granulométricas, de acordo com a tabela 1.2 para confecções de curvas granulométricas.



**Figura 5.** Fluxograma demonstrativo para a elaboração das curvas granulométricas

### 5.1.5. Cálculo de Descarga Sólida - Método de Colby

É baseado no mesmo tipo de medição utilizado no desenvolvimento do método de Einstein modificado, que estabeleceu diversas relações empíricas para estimar a descarga total de sedimentos. Entretanto, ele não dá a descarga de sedimentos para cada fração de diâmetro e requer a determinação precisa da velocidade média, profundidade média, largura e concentração média de sedimento em suspensão, uma vez que a carga não medida é muito sensível a variabilidade dos respectivos valores medidos em campo.

Este método de Colby (1957) foi descrito por Carvalho (1984) como segue:

A descarga sólida total é acumulada pela soma da descarga sólida medida,  $Q_{ss}$ , com a descarga sólida não medida,  $Q_{sf}$ :

$$Q_{st} = Q_{ss} + Q_{sf}$$

O cálculo de  $Q_{ss}$  é feito pela equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C's$$

Onde:  $Q_{ss}$  – descarga sólida medida (t/dia)

$Q$  – descarga líquida em  $m^3/s$

$C's$  – concentração de sedimentos em suspensão

#### 5.1.6. Medições de turbidez da água

As medições de turbidez da água foram realizadas nas estações Montante e Jusante, os dados foram coletados em simultaneidade com a coleta de sedimento em suspensão e medição de descarga líquida, a turbidez foi obtida *in loco* por meio de Turbidímetro digital da Fabricante HANNA instruments, modelo HI98703. Na Figura 6 são mostrados os valores coletados em campo das estações Montante e Jusante, respectivamente.



Figura 6. Dados de Turbidez coletados nas estações A) Jusante e B) Montante).

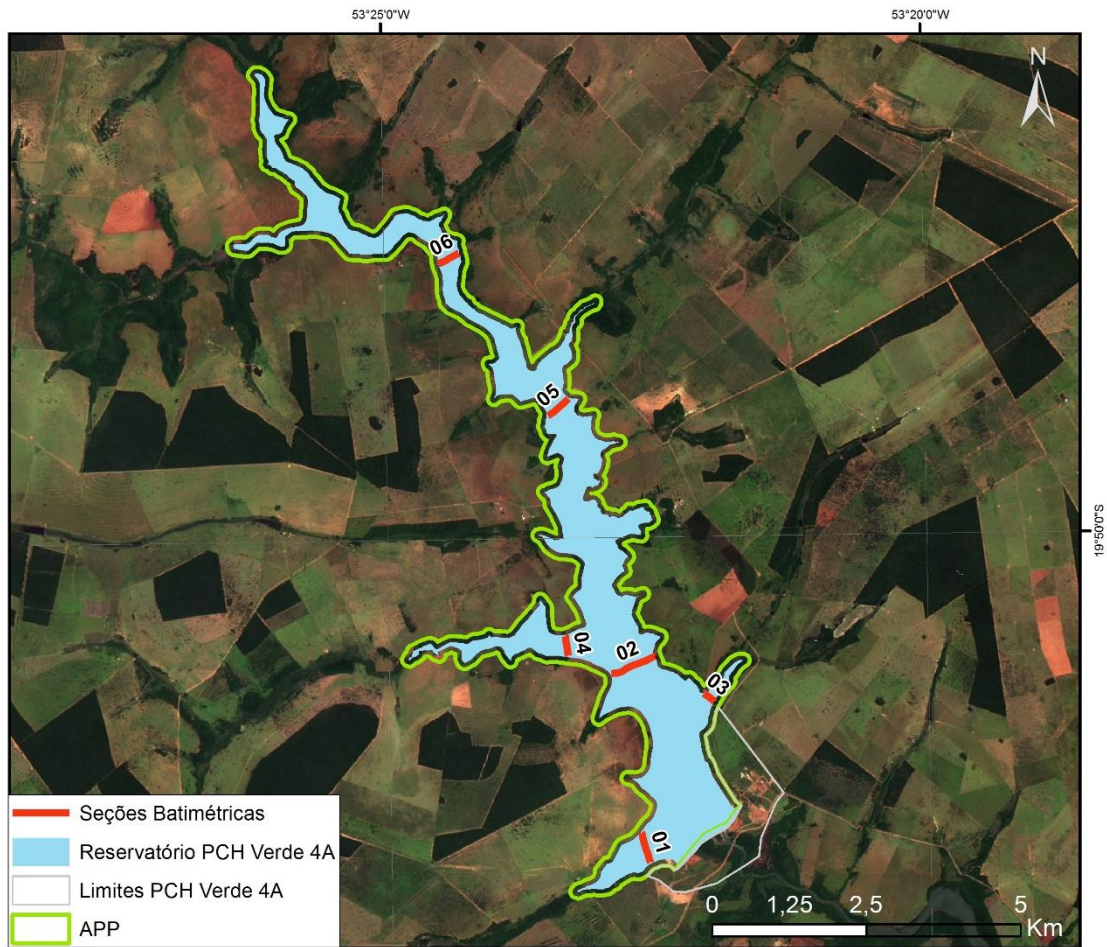
O Quadro 1 mostra, a seguir apresenta sinteticamente, os resultados obtidos nas medições de turbidez da água.

**Quadro 1.** Resultados das medições de turbidez da água durante o monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico da PCH Verde 4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.

| ESTAÇÃO                  | DATA E HORA                 | Turbidez (NTU) | TEMP.(°C) |
|--------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|
| PCH Verde 4A<br>Montante | 19/06/2019<br>às 11h 16 min | 10,50          | 25,40     |
| PCH Verde 4A<br>Jusante  | 18/06/2019<br>às 16h 34 min | 5,15           | 22,10     |

#### 5.1.7. Metodologia para o Levantamento Batimétrico

A equipe de campo fez um reconhecimento prévio da área a ser levantada, verificando a real situação de campo, após essa vistoria definimos a localização das seções batimétricas que serão monitoradas (Figura 7), registramos o nível d'água inicial e final da régua instalada junto ao vertedor para a referência dos trabalhos batimétricos, com o acompanhamento do técnico da contratante foi percorrido todo o perímetro do curso d'água, após essa vistoria foram materializadas as seções transversais com estacas topográficas de 1 metros margem a margem no leito do reservatório com placa indicativa do número da seção, logo após iniciaram os trabalhos de levantamentos. Abaixo (Figura 8) um diagrama unifilar ilustrativo com os locais aproximado das seções levantadas.



**Figura 7.** Localização das seções batimétricas amostradas no monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico da PCH Verde 4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.



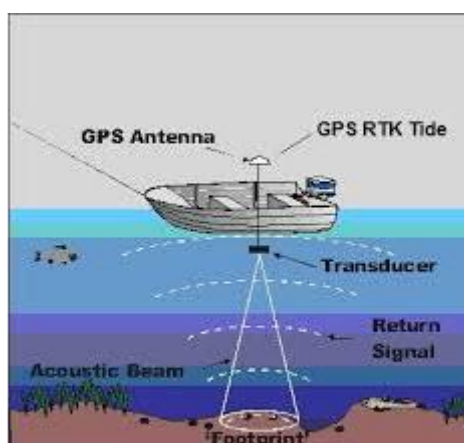
**Figura 8.** Diagrama unifilar da localização das seções transversais do monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico da PCH Verde 4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.

Para execução dos levantamentos batimétricos utilizamos um eco-batímetro da marca South SDE 28S sincronizado com DGPS Hemisphere com sinal OmniSTAR XP com precisão centimétrica ( $\leq 10\text{cm}$ ) (Figura 9).



**Figura 9.** Ecobatímetro south SDE-28S (à esquerda) e Hemisphere GPS - A325 GNSS Smart Antena (à direita).

Em uma embarcação de 6 metros foram instalados todos os equipamentos batimétricos e a sua calibração dos sensores de profundidade e rastreamento da posição dos satélites e conexão do GNSS/DGPS, os espaçamentos utilizados para os trabalhos foram de 10 em 10 metros aproximadamente. Abaixo uma figura ilustrativa do processo de coleta de dados batimétricos com a correção pelo GNSS (Figura 10).



**Figura 10.** Ilustração do processo de coleta batimétrica.

Foi utilizado o software de coleta POWERNAV 10.2 em conjunto com o software SDE da South, com essa sincronia de equipamentos foi possível coletar as posições



corrigidas X / Y / Z, ou seja, profundidades em conjunto do posicionamento horizontal com a correção do Satélite OmniSTAR XP com precisão centimétrica ( $\leq 10\text{cm}$ ) aproximadamente.

Em um software topográfico TOPOEVN 6.0 versão FULL foi processado as informações gerando todos os produtos apresentados em anexo. Em anexo serão apresentadas as planilhas analíticas do levantamento e o desenho do perfil batimétrico do terreno submerso da área do reservatório.

## 5.2. Resultados

Os resultados do Monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico da PCH Verde 4A encontram-se em descritos abaixo na forma das seguintes planilhas e tabelas, além de laudos e boletins técnicos:

- Resumo das descargas Líquidas e Sólidas (Quadro 2);
- Relatório da Medição de Descarga Líquida (Quadro 3 e Quadro 4);
- Desenho da Batimetria da seção Transversal (Figura 11 e Figura 12);
- Laudo Técnico de Análise Sedimentométrica (Quadro 5 e Quadro 6);
- Boletim de Análise Sedimentométrica (5.2.5);
- Gráfico da Granulometria do material do leito (Item 5.2.6);
- Desenho dos Perfis Longitudinais (Seções, Item 5.2.7);
- Planilha Analítica dos trabalhos (Item 5.2.8);
- Documentação Fotográfica (Item 5.2.9).

## 5.2.1. Resumo das descargas Líquidas e Sólidas

**Quadro 2.** Quadro Resumo das Descargas durante o monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico da PCH Verde4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.

| MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA |     |                                      |       |        |         |       |       |        |                |       |
|-----------------------------|-----|--------------------------------------|-------|--------|---------|-------|-------|--------|----------------|-------|
| DATA                        | PTO | LOCAL                                | N.A.  | Q      | A       | VM    | PM    | L      | TEMPERAT. (°C) |       |
|                             |     |                                      |       |        |         |       |       |        | ÁGUA           | AR    |
| 18/06/2019                  | 01  | PCH Verde 4 A – E. H. Régua Jusante  | 4,360 | 71,059 | 103,194 | 0,689 | 2,633 | 39,200 | 22,10          | 25,50 |
| 19/06/2019                  | 02  | PCH Verde 4 A – E. H. Régua Montante | 3,960 | 52,099 | 49,973  | 1,043 | 1,915 | 26,100 | 25,40          | 29,60 |

| MEDIÇÃO DE DESCARGA SÓLIDA |        |                      |       |        |       |        |       |        |         |         |         |         |                |       |
|----------------------------|--------|----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|----------------|-------|
| DATA                       | P<br>T | LOCAL                | N.A.  | Q      | Vm    | L      | Pm    | C's    | Cr      | Qsf     | Qst     | Qss     | TEMPERAT. (°C) |       |
|                            |        |                      |       |        |       |        |       |        |         |         |         |         | ÁGUA           | AR    |
| 18/06/2019                 | 01     | E. H. Régua Jusante  | 4,360 | 71,059 | 0,689 | 39,200 | 2,633 | 4,250  | 210,060 | 78,460  | 104,550 | 26,090  | 22,10          | 25,50 |
| 19/06/2019                 | 02     | E. H. Régua Montante | 3,960 | 52,099 | 1,043 | 26,100 | 1,915 | 45,447 | 667,120 | 381,730 | 557,960 | 196,230 | 25,40          | 29,60 |

### Legenda:

|       |                         |                                 |
|-------|-------------------------|---------------------------------|
| N.A.: | ..... m                 | (Nível D'água)                  |
| Qlíq: | ..... m <sup>3</sup> /s | (Vazão Líquida)                 |
| Vm:   | ..... m/s               | (Velocidade Média)              |
| Pm:   | ..... m                 | (Profundidade Média)            |
| L:    | ..... m                 | (Largura)                       |
| A:    | ..... m <sup>2</sup>    | (Área)                          |
| Cr:   | ..... mg/l              | (Concentração Relativa)         |
| C's:  | ..... mg/l              | (Conc. de Sólidos em Suspensão) |
| Qss:  | ..... T/dia             | (Vazão Sólida em Suspensão)     |
| Qsf:  | ..... T/dia             | (Vazão Sólida de fundo)         |
| Qst:  | ..... T/dia             | (Descarga Sólida Total)         |

## 5.2.2. Medição de Vazão Líquida

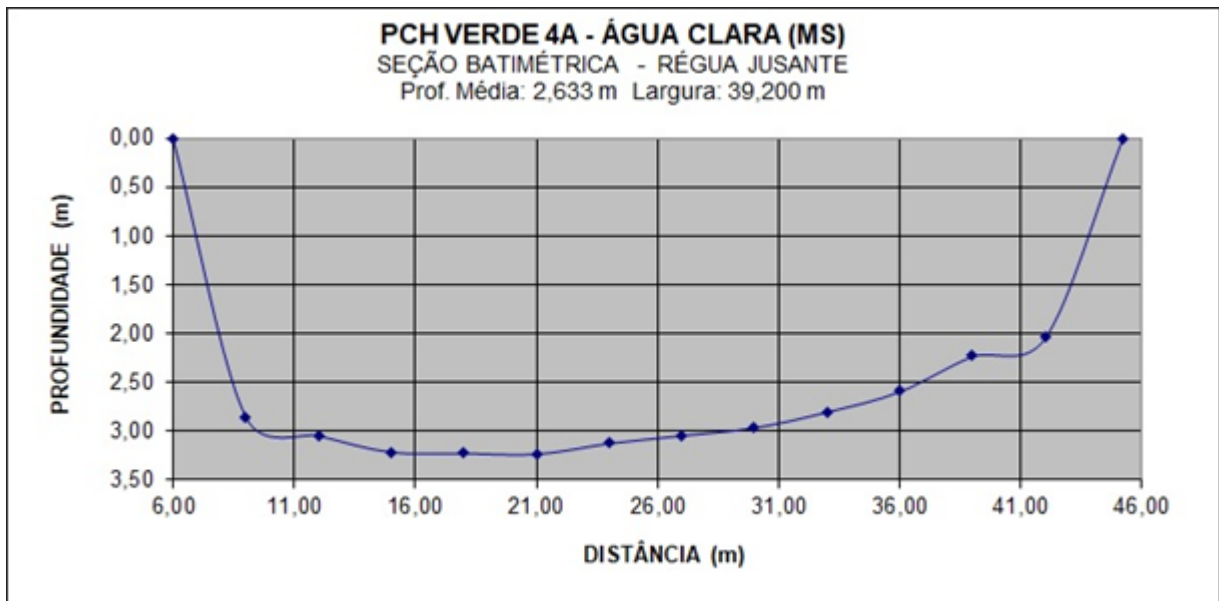
**Quadro 3.** Medição de Vazão Líquida durante o monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico da PCH Verde4A, seção Jusante, Água Clara, MS. Julho de 2019.

| MEDIÇÃO DE VAZÃO LÍQUIDA  |       |   |    |  |       |        |            |   |       |       |  |
|---|-------|---|----|--|-------|--------|------------|---|-------|-------|--|
| <b>LOCAL: PCH VERDE 4A</b>  |       | <b>RIO: VERDE</b>                           |    | <b>DATA: 18/06/2019</b>                  |       |        |            |   |       |       |  |
| <b>SEÇÃO: JUSANTE</b>   |       | <b>TEMP. AR: 25,50°C</b>                    |    | <b>TEMP. ÁGUA: 22,10°C</b>               |       |        |            |   |       |       |  |
| <b>CHUVA: sim ( ) não (x)</b>   |       | <b>N.A.: início 4,360 m - final 4,360 m</b> |    | <b>HORAS: início 14:08 – final 15:19</b> |       |        |            |   |       |       |  |
| <b>EQUAÇÃO DO MOLINETE: Vel:0,25310036N + 0,02995590 MOLINETE Nº: 22027 Hélice: 5-183</b> |       |   |    |  |       |        |            |   |       |       |  |
| <b>CALIBRADO:04/2019</b>  |       |   |    | <b>Folha: 01/01</b>                      |       |        |            | <b>COORDENADA: S 19° 52'54,54" W 53° 21' 45,23"</b> |       |       |  |
| PLANILHA DE CÁLCULO   |       |   |    |  |       |        |            |   |       |       |  |
| PONTO   | DIST. | PROF.                                       | %  | ROT                                      | TEMPO | VELOC. | V.M.V.     | V.M.S.  | ÁREA  | Q     |  |
| PI-ME   | 0,00  | -   | -  | -  | -     | -      | 0,00       | -   | -     | -     |  |
| NA-ME   | 6,00  | 0,00  | -  | -  | -     | 0,000  | 0,000      | 0,000   | 0,000 | 0,000 |  |
| 1   | 9,00  | 2,85  | 80 | 12                                       | 30    | 0,131  | 0,144      | 0,072   | 4,275 | 0,307 |  |
|   |       |   | 20 | 15                                       | 30    | 0,157  |            |   |       |       |  |
| 2   | 12,00 | 3,04  | 80 | 31                                       | 30    | 0,291  | 0,363      | 0,254   | 8,835 | 2,240 |  |
|   |       |   | 20 | 48                                       | 30    | 0,435  |            |   |       |       |  |
| 3   | 15,00 | 3,21  | 80 | 44                                       | 30    | 0,401  | 0,490      | 0,426   | 9,375 | 3,998 |  |
|   |       |   | 20 | 65                                       | 30    | 0,578  |            |   |       |       |  |
| 4   | 18,00 | 3,22  | 80 | 74                                       | 30    | 0,654  | 0,781      | 0,635   | 9,645 | 6,127 |  |
|   |       |   | 20 | 104                                      | 30    | 0,907  |            |   |       |       |  |
| 5   | 21,00 | 3,23  | 80 | 94                                       | 30    | 0,823  | 0,983      | 0,882   | 9,675 | 8,534 |  |
|   |       |   | 20 | 132                                      | 30    | 1,144  |            |   |       |       |  |
| 6   | 24,00 | 3,12  | 80 | 89                                       | 30    | 0,781  | 0,954      | 0,969   | 9,525 | 9,225 |  |
|   |       |   | 20 | 130                                      | 30    | 1,127  |            |   |       |       |  |
| 7   | 27,00 | 3,04  | 80 | 90                                       | 30    | 0,789  | 0,941      | 0,947   | 9,240 | 8,754 |  |
|   |       |   | 20 | 126                                      | 30    | 1,093  |            |   |       |       |  |
| 8   | 30,00 | 2,96  | 80 | 97                                       | 30    | 0,848  | 0,916      | 0,928   | 9,000 | 8,356 |  |
|   |       |   | 20 | 113                                      | 30    | 0,983  |            |   |       |       |  |
| 9   | 33,00 | 2,80  | 80 | 86                                       | 30    | 0,756  | 0,882      | 0,899   | 8,640 | 7,767 |  |
|   |       |   | 20 | 116                                      | 30    | 1,009  |            |   |       |       |  |
| 10  | 36,00 | 2,59  | 80 | 81                                       | 30    | 0,713  | 0,726      | 0,804   | 8,085 | 6,501 |  |
|   |       |   | 20 | 84                                       | 30    | 0,739  |            |   |       |       |  |
| 11  | 39,00 | 2,23  | 80 | 87                                       | 30    | 0,764  | 0,747      | 0,737   | 7,230 | 5,325 |  |
|   |       |   | 20 | 83                                       | 30    | 0,730  |            |   |       |       |  |
| 12  | 42,00 | 2,04  | 80 | 26                                       | 30    | 0,249  | 0,317      | 0,532   | 6,405 | 3,407 |  |
|   |       |   | 20 | 42                                       | 30    | 0,384  |            |   |       |       |  |
| NA-MD   | 45,20 | 0,00  | -  | -  | -     | -      | 0,000      | 0,158   | 3,264 | 0,517 |  |
| PF-MD   | 51,20 | -   | -  | -  | -     | -      | -          | -   | -     | -     |  |
| <b>DESCARGA LÍQUIDA .....</b>   |       |   |    |  |       |        | <b>Q=</b>  | <b>71,059 m³/s</b>                                  |       |       |  |
| <b>ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>  |       |   |    |  |       |        | <b>A=</b>  | <b>103,194 m²</b>                                   |       |       |  |
| <b>VELOCIDADE MÉDIA .....</b>   |       |   |    |  |       |        | <b>Vm=</b> | <b>0,689 m/s</b>                                    |       |       |  |
| <b>LARGURA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>   |       |   |    |  |       |        | <b>L=</b>  | <b>39,200 m</b>                                     |       |       |  |
| <b>PROFUNDIDADE MÉDIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>                                      |       |   |    |  |       |        | <b>Pm=</b> | <b>2,633 m</b>                                      |       |       |  |

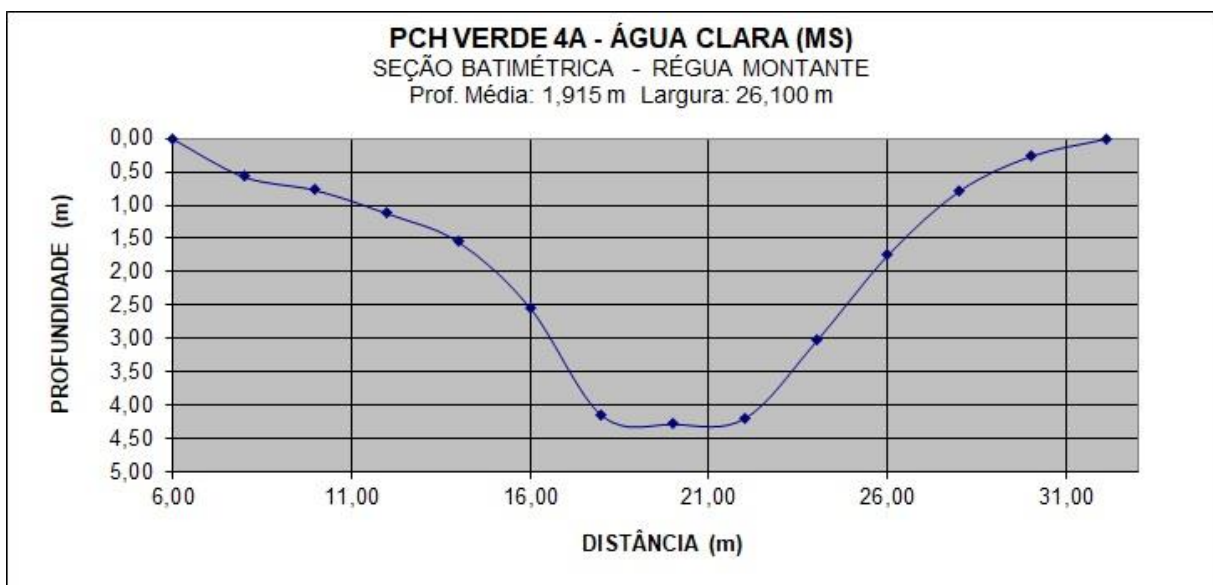
**Quadro 4.** Medição de Vazão Líquida durante o monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico da PCH Verde4A, seção Montante, Água Clara, MS. Julho de 2019.

| MEDIÇÃO DE VAZÃO LÍQUIDA                                 |       |   |    |  |       |   |            |                    |       |        |
|--|-------|---|----|--|-------|---|------------|--------------------|-------|--------|
| <b>LOCAL: PCH VERDE 4A</b>                               |       | <b>RIO: VERDE</b>                           |    | <b>DATA: 19/06/2019</b>                  |       |   |            |                    |       |        |
| <b>SEÇÃO: MONTANTE</b>                                   |       | <b>TEMP. AR: 29,60°C</b>                    |    | <b>TEMP. ÁGUA: 25,40°C</b>               |       |   |            |                    |       |        |
| <b>CHUVA: sim ( ) não (x)</b>                            |       | <b>N.A.: início 3,960 m - final 3,960 m</b> |    | <b>HORAS: início 09:15 – final 10:18</b> |       |   |            |                    |       |        |
| <b>EQUAÇÃO DO MOLINETE: Vel:0,25310036N + 0,02995590</b> |       |   |    | <b>MOLINETE Nº: 22027 Hélice: 5-183</b>  |       | <b>COORDENADA: S 19° 44'23,30" W 54° 27' 07,20"</b> |            |                    |       |        |
| <b>CALIBRADO:04/2019</b>                                 |       |   |    | <b>Folha: 01/01</b>                      |       |   |            |                    |       |        |
| PLANILHA DE CÁLCULO                                      |       |   |    |  |       |   |            |                    |       |        |
| PONTO  | DIST. | PROF.                                       | %  | ROT                                      | TEMPO | VELOC.  | V.M.V.     | V.M.S.             | ÁREA  | Q      |
| PI-ME  | 0,00  | -   | -  | -  | -     | -   | 0,00       | -                  | -     | -      |
| NA-ME  | 6,00  | 0,00  | -  | -  | -     | 0,000   | 0,000      | 0,000              | 0,000 | 0,000  |
| 1  | 8,00  | 0,57  | 60 | 56                                       | 30    | 0,502   | 0,502      | 0,251              | 0,570 | 0,143  |
| 2  | 10,00 | 0,77  | 60 | 66                                       | 30    | 0,587   | 0,587      | 0,545              | 1,340 | 0,730  |
| 3  | 12,00 | 1,12  | 80 | 57                                       | 30    | 0,511   | 0,540      | 0,564              | 1,890 | 1,065  |
|  |       |   | 20 | 64                                       | 30    | 0,570   |            |                    |       |        |
| 4  | 14,00 | 1,55  | 80 | 90                                       | 30    | 0,789   | 0,840      | 0,690              | 2,670 | 1,843  |
|  |       |   | 20 | 102                                      | 30    | 0,890   |            |                    |       |        |
| 5  | 16,00 | 2,54  | 80 | 67                                       | 30    | 0,595   | 0,983      | 0,912              | 4,090 | 3,728  |
|  |       |   | 20 | 159                                      | 30    | 1,371   |            |                    |       |        |
| 6  | 18,00 | 4,15  | 80 | 45                                       | 30    | 0,410   | 1,063      | 1,023              | 6,690 | 6,846  |
|  |       |   | 20 | 200                                      | 30    | 1,717   |            |                    |       |        |
| 7  | 20,00 | 4,28  | 80 | 149                                      | 30    | 1,287   | 1,515      | 1,289              | 8,430 | 10,867 |
|  |       |   | 20 | 203                                      | 30    | 1,743   |            |                    |       |        |
| 8  | 22,00 | 4,19  | 80 | 171                                      | 30    | 1,473   | 1,565      | 1,540              | 8,470 | 13,045 |
|  |       |   | 20 | 193                                      | 30    | 1,658   |            |                    |       |        |
| 9  | 24,00 | 3,03  | 80 | 82                                       | 30    | 0,722   | 0,975      | 1,270              | 7,220 | 9,170  |
|  |       |   | 20 | 142                                      | 30    | 1,228   |            |                    |       |        |
| 10   | 26,00 | 1,74  | 80 | 54                                       | 30    | 0,486   | 0,494      | 0,734              | 4,770 | 3,503  |
|  |       |   | 20 | 56                                       | 30    | 0,502   |            |                    |       |        |
| 11   | 28,00 | 0,78  | 60 | 26                                       | 30    | 0,249   | 0,249      | 0,372              | 2,520 | 0,937  |
| 12   | 30,00 | 0,26  | 60 | 13                                       | 30    | 0,140   | 0,140      | 0,194              | 1,040 | 0,202  |
| NA-MD  | 32,10 | 0,00  | -  | -  | -     | -   | 0,000      | 0,070              | 0,273 | 0,019  |
| PF-MD  | 38,10 | -   | -  | -  | -     | -   | -          | -                  | -     | -      |
| <b>DESCARGA LÍQUIDA .....</b>                            |       |   |    |  |       |   | <b>Q=</b>  | <b>52,099 m³/s</b> |       |        |
| <b>ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>                   |       |   |    |  |       |   | <b>A=</b>  | <b>49,973 m²</b>   |       |        |
| <b>VELOCIDADE MÉDIA .....</b>                            |       |   |    |  |       |   | <b>Vm=</b> | <b>1,043 m/s</b>   |       |        |
| <b>LARGURA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>                |       |   |    |  |       |   | <b>L=</b>  | <b>26,100 m</b>    |       |        |
| <b>PROFUNDIDADE MÉDIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL .....</b>     |       |   |    |  |       |   | <b>Pm=</b> | <b>1,915 m</b>     |       |        |

### 5.2.3. Desenho da Batimetria da seção Transversal



**Figura 11.** Desenho da Batimetria da seção Transversal, seção a Jusante da PCH Verde 4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.



**Figura 12.** Desenho da Batimetria da seção Transversal, seção a Montante da PCH Verde 4A, Água Clara, MS. Julho de 2019.

## 5.2.4. Laudo Técnico De Análise Sedimentométrica

**Quadro 5.** Laudo técnico de análise sedimentométrica da PCH Verde 4A, monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico, seção Jusante. Julho de 2019.

### LAUDO TÉCNICO DE ANÁLISE SEDIMENTOMÉTRICA

R.A.S. 2019018006

**Identificação do Interessado:**

FIBRACON - PCH VERDE 4A

**Informações Gerais:**

Local da coleta: PCH Verde 4A – **Seção Jusante** – Rio Verde – Água Clara MS

Data da coleta: 18/06/2019

Chuva nas últimas 24 horas: Não

Data do recebimento da amostra: 20/06/2019

Data de emissão do Relatório de Análise: 04/07/2019

**Metodologia:**

As análises foram realizadas de acordo com os métodos descritos no livro Hidrossedimentologia Prática 2ª Edição Revisada e Ampliada sob consultoria do Dr. Newton de Oliveira Carvalho.

**Responsáveis:**

**Responsável pela coleta:**

Waldemir Leite – Gestor Ambiental

**Responsável pela realização das análises e emissão do laudo:**

Bruno Silva Martins- Agrimensor / Tec<sup>90</sup>. Controle de obras - CREA/MT 120085893-0

**Responsável Técnico:**

Bruno Silva Martins- Agrimensor / Tec<sup>90</sup>. Controle de obras - CREA/MT 120085893-0

**Observações:**

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas.
- Os critérios para avaliação das amostras que chegam ao laboratório são descritos no Controle de Checagem de Materiais de Coletas e Amostras (CCMCA) e, caso alguma apresente desvio em relação aos critérios adotados, é solicitado aprovação do cliente para continuidade do processo, quando pertinente.
- Os procedimentos de coleta e preservação das amostras seguem as recomendações descritas no Manual de Hidrossedimentologia Prática 2ª Edição.

**Credenciamento:**

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente – Cadastro Técnico PJ N° 1373

IBAMA – Inst. Bras. do Meio Amb. e dos Rec. Nat. Renováveis – Cadastro Técnico Federal PJ N° 6035721

**Quadro 6.** Laudo técnico de análise sedimentométrica da PCH Verde 4A, monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico, seção Montante. Julho de 2019.

## LAUDO TÉCNICO DE ANÁLISE SEDIMENTOMÉTRICA

R.A.S. 2019019006

**Identificação do Interessado:**

FIBRACON - PCH VERDE 4A

**Informações Gerais:**

Local da coleta: PCH Verde 4A – **Seção Montante** – Rio Verde – Água Clara MS

Data da coleta: 19/06/2019

Chuva nas últimas 24 horas: Não

Data do recebimento da amostra: 20/06/2019

Data de emissão do Relatório de Análise: 04/07/2019

**Metodologia:**

As análises foram realizadas de acordo com os métodos descritos no livro Hidrossedimentologia Prática 2ª Edição Revisada e Ampliada sob consultoria do Dr. Newton de Oliveira Carvalho.

**Responsáveis:**

**Responsável pela coleta:**

Waldemir Leite – Gestor Ambiental

**Responsável pela realização das análises e emissão do laudo:**

Bruno Silva Martins- Agrimensor / Tec<sup>9º</sup>. Controle de obras - CREA/MT 120085893-0

**Responsável Técnico:**

Bruno Silva Martins- Agrimensor / Tec<sup>9º</sup>. Controle de obras - CREA/MT 120085893-0

**Observações:**

- Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas.
- Os critérios para avaliação das amostras que chegam ao laboratório são descritos no Controle de Checagem de Materiais de Coletas e Amostras (CCMCA) e, caso alguma apresente desvio em relação aos critérios adotados, é solicitado aprovação do cliente para continuidade do processo, quando pertinente.
- Os procedimentos de coleta e preservação das amostras seguem as recomendações descritas no Manual de Hidrossedimentologia Prática 2ª Edição.

**Credenciamento:**

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente – Cadastro Técnico PJ N° 1373

IBAMA – Inst. Bras. do Meio Amb. e dos Rec. Nat. Renováveis – Cadastro Técnico Federal PJ N° 6035721

### 5.2.5. Boletim de Resultado de Análises Sedimentométrica

**Quadro 7.** Boletim de Análise Sedimentométrica da PCH Verde 4A, monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico, Seção Jusante. Julho de 2019.

| <b>MEDIÇÃO DE DESCARGA SÓLIDA</b>                |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| <b>SEÇÃO: E.H JUSANTE</b>                        |                          |   |
| <b>N.A.:</b>                                     | 4,360 m                  | <b>(Nível D'água)</b>                         |
| <b>Q líq:</b>                                    | 71,059 m <sup>3</sup> /s | <b>(Vazão Líquida)</b>                        |
| <b>Vm:</b>                                       | 0,689 m/s                | <b>(Velocidade Média)</b>                     |
| <b>Pm:</b>                                       | 2,633 m                  | <b>(Profundidade Média)</b>                   |
| <b>Cr:</b>                                       | 210,060 mg/l             | <b>(Concentração Relativa)</b>                |
| <b>C's:</b>                                      | 4,250 mg/l               | <b>(Concentração de Sólidos em Suspensão)</b> |
| <b>Qss:</b>                                      | 26,090 T/dia             | <b>(Vazão Sólida em Suspensão)</b>            |
| <b>Qsf:</b>                                      | 78,460 T/dia             | <b>(Vazão Sólida de fundo)</b>                |
| <b>Qst:</b>                                      | 104,550 T/dia            | <b>(Descarga Sólida Total)</b>                |
| <b>Turb.:</b>                                    | 5,150 NTU                | <b>(Turbidez)</b>                             |
| <b>T água:</b>                                   | 22,10 °C                 | <b>(Temperatura da Água)</b>                  |
| <b>T ar:</b>                                     | 25,50 °C                 | <b>(Temperatura do Ar)</b>                    |
| <b>COLETA:</b> Tec. <sup>9º</sup> Waldemir Leite |                          |   |
| <b>CÁLCULO:</b> Tec. <sup>9º</sup> Bruno Martins |                          |   |



## BOLETIM DE ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

**INTERESSADO:** PCH VERDE 4A – PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A

### Dados do Campo

**LOCAL DA COLETA:** E.H. régua JUSANTE / Rio VERDE

### Análises Físicas dos Sedimentos

| Sedimento em Suspensão            | Granulometria: Material do Leito |               |                        |       |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|------------------------|-------|
|                                   | Granulometria                    |               | Faixas Granulométricas |       |
|                                   | (mm)                             | (%)           | (mm)                   | ∑ (%) |
| Concentração Média:<br>4,250 mg/l | 8,000                            | -             | 16,000 – 8,000         | -     |
|                                   | 4,000                            | -             | 8,000 – 4,000          | -     |
|                                   | 2,000                            | -             | 4,000 – 2,000          | -     |
|                                   | 1,000                            | -             | 2,000 – 1,000          | -     |
|                                   | 0,500                            | 12,4          | 1,000 – 0,500          | 12,4  |
|                                   | 0,250                            | 18,7          | 0,500 – 0,250          | 31,1  |
|                                   | 0,125                            | 29,2          | 0,250 – 0,125          | 60,3  |
|                                   | 0,062                            | 38,5          | 0,125 – 0,062          | 98,8  |
| 0,032                             | 1,2                              | 0,062 – 0,032 | 100,0                  |       |

Chuvas nas últimas 24 hs:

SIM [ ] NÃO [ x ]

Nº de Verticais: 03 ( $v1=1/6*L - v2=3/6*L - v3=5/6*L$ )

Nível D'água: 4,360 m

Temperaturas: Água: 22,10°C Ar: 25,50 °C

Leito: ARENOSO – material coletado próximo das margens.

Obs.: Sentido da coleta margem esquerda para margem direita.

**Quadro 8.** Boletim de Análise Sedimentométrica da PCH Verde 4A, monitoramento hidrossedimentológico e batimétrico, Seção Montante. Julho de 2019.

| <b>MEDIÇÃO DE DESCARGA SÓLIDA</b>                |         |                        |   |
|--|---------|------------------------|---|
| <b>SEÇÃO: E.H MONTANTE</b>                       |         |                        |   |
| <b>N.A.:</b>                                     | 3,960   | <b>m</b>               | <b>(Nível D'água)</b>                         |
| <b>Q líq:</b>                                    | 52,099  | <b>m<sup>3</sup>/s</b> | <b>(Vazão Líquida)</b>                        |
| <b>Vm:</b>                                       | 1,043   | <b>m/s</b>             | <b>(Velocidade Média)</b>                     |
| <b>Pm:</b>                                       | 1,915   | <b>m</b>               | <b>(Profundidade Média)</b>                   |
| <b>Cr:</b>                                       | 667,120 | <b>mg/l</b>            | <b>(Concentração Relativa)</b>                |
| <b>C's:</b>                                      | 45,447  | <b>mg/l</b>            | <b>(Concentração de Sólidos em Suspensão)</b> |
| <b>Qss:</b>                                      | 196,230 | <b>T/dia</b>           | <b>(Vazão Sólida em Suspensão)</b>            |
| <b>Qsf:</b>                                      | 381,730 | <b>T/dia</b>           | <b>(Vazão Sólida de fundo)</b>                |
| <b>Qst:</b>                                      | 577,960 | <b>T/dia</b>           | <b>(Descarga Sólida Total)</b>                |
| <b>Turb.:</b>                                    | 10,500  | <b>NTU</b>             | <b>(Turbidez)</b>                             |
| <b>T água:</b>                                   | 25,40   | <b>°C</b>              | <b>(Temperatura da Água)</b>                  |
| <b>T ar:</b>                                     | 29,60   | <b>°C</b>              | <b>(Temperatura do Ar)</b>                    |
| <b>COLETA:</b> Tec. <sup>9º</sup> Waldemir Leite |         |                        |   |
| <b>CÁLCULO:</b> Tec. <sup>9º</sup> Bruno Martins |         |                        |   |

## BOLETIM DE ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

**INTERESSADO:** PCH VERDE 4A – PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A

### Dados do Campo

**LOCAL DA COLETA:** E.H. régua MONTANTE / Rio VERDE

### Análises Físicas dos Sedimentos

| Sedimento em Suspensão             | Granulometria: Material do Leito |      |                        |       |
|------------------------------------|----------------------------------|------|------------------------|-------|
|                                    | Granulometria                    |      | Faixas Granulométricas |       |
|                                    | (mm)                             | (%)  | (mm)                   | ∑ (%) |
| Concentração Média:<br>45,447 mg/l | 8,000                            | -    | 16,000 – 8,000         | -     |
|                                    | 4,000                            | -    | 8,000 – 4,000          | -     |
|                                    | 2,000                            | -    | 4,000 – 2,000          | -     |
|                                    | 1,000                            | 3,3  | 2,000 – 1,000          | 3,3   |
|                                    | 0,500                            | 6,8  | 1,000 – 0,500          | 10,1  |
|                                    | 0,250                            | 19,8 | 0,500 – 0,250          | 29,9  |
|                                    | 0,125                            | 31,0 | 0,250 – 0,125          | 60,9  |
|                                    | 0,062                            | 38,2 | 0,125 – 0,062          | 99,1  |
|                                    | 0,032                            | 0,9  | 0,062 – 0,032          | 100,0 |

Chuvas nas últimas 24 hs: SIM [ ] NÃO [ x ]

Nº de Verticais: 03 ( $v1=1/6*L - v2=3/6*L - v3=5/6*L$ )

Nível D'água: 3,960 m

Temperaturas: Água: 25,40°C Ar: 29,60 °C

Leito: ARENOSO – material coletado próximo das margens.

Obs.: Sentido da coleta margem esquerda para margem direita.

## 5.2.6. Gráfico da Granulometria do material do leito



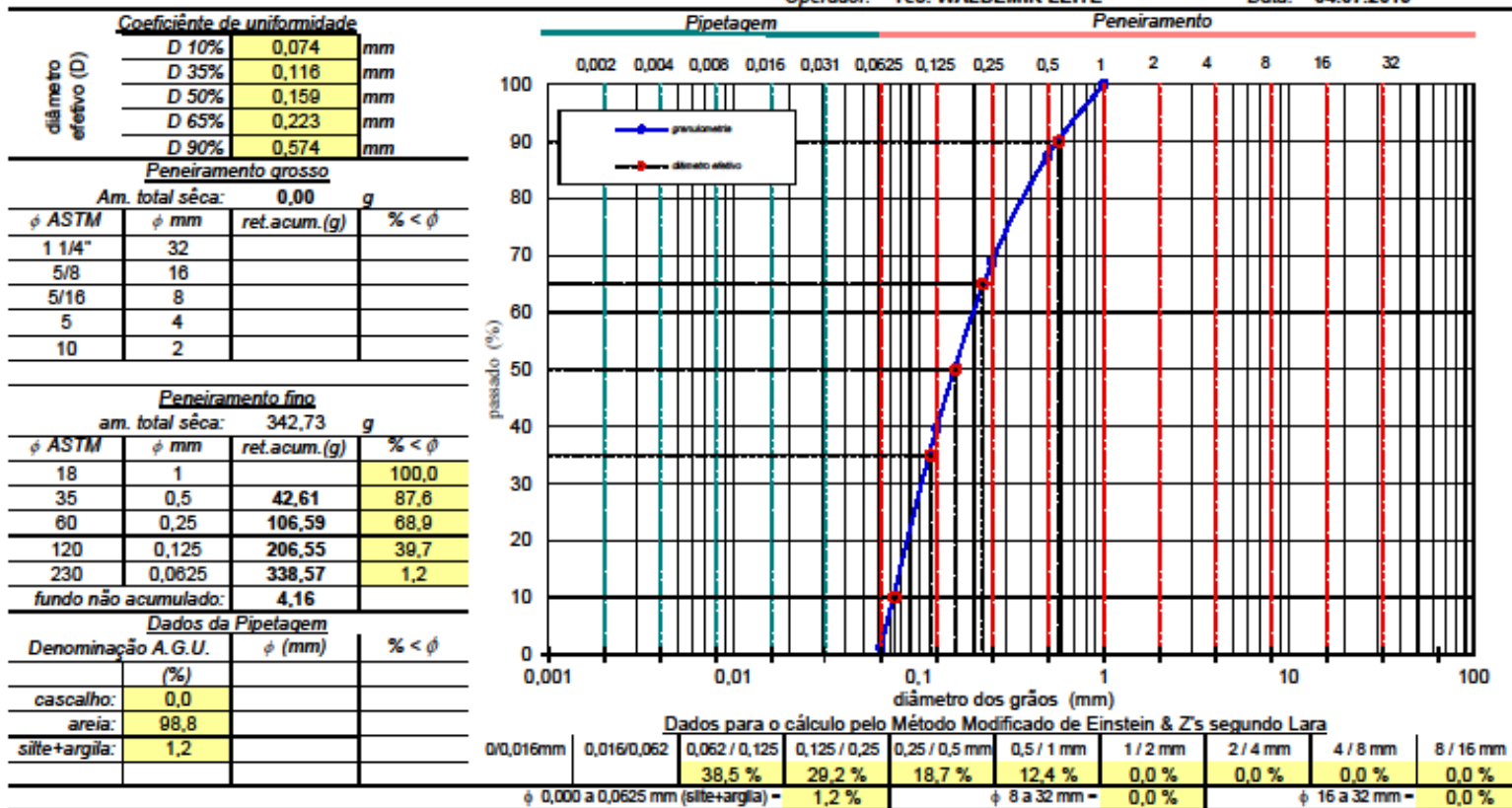
Elaboração de Projetos Técnicos, Hidrométricos e Topográficos

### Peneiramento de Sedimentos do Leito - (seco)

Rio: VERDE  
 Posto: JUSANTE RESERVATÓRIO  
 Cliente: PCH VERDE 4A  
 Amostr.: ROCK-ISLAND  
 Vertical: L/6 - 3L/6 - 5L/6

Mét. de medição: Igual Incremento de Largura  
 Tipo: Sólida do Leito  
 Medição: 001/002  
 Coleta: 18.06.2019  
 Amostragem: Mistura das amostras no Laboratório  
 Operador: Tec. WALDEMIR LEITE

Data: 04.07.2019





Elaboração de Projetos Técnicos, Hidrométricos e Topográficos

**Peneiramento de Sedimentos do Leito - (seco)**

Rio: VERDE  
Posto: MONTANTE RESERVATÓRIO  
Cliente: PCH VERDE 4A  
Amostr.: ROCK-ISLAND  
Vertical: L/6 - 3L/6 - 5L/6

Mét. de medição: Igual Incremento de Largura  
Tipo: Sólida do Leito  
Medição: 001/002  
Coleta: 19.06.2019  
Amostragem: Mistura das amostras no Laboratório  
Operador: Tec. WALDEMIR LEITE

Data: 04.07.2019

**Coefficiente de uniformidade**

| diâmetro efetivo (D) |       |    |  |
|----------------------|-------|----|--|
| D 10%                | 0,075 | mm |  |
| D 35%                | 0,117 | mm |  |
| D 50%                | 0,150 | mm |  |
| D 65%                | 0,218 | mm |  |
| D 90%                | 0,495 | mm |  |

**Peneiramento grosso**

Am. total seca: 0,00 g

| φ ASTM | φ mm | ret.acum.(g) | % < φ |
|--------|------|--------------|-------|
| 1 1/4" | 32   |              |       |
| 5/8    | 16   |              |       |
| 5/16   | 8    |              |       |
| 5      | 4    |              |       |
| 10     | 2    |              | 100,0 |

**Peneiramento fino**

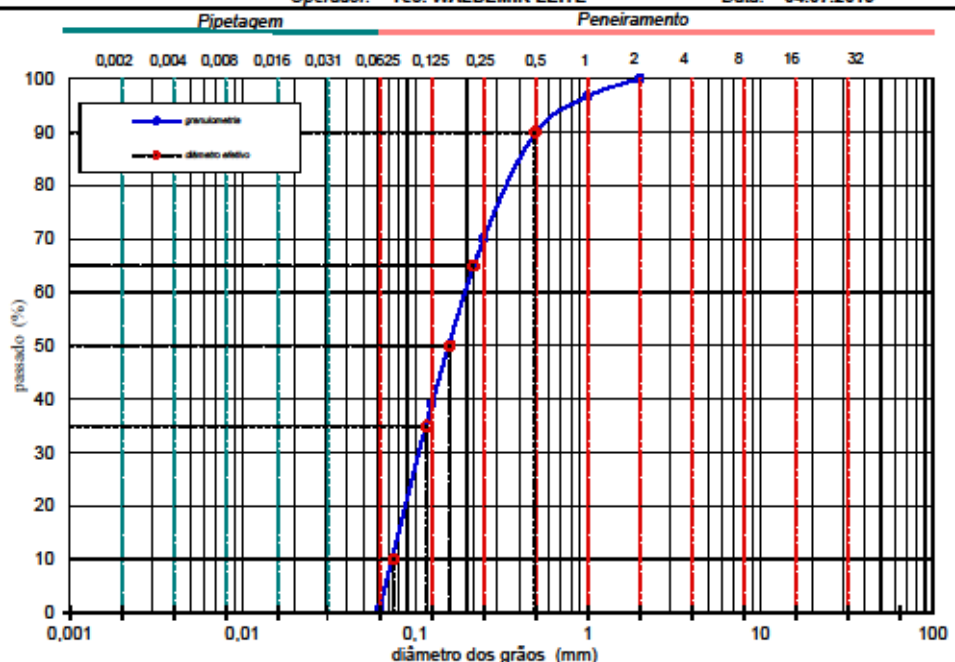
am. total seca: 309,59 g

| φ ASTM | φ mm   | ret.acum.(g) | % < φ |
|--------|--------|--------------|-------|
| 18     | 1      | 10,33        | 96,7  |
| 35     | 0,5    | 31,28        | 89,9  |
| 60     | 0,25   | 92,67        | 70,1  |
| 120    | 0,125  | 188,42       | 39,1  |
| 230    | 0,0625 | 306,92       | 0,9   |

fundo não acumulado: 2,67

**Dados da Pipetação**

| Denominação A.G.U. | φ (mm) | % < φ |
|--------------------|--------|-------|
| cascalho:          | 0,0    |       |
| areia:             | 99,1   |       |
| silte+argila:      | 0,9    |       |



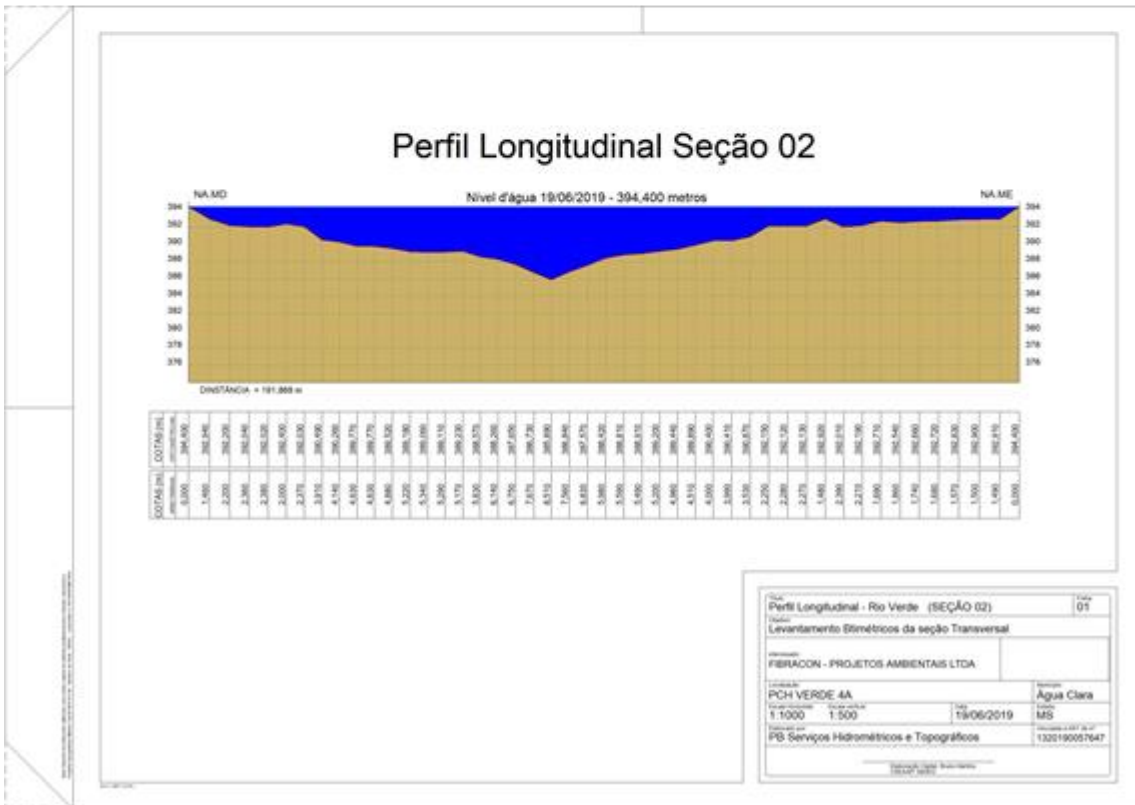
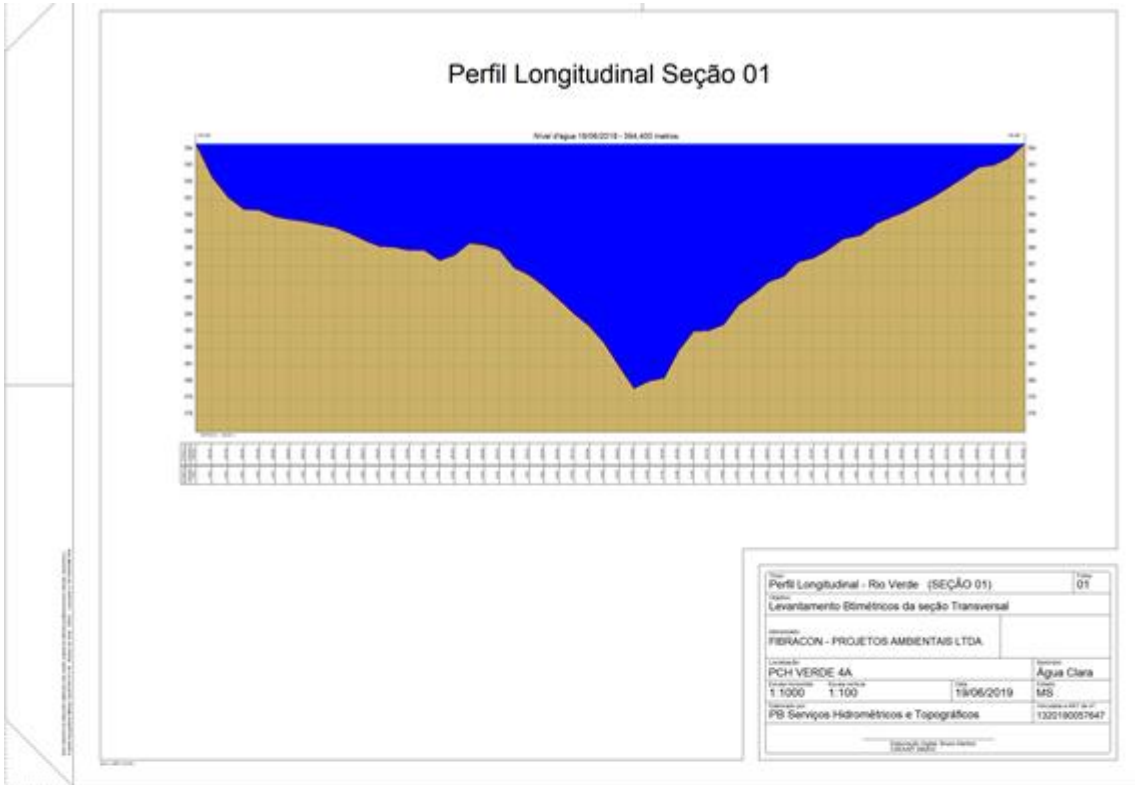
**Dados para o cálculo pelo Método Modificado de Einstein & Z's segundo Lara**

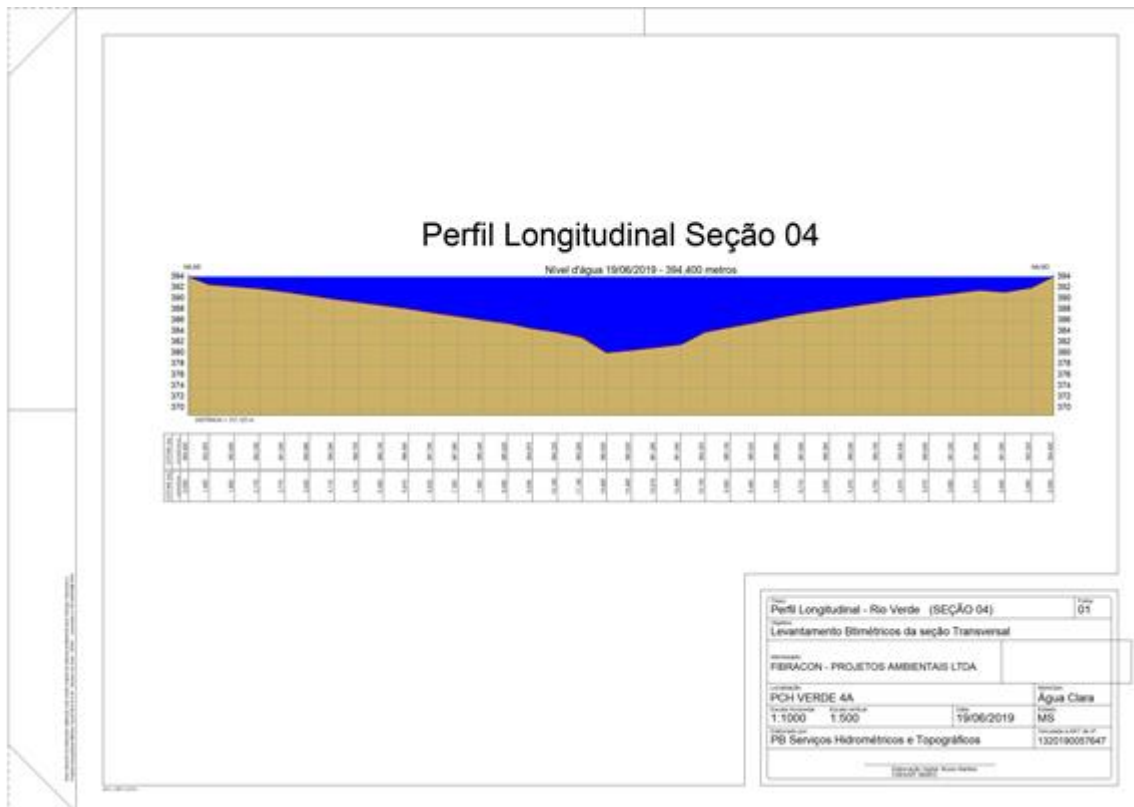
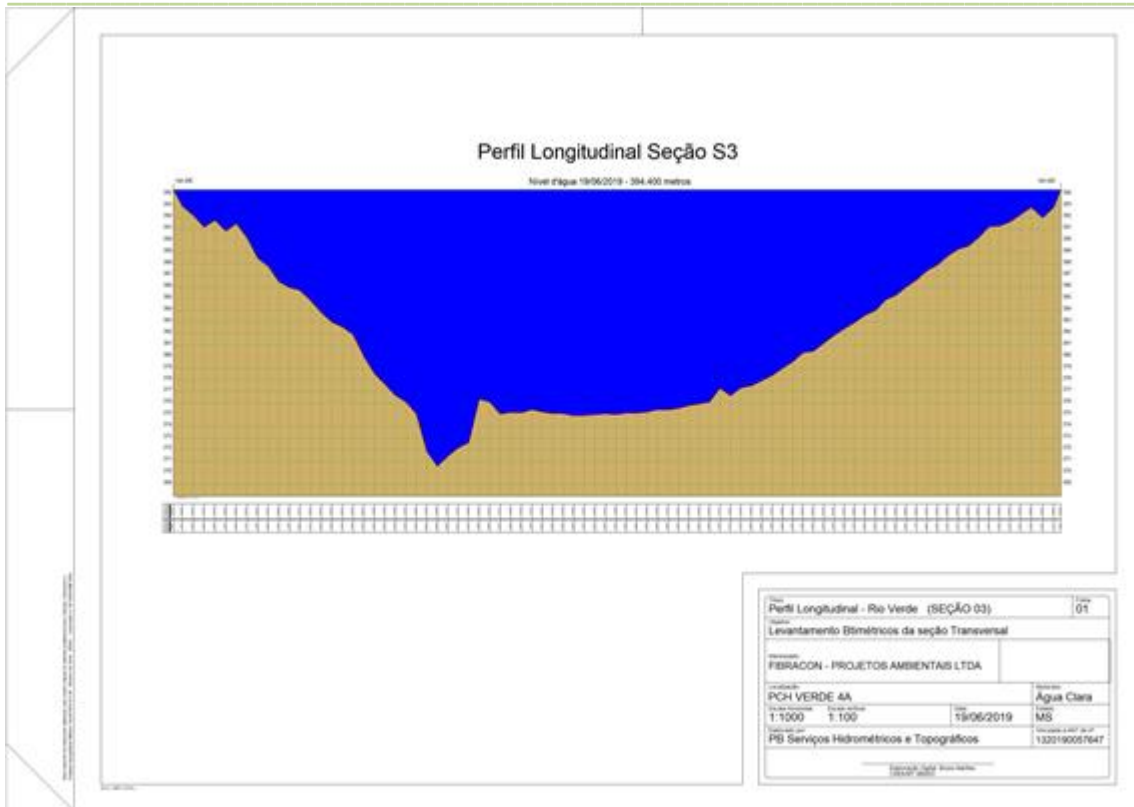
| 0,0/0,16mm                                 | 0,016/0,062 | 0,062 / 0,125 | 0,125 / 0,25        | 0,25 / 0,5 mm | 0,5 / 1 mm | 1 / 2 mm             | 2 / 4 mm | 4 / 8 mm | 8 / 16 mm |
|--|-------------|---------------|---------------------|---------------|------------|----------------------|----------|----------|-----------|
|  |             | 38,2 %        | 31,0 %              | 19,8 %        | 6,8 %      | 3,3 %                | 0,0 %    | 0,0 %    | 0,0 %     |
| φ 0,000 a 0,0625 mm (silte+argila) = 0,9 % |             |               | φ 8 a 32 mm = 0,0 % |               |            | φ 16 a 32 mm = 0,0 % |          |          |           |

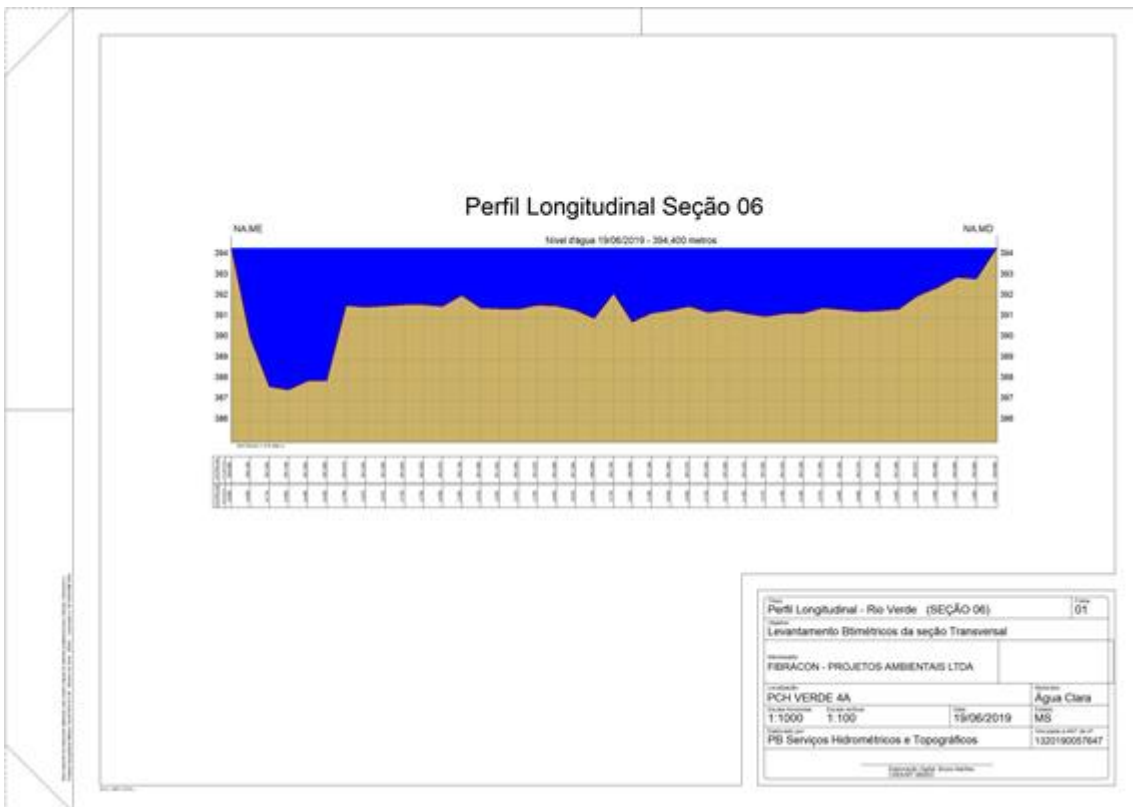
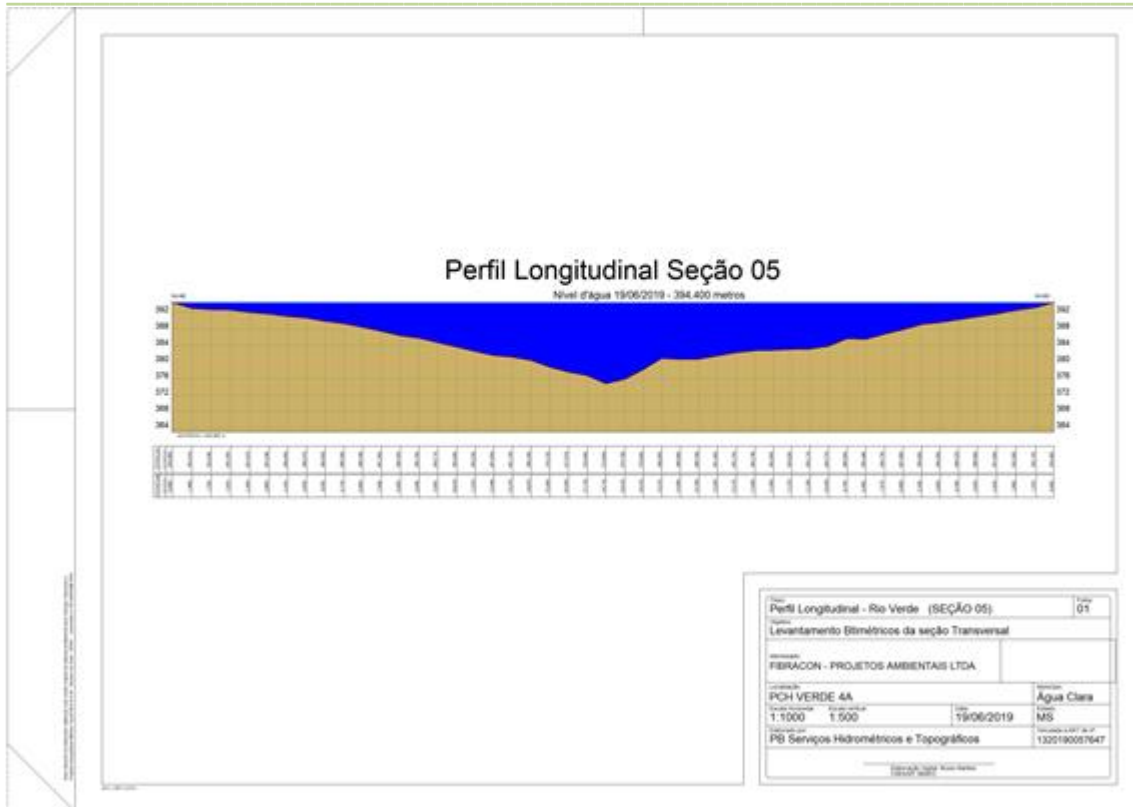
Rua da Lapa, 409 - Cuiabá MT CEP 78008-830 - Fone / Fax: 65 - 3052-9887  
[www.pbhidrometria.com.br](http://www.pbhidrometria.com.br)



## 5.2.7. Desenho dos Perfis Longitudinais (Seções)









### 5.2.8. Planilha Analítica dos trabalhos

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 001               |           |                            | seção 01              |          |             |              |
|---|-----------|----------------------------|-----------------------|----------|-------------|--------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |           |                            |                       |          |             |              |
|   |           |                            |                       |          | DATA:       | 19/06/2019   |
|   |           |                            |                       |          | COTA DO NA  | 394,400      |
| DADOS                                   | VERTICAL  | DIST. AO PONTO INICIAL (m) | PROF. DA VERTICAL (m) | COTA (m) | COORD. ESTE | COORD. NORTE |
|   | N.A. (ME) | 0,000                      | 0,000                 | 394,400  | 251144,100  | 7799947,195  |
|   | 1         | 9,446                      | 0,850                 | 393,550  | 251140,952  | 7799956,101  |
|   | 2         | 18,754                     | 1,290                 | 393,110  | 251135,587  | 7799963,707  |
|   | 3         | 27,935                     | 1,450                 | 392,950  | 251132,782  | 7799972,449  |
|   | 4         | 37,093                     | 2,07                  | 392,330  | 251130,482  | 7799981,314  |
|   | 5         | 46,168                     | 2,650                 | 391,750  | 251128,655  | 7799990,203  |
|   | 6         | 55,256                     | 3,220                 | 391,180  | 251126,551  | 7799999,044  |
|   | 7         | 64,350                     | 3,710                 | 390,690  | 251124,206  | 7800007,830  |
|   | 8         | 73,372                     | 4,150                 | 390,250  | 251121,949  | 7800016,566  |
|   | 9         | 82,418                     | 4,520                 | 389,880  | 251119,698  | 7800025,327  |
|   | 10        | 91,545                     | 4,920                 | 389,480  | 251117,393  | 7800034,158  |
|   | 11        | 100,536                    | 5,560                 | 388,840  | 251114,808  | 7800042,769  |
|   | 12        | 109,454                    | 5,760                 | 388,640  | 251112,083  | 7800051,261  |
|   | 13        | 118,387                    | 6,410                 | 387,990  | 251109,275  | 7800059,741  |
|   | 14        | 127,363                    | 6,900                 | 387,500  | 251106,392  | 7800068,242  |
|   | 15        | 136,349                    | 7,150                 | 387,250  | 251103,500  | 7800076,750  |
|   | 16        | 145,283                    | 8,030                 | 386,370  | 251100,476  | 7800085,156  |
|   | 17        | 154,256                    | 8,330                 | 386,070  | 251097,515  | 7800093,626  |
|   | 18        | 163,249                    | 9,100                 | 385,300  | 251094,387  | 7800102,058  |
|   | 19        | 172,270                    | 9,750                 | 384,650  | 251091,118  | 7800110,466  |
|   | 20        | 181,212                    | 10,900                | 383,500  | 251087,909  | 7800118,812  |
|   | 21        | 190,226                    | 11,270                | 383,130  | 251084,767  | 7800127,261  |
|   | 22        | 199,232                    | 11,320                | 383,080  | 251081,475  | 7800135,644  |
|   | 23        | 208,217                    | 12,480                | 381,920  | 251078,139  | 7800143,986  |
|   | 24        | 217,165                    | 14,140                | 380,260  | 251075,005  | 7800152,368  |
|   | 25        | 226,168                    | 14,330                | 380,070  | 251072,270  | 7800160,945  |
|   | 26        | 235,183                    | 14,780                | 379,620  | 251069,607  | 7800169,558  |
|   | 27        | 244,196                    | 13,430                | 380,970  | 251067,060  | 7800178,203  |
|   | 28        | 253,211                    | 12,030                | 382,370  | 251064,595  | 7800186,875  |
|   | 29        | 262,243                    | 11,010                | 383,390  | 251062,140  | 7800195,567  |
|   | 30        | 271,298                    | 10,290                | 384,110  | 251059,658  | 7800204,275  |
|   | 31        | 280,308                    | 9,400                 | 385,000  | 251057,082  | 7800212,909  |
|   | 32        | 289,274                    | 8,600                 | 385,800  | 251054,447  | 7800221,479  |
|   | 33        | 298,247                    | 7,950                 | 386,450  | 251052,193  | 7800230,164  |
|   | 34        | 307,283                    | 7,480                 | 386,920  | 251049,803  | 7800238,878  |
|   | 35        | 316,298                    | 6,430                 | 387,970  | 251047,269  | 7800247,530  |
|   | 36        | 325,333                    | 6,140                 | 388,260  | 251044,713  | 7800256,196  |
|   | 37        | 334,330                    | 6,000                 | 388,400  | 251042,127  | 7800264,813  |
|   | 38        | 343,297                    | 6,730                 | 387,670  | 251039,485  | 7800273,382  |
|   | 39        | 352,245                    | 7,040                 | 387,360  | 251036,803  | 7800281,919  |
|   | 40        | 361,313                    | 6,450                 | 387,950  | 251034,304  | 7800290,636  |
|   | 41        | 370,352                    | 6,440                 | 387,960  | 251031,753  | 7800299,307  |
|   | 42        | 379,330                    | 6,260                 | 388,140  | 251029,201  | 7800307,915  |
|   | 43        | 388,316                    | 6,200                 | 388,200  | 251027,012  | 7800316,630  |
|   | 44        | 397,356                    | 5,830                 | 388,570  | 251025,126  | 7800325,471  |
|   | 45        | 406,382                    | 5,400                 | 389,000  | 251023,328  | 7800334,316  |
|   | 46        | 415,423                    | 5,070                 | 389,330  | 251021,532  | 7800343,177  |
|   | 47        | 424,372                    | 4,880                 | 389,520  | 251019,755  | 7800351,948  |
|   | 48        | 433,340                    | 4,700                 | 389,700  | 251018,243  | 7800360,788  |
|   | 49        | 442,387                    | 4,570                 | 389,830  | 251017,400  | 7800369,795  |
|   | 50        | 451,392                    | 4,410                 | 389,990  | 251016,114  | 7800378,708  |
|   | 51        | 460,607                    | 4,020                 | 390,380  | 251014,255  | 7800387,733  |
|   | 52        | 469,962                    | 3,970                 | 390,430  | 251012,221  | 7800396,865  |
|   | 53        | 479,611                    | 3,210                 | 391,190  | 251009,385  | 7800406,087  |
|   | 54        | 489,481                    | 1,970                 | 392,430  | 251005,204  | 7800415,028  |
|   | N.A. (MD) | 498,981                    | 0,000                 | 394,400  | 251000,582  | 7800423,328  |
| PROFUNDIDADE MÁXIMA                     |           |                            | 14,78                 |          |             |              |
| PROFUNDIDADE MÉDIA                      |           |                            | 6,62                  |          |             |              |

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 002               |                  |                               |                          | seção 02       |             |              |
|---|------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|-------------|--------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |                  |                               |                          |                |             |              |
|   |                  |                               |                          |                | DATA:       | 19/06/2019   |
|   |                  |                               |                          |                | COTA DO NA  | 394,400      |
| DADOS                                   | VERTICAL         | DIST. AO PONTO<br>INICIAL (m) | PROF. DA<br>VERTICAL (m) | COTA (m)       | COORD. ESTE | COORD. NORTE |
|   | <b>N.A. (ME)</b> | <b>0,000</b>                  | <b>0,000</b>             | <b>394,400</b> | 252162,940  | 7802552,254  |
|   | 1                | 4,501                         | 1,490                    | 392,910        | 252159,877  | 7802555,553  |
|   | 2                | 9,241                         | 1,500                    | 392,900        | 252157,939  | 7802559,878  |
|   | 3                | 13,963                        | 1,570                    | 392,830        | 252156,055  | 7802564,208  |
|   | 4                | 18,602                        | 1,680                    | 392,720        | 252152,470  | 7802567,153  |
|   | 5                | 23,084                        | 1,740                    | 392,660        | 252149,280  | 7802570,301  |
|   | 6                | 27,534                        | 1,860                    | 392,540        | 252146,202  | 7802573,515  |
|   | 7                | 31,921                        | 1,690                    | 392,710        | 252143,114  | 7802576,631  |
|   | 8                | 36,228                        | 2,210                    | 392,190        | 252140,016  | 7802579,623  |
|   | 9                | 40,560                        | 2,390                    | 392,010        | 252136,753  | 7802582,472  |
|   | 10               | 44,816                        | 1,480                    | 392,920        | 252133,385  | 7802585,074  |
|   | 11               | 49,134                        | 2,270                    | 392,130        | 252129,770  | 7802587,435  |
|   | 12               | 53,466                        | 2,280                    | 392,120        | 252126,040  | 7802589,639  |
|   | 13               | 57,881                        | 2,250                    | 392,150        | 252122,505  | 7802592,284  |
|   | 14               | 62,160                        | 3,530                    | 390,870        | 252119,213  | 7802595,018  |
|   | 15               | 66,464                        | 3,990                    | 390,410        | 252115,899  | 7802597,763  |
|   | 16               | 70,719                        | 4,000                    | 390,400        | 252112,707  | 7802600,577  |
|   | 17               | 74,853                        | 4,510                    | 389,890        | 252109,512  | 7802603,201  |
|   | 18               | 78,928                        | 4,960                    | 389,440        | 252106,371  | 7802605,796  |
|   | 19               | 83,040                        | 5,200                    | 389,200        | 252103,183  | 7802608,394  |
|   | 20               | 87,160                        | 5,490                    | 388,910        | 252100,028  | 7802611,044  |
|   | 21               | 91,338                        | 5,590                    | 388,810        | 252096,813  | 7802613,711  |
|   | 22               | 95,522                        | 5,980                    | 388,420        | 252093,496  | 7802616,262  |
|   | 23               | 99,717                        | 6,830                    | 387,570        | 252090,110  | 7802618,738  |
|   | 24               | 103,901                       | 7,560                    | 386,840        | 252086,691  | 7802621,149  |
|   | 25               | 108,090                       | 8,510                    | 385,890        | 252083,241  | 7802623,525  |
|   | 26               | 112,104                       | 7,670                    | 386,730        | 252079,939  | 7802625,809  |
|   | 27               | 116,336                       | 6,750                    | 387,650        | 252076,460  | 7802628,218  |
|   | 28               | 120,410                       | 6,140                    | 388,260        | 252073,118  | 7802630,547  |
|   | 29               | 124,501                       | 5,830                    | 388,570        | 252069,761  | 7802632,885  |
|   | 30               | 128,576                       | 5,170                    | 389,230        | 252066,382  | 7802635,164  |
|   | 31               | 132,620                       | 5,290                    | 389,110        | 252062,999  | 7802637,380  |
|   | 32               | 136,675                       | 5,340                    | 389,060        | 252059,590  | 7802639,576  |
|   | 33               | 140,737                       | 5,220                    | 389,180        | 252056,151  | 7802641,737  |
|   | 34               | 144,824                       | 4,880                    | 389,520        | 252052,681  | 7802643,897  |
|   | 35               | 148,906                       | 4,630                    | 389,770        | 252049,163  | 7802645,966  |
|   | 36               | 152,965                       | 4,630                    | 389,770        | 252045,589  | 7802647,891  |
|   | 37               | 157,018                       | 4,140                    | 390,260        | 252042,035  | 7802649,839  |
|   | 38               | 161,076                       | 3,910                    | 390,490        | 252038,511  | 7802651,851  |
|   | 39               | 165,128                       | 2,370                    | 392,030        | 252034,959  | 7802653,801  |
|   | 40               | 169,348                       | 2,000                    | 392,400        | 252031,265  | 7802655,841  |
|   | 41               | 173,529                       | 2,380                    | 392,020        | 252027,603  | 7802657,859  |
|   | 42               | 177,931                       | 2,360                    | 392,040        | 252023,796  | 7802660,068  |
|   | 43               | 182,417                       | 2,200                    | 392,200        | 252019,971  | 7802662,412  |
|   | 44               | 187,070                       | 1,460                    | 392,940        | 252016,108  | 7802665,007  |
|   | <b>N.A. (MD)</b> | <b>191,868</b>                | <b>0,000</b>             | <b>394,400</b> | 252012,275  | 7802667,892  |
| <b>PROFUNDIDADE MÁXIMA</b>              |                  |                               | <b>8,51</b>              |                |             |              |
| <b>PROFUNDIDADE MÉDIA</b>               |                  |                               | <b>3,76</b>              |                |             |              |

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 003               |                       |                               |                          | seção 03         |                          |             |
|---|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |                       |                               |                          | DATA: 19/06/2019 |                          |             |
|   |                       |                               |                          | 394,400          |                          |             |
| DADOS                                   | VERTICAL<br>N.A. (ME) | DIST. AO PONTO<br>INICIAL (m) | PROF. DA<br>VERTICAL (m) | COTA (m)         | COORD. ESTE COORD. NORTE |             |
|   |                       |                               |                          |                  |                          |             |
|   |                       | 0,000                         | 0,000                    | 394,400          | 251216,320               | 7803260,375 |
| 1                                       |                       | 7,502                         | 1,410                    | 392,990          | 251209,617               | 7803277,007 |
| 2                                       |                       | 16,867                        | 2,200                    | 392,200          | 251201,068               | 7803273,184 |
| 3                                       |                       | 26,243                        | 3,220                    | 391,180          | 251192,637               | 7803269,080 |
| 4                                       |                       | 35,648                        | 2,64                     | 391,760          | 251184,348               | 7803264,638 |
| 5                                       |                       | 45,049                        | 3,580                    | 390,820          | 251176,139               | 7803260,055 |
| 6                                       |                       | 54,177                        | 2,920                    | 391,480          | 251168,218               | 7803255,519 |
| 7                                       |                       | 63,249                        | 4,150                    | 390,250          | 251160,328               | 7803251,042 |
| 8                                       |                       | 72,361                        | 5,900                    | 388,500          | 251152,444               | 7803246,473 |
| 9                                       |                       | 81,536                        | 6,590                    | 387,810          | 251144,576               | 7803241,753 |
| 10                                      |                       | 90,780                        | 7,940                    | 386,460          | 251136,560               | 7803237,149 |
| 11                                      |                       | 99,872                        | 8,440                    | 385,960          | 251128,536               | 7803232,874 |
| 12                                      |                       | 109,029                       | 8,660                    | 385,740          | 251120,368               | 7803228,735 |
| 13                                      |                       | 118,225                       | 9,570                    | 384,830          | 251112,136               | 7803224,637 |
| 14                                      |                       | 127,299                       | 10,570                   | 383,830          | 251104,002               | 7803220,613 |
| 15                                      |                       | 136,466                       | 11,430                   | 382,970          | 251095,796               | 7803216,528 |
| 16                                      |                       | 145,627                       | 11,830                   | 382,570          | 251087,596               | 7803212,443 |
| 17                                      |                       | 154,828                       | 12,490                   | 381,910          | 251079,186               | 7803208,711 |
| 18                                      |                       | 163,822                       | 14,330                   | 380,070          | 251070,847               | 7803205,343 |
| 19                                      |                       | 172,970                       | 15,840                   | 378,560          | 251062,340               | 7803201,979 |
| 20                                      |                       | 181,979                       | 16,750                   | 377,650          | 251053,907               | 7803198,808 |
| 21                                      |                       | 191,039                       | 17,720                   | 376,680          | 251045,363               | 7803195,795 |
| 22                                      |                       | 200,089                       | 18,300                   | 376,100          | 251036,839               | 7803192,753 |
| 23                                      |                       | 209,081                       | 19,320                   | 375,080          | 251028,402               | 7803189,644 |
| 24                                      |                       | 218,097                       | 22,550                   | 371,850          | 251019,863               | 7803186,750 |
| 25                                      |                       | 227,170                       | 23,840                   | 370,560          | 251011,250               | 7803183,897 |
| 26                                      |                       | 236,228                       | 22,980                   | 371,420          | 251002,734               | 7803180,812 |
| 27                                      |                       | 245,297                       | 22,240                   | 372,160          | 250994,238               | 7803177,640 |
| 28                                      |                       | 254,360                       | 21,780                   | 372,620          | 250985,806               | 7803174,315 |
| 29                                      |                       | 263,439                       | 18,060                   | 376,340          | 250977,420               | 7803170,838 |
| 30                                      |                       | 272,476                       | 18,300                   | 376,100          | 250969,026               | 7803167,490 |
| 31                                      |                       | 281,557                       | 19,330                   | 375,070          | 250960,502               | 7803164,359 |
| 32                                      |                       | 290,662                       | 19,200                   | 375,200          | 250952,007               | 7803161,082 |
| 33                                      |                       | 299,748                       | 19,220                   | 375,180          | 250943,552               | 7803157,755 |
| 34                                      |                       | 308,794                       | 18,950                   | 375,450          | 250935,151               | 7803154,399 |
| 35                                      |                       | 317,825                       | 19,160                   | 375,240          | 250926,788               | 7803150,990 |
| 36                                      |                       | 326,891                       | 19,280                   | 375,120          | 250918,341               | 7803147,698 |
| 37                                      |                       | 335,923                       | 19,290                   | 375,110          | 250909,837               | 7803144,657 |
| 38                                      |                       | 344,996                       | 19,500                   | 374,900          | 250901,195               | 7803141,894 |
| 39                                      |                       | 354,098                       | 19,470                   | 374,930          | 250892,487               | 7803139,243 |
| 40                                      |                       | 363,222                       | 19,400                   | 375,000          | 250883,858               | 7803136,280 |
| 41                                      |                       | 372,278                       | 19,280                   | 375,120          | 250875,254               | 7803133,455 |
| 42                                      |                       | 381,239                       | 19,410                   | 374,990          | 250866,774               | 7803130,558 |
| 43                                      |                       | 390,209                       | 19,220                   | 375,180          | 250858,375               | 7803127,408 |
| 44                                      |                       | 399,213                       | 19,260                   | 375,140          | 250849,970               | 7803124,180 |
| 45                                      |                       | 408,179                       | 19,160                   | 375,240          | 250841,672               | 7803120,783 |
| 46                                      |                       | 417,186                       | 18,950                   | 375,450          | 250833,376               | 7803117,275 |
| 47                                      |                       | 426,191                       | 18,990                   | 375,410          | 250825,272               | 7803113,350 |
| 48                                      |                       | 435,194                       | 18,830                   | 375,570          | 250817,220               | 7803109,323 |
| 49                                      |                       | 444,210                       | 18,590                   | 375,810          | 250809,094               | 7803105,415 |
| 50                                      |                       | 453,152                       | 18,450                   | 375,950          | 250801,154               | 7803101,304 |
| 51                                      |                       | 462,060                       | 18,280                   | 376,120          | 250793,179               | 7803097,334 |
| 52                                      |                       | 471,026                       | 17,090                   | 377,310          | 250785,047               | 7803093,557 |
| 53                                      |                       | 480,058                       | 17,780                   | 376,620          | 250776,930               | 7803089,596 |
| 54                                      |                       | 489,059                       | 17,070                   | 377,330          | 250769,057               | 7803085,233 |
| 55                                      |                       | 498,033                       | 16,900                   | 377,500          | 250761,333               | 7803080,666 |
| 56                                      |                       | 506,990                       | 16,450                   | 377,950          | 250753,711               | 7803075,961 |
| 57                                      |                       | 515,944                       | 15,990                   | 378,410          | 250746,239               | 7803071,026 |
| 58                                      |                       | 524,940                       | 15,360                   | 379,040          | 250738,793               | 7803065,978 |
| 59                                      |                       | 533,742                       | 14,830                   | 379,570          | 250731,604               | 7803060,900 |
| 60                                      |                       | 542,534                       | 14,060                   | 380,340          | 250724,434               | 7803055,812 |
| 61                                      |                       | 551,555                       | 13,900                   | 380,500          | 250717,189               | 7803050,437 |
| 62                                      |                       | 560,341                       | 13,210                   | 381,190          | 250710,183               | 7803045,135 |
| 63                                      |                       | 569,112                       | 12,550                   | 381,850          | 250703,064               | 7803040,011 |
| 64                                      |                       | 578,044                       | 11,960                   | 382,440          | 250695,479               | 7803035,295 |
| 65                                      |                       | 587,006                       | 11,440                   | 382,960          | 250687,556               | 7803031,106 |
| 66                                      |                       | 595,928                       | 10,840                   | 383,560          | 250679,467               | 7803027,341 |
| 67                                      |                       | 604,885                       | 10,410                   | 383,990          | 250671,156               | 7803024,003 |
| 68                                      |                       | 613,650                       | 9,510                    | 384,890          | 250662,912               | 7803021,025 |
| 69                                      |                       | 622,554                       | 9,080                    | 385,320          | 250654,548               | 7803017,971 |
| 70                                      |                       | 631,366                       | 8,400                    | 386,000          | 250646,162               | 7803015,265 |
| 71                                      |                       | 640,297                       | 7,770                    | 386,630          | 250637,662               | 7803012,525 |
| 72                                      |                       | 649,298                       | 6,960                    | 387,440          | 250628,962               | 7803010,214 |
| 73                                      |                       | 658,309                       | 6,490                    | 387,910          | 250620,262               | 7803007,867 |
| 74                                      |                       | 667,087                       | 5,720                    | 388,680          | 250611,769               | 7803005,648 |
| 75                                      |                       | 676,030                       | 5,130                    | 389,270          | 250603,038               | 7803003,715 |
| 76                                      |                       | 684,973                       | 4,850                    | 389,550          | 250594,188               | 7803002,429 |
| 77                                      |                       | 693,934                       | 4,110                    | 390,290          | 250585,252               | 7803001,751 |
| 78                                      |                       | 702,869                       | 3,190                    | 391,210          | 250576,320               | 7803001,552 |
| 79                                      |                       | 711,841                       | 3,120                    | 391,280          | 250567,350               | 7803001,754 |
| 80                                      |                       | 720,968                       | 2,770                    | 391,630          | 250558,224               | 7803001,640 |
| 81                                      |                       | 730,002                       | 2,160                    | 392,240          | 250549,244               | 7803000,650 |
| 82                                      |                       | 739,407                       | 1,520                    | 392,880          | 250540,020               | 7802998,816 |
| 83                                      |                       | 748,938                       | 2,420                    | 391,980          | 250530,742               | 7802996,631 |
| 84                                      |                       | 758,745                       | 1,470                    | 392,930          | 250521,615               | 7802993,043 |
|   | N.A. (MD)             | 764,745                       | 0,000                    | 394,400          | 250516,250               | 7802990,357 |
| PROFUNDIDADE MÁXIMA                     |                       |                               | 23,84                    |                  |                          |             |
| PROFUNDIDADE MÉDIA                      |                       |                               | 12,57                    |                  |                          |             |

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 004               |                  |                            |                       | seção 04       |             |              |
|---|------------------|----------------------------|-----------------------|----------------|-------------|--------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |                  |                            |                       |                |             |              |
|   |                  |                            |                       |                | DATA:       | 19/06/2019   |
|   |                  |                            |                       |                | COTA DO NA  | 394,400      |
| DADOS                                   | VERTICAL         | DIST. AO PONTO INICIAL (m) | PROF. DA VERTICAL (m) | COTA (m)       | COORD. ESTE | COORD. NORTE |
|   | <i>N.A. (ME)</i> | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>          | <b>394,400</b> | 249765,610  | 7803601,540  |
|   | 1                | 7,434                      | 1,45                  | 392,950        | 249766,334  | 7803594,141  |
|   | 2                | 16,825                     | 1,80                  | 392,600        | 249767,928  | 7803584,886  |
|   | 3                | 25,989                     | 2,17                  | 392,230        | 249768,940  | 7803575,778  |
|   | 4                | 35,187                     | 2,77                  | 391,630        | 249770,258  | 7803566,675  |
|   | 5                | 44,271                     | 3,42                  | 390,980        | 249771,758  | 7803557,716  |
|   | 6                | 53,350                     | 4,11                  | 390,290        | 249773,104  | 7803548,737  |
|   | 7                | 62,495                     | 4,70                  | 389,700        | 249774,419  | 7803539,687  |
|   | 8                | 71,481                     | 5,30                  | 389,100        | 249775,708  | 7803530,794  |
|   | 9                | 80,543                     | 5,91                  | 388,490        | 249776,889  | 7803521,810  |
|   | 10               | 89,714                     | 6,62                  | 387,780        | 249778,193  | 7803512,732  |
|   | 11               | 98,859                     | 7,32                  | 387,080        | 249779,465  | 7803503,676  |
|   | 12               | 107,996                    | 7,96                  | 386,440        | 249780,779  | 7803494,634  |
|   | 13               | 116,965                    | 8,58                  | 385,820        | 249782,400  | 7803485,812  |
|   | 14               | 126,130                    | 9,53                  | 384,870        | 249784,338  | 7803476,855  |
|   | 15               | 135,268                    | 10,18                 | 384,220        | 249786,127  | 7803467,893  |
|   | 16               | 144,259                    | 11,14                 | 383,260        | 249787,672  | 7803459,036  |
|   | 17               | 153,296                    | 13,90                 | 380,500        | 249789,066  | 7803450,107  |
|   | 18               | 162,353                    | 13,48                 | 380,920        | 249790,406  | 7803441,150  |
|   | 19               | 171,394                    | 13,01                 | 381,390        | 249791,667  | 7803432,197  |
|   | 20               | 180,369                    | 12,46                 | 381,940        | 249792,913  | 7803423,309  |
|   | 21               | 189,365                    | 10,15                 | 384,250        | 249794,054  | 7803414,386  |
|   | 22               | 198,538                    | 9,30                  | 385,100        | 249795,296  | 7803405,297  |
|   | 23               | 207,491                    | 8,48                  | 385,920        | 249796,552  | 7803396,433  |
|   | 24               | 216,635                    | 7,52                  | 386,880        | 249797,858  | 7803387,383  |
|   | 25               | 225,749                    | 6,71                  | 387,690        | 249799,225  | 7803378,372  |
|   | 26               | 234,861                    | 6,02                  | 388,380        | 249800,559  | 7803369,358  |
|   | 27               | 243,995                    | 5,37                  | 389,030        | 249801,770  | 7803360,305  |
|   | 28               | 253,167                    | 4,70                  | 389,700        | 249802,903  | 7803351,203  |
|   | 29               | 262,323                    | 3,97                  | 390,430        | 249804,434  | 7803342,176  |
|   | 30               | 271,278                    | 3,57                  | 390,830        | 249806,306  | 7803333,419  |
|   | 31               | 280,533                    | 3,08                  | 391,320        | 249808,526  | 7803324,434  |
|   | 32               | 289,878                    | 2,51                  | 391,890        | 249811,034  | 7803315,432  |
|   | 33               | 299,307                    | 2,84                  | 391,560        | 249813,463  | 7803306,321  |
|   | 34               | 309,045                    | 2,08                  | 392,320        | 249816,538  | 7803297,081  |
|   | <i>N.A. (MD)</i> | <b>317,123</b>             | <b>0,00</b>           | <b>394,400</b> | 249818,141  | 7803289,164  |
| <b>PROFUNDIDADE MÁXIMA</b>              |                  |                            | <b>13,90</b>          |                |             |              |
| <b>PROFUNDIDADE MÉDIA</b>               |                  |                            | <b>6,17</b>           |                |             |              |

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 005               |           |                               |                          | seção 05 |             |              |
|---|-----------|-------------------------------|--------------------------|----------|-------------|--------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |           |                               |                          |          |             |              |
| DADOS                                   | VERTICAL  | DIST. AO PONTO<br>INICIAL (m) | PROF. DA<br>VERTICAL (m) | COTA (m) | DATA:       | 19/06/2019   |
|   |           |                               |                          |          | COTA DO NA  | 394,400      |
|   | N.A. (ME) | 0,000                         | 0,000                    | 394,400  | COORD. ESTE | COORD. NORTE |
|   | 1         | 9,499                         | 1,49                     | 392,910  | 249813,790  | 7807439,328  |
|   | 2         | 18,853                        | 1,76                     | 392,640  | 249807,316  | 7807432,377  |
|   | 3         | 28,192                        | 1,82                     | 392,580  | 249802,249  | 7807424,514  |
|   | 4         | 37,597                        | 2,43                     | 391,970  | 249796,206  | 7807417,394  |
|   | 5         | 46,815                        | 2,86                     | 391,540  | 249789,838  | 7807410,473  |
|   | 6         | 55,999                        | 3,41                     | 390,990  | 249783,153  | 7807404,125  |
|   | 7         | 65,039                        | 3,83                     | 390,570  | 249776,521  | 7807397,772  |
|   | 8         | 74,136                        | 4,55                     | 389,850  | 249769,932  | 7807391,583  |
|   | 9         | 83,173                        | 5,11                     | 389,290  | 249763,224  | 7807385,438  |
|   | 10        | 92,238                        | 6,06                     | 388,340  | 249756,494  | 7807379,408  |
|   | 11        | 101,333                       | 7,04                     | 387,360  | 249749,774  | 7807373,323  |
|   | 12        | 110,448                       | 8,05                     | 386,350  | 249743,092  | 7807367,154  |
|   | 13        | 119,556                       | 8,64                     | 385,360  | 249736,231  | 7807361,153  |
|   | 14        | 128,547                       | 9,69                     | 384,370  | 249729,264  | 7807355,286  |
|   | 15        | 137,736                       | 10,81                    | 383,380  | 249722,262  | 7807349,646  |
|   | 16        | 146,751                       | 11,87                    | 382,390  | 249715,123  | 7807343,861  |
|   | 17        | 155,753                       | 12,84                    | 381,400  | 249708,098  | 7807338,210  |
|   | 18        | 164,687                       | 13,27                    | 380,410  | 249701,114  | 7807332,531  |
|   | 19        | 173,733                       | 14,07                    | 379,420  | 249694,134  | 7807326,955  |
|   | 20        | 182,798                       | 15,68                    | 378,430  | 249687,174  | 7807321,176  |
|   | 21        | 191,860                       | 16,83                    | 377,440  | 249680,193  | 7807315,393  |
|   | 22        | 200,892                       | 17,71                    | 376,450  | 249673,225  | 7807309,600  |
|   | 23        | 209,939                       | 19,71                    | 375,460  | 249666,276  | 7807303,830  |
|   | 24        | 219,000                       | 18,61                    | 374,470  | 249659,289  | 7807298,083  |
|   | 25        | 228,007                       | 16,31                    | 373,480  | 249652,220  | 7807292,414  |
|   | 26        | 237,022                       | 13,51                    | 372,490  | 249645,630  | 7807286,274  |
|   | 27        | 245,973                       | 13,80                    | 371,500  | 249639,147  | 7807280,011  |
|   | 28        | 254,928                       | 13,70                    | 370,510  | 249632,728  | 7807273,772  |
|   | 29        | 263,882                       | 12,95                    | 369,520  | 249626,262  | 7807267,577  |
|   | 30        | 272,967                       | 12,21                    | 368,530  | 249619,714  | 7807261,469  |
|   | 31        | 282,037                       | 11,66                    | 367,540  | 249612,908  | 7807255,452  |
|   | 32        | 290,920                       | 11,60                    | 366,550  | 249606,013  | 7807249,558  |
|   | 33        | 299,827                       | 11,37                    | 365,560  | 249599,262  | 7807243,785  |
|   | 34        | 308,779                       | 11,29                    | 364,570  | 249592,388  | 7807238,121  |
|   | 35        | 317,698                       | 10,63                    | 363,580  | 249585,444  | 7807232,471  |
|   | 36        | 326,725                       | 8,75                     | 362,590  | 249578,541  | 7807226,824  |
|   | 37        | 335,689                       | 8,96                     | 361,600  | 249571,247  | 7807221,506  |
|   | 38        | 344,686                       | 7,67                     | 360,610  | 249564,055  | 7807216,155  |
|   | 39        | 353,691                       | 6,60                     | 359,620  | 249556,801  | 7807210,833  |
|   | 40        | 362,697                       | 5,34                     | 358,630  | 249549,508  | 7807205,550  |
|   | 41        | 371,656                       | 4,90                     | 357,640  | 249542,170  | 7807200,330  |
|   | 42        | 380,596                       | 4,18                     | 356,650  | 249534,896  | 7807195,099  |
|   | 43        | 389,643                       | 3,52                     | 355,660  | 249527,658  | 7807189,852  |
|   | 44        | 399,032                       | 2,82                     | 354,670  | 249520,197  | 7807184,735  |
|   | 45        | 408,384                       | 1,90                     | 353,680  | 249512,314  | 7807179,635  |
|   | 46        | 417,960                       | 1,25                     | 352,690  | 249504,372  | 7807174,696  |
|   | N.A. (MD) | 426,560                       | 0,00                     | 394,400  | 249495,987  | 7807170,071  |
|   |           |                               |                          |          | 249488,593  | 7807165,680  |
| PROFUNDIDADE MÁXIMA                     |           |                               | 19,71                    |          |             |              |
| PROFUNDIDADE MÉDIA                      |           |                               | 8,61                     |          |             |              |

| SEÇÃO TRANSVERSAL N.º 006               |                  |                               |                          | seção 06       |             |              |
|---|------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|-------------|--------------|
| PCH VERDE 4A - RIO VERDE (RESERVATÓRIO) |                  |                               |                          |                |             |              |
|   |                  |                               |                          |                | DATA:       | 19/06/2019   |
|   |                  |                               |                          |                | COTA DO NA  | 394,400      |
| DADOS                                   | VERTICAL         | DIST. AO PONTO<br>INICIAL (m) | PROF. DA<br>VERTICAL (m) | COTA (m)       | COORD. ESTE | COORD. NORTE |
|   | <b>N.A. (ME)</b> | <b>0,000</b>                  | <b>0,000</b>             | <b>394,400</b> | 248038,523  | 7809791,507  |
|   | 1                | 9,000                         | 4,30                     | 390,100        | 248030,251  | 7809787,960  |
|   | 2                | 18,340                        | 6,71                     | 387,690        | 248021,624  | 7809784,382  |
|   | 3                | 27,614                        | 6,86                     | 387,540        | 248013,163  | 7809780,583  |
|   | 4                | 36,921                        | 6,44                     | 387,960        | 248004,814  | 7809776,471  |
|   | 5                | 46,207                        | 6,42                     | 387,980        | 247996,635  | 7809772,073  |
|   | 6                | 55,568                        | 2,79                     | 391,610        | 247988,491  | 7809767,458  |
|   | 7                | 64,979                        | 2,87                     | 391,530        | 247980,371  | 7809762,702  |
|   | 8                | 74,420                        | 2,81                     | 391,590        | 247972,236  | 7809757,910  |
|   | 9                | 83,745                        | 2,75                     | 391,650        | 247964,025  | 7809753,490  |
|   | 10               | 93,071                        | 2,75                     | 391,650        | 247955,767  | 7809749,156  |
|   | 11               | 102,217                       | 2,83                     | 391,570        | 247947,674  | 7809744,897  |
|   | 12               | 111,456                       | 2,30                     | 392,100        | 247939,649  | 7809740,317  |
|   | 13               | 120,612                       | 2,91                     | 391,490        | 247931,749  | 7809735,690  |
|   | 14               | 129,725                       | 2,95                     | 391,450        | 247923,897  | 7809731,065  |
|   | 15               | 138,891                       | 2,97                     | 391,430        | 247915,947  | 7809726,503  |
|   | 16               | 148,047                       | 2,78                     | 391,620        | 247907,960  | 7809722,025  |
|   | 17               | 157,267                       | 2,82                     | 391,580        | 247899,931  | 7809717,493  |
|   | 18               | 166,443                       | 3,01                     | 391,390        | 247891,966  | 7809712,936  |
|   | 19               | 175,699                       | 3,41                     | 390,990        | 247883,906  | 7809708,386  |
|   | 20               | 184,875                       | 2,21                     | 392,190        | 247875,832  | 7809704,026  |
|   | 21               | 193,983                       | 3,60                     | 390,800        | 247867,780  | 7809699,769  |
|   | 22               | 203,234                       | 3,16                     | 391,240        | 247859,705  | 7809695,256  |
|   | 23               | 212,432                       | 3,02                     | 391,380        | 247851,958  | 7809690,296  |
|   | 24               | 221,681                       | 2,83                     | 391,570        | 247844,347  | 7809685,042  |
|   | 25               | 230,776                       | 3,12                     | 391,280        | 247836,883  | 7809679,844  |
|   | 26               | 239,964                       | 3,01                     | 391,390        | 247829,243  | 7809674,741  |
|   | 27               | 249,124                       | 3,18                     | 391,220        | 247821,380  | 7809670,042  |
|   | 28               | 258,348                       | 3,31                     | 391,090        | 247813,159  | 7809665,858  |
|   | 29               | 267,598                       | 3,18                     | 391,220        | 247804,757  | 7809661,991  |
|   | 30               | 276,855                       | 3,16                     | 391,240        | 247796,345  | 7809658,126  |
|   | 31               | 286,037                       | 2,91                     | 391,490        | 247788,128  | 7809654,028  |
|   | 32               | 295,251                       | 2,98                     | 391,420        | 247779,733  | 7809650,230  |
|   | 33               | 304,434                       | 3,09                     | 391,310        | 247771,228  | 7809646,768  |
|   | 34               | 313,676                       | 3,04                     | 391,360        | 247762,568  | 7809643,539  |
|   | 35               | 322,893                       | 2,96                     | 391,440        | 247753,852  | 7809640,544  |
|   | 36               | 332,051                       | 2,33                     | 392,070        | 247745,122  | 7809637,777  |
|   | 37               | 341,510                       | 1,94                     | 392,460        | 247736,134  | 7809634,827  |
|   | 38               | 351,026                       | 1,42                     | 392,980        | 247727,338  | 7809631,196  |
|   | 39               | 360,651                       | 1,50                     | 392,900        | 247719,105  | 7809626,211  |
|   | <b>N.A. (MD)</b> | <b>370,590</b>                | <b>0,00</b>              | <b>394,400</b> | 247710,962  | 7809620,512  |
| <b>PROFUNDIDADE MÁXIMA</b>              |                  |                               | <b>6,86</b>              |                |             |              |
| <b>PROFUNDIDADE MÉDIA</b>               |                  |                               | <b>3,09</b>              |                |             |              |

### 5.2.9. Documentação Fotográfica



Figura 13. Execução dos trabalhos batimétricos e Execução da coleta sedimentométrica.

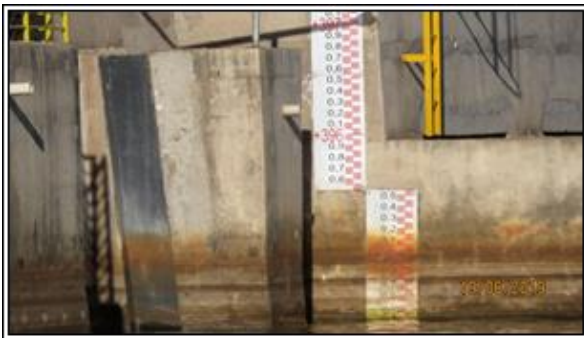


Figura 14. Nível d'água do reservatório e Execução da coleta sedimentométrica.



Figura 15. Execução da medição de vazão (Jusante) e Execução da medição de vazão (Montante).



Figura 16. Execução dos trabalhos batimétricos e Implantação da sinalização batimétrica.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A campanha do Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório (Monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico) no reservatório da PCH Verde 4A foi realizada entre os dias 17 a 20 de junho 2019.

### Processos Erosivos

Os pontos observados durante a campanha de campo apresentam diferentes estágios e características de processos erosivos, que vão desde erosão laminar inicial, voçoroca a banco de areia.

A erosão laminar e voçoroca, encontradas nos pontos 1 e 3 são antigas e têm características de processos lentos e podem ser remediadas junto com os programas de recuperação da APP.

Já os bancos de areia fazem parte da dinâmica imposta pela nova condição da hidrologia no trecho raso do reservatório, que alterna a velocidade da água entre lântico e lótico, podendo ser considerado normal.

Apesar da pouca declividade da maioria da APP, cuidados especiais devem ser tomados com antigas estradas que carregam sedimentos diretamente para dentro do reservatório.

### Sedimentos e Batimetria transversal

A execução do monitoramento fluviométrico nas estações denominadas régua Jusante e Montante e levantamento batimétricos em 06 (seis) seções pré-definidas em escritório para o acompanhamento da evolução da deposição de sedimento ao longo do reservatório da PCH, foi realizada atendendo à solicitação dos gestores e de acordo com as recomendações hidrológicas.

Durante a campanha foi executada a medição de descarga líquida e sólida nos postos localizados no rio Verde e levantamento batimétrico na área do reservatório. Nessa campanha coletamos dados iniciais que serão consolidados com a campanha do 2º semestre de 2019, prevista para ser executada no mês de dezembro/2019.

Os serviços hidrométricos foram caracterizados pelo período de estiagem, e verificamos que na região não estava ocorrendo chuvas próximas à bacia de



drenagem. Nas próximas campanhas continuaremos monitorando o comportamento hidráulico do rio Verde na PCH Verde 4A. Ressaltamos que tomamos como base para “amarração” referencial do nível d’água do reservatório as régua implantadas próximo ao vertedouro. Foi registrado o nível de água referencial no início e no final dos trabalhos, registrando a cota de 394,400 metros.

Para o período de monitoramento hidrossedimentométrico obteve-se os seguintes resultados: na estação Montante, vazão líquida 52,099 m<sup>3</sup>/s, velocidade média 1,043 m/s, profundidade média 1,915 m, largura de 26,100 m e concentração média de sedimento em suspensão de 45,477 mg/l e na estação Jusante o obtivemos os seguinte valores: na vazão líquida 71,059 m<sup>3</sup>/s, velocidade média 0,689 m/s, profundidade média 2,633 m, largura de 39,200 m e concentração média de sedimento em suspensão de 4,250 mg/l. Todos os dados de sedimento foram referentes às amostras em suspensão coletadas ao longo das seções, sentido margem esquerda para margem direita na estação.

Analisando as amostras hidrossedimentométricas coletadas em campo podemos verificar que os valores de concentração de sedimento suspenso dos eventos de descarga amostrados na primeira campanha de 2019 (junho/2019), caracterizando o período de estiagem na região da bacia de drenagem , variaram respectivamente nos dois pontos, sendo a estação Montante a que obteve o maior valor de 45,447 mg/L e na estação Jusante foi de 4,250 mg/L. Com isso, as concentrações de sedimento em suspensão podem ser consideradas muito baixas.

Segundo Lima *et al.* (2003), relatam que as concentrações de sedimento em suspensão inferior a 50 mg/L são consideradas muito baixo, de 50 a 100 mg/L, baixa, de 100 a 150 mg/L, moderada, de 150 a 300 mg/l, alta, e acima de 300 mg/L, muito alta.

Nas próximas campanhas continuaremos acompanhando o comportamento hidráulico sazonal das estações com a comparação dos dados que serão obtidos no mês de dezembro/2019 caracterizando assim o período de estiagem e chuvoso.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1999. Conservação do solo. São Paulo: Ícone. 355p.

CARVALHO, N. de O. 2008. Hidrossedimentologia prática. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência.

CARVALHO, N. O. 1994. Hidrossedimentologia. Prática.

CARVALHO, N. O.; JÚNIOR, N. P. F., SANTOS, P. M. C. DOS S. LIMA, J. E. F. W. 2000. Guia de práticas sedimentológicas: Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília.

COLBY, B.R.1957. Relationship of Unmeasured Sediment Discharge To Mean Velocity. Transactions, Amer. Geophys. Union, V.38, N.5, P.708-19. Oct.

DNAEE. 1967. Departamento Nacional de Energia Elétrica. Normas e Recomendações Hidrológicas Sedimentometria.

MEZINE, W. A., SOARES, M. A., FAGGION, P. L., VEIGA, L. A. K., & NADAL, C. A. 2016. Evaluation methods of reducing bathymetric surveys to the water level instantaneous water for monitoring siltation: case study of the hydroelectric power plant reservoir Mauá. Boletim de Ciências Geodésicas, 22(4), 736-750.

PRIMAVESI, A.1997. Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel. 200p.

PRUSKI, F. F.; RODRIGUES, L. N.; & DEMETRIUS, D. S. 2001. Modelo Hidrológico para estimativa do escoamento superficial em áreas agrícolas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2001, 5(1), p.301-307.

SALOMÃO, F.X.T. 1999. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: Erosão e Conservação dos Solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.229-267.

SANTOS, I. *et al.* 2001. Hidrometria aplicada. Curitiba: ITD.

José Carlos Chaves dos Santos  
Coordenador Técnico

## 8. ANEXOS

**Anexo I** – Anotação de Responsabilidade Técnica da equipe responsável pela execução do Programa de Prevenção e Controle de Erosão e Assoreamento do Reservatório (Monitoramento Hidrossedimentológico e Batimétrico) da PCH Verde 4A, Água Clara, Mato Grosso do Sul.

## ANEXO I



Anotação de Responsabilidade Técnica -  
ART Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MS

ART DE OBRA/SERVIÇO  
1320190057647

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do CREA-MS

1. Responsável Técnico

|   |                 |
|---|-----------------|
| BRUNO SILVA MARTINS   | RNP: 1200858930 |
| Título Profissional: TECNÓLOGO EM GESTÃO AMBIENTAL - TECNÓLOGO EM CONTROLE DE OBRAS | Registro: 09868 |
| Empresa Contratada:   | Registro:       |

2. Dados do Contrato

|  |                                      |                  |
|--|--------------------------------------|------------------|
| Contratante: FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS LTDA | CPF/CNPJ: 08.374.309/0001-53         |                  |
| Rua: RUA DR MICHEL SCAFF, SALA 09  | Bairro: BAIRRO CHÁCARA CACHOEIRA     | Número: 105      |
| Cidade: CAMPO GRANDE   | UF: MS                               | País: Brasil     |
| Contrato: 0524/2019  | Celebrado em: 05/06/2019             | CEP: 79.040-860  |
| Valor: R\$ 38.250,00   | Tipo de Contratante: PESSOA JURÍDICA | Vinculado à ART: |
| Ação Institucional:  |                                      |                  |

3. Dados Obra/Serviço

| Logradouro                         | Bairro     | Número | Complemento                                   | Cidade     | UF | País | Cep                          | Coordenada |
|------------------------------------|------------|--------|---|------------|----|------|------------------------------|------------|
| RODOVIA MS245, SN, KM 246, 1       | ZONA RURAL | S/N    |   | ÁGUA CLARA | MS | BRA  | 79.680-000                   |            |
| Data de Início: 18/06/2019         |            |        | Previsão Término: 10/08/2019                  |            |    |      | Código:                      |            |
| Tipo Proprietário: PESSOA JURÍDICA |            |        | Proprietário: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S.A. |            |    |      | CPF/CNPJ: 11.150.969/0002-46 |            |
| Finalidade: ESTUDO AMBIENTAL       |            |        |   |            |    |      |                              |            |

4. Atividades Técnicas

| Grupo/Subgrupo   | Atividade Profissional | Obra/Serviço                | Complemento | Quantidade | Unidade  |
|--|------------------------|-----------------------------|-------------|------------|----------|
| Obras Hidráulicas e Recursos Hídricos - Obras Fluviais                       |                        |                             |             |            |          |
|  | Coleta de dados        | de regularização de vazões  |             | 2,0000     | UNIDADES |
| Topografia - Levantamentos Topográficos Especiais e Nivelamentos de Precisão |                        |                             |             |            |          |
|  | Coleta de dados        | de levantamento batimétrico |             | 6,0000     | UNIDADES |

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

- 2 MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA E SÓLIDA  
- 6 LEVANTAMENTOS DE SEÇÕES BATIMÉTRICAS EM RESERVATÓRIO

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, não se aplicam às atividades profissionais acima relacionadas.

7. Entidade de Classe

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

*Bruno Silva Martins* *28.06.19*  
data

856.385.851-04 - BRUNO SILVA MARTINS

08.374.309/0001-53 - FIBRACON - CONSULTORIA, PERÍCIAS E PROJETOS AMBIENTAIS LTDA

Valor ART: R\$ 226,50 Registrada em: 28/06/2019 Valor Pago: R\$ 226,50

9. Informações

A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.  
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creams.org.br](http://www.creams.org.br) ou [www.confrea.org.br](http://www.confrea.org.br).  
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creams.org.br](http://www.creams.org.br) [creams@creams.org.br](mailto:creams@creams.org.br)  
tel: (67)3368-1000 fax: (67) 3368-1000

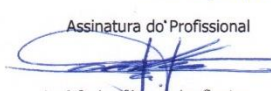
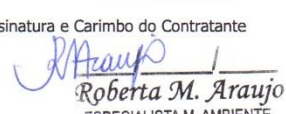
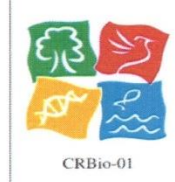


CREA-MS  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Mato Grosso do Sul

Nosso Número: 14000000005079069

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica


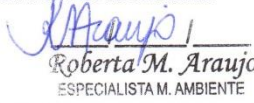
| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                      |   |                                     |
|--|--------------------------------------|---|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |                                      |   |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                      |   | 1-ART Nº:<br><b>2019/03872</b>      |
| <b>CONTRATADO</b>  |                                      |   |                                     |
| 2.Nome: JOSE CARLOS CHAVES DOS SANTOS  |                                      | 3.Registro no CRBio: 018769/01-D  |                                     |
| 4.CPF: 294.004.141-53  | 5.E-mail: josecarlos@fibracon.com.br |   | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DR MICHEL SCAFF 105  |                                      | 8.Compl.: SALA 09   |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE              | 11.UF: MS   | 12.CEP: 79040-860                   |
| <b>CONTRATANTE</b>   |                                      |   |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A  |                                      |   |                                     |
| 14.Registro Profissional:  |                                      | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46   |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N  |                                      |   |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1  |                                      | 18.Bairro: ZONA RURAL   | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79680-000                    | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br                                   |                                     |
| <b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>   |                                      |   |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |                                      |   |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.   |                                      |   |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                      |   | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                      | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR   |                                     |
| 29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;   |                                      | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente  |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO -MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                      |   |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00   | 33.Total de horas: 60                | 34.Início: MAI/2019   | 35.Término: DEZ/2019                |
| <b>36. ASSINATURAS</b>   |                                      |   | <b>37. LOGO DO CRBio</b>            |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                      |   |                                     |
| Data: 30/05/19   |                                      | Data: 30/05/19  |                                     |
| Assinatura do Profissional   |                                      | Assinatura e Carimbo do Contratante   |                                     |
| <br>José Carlos Chaves dos Santos<br>CRBio 018769/01-D  |                                      | <br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
| <br>CRBio-01  |                                      |   |                                     |
| <b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>  |                                      | <b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>  |                                     |
| Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                      |   |                                     |
| Data: / /  | Assinatura do Profissional           |   | Data: / /                           |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante  |   | Data: / /                           |
|  |                                      |   | Assinatura do Profissional          |
|  |                                      |   | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 4574.6143.7084.8025**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)

30/05/2019

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

| <b>Serviço Público Federal</b>   |                                     |  |                                     |
|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| <b>CONSELHO FEDERAL/CRBIO - CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA</b>  |                                     |  |                                     |
| <b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>  |                                     |  | 1-ART Nº:<br><b>2019/03871</b>      |
| CONTRATADO   |                                     |  |                                     |
| 2.Nome: JOSE MILTON LONGO  |                                     | 3.Registro no CRBio: 023264/01-D   |                                     |
| 4.CPF: 085.222.128-21  | 5.E-mail: milton@fibracon.com.br    |  | 6.Tel: (67)3026-3113                |
| 7.End.: DOUTOR MICHEL SCAFF 105  |                                     | 8.Compl.: SALA 9   |                                     |
| 9.Bairro: CHACARA CACHOEIRA  | 10.Cidade: CAMPO GRANDE             | 11.UF: MS  | 12.CEP: 79040-860                   |
| CONTRATANTE  |                                     |  |                                     |
| 13.Nome: PHOENIX GERAÇÃO DE ENERGIA S/A  |                                     |  |                                     |
| 14.Registro Profissional:  |                                     | 15.CPF / CGC / CNPJ: 11.150.969/0002-46  |                                     |
| 16.End.: RODOVIA MS 245 S/N  |                                     |  |                                     |
| 17.Compl.: KM 246,1  |                                     | 18.Bairro: ZONA RURAL  | 19.Cidade: AGUA CLARA               |
| 20.UF: MS  | 21.CEP: 79680-000                   | 22.E-mail/Site: roberta.araujo@brookfieldenergia.com /<br>https://renewableops.brookfield.com/pt-br  |                                     |
| DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL  |                                     |  |                                     |
| 23.Natureza : 1. Prestação de serviço<br>Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;  |                                     |  |                                     |
| 24.Identificação : COORDENAÇÃO - PROGRAMAS AMBIENTAIS DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS.   |                                     |  |                                     |
| 25.Município de Realização do Trabalho: AGUA CLARA   |                                     |  | 26.UF: MS                           |
| 27.Forma de participação: EQUIPE   |                                     | 28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR  |                                     |
| 29.Área de Conhecimento: Botânica; Ecologia; Educação; Zoologia;   |                                     | 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente   |                                     |
| 31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO E EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS (PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE COMUNIDADES AQUÁTICAS, SUBPROGRAMA DE ICTIOPLÂNCTON, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA, PROGRAMA DE PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSIÃO E ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO -MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO E BATIMÉTRICO, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS - PERIGOSOS E NÃO PERIGOSOS) DA PCH VERDE 4A, ÁGUA CLARA, MS. |                                     |  |                                     |
| 32.Valor: R\$ 3.000,00   | 33.Total de horas: 60               | 34.Início: MAI/2019  | 35.Término: DEZ/2019                |
| 36. ASSINATURAS  |                                     |  | 37. LOGO DO CRBIO                   |
| <b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>  |                                     |  |                                     |
| Data: 30/05/19<br>Assinatura do Profissional<br>  |                                     | Data: 30/05/19<br>Assinatura e Carimbo do Contratante<br><br>Roberta M. Araujo<br>ESPECIALISTA M. AMBIENTE |                                     |
| 38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO<br>Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.   |                                     | 39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO  |                                     |
|  |                                     |  |                                     |
| Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante | Data: / /  | Assinatura e Carimbo do Contratante |

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 2311.4194.4821.6076**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio01.org.br](http://www.crbio01.org.br)